



RADIANCEKIT

# Käyttöopas

Fotorealistinen 3D-rekonstruktio  
Gaussian Splattingilla

---

Versio 1.5.0 · macOS 26.0+ · Toukokuu 2026

BJOERN KINDLER · KINDLER-DEV.DE

# Yleiskatsaus

---

Johdanto — Mitä sinun pitäisi tietää .....	3
Mikä on RadianceKit? .....	3
Mikä on Gaussian Splatting? .....	3
Luku 1 — Valikkorivi .....	5
Tiedosto-valikko .....	6
Tila-valikko .....	9
Koulutus-valikko .....	11
Näkymä-valikko .....	14
Vienti-valikko .....	20
Ohje-valikko .....	25
Huomautus: Cmd-Z Muokkaa-valikossa .....	29
Pikanäppäimet yleiskatsauksessa .....	30
Luku 2 — Tarkastaja (asiantuntijatila) .....	31
Look-osio (L1–L5) .....	34
Esiasetukset-osio (I1–I11) .....	37
Koulutusasetukset-osio (I12–I22) .....	43
Parannukset-osio (I26–I29, I42–I44) .....	49
Mittarit-osio (I30–I38) .....	56
Häviökaavio-osio (I39–I41) .....	62
Milloin käyttää Tarkastajaa? .....	65
Luku 3 — Asetukset .....	67
General-välilehti .....	68
AI-Helpers-välilehti .....	73
Tarkastajan peili-asetukset .....	76
Mikä milloin? .....	77
Luku 4 — Apuikkunat .....	78
User Guide (W1–W4) .....	79
Pikanäppäimet (W5–W6) .....	82
Tallennustilan hallinta (W7–W12) .....	84
Pareto-koontinäyttö (W13–W22) .....	88
Holdout-analyysi (W23–W29) .....	95
BayesOpt-konsoli (W30–W39) .....	100
Pääikkuna: Häviön kehitys ja Gaussian-määrä (I39–I41, viittaus) .....	106
Nyrkkisääntölaatikko .....	107
Luku 6 — Koulutuksen määritykset .....	109
Iteraatio (T1–T2) .....	111
Oppimismopeudet (T3–T10) .....	113

Densification — Classic (T11–T16) .....	120
Loss (T17–T20) .....	125
SH-asteen progressio (T21) .....	128
Suorituskyky (T22–T25) .....	129
Diagnoosi ja pistepilven valmistelu (T26–T30) .....	132
Regularisointi (T31–T37) .....	135
Hienosäätö (T38–T44) .....	138
Sky-Dome (T45–T48) .....	142
Adam + LR-aikataulu (T49–T55) .....	144
Jälkikäsitteily + Apple AI (T56–T60) .....	148
MCMC-Densification (T61–T73) .....	151
Mip-Splatting (Q1.5) (T74–T76) .....	158
Adaptiivinen Densification (Q5) (T77–T79) .....	160
Curriculum (Q6) (T80–T81) .....	162
Staattiset esiasetukset (TP1–TP9) .....	162
Metodi: .....	165
Mikä kenttä mihinkin? (Muistilista) .....	166
Vaaralliset kentät .....	167
Luku 7 — Sisäänrakennetut laatusiasetukset .....	168
Milloin mikäkin esiasetus? .....	178
Nopea vertailu .....	179
Omat esiasetukset .....	181
Luku 8 — Vientimuodot .....	182
Mikä muoto milloin? .....	196
Nopea vertailu .....	197
Luku 9 — SfM-taustaohjelmat .....	198
Mikä taustaohjelma milloin? .....	204
Nopea vertailu .....	205
Luku 10 — Aloittelijatila .....	206
Z1 — Tuonti (kuvien ja esiasetuksen valinta) .....	206
Z2 — Käsitteily (SfM + koulutus) .....	214
Z3 — Esikatselu (3D-mallin kääntäminen) .....	220
Z4 — Vienti (muodon valinta ja tallennus) .....	223
Vaihto asiantuntijatilaan .....	228
Usein kysytyt kysymykset .....	229

# Näin luet tätä opasta

Jokainen oppaan kohta noudattaa samaa kaavaa. Vasemmalla puolella ovat käyttöpolut ja tekniset yksityiskohdat; oikealla lämpimässä sivupalstassa löydät aina yksinkertaisen selityksen. Pienet kuvakkeet jokaisen rivin alussa kertovat sinulle yhdellä silmäyksellä, minkä tyyppistä tietoa seuraavaksi tulee.

## NELJÄ KUVAKETTA



**Mistä löydän sen?** Konkreettinen klikkauspolku sovelluksen läpi — valikkorivi, Tarkastajan osio tai aloittelijatilän vaihe. Vastaavat pikanäppäimet ovat myös tässä. Kuvake on sijaintinasta ja näyttää: Tästä toiminto löytyy käyttöliittymästä.



**Tiedot.** Oletusarvot, arvoalueet ja koodipolut. Kohtaat tämän erityisesti koulutusasetuksissa, jotka eivät ole valikkokohta vaan numeerisia parametreja. Kuvake näyttää pienen tietokortin.



**Tekninen.** Mitä toiminto tekee sisäisesti, mitkä parametrit vaikuttavat, mihin se reagoi ja mitä sivuvaikutuksia sillä on. Lukijoille, jotka haluavat ymmärtää, mitä kulissien takana tapahtuu. Kuvake on liukusäädinpalkki ja symboloi konepellin alla olevia ruuveja.



**Lyhyesti.** Ydinasia selkeästi — ilman ammattisanastoa, ilman koodia. Lue tämä osio ensin, jos haluat vain nopeasti tietää, mihin toiminto on tarkoitettu ja milloin sitä tarvitset. Kuvake on puhekupla ja tarkoittaa "asia tiivistettynä". Tämä palsta on aina lämpimällä hiekansävyllä, jotta silmä löytää sen heti.

## LUKUJEN VÄRIT

Jokaisella luvulla on oma korostusvärinsä, jonka tunnistat ID-merkistä (esim. **M1**) jokaisen kohdan otsikon vasemmalla puolella sekä niiden edessä olevista pienistä kuvakkeista. Kun selaat sivuja, näet heti, missä luvussa olet.

- 1 Valikot
- 2 Tarkastaja
- 3 Asetukset
- 4 Lisäikkunat
- 6 Koulutus
- 7 Esiasetukset
- 8 Viennit
- 9 SfM
- 10 Aloittelijatila

**Pikastartti.** Jos olet kiinnostunut vain käytöstä, hyppää suoraan **Lukuun 10 — Aloittelijatila**. Se on ohjattu versio, jossa on neljä vaihetta eikä vaadi ennakkotietoa.

**Syvämpi sukellus.** **Luku 2 — Tarkastaja** ja **Luku 7 — Esiasetukset** selittävät käyttöelementit ja ennalta määritetyt laatuprofiilit, jotka ovat käytettävissäsi asiantuntijatilassa.

**Hakeminen.** Sisällysluettelo ja PDF-kokotekstihaku auttavat sinua löytämään tietyn toiminnon. Sinun ei tarvitse lukea opasta alusta loppuun.

## LUKU

# Johdanto — Mitä sinun pitäisi tietää

---

## Mikä on RadianceKit?

RadianceKit on natiivi macOS-sovellus, joka rakentaa joukosta tavallisia valokuvia tai videosta kuljettavissa olevan 3D-rekonstruktion. Syöte on esimerkiksi 50–500 otosta, jotka olet ottanut kohteen ympäriltä, huoneen läpi tai maiseman yli. Tuloksena on niin sanottu Gaussian-Splatting-näkymä — 3D-malli, jota voit katsoa Macilla reaaliajassa mistä tahansa kulmasta, jonka voi viedä ja upottaa verkkosivuille ja joka näyttää pääosin valokuvamaisen tarkalta.

Sovellus toimii kokonaan paikallisesti Macillasi — mitään kuvia ei ladata pilveen, kirjautumista ei vaadita, tilausta ei tarvita. Se hyödyntää Apple silicon -Macisi (M-sarja) GPU:ta voimakkaasti: täysi koulutusajo voi näkymästä ja esiasetuksesta riippuen kestää muutamasta minuutista useisiin tunteihin. Laskennan aikana voit jatkaa Macin käyttöä aivan normaalisti, RadianceKit jatkaa taustalla ja ilmoittaa sinulle, kun tulos on valmis.

Käyttötiloja on kaksi: *Aloittelijatila* (Simple Mode) ohjaa sinut neljässä vaiheessa työnkulun läpi Tuonti → Valitse esiasetus → Koulutus → Vienti. *Asiantuntijatila* (Expert Mode) avaa suuren Tarkastajan, jossa on kaikki säätimet, live-esikatseluikkunan ja diagnostiikkakakaavioita. Voit vaihtaa tilojen välillä milloin tahansa; näkymän tiedot säilyvät ennallaan.

## Mikä on Gaussian Splatting?

Gaussian Splatting (usein lyhyesti *3DGS* tai vain *Splatting*) on suhteellisen uusi menetelmä fotorealistiseen 3D-renderointiin, joka esiteltiin vuonna 2023 Grazista ja INRIAsta peräisin olevassa artikkelissa. Idea: sen sijaan, että näkymä mallinnettaisiin klassisena monikulmioverkkona (kolmioita) tai vokseliruudukkona, se kootaan miljoonista pienistä, pehmeistä 3D-pilvistä — jokainen pilvi on 3D-gaussinen jakauma (siitä nimi), jolla on oma sijaintinsa, kokonsa, muotonsa, värinsä ja läpinäkyvyytensä. Nämä pilvet koulutetaan niin, että ne yhdessä antavat oikean kuvan kaikista syöttökuviesi katselukulmista.

Käytännössä tämä tarkoittaa: Gaussian Splatting voi näyttää heijastuksia, korostuksia, pehmeää lehvästöä, hiuksia tai verhoja tavalla, jota klassinen 3D-mallinnus ei pysty tekemään tai pystyy vain valtavalla työllä. Toisaalta tulos ei ole klassisessa mielessä muokattava 3D-malli — et voi vain siirtää yhtä seinää tai siirtää maljakkoa. Se on

pikemminkin tilan *jäätynyt tallenne*, jonka läpi voit liikkua vapaasti. Moniin sovelluksiin — arkkitehtuurivisualisointi, tuotteen esittely, virtuaalikerrokset, oikeusteknologia, kulttuuriperintö — juuri tämä on oikea vahvuus.

Jotta syöttökuvista syntyisi 3D-näkymä, tarvitaan kaksi vaihetta. Ensin sovellus laskee prosessin avulla, jonka nimi on *Structure-from-Motion (SfM)*, missä kamerasi sijaitsee kunkin valokuvan kohdalla. Sivutuotteena syntyy näkymän karkea pistepilvi. Tämän jälkeen alkaa varsinainen Gaussian-Splatting-koulutus: tästä karkeasta pilvestä lähtien miljoonat 3D-pilvet jaetaan, suurennetaan, hienosäädetään sekä viilataan sijainniltaan ja väriltään askel askeleelta, kunnes ne antavat sopivan kuvan kaikista syöttökulmista.







Sinun ei tarvitse tietää mitään kummastakaan käyttääksesi RadianceKitia. Aloittelijatila piilottaa nämä vaiheet kokonaan. Mutta jos haluat ymmärtää, mitä asiantuntijatilan diagnostiikkaluvut (iteraatio, häviö, gaussit, SSIM ...) tarkoittavat tai miksi jotkut näkymät tulevat kauniimmiksi kuin toiset, löydät vastaukset oppaan myöhemmistä luvuista.

## LUKU

# Luku 1 — Valikkorivi

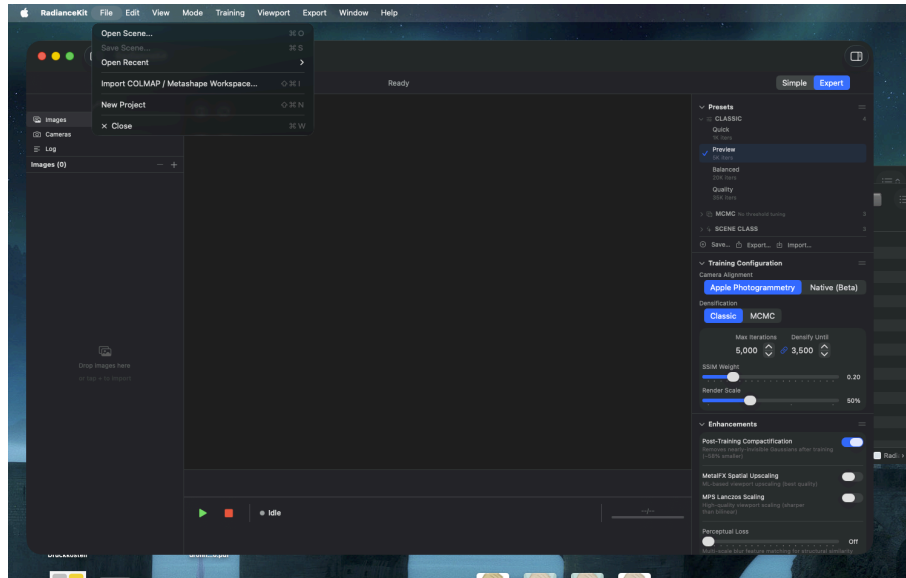
---

RadianceKitin valikkorivi jäsentää kaikki toiminnot, jotka eivät sijaitse suoraan pääikkunassa tai Tarkastajassa. Nämä ovat ensisijaisesti toimintoja, jotka vaikuttavat koko näkymään (Avaa, Tallenna, Uusi projekti), ohjaavat koulutusta (Aloita, Tauko, Jatka), hallitsevat näkymää (Automaattinen kierto, Kuvakaappaus, Taustaväri) ja käynnistävät vientitoimintoja erilaisiin 3D- ja mediamuotoihin. Lisäksi valikossa on linkit kaikkiin apuikkunoihin (Käyttöopas, Pareto-koontinäyttö, Holdout-analyysi, BayesOpt-konsoli).

Pikanäppäimet näkyvät valikkokohdan oikealla puolella. Käytännöt:  tarkoittaa Komento-näppäintä (omenanäppäin),  on vaihto,  on optio (alt) ja  on control. Esimerkki:  tarkoittaa vaihto+komento+T. Kaikki tässä dokumentoidut pikanäppäimet on lisäksi lueteltu omassa yleiskatsausikkunassaan kohdassa Help → Keyboard Shortcuts (/).

Seuraavat 42 kohtaa on dokumentoitu inventaarion (M1–M42) järjestyksessä, ryhmiteltynä vastaavan ylätasen valikon mukaan. Kaikki kohdat on tarkistettu vastaamaan nykyistä kooditilaa tiedostossa `RadianceKitApp.swift` (rivit 175–477). Yhtään kohtaa ei ole poistettu tai vanhentunut inventaarioon nähden; uusi Muokkaa-valikon kohta (Cmd-Z komennolle "Poista kuva") lisätään järjestelmän `NSUndoManager`-kehiksen kautta, eikä se siksi näy `RadianceKitApp`-koodissa (katso huomautus luvun lopussa).

## Tiedosto-valikko



Kuva 1: Tiedosto-valikko avattuna — kohdat M1–M6

Tiedosto-valikko korvaa Applen oletusarvoisen ”Uusi ikkuna” -kohdan projektikohtaisilla toiminnolla. Se sisältää näkymien lataamisen/tallentamisen, dynaamisen Viimeisimmät-listan, työtilan tuonnin sekä täydellisen nollauksen tyhjään tilaan.

### M1 Tiedosto > Avaa näkymä...

#### MISSÄ

Valikkorivi → Tiedosto → Avaa näkymä... (⌘O).

#### TEKNINEN

Avaa tiedostovalintaikkunan formaateille

RadianceScene -paketti, `.ply`, `.splat` ja `.spz`.

Vain yhden valinta, voi näyttää sekä tiedostoja että hakemistoja (pakettiformaateille). Onnistuneen valinnan jälkeen polku lisätään Viimeisimmät-listaan ja näkymä ladataan asynkronisesti – edellinen korvataan ja koulutusputki alustetaan ladatulla tilalla.

PLY/SPZ/Splat-tiedostot luetaan vastaavilla formaatitilukijoilla; `.radiance_scene` -paketti on hakemisto, joka sisältää manifestin, pilvipalvelun tilannekuvan ja SfM-tulokset.

#### LYHYESTI

Näin lataat jo koulutetun näkymän takaisin sovellukseen. Toimii RadianceKitin omalla formaatilla sekä standardiformaateilla PLY, SPLAT ja SPZ, joita muut splatting-ohjelmat tuottavat. Käytä tätä, jos olet esimerkiksi kouluttanut näkymää yön yli ja haluat jatkaa seuraavana päivänä tai viedä sen. Avattaessa nykyinen tila pääikkunassa korvataan – tallenna siis ensin, jos nykyinen näkymä on sinulle vielä tärkeä. Polku päättyy automaattisesti ”Avaa viimeisin” -listaan (M3), jotta pääset siihen seuraavalla kerralla nopeammin käsiksi.

**M2 Tiedosto > Tallenna näkymä...**

Valikkorivi → Tiedosto → Tallenna näkymä... (⌘S).



Avaa tiedoston tallennusikkunan, jonka sisältötyyppi on `RadianceScene` -paketti ja oletustiedostonimi `scene.radiancecene`. Kirjoittaa hakemistopakettin, joka sisältää `manifest.json` -tiedoston, sarjallistetun Gaussian-pilven (PLY-tilannekuva) ja SfM-tuloksen vedoksen, jotta myös koulutuksen jatkaminen toimii uudelleen avaamisen jälkeen. Kohta on poissa käytöstä, kunnes Gaussianeja on olemassa. Ei tallenna koulutuslokien polkuun, vaan sinne, minne tallennusikkuna osoittaa – tyypillisesti `~/Documents/`.

**LYHYESTI**

Tallentaa nykyisen näkymäsi tiedostona (tarkemmin sanottuna pakettikansiona, joka näyttää tiedostolta). Vasta sen jälkeen voit avata tämän näkymän myöhemmin uudelleen komennolla "Avaa näkymä..." (M1). Pakettiin tallennetaan sekä Gaussian-pilvi että SfM-tulos, joten voit myös jatkaa koulutusta myöhemmin (M12–M14). Niin kauan kuin et ole saanut koulutusta päätökseen, kohta on harmaana. Oletusnimi on `scene.radiancecene` – voit kuitenkin antaa tallennusikkunassa oman nimen.

**M3 Tiedosto > Avaa viimeisin > [Näkymän nimi]**

Valikkorivi → Tiedosto → Avaa viimeisin → (Lista).



Dynaaminen alivalikko, joka luodaan viimeksi avattujen polkujen listasta (tallennettu asetuksiin). Jokainen listan kohta nimetään tiedostonimen mukaan ja ladataan napsautettaessa. Jos lista on tyhjä, sen sijaan näytetään poissa käytöstä oleva teksti "No Recent Scenes". Appllelle tyypillisesti lista sisältää N viimeksi avattua näkymää – rajoitus tapahtuu asetuksiin kirjoitettaessa, ei itse valikon rakentajassa.

**LYHYESTI**

Täällä näet viimeksi avatut näkymät ja voit siirtyä niihin yhdellä napsautuksella ilman tiedostovalintaikkunaa. Jos olet vasta aloittanut, lista on tyhjä ja näkyy harmaana valikossa. Jokainen näkymä, jonka avaat "Avaa näkymä..." (M1) kautta, päättyy automaattisesti tähän listaan. Jos lista tulee jossain vaiheessa liian täyteen tai haluat tyhjentää sen tietosuojasyistä, käytä "Tyhjenä viimeisimmät" (M4).

**M4 Tiedosto > Avaa viimeisin > Tyhjennä viimeisimmät**

Valikkorivi → Tiedosto → Avaa viimeisin → Tyhjennä viimeisimmät.



Tyhjentää Viimeisimmät-listan asetuksista. Vaikuttaa välittömästi ilman vahvistusikkunaa. Kohta näkyy vain silloin alivalikossa, jos Viimeisimmät-listassa on ylipäätään kohteita (se sijaitsee erottimen alla polkujen jälkeen).

**LYHYESTI**

Poistaa viimeksi avattujen näkymien listan. Käytännöllinen, jos olet leikkinyt testidata-aineistolla etkä halua enää nähdä polkuja. Itse näkymätiedostoja ei poisteta – ainoastaan linkki valikosta. Toiminto vaikuttaa välittömästi, ilman kysymystä; sen jälkeen alivalikossa näkyy "No Recent Scenes". Kohta ilmestyy vain, jos listassa on ylipäätään näkymiä – tyhjällä listalla se ei ole näkyvisä.

**M5 Tiedosto > Tuo COLMAP / Metashape -työtila...**

Valikkorivi → Tiedosto → Tuo COLMAP / Metashape -työtila... (⇧⌘I).



Avaa kansionvalitsimen. Odottaa kansiota, jolla on COLMAP-työtilan asettelu (esim. `sparse/0/cameras.{bin,txt}` sekä `images/`). Valinnan jälkeen työtillalle suoritetaan esitarkistus – tämä tunnistaa kolme asettelua (`sparse/0/`, `sparse/`, `juuri`) ja sen, onko rekonstruktio binäärinen (`cameras.bin`) vai ETH3D-tekstimuodossa (`cameras.txt`). Onnistuessaan työtila tuodaan; muuten sovelluslokiin ilmestyy vain varoitus. Katso myös Luku 9 "SfM-taustajärjestelmät", Q6 koko putken logiikasta.

**LYHYESTI**

Jos käytät Metashapea, COLMAPia, RealityCapturea tai vastaavaa ohjelmistoa kameran rekonstruktioon ja sinulla on vientitiedosto, lataa kansio tähän. RadianceKit ohittaa silloin SfM-vaiheen ja aloittaa suoraan koulutuksen – tämä säästää suurissa näkymissä tunteja. Vedä ja pudota-toiminto pääikkunaan toimii samalla tavalla. Odotuksena on kansio COLMAP-asettelulla (eli `sparse/0/` jossa `cameras.*` sekä `images/-kansio`). Lisätietoja tuetuista asetteluista ja työkuluista on Luvussa 9 "SfM-taustajärjestelmät".

## M6 Tiedosto > Uusi projekti



Valikkorivi → Tiedosto → Uusi projekti (⇧⌘N).

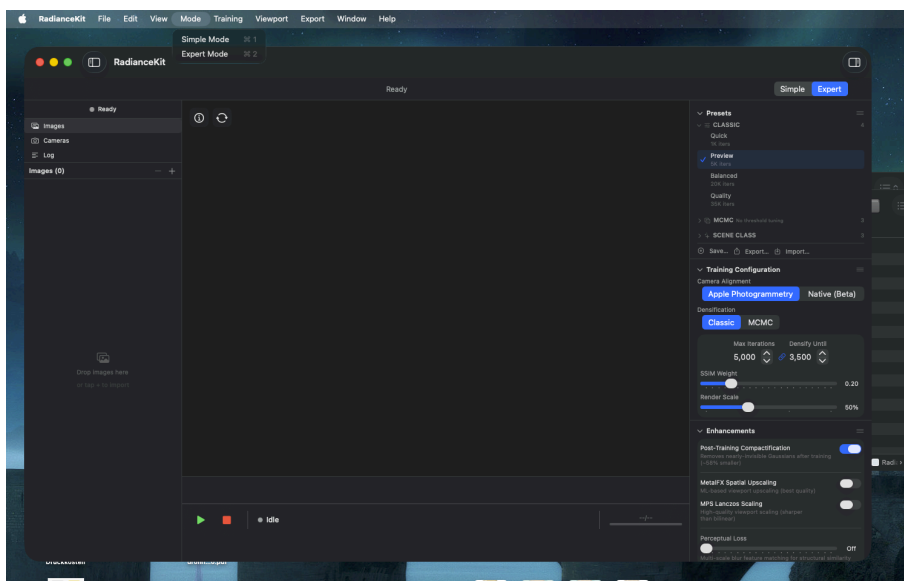


Tarkistaa, onko tallentamatonta työtä. Jos on, näyttöön tulee vahvistusikkuna ennen kuin mitään menetetään. Jos tallennettavaa ei ole, nollaus suoritetaan suoraan – se tyhjentää tuodut kuvat, SfM-tuloksen, Gaussian-pilven, koulutustilan ja kaikki riippuvaiset käyttöliittymän ilmaisimet. Huomio: Käyttäjän luoma esiasetuskirjasto säilyy, koska se sijaitsee sovelluksen asetuksissa eikä projektin tilassa.

### LYHYESTI

Nollaa kaiken tyhjään alkuun – aivan kuin olisit juuri avannut sovelluksen. Jos sinulla on vielä tallentamatonta työtä, sovellus kysyy ensin. Käytä tätä, kun haluat aloittaa kokonaan toisella näkymällä. Tuodut kuvat, SfM-tulos, Gaussian-pilvi ja koulutustila tyhjenetään kokonaan. Omat esiasetuksesi säilyvät kuitenkin, koska ne ovat sovelluksen asetuksissa eivätkä kuulu näkymään.

## Tila-valikko



Kuva 2: Tila-valikko aloittelija- ja asiantuntijatilan valitsimilla

Kaksi yksinkertaista valitsinta opastetun aloittelijatilan (ohjattu, 4 vaihetta) ja täyden asiantuntijatilan (klassinen Tarkastaja-asettelu kaikkine säätimineen) välillä.

**M7 Tila > Aloittelijatila**

Valikkorivi → Tila → Aloittelijatila (⌘1).



Vaihtaa sovelluksen tilan aloittelijatilaan. Sovelluksen pääalue näyttää silloin opastetun työnkulun asiantuntija-asettelun sijaan. Tilan tila tallennetaan asetuksiin (katso S1 "Oletustila" Luvussa 3 Asetukset).

**LYHYESTI**

Vaihtaa askel-askeleelta-versioon, jossa sovellus opastaa sinut tuonnin, käsittelyn, esikatsetelun ja viennin läpi. Suositellaan, jos olet vasta aloittamassa tai tarvitset nopeasti tuloksen. Useimmat yksityiskohtaiset säätimet on piilotettu – työskentelet järkevillä oletusasetuksilla. Jos haluat myöhemmin syventyä asiaan, vaihda vain asiantuntijatilaan (M8). Voit määrittää, mikä tila on aktiivinen sovelluksen käynnistyessä, asetuksista (Luku 3, S1).

**M8 Tila > Asiantuntijatila**

Valikkorivi → Tila → Asiantuntijatila (⌘2).

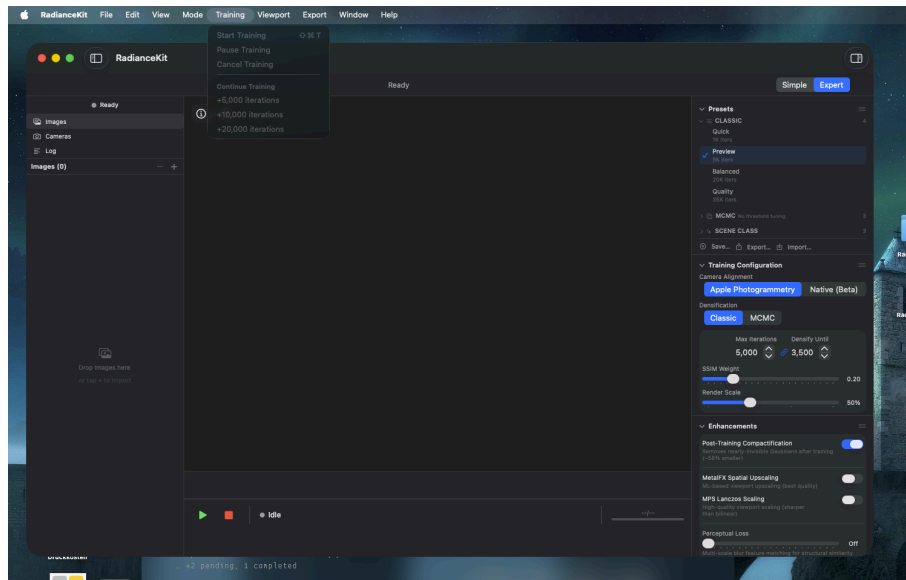


Vaihtaa sovelluksen tilan asiantuntijatilaan. Tällöin näkyviin tulee täysi Tarkastaja-asettelu kaikkine osioineen (Presets, TrainingConfig, Enhancements, Metrics, LossChart, ProjectNavigator). Asiantuntijatilassa kaikki koulutusparametrit, COLMAP-valitsimet, Mid-Compact-kytkimet ja diagnostiikka ovat käytettävissä. Myös live-esikatselu toimii vain tässä tilassa.

**LYHYESTI**

Vaihtaa täyteen näkymään kaikkine säätimineen. Täällä näet häviökäyriä reaaliajassa, voit hienosäätää kaikkia parametreja ja hallita useita vertailuasetuksia rinnakkain esiasetusten avulla. Suositellaan, jos haluat ymmärtää, mitä koulutus sisäisesti tekee, tai jos haluat kokeilla kohdennetusti. Myös live-esikatselu, COLMAP-valitsimet ja diagnostiikka ovat vain täällä käytettävissä. Jos tunnet olosi ylivoimaiseksi, palaa M7:n kautta aloittelijatilaan – näkymäsi säilyy ennallaan.

## Koulutus-valikko



Kuva 3: Koulutus-valikko Jatka-alivalikolla — kohdat M9–M14

Neljä toimintoa koulutusajoon liittyen: aloita, keskeytä, peruuta ja jatka tietyllä iteraatiomäärällä. Kaikki kolme Jatka-kohtaa ovat IAP-rajoitettuja (ilmaisessa kokeiluersiossa ei voi napsauttaa).

### M9 Koulutus > Aloita koulutus

#### MISSÄ

Valikkorivi → Koulutus → Aloita koulutus (⇧⌘T).

#### TEKNINEN

Käynnistää koulutusputken asynkronisesti. Edellytys: SfM-tulos on olemassa eikä mikään muu putki ole käynnissä. Molemmat ehdot estävät kohdan, jos ne eivät täyty. Käynnistyksen yhteydessä luetaan nykyiset konfiguraatioarvot, luodaan uusi JSONL-loki osoitteeseen `~/Documents/RadianceKit/Logs/training_YYYY-MM-DD_HHmms.jsonl` ja strategian valinnasta riippuen ajetaan klassinen tai MCMC-polku. Koulutustila vaihtuu "idle"-tilasta "training"-tilaan.

#### LYHYESTI

Painaa isoa vihreää nappia – heti kun olet tuonut valokuvat ja kameran rekonstruktio on valmis, alkaa varsinainen Gaussian Splatting -koulutus. Anna sovelluksen pyöriä; esiasetuksesta riippuen 1 minuutin (Quick) ja useiden tuntien (MCMC Quality) väliillä. Kohta pysyy harmaana, kunnes SfM-tulos on olemassa tai jokin muu putki on käynnissä. Jokainen ajo kirjoittaa samalla lokin osoitteeseen `~/Documents/RadianceKit/Logs/`, jonka voit myöhemmin analysoida Pareto-kointinäytön (M40) kautta.

**M10 Koulutus > Keskeytä koulutus**

Valikkorivi → Koulutus → Keskeytä koulutus.



Keskeyttää käynnissä olevan koulutuksen. Aktivoituu vain, kun koulutustila on "training". Keskeytys pysäyttää iteraatiosilmukan seuraavassa turvallisesa synkronointipisteessä, säilyttää täyden GPU-tilan (Gaussian-puskurit, optimoijan momentit, aikatauluttajan sijainti) ja vaihtaa "paused"-tilaan. Jatko tapahtuu painamalla uudelleen (valikkokohdan otsikko on staattinen – sovellus kuitenkin vaihtaa keskeytyksen/jatkamisen välillä sisäisessä logiikassa). Keskeytetyt koulutukset eivät selviä sovelluksen sulkeamisesta; siinä tapauksessa tallenna näkymä ja jatka myöhemmin Jatka koulutusta -kohdilla (M12–M14).

 **LYHYESTI**

Pysäyttää koulutuksen hetkeksi menettämättä edistystä. Käytännöllinen, jos tarvitet tietokoneita hetkeksi johonkin tärkeämpään. Uudelleen napsauttaminen jatkaa. Ei toimi sovelluksen uudelleenkäynnistyksen yli – jos todella haluat jatkaa myöhemmin, lopeta koulutus Peruuta-toiminnolla (M11), tallenna näkymä Tallenna näkymä -toiminnolla (M2) ja käytä sen jälkeen Jatka koulutusta (M12–M14). Tauon aikana GPU on täysin levossa; muisti pysyy kuitenkin varattuna.

**M11 Koulutus > Peruuta koulutus**

Valikkorivi → Koulutus → Peruuta koulutus.



Peruuttaa käynnissä olevan koulutuksen. Aktiivinen, kun koulutustila ei ole "idle". Asettaa peruutuslipun koulutusmoottorissa, mikä päättää iteraatiosilmukan siististi seuraavassa synkronointipisteessä, kirjoittaa lopullisen yhteenvetomerkinnän JSONL-lokiin ja palauttaa tilan "idle"-tilaan. Tähän mennessä koulutettu pilvi säilyy (voidaan tallentaa tai viedä), mutta se merkitään "cancelled"-tilaan.

 **LYHYESTI**

Peruuttaa käynnissä olevan koulutuksen lopullisesti. Tähänastinen tila säilyy – jos sinulla on siis muutaman tuhannen iteraation jälkeen jo esittelykelpoinen tulos, voit sen jälkeen silti viedä sen. Jos haluat vain keskeyttää hetkeksi, käytä sen sijaan Tauko-toimintoa (M10). Koulutuslokissa ajo merkitään "cancelled"-tilaan, lopullinen häviöarvo kirjoitetaan silti talteen. Voit myös jatkaa peruutettua näkymää Jatka koulutusta -toiminnolla (M12–M14) myöhemmin, kunhan sovellusta ei ole suljettu välissä.

**M12 Koulutus > Jatka koulutusta > +5 000 iteraatiota**

Valikkorivi → Koulutus → Jatka koulutusta → +5 000 iteraatiota.



Jatkaa koulutusta 5 000 iteraatiolla. Aktiivinen, kun päätetty koulutus on jatkettavissa ja täysversio on aktivoitu. Jatkettavuus on voimassa, kun päätetty koulutus on olemassa ja täysi optimoijan tila on vielä muistissa. Jatkettaessa Adam-momentteja ja LR-aikataulutajaa jatketaan, joten jatko käyttäytyy kuin yhtenäinen 25K/45K/60K-ajo uudelleenkäynnistuksen sijaan. JSONL-loki saa uuden konfiguraatio-merkinnän inkrementaalaisella asetuksella. Saatavilla vain täysversiossa.

 **LYHYESTI**

Lisää 5 000 koulutusaskelta. Käytä tätä, jos tulos on ensimmäisen ajon jälkeen lähellä, mutta ei vielä aivan terävä. Toimii vain maksullisessa täysversiossa. Toisin kuin täysin uudessa ajossa, optimoijan tila säilyy, joten jatko tuntuu yhtenäiseltä ajolta. Jos tarvitset enemmän kuin 5 000 askelta, ota suoraan M13 (+10 000) tai M14 (+20 000).

**M13 Koulutus > Jatka koulutusta > +10 000 iteraatiota**

Valikkorivi → Koulutus → Jatka koulutusta → +10 000 iteraatiota.



Identtinen M12:n kanssa, mutta 10 000 lisäiteraatiolla. Samat ennakkoehdot, sama LR-aikataulutajan polku. Suositellaan, jos alkuperäinen koulutus ajettiin keskitason esiasetuksella ja haluat nähdä merkittävän laadunparannuksen käynnistämättä ajoa kokonaan uudelleen.

 **LYHYESTI**

Pidentää koulutusta 10 000 askeleella – keskimäinen kolmesta saatavilla olevasta jatkoarvosta. Hyvä valinta, jos ensimmäinen ajo oli ok, mutta haluat selvästi paremman tuloksen. Kuten myös M12:ssa ja M14:ssä, oppimismisnopeuden kehitystä jatketaan saumattomasti sen sijaan, että se aloitettaisiin alusta. Saatavilla vain täysversiossa.

## M14 Koulutus > Jatka koulutusta > +20 000 iteraatiota

### MISSÄ

Valikkorivi → Koulutus → Jatka koulutusta → +20 000 iteraatiota.

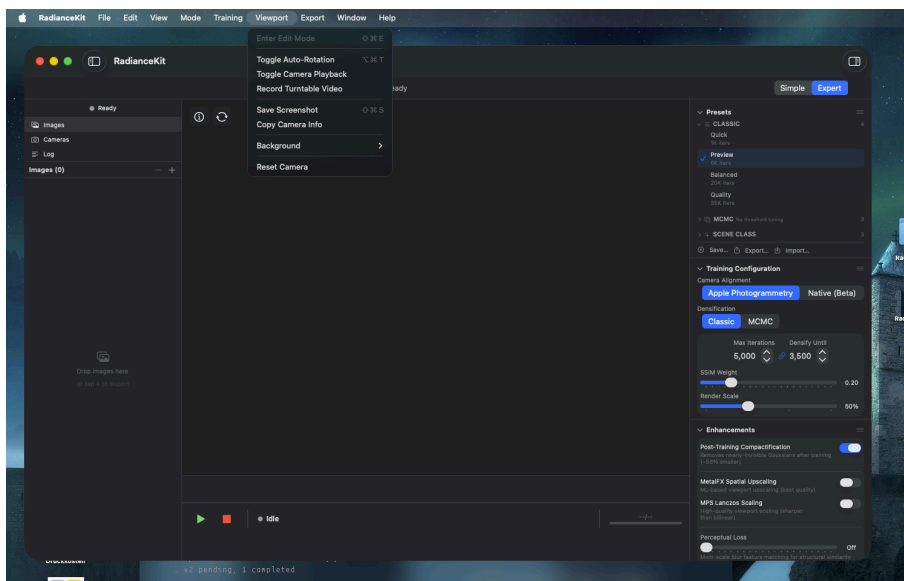
### TEKNINEN

Identtinen M12/M13:n kanssa, mutta 20 000 lisäiteraatiolla. Suurin ennalta määritetty jatkohyppy. MCMC-koulutuksissa tämä tekee usein eron "sopi-  
van" ja "vertailukelpoisen" välillä; klassisessa koulutuksessa 35–40K:n jälkeen kokemuksen mukaan lisähyöty on vähäinen.

### LYHYESTI

Lisää 20 000 koulutusaskelta, suurin jatkoarvo. Käytä tätä, kun haluat todella puristaa viimeisetkin laadun rippeet irti. Klassisessa koulutuksessa 40 000 askeleen jälkeen tämä ei usein tuo enää paljon lisää – MCMC:ssä sen sijaan kannattaa usein, koska konvergenssi on hitaampaa. Varaudu näkymästä riippuen huomattavasti pidempään ajoaikaan. Kuten M12 ja M13, myös tämä kohta on saatavilla vain täysversiossa.


## Näkymä-valikko



Kuva 4: Näkymä-valikko, jossa muokkaustila, kameran ohjaus ja tausta-alivalikko

Ohjaa 3D-näkymää: muokkaustila Gaussian-valintaan ja siivoukseen, kameran ohjaus (automaattinen kierto, toisto, tallennus), kuvakaappaus, taustaväri ja nollaus.

**M15 Näkymä > Siirry muokkaustilaan / Poistu muokkaustilasta**

Valikkorivi → Näkymä → Siirry muokkaustilaan (tai "Poistu muokkaustilasta", tilasta riippuen).  E.




Valikkokohtan otsikko on dynaaminen ja näyttää tilasta riippuen "Poistu muokkaustilasta" tai "Siirry muokkaustilaan". Painettaessa muokkaustila kytetään päälle/pois näkymän renderöijässä. Muokkaustilasta poistuttaessa myös nykyinen valinta nolataan. Muokkaustila aktivoi Gaussianien napsautusvalinnan, laatikkvalinnan ja merkittyjen Gaussianien poistamisen (katso käyttöliittymän editoriaalue). Poissa käytöstä, kunnes näkymän renderöijä on liitetty.

 **LYHYESTI**

Vaihtaa normaalin 3D-näkymän ja muokkaustilan välillä, jossa voit merkitä ja poistaa yksittäisiä Gaussianeja (esim. leijuvia partikkeleita tai taustan häiriöitä). Poistuttaessa valinta nolataan automaattisesti. Kohta pysyy harmaana, kunnes näkymässä on näkyvillä näkymä. Teksti vaihtuu tilan mukaan "Siirry muokkaustilaan" ja "Poistu muokkaustilasta" välillä – näet siis aina, missä tilassa olet.

**M16 Näkymä > Kytke automaattinen kierto**

Valikkorivi → Näkymä → Kytke automaattinen kierto ( T).



Kytkee näkymän kameran jatkuvan kierron pystyakselin ympäri näkymän keskipisteen kautta päälle tai pois. Akseli ja nopeus tulevat kameran ohjausasetuksista. Automaattinen kierto on puhdas näkymäefekti eikä vaikuta koulutukseen tai tallennukseen – jos käytät samanaikaisesti kääntöpöytä-videotallenninta (M18), automaattinen kierto tuottaa juuri sen polun, jonka tallennin kaappaa.

 **LYHYESTI**

Kääntää kameraa jatkuvasti hitaasti näkymäsi ympärillä, jotta voit nähdä sen kaikilta puolilta ilman hiirellä vetämistä. Uudelleen napsauttaminen pysäyttää kierron. Käytännöllinen valmiiksi koulutettujen näkymien tarkastelussa tai tausta-animaationa live-esittelyssä. Jos tallennat samanaikaisesti videota (M18), automaattinen kierto tuottaa juuri sen liikkeen, jonka tallennin kaappaa.

**M17 Näkymä > Kytke kameran toisto**

Valikkorivi → Näkymä → Kytke kameran toisto.



Kytke kamerareitin toiston päälle/pois. Jos tallennettu kamerareitti on olemassa (esim. edellisestä tallennuksesta tai koska `transforms.json` on ladattu), reitti toistetaan – näkymän kamera ei siis enää liiku hiiren/ohjauslevyn syötteiden mukaan, vaan toistaa liikeradan kuva kuvalta. Uudelleen painaminen keskeyttää toiston.

**LYHYESTI**

Toistaa aiemmin tallennetun tai tuodun kamera-ajon. Näin voit seurata alkuperäistä reittiä, jolla näkymä on kuvattu, tai tarkistaa suunnitellun kiertoliikkeen ennen videon vientiä. Toiston aikana hiiren ja ohjauslevyn syötteet on poistettu käytöstä – kamera seuraa tiukasti reittiä. Uudelleen napsauttaminen keskeyttää toiston. Jos et ole ladannut tai tallentanut kamerareittiä, mitään ei tapahdu.

**M18 Näkymä > Tallenna kääntöpöytävideo**

Valikkorivi → Näkymä → Tallenna kääntöpöytävideo.



Kytke näkymän tallennuksen päälle/pois. Ensimmäisellä painalluksella alkaa kuvien tallennus väliaikaiseen polkuun; toisella painalluksella tallennus päättyy, koodataan ja kirjoitetaan MP4-polkuun (polku kysytään tallennusikkunassa). Toisin kuin Vie → Media → Kiertovideo (M31), joka luo kiinteän 360°-reitin säädettävällä kestolla, kääntöpöytälennin tallentaa *livenä* sen, mitä näkymässä näet – voit siis myös tallentaa manuaalisen kamera-ajon.

**LYHYESTI**

Tallentaa videon suoraan näkymästä. Riippumatta siitä, pyörikö kamera automaattisesti vai liikutatko sitä itse hiirellä – kaikki, mitä näet, tallennetaan MP4-tiedostoon. Toisin kuin "Kiertovideo"-viennissä (M31), määrität itse kamera-ajon. Ensimmäinen napsautus aloittaa tallennuksen, toinen napsautus lopettaa sen ja kysyy tallennuspaikkaa. Käytännöllinen, jos haluat esim. näyttää tietyn yksityiskohtaisen panoroinnin, joka ei olisi mahdollista jäykällä kiertoliikkeellä.

**M19 Näkymä > Tallenna kuvakaappaus**

Valikkorivi → Näkymä → Tallenna kuvakaappaus (⇧⌘S).



Kaappaa yhden näkymän kuvan täydellä renderöintitarkkuudella (eli ei ikkunan pikseliasettelua, vaan täyden renderöintikohteen sisällön) PNG-tiedostona. Polku kysytään tallenusikkunassa. Taustaväri (M21–M23) poltetaan mukaan. MetalFX-/MPS-skaalausasetukset parannuksista (katso I27/I28) vaikuttavat, jos ne ovat aktiivisia – kuvakaappaus näyttää siis ylösskaalatun tuloksen.

 **LYHYESTI**

Tallentaa tilannekuvan nykyisestä 3D-näkymästäsi PNG-kuvana. Käytännöllinen markkinointimateriaaliin tai nopeaan vertailuun. Huomaa: tausta on osa kuvaa – jos tarvitset läpinäkyvyyttä, vie mieluummin näkymätiedosto. Tarkkuus vastaa sisäistä renderöintikohtetta, ei ikkunasasi kokoa – kuva on siis usein terävämpi kuin miltä se ikkunassa näyttää. Mahdolliset skaalausasetukset (Tarkastaja → Parannukset) otetaan myös huomioon.

**M20 Näkymä > Kopioi kameran tiedot**

Valikkorivi → Näkymä → Kopioi kameran tiedot.



Lukee nykyisen näkymän kameran asennon (sijainti, katselupiste, ylös-vektori) ja FOV-arvot kameran ohjauksesta ja kirjoittaa ne monirivisenä tekstinä leikepöydälle. Muoto on ihmisluettava (otsikko = arvo per rivi), ei JSON. Käytännöllinen tietyn näkymän toistamiseen vianmääritystarkoituksessa tai sen jakamiseen tuen kanssa.

 **LYHYESTI**

Kopioi nykyisen kameran sijainnin ja katselusuunnan tekstinä leikepöydälle. Jos haluat esim. näyttää kehittäjäkollegalle, mistä kohtaa näkymä näyttää oudolta, liität vain tekstin sähköpostiin tai chat-ikkunaan. Muoto on ihmisluettava (yksi rivi per arvo), ei JSON. Tarkoitettu pääasiassa virheraportteihin tai tukipyyntöihin.

**M21 Näkymä > Tausta > Tummanharmaa**

Valikkorivi → Näkymä → Tausta → Tummanharmaa.



Asettaa näkymän taustaväri tummanharmaaksi (RGB 0.1/0.1/0.1). Renderöijä käyttää tätä väriä taustana, jonka päälle Gaussianit yhdistetään. Oletusväriä sovelluksen käynnistyessä ohjaa asetus S3 "Oletusnäkymän tausta".

 **LYHYESTI**

Värjää 3D-näkymän taustan tummanharmaaksi. Oletusvalinta useimmille näkymille – tarjoaa hyvän kontrastin sekä vaaleille että tummille Gaussianeille ilman, että silmä takertuu puhtaaseen mustaan tai valkoiseen pintaan. Väri sisällytetään myös kuvakaappauksiin (M19) ja kiertovideoihin (M31). Jos tummanharmaa on sinulle liian arkinen, kokeile vertailun vuoksi myös mustaa (M22) tai valkoista (M23). Voit määrittää, mikä väri on aktiivinen sovelluksen käynnistyessä, asetuksista (S3).

**M22 Näkymä > Tausta > Musta**

Valikkorivi → Näkymä → Tausta → Musta.



Asettaa näkymän taustaväri puhtaaksi mustaksi (RGB 0/0/0). Auttaa, jos näkymässä on paljon vaaleita leijuvia partikkeleita ja haluat tunnistaa ne, tai markkinointimateriaaliin, jossa on tumma ilme.

 **LYHYESTI**

Musta tausta. Hyvä erittäin vaaleille näkymille tai jos haluat katsoa muokkaustilaan ja etsiä pieniä vaaleita Gaussianeja (leijuvia partikkeleita), jotka hukkuvat harmaaseen. Ihanteellinen myös markkinointimateriaaliin, jossa on tumma, draamallinen ilme. Väri poltetaan kuvakaappauksiin ja kiertovideoihin – jos tarvitset läpinäkyvyyttä myöhempää yhdistämistä varten, musta on huonoin valinta. Tummiin leijuvien partikkeleiden etsimiseen vaihda toiseen suuntaan valkoiseen (M23).

**M23 Näkymä > Tausta > Valkoinen**

Valikkorivi → Näkymä → Tausta → Valkoinen.



Asettaa näkymän taustaväriin puhtaaksi valkoiseksi (RGB 1/1/1). Hyödyllinen, jos näkymässä on pääasiassa tummaa sisältöä ja haluat nähdä tummia leijuvia partikkeleita (tyypillistä ulkokuvausten taustakohinaa).

 **LYHYESTI**

Valkoinen tausta. Käytännöllinen, jos kohde tulee paremmin esiin vaaleana tummaa vasten, tai tummien häiriöiden löytämiseen, jotka voit sitten poistaa muokkaustilassa (M15). Ulkokuvauksissa valkoinen on usein hyödyllisempi kuin musta, koska tyypilliset ulkokuvien leijuvat partikkelit ovat yleensä tummia. Kuten muidenkin taustavaihtoehtojen kohdalla, väri sisällytetään kuvakaappauksiin ja videoihin.

**M24 Näkymä > Nollaa kamera**

Valikkorivi → Näkymä → Nollaa kamera.

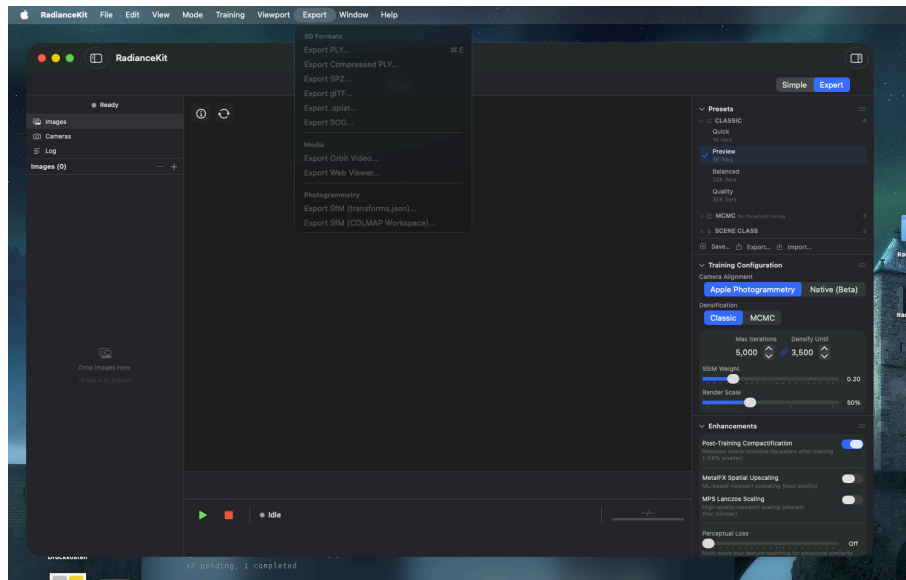


Nollaa näkymän kameran, poistuu koulutuskameranäkymästä ja pysäyttää automaattisen kierron. Tämän jälkeen kamera on palannut alkuperäiseen asentoonsa (tyypillisesti: näkymän edessä, hieman ylhäältä katsottuna), automaattinen kierto on pois päältä, ja jos renderöijä näytti juuri koulutuskameraa (yhtä SfM-asennoista), se palaa vapaaseen kameraan.

 **LYHYESTI**

Palauttaa näkymän kameran aloitusasentoon. Jos olet eksynyt pyöritellessäsi tai työntänyt näkymän pois kuvasta – napsauta kerran tästä ja näet taas, mitä sinun pitäisi nähdä. Sammuttaa samalla automaattisen kierron, jos se on käynnissä, ja palaa jäädytetystä koulutuskamerasta vapaaseen näkymään. Näin saat joka tapauksessa puhtaan uudeleenkäynnistyksen näkymälle.

## Vienti-valikko



Kuva 5: Vienti-valikko, jossa on kolme alivalikkoryhmää — 3D-formaatit, Media ja Fotogrammetria

Kahdeksan vientikohdetta sekä kaksi fotogrammetriavientiä, ryhmiteltyinä kolmeen osioon (3D-formaatit, Media, Fotogrammetria). Ensimmäiset kuusi rakennetaan yhteisen apurutiinin avulla, joka avaa tallennusikkunan ja rekisteröi viennin formaattiluetteloon. Fotogrammetriakohteilla on yksilöllinen logiikka. Kaikki fotogrammetria- ja jotkut 3D-viennit ovat saatavilla vain täysversiossa.

### M25 Vie > 3D-formaatit > Vie PLY...

#### MISSÄ

Valikkorivi → Vie → 3D-formaatit → PLY (⌘E).

#### TEKNINEN

Avaa tallennusikkunan oletustiedostonimellä `gaussians.ply`. OK-painikkeen jälkeen nykyinen Gaussian-pilvi kirjoitetaan standardoituun ASCII/Binary-PLY-muotoon – yhteensopiva SuperSplat, PolyCamin, PlayCanvasin ja kaikkien yleisten 3DGS-katseluohjelmien kanssa. Täydet SH-kertoimet, täysi tarkkuus (Float32 per kenttä). Tiedostokoko usein satoja megatavuja, kun Gaussianeneja on  $\geq 500K$ .

#### LYHYESTI

Tallentaa 3D-näkymsi standardi-PLY-tiedostona. Tämä on yleisin formaatti – lähes kaikki ohjelmistot voivat ladata sen, SuperSplatista PolyCamiin ja PlayCanvasiin. Tiedostot ovat kuitenkin suuria, usein satoja megatavuja. Käytä PLY:tä, jos haluat jatkaa täydellä laadulla tai arkistoida. Jos haluat jakaa näkymän verkossa, harkitse mieluummin SPZ:tä (M27) tai pakattua PLY:tä (M26) – ne ovat huomattavasti pienempiä.

**M26** Vie > 3D-formaatit > Vie pakattu PLY...

Valikkorivi → Vie → 3D-formaatit → Pakattu PLY.



Kirjoittaa Gaussian-pilven pakatussa PLY-muodossa mukautetulla kvantisoinnilla sijainti-, skaalaus-, kiero- ja SH-kentille. 5–10× pienemmät tiedostot kuin pakkaamaton PLY (M25) minimaalisilla visuaalisilla menetyksillä. Yhteensopiva SuperSplat (joka lukee pakatun PLY-standardin) ja PlayCanvasin kanssa. Oletustiedostonimi `gaussians_compressed.ply`.

 **LYHYESTI**

Kuten normaali PLY, mutta 5–10 kertaa pienempi. Laatu pysyy lähes samana. Käytä tätä, jos haluat jakaa tiedoston verkossa tai lähettää sen sähköpostitse. Toimii suoraan SuperSplat ja PlayCanvasin kanssa. Jos kohdejärjestelmäsi kuitenkin vaatii vielä pienempiä tiedostoja (mobiili, selaimdemot), käytä sen sijaan SPZ:tä (M27) – se on vielä aggressiivisemmin pakattu. Täyden muokkauslaadun saavuttamiseksi käytä pakkaamatonta PLY:tä (M25).

**M27** Vie > 3D-formaatit > Vie SPZ...

Valikkorivi → Vie → 3D-formaatit → SPZ.



Kirjoittaa Gaussian-pilven SPZ-muodossa – Nianticin julkaisema pakattu splat-formaatti aggressiivisella kvantisoinnilla (n. 90 % pienempi kuin pakkaamaton PLY). Optimoitu erityisesti verkkokatseluohjelmille ja mobiilisovelluksille. Yhteensopiva Nianticin Splatt3R:n, gsplat.js:n ja Nianticin selainkatseluohjelman kanssa.

 **LYHYESTI**

Yksi pienimmistä formaateista. Noin 10× pienempi kuin normaali PLY. Käytä tätä erityisesti, jos haluat näyttää näkymän selaimessa tai tarkastella sitä mobiilisovelluksella. Maksimaalisen laadun saavuttamiseksi PLY on parempi valinta. SPZ on Nianticin kehittämä ja toimii suoraan gsplat.js:n, Splatt3R:n ja Nianticin verkkokatseluohjelman kanssa. Vahvan pakkauksen vuoksi SPZ-tiedostoja ei voi enää helposti jatkokouluttaa – muokkausta varten käytä PLY:tä.

**M28** Vie > 3D-formaatit > Vie glTF...

Valikkorivi → Vie → 3D-formaatit → glTF.



Kirjoittaa `.gltf`-tiedoston (binäärinen glTF), jossa on KHR\_gaussian\_splatting-laajennus. Standardin mukainen, sopii putkille, jotka käyttävät glTF-mootoreita kuten Babylon.js tai Three.js ja toteuttavat KHR\_gaussian\_splatting-laajennuksen.

 LYHYESTI

Tallentaa näkymän glTF-muodossa, jota monet 3D-ohjelmat ja verkkoympäristöt ymmärtävät – edellyttäen, että ne tukevat Gaussian Splatting -laajennusta. Jos sinulla on tietty 3D-putki (esim. Three.js tai Babylon.js), joka ymmärtää tämän, tämä on sinun formaattisi. Tiedosto tulee ulos binäärisenä `.gltf`-tiedostona – yhtenä pakettina, joka sisältää kaiken. Klassisiin splatting-työnkulkuihin PLY tai SPZ on yleensä parempi valinta, koska useimmat työkalut ymmärtävät ne suoraan.

**M29** Vie > 3D-formaatit > Vie .splat...

Valikkorivi → Vie → 3D-formaatit → .splat.



Kirjoittaa Antimatter15:n `.splat`-formaatin – kiinteä koko 32 tavua per Gaussian (sijainti 3× Float32, skaalaus 3× Float32, kierto 4× Uint8 normalisoitu kvaternio, RGB+läpinäkyvyys 4× Uint8). Ei SH-kertoimia DC:tä korkeampia. Pienin tiedosto, jolla on suora selainyhteensopivuus. `gsplat.js`:lle ja `antimatter15`:n online-demokatseluohjelmalle.

 LYHYESTI

Yksinkertaisin verkkokatselumuoto. Pieni ja heti näytettävissä missä tahansa selaimessa. Menettää kuitenkin yksityiskohdallisen valaistuksen (korkeammat SH-kertoimet häviävät – splat näyttää samalta joka katselukulmasta sen sijaan, että se reagoisi valoon). Maksimaaliseen verkkosuorituskykyyn hyvä, fotorealismiin pikemminkin SPZ tai PLY. Toimii `antimatter15`:n online-katseluohjelman ja `gsplat.js`:n kanssa. Jokainen Gaussian vie kiinteät 32 tavua, mikä tekee formaatista yksinkertaisen ja yhteensopivan – mutta yksityiskohdallisten kustannuksella.

**M30 Vie > 3D-formaatit > Vie SOG...**

Valikkorivi → Vie → 3D-formaatit → SOG.



Kirjoittaa Gaussian-pilven SOG-muodossa. SOG ("Self-Organizing Gaussian") on PlayCanvas-formaatti, jossa on tekstuurikartta-asettelu ja WebP-pakkaus kvantisoiduille tiedoille. Skaalautuu 15–20× paremmalla kokosuhteella kuin PLY. Vienti kutsuu sisäisesti `cwebp` -työkalua ulkoisena työkaluna – siksi hiekkalaatikkoversiossa (App Store) mahdollisesti rajoitettu.

 **LYHYESTI**

Erittäin pieni formaatti PlayCanvas-työnkulkuihin. Noin 15–20 kertaa pienempi kuin PLY, koska tiedot pakataan tekstuurikartta-asetteluun ja WebP-pakataan. Jos sinulla ei ole PlayCanvas-työnkulkua, SPZ tai pakattu PLY on yleensä parempi valinta. Vienti kutsuu sisäisesti `cwebp` -työkalua ulkoisena työkaluna – App Store -versiossa (hiekkalaatikko) tämä vaihe voi olla rajoitettu.

**M31 Vie > Media > Vie kiertovideo...**

Valikkorivi → Vie → Media → Kiertovideo.



Renderöi 360° kierron näkymän keskipisteen ympärillä ja koodaa sen MP4-muotoon (H.264) tai MOV-muotoon (HEVC, järjestelmän oletuksesta riippuen). Toisin kuin M18 (live-tallennus), reitti on tässä kiinteästi määritetty – kesto valitaan asetuksissa tai aloittelijatilassa.

 **LYHYESTI**

Luo automaattisesti pyörivän videon näkymäsi ympärille. Manuaalista liikuttelua ei tarvita. Hyvä sosiaaliseen mediaan tai nopeaan demoniin. Jos haluat ohjata kameraa itse, käytä sen sijaan Tallenna kääntöpöytävideo (M18). Reitti on kiinteä: täysi 360° kierto näkymän keskipisteen ympärillä, keston valitset asetuksista tai aloittelijatilassa. Video tuotetaan järjestelmästä riippuen H.264-MP4- tai HEVC-MOV-muodossa.

**M32 Vie > Media > Vie verkkokatselin...**

Valikkorivi → Vie → Media → Verkkokatselin.



Pakkaa itsenäisen HTML-katseluohjelman (gsplat.js-pohjainen) sekä Gaussian-tiedot Base64-koodattuna yhteen `.html` -tiedostoon. Tämä tiedosto toimii offline-tilassa missä tahansa modernissa selaimessa – ei palvelinriippuvuuksia, ei ulkoisia URL-osoitteita. Tiedostokoko on noin 1,3 kertaa suurempi kuin SPZ-versio (Base64-ylikuormituksen vuoksi).

**LYHYESTI**

Tallentaa näkymäsi itsenäisesti käynnistyvänä verkkosivuna. Kaksoisnapsauta HTML-tiedostoa → selain avautuu → valmis interaktiivinen 3D-näkymä. Toimii ilman internetiä, voidaan lähettää sähköpostitse, on helppo tapa jakaa tulos ystävien tai asiakkaiden kanssa. Tiedosto sisältää täydellisen gsplat.js-katseluohjelman ja Gaussian-tiedot yhdessä ainoassa dokumentissa – mitään ei ladata verkosta. Tiedostokoko on noin kolmanneksen suurempi kuin SPZ-vienti, mutta vastaanottaja ei tarvitse lisäohjelmistoja.

**M33 Vie > Fotogrammetria > Vie SfM (transforms.json)...**

Valikkorivi → Vie → Fotogrammetria → Vie SfM (transforms.json).



Oma vientipolku (ei yhteisen apurutiinin kautta), koska ei viedä Gaussian-pilveä, vaan SfM-tulos. Avaa tallennusikkunan, jossa `transforms.json` on oletuksena ja sisältötyyppi `json`. OK-painikkeen jälkeen kirjoitetaan nerfstudio-yhteensopiva `transforms.json`, jossa on kameran sisäiset parametrit, asennot (4×4-matriisina NeRF-konvention mukaan) ja kuvapolut. Ohjeteksti käyttöliittymässä huomauttaa, että koulutus kuvat on kopioitava sisäkansioon `images/`. Aktiivinen vain, kun SfM-tulos on olemassa ja täysversio on aktivoitu.

**LYHYESTI**

Jos haluat käyttää SfM-tulosta toisessa ohjelmistossa, kuten nerfstudio, Brush, gsplat tai OpenSplat, viet täältä kameraposition. Aseta koulutuskuvasi lisäksi `images/`-kansioon `transforms.json` -tiedoston viereen – muuten kohdeohjelma ei voi yhdistää kuvia. Kohta on harmaana, kunnes SfM-tulos on olemassa, ja se on lukittu ilmaisessa kokeiluversiona. COLMAP-työtilan työnkulkuun käytä sen sijaan M34:ää.

### M34 Vie > Fotogrammetria > Vie SfM (COLMAP-työtila)...



Valikkorivi → Vie → Fotogrammetria → Vie SfM (COLMAP-työtila).

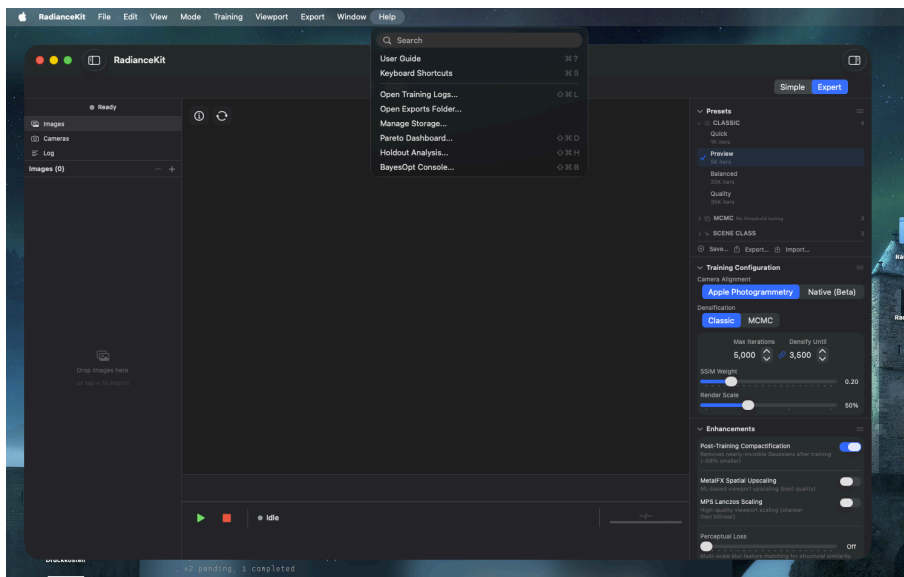


Avaa tallennusikkunan oletusnimellä `colmap-workspace` (ilman päätettä, koska se on kansio). Kirjoittaa standardinmukaisen COLMAP-työtilan, jossa on `sparse/0/cameras.bin`, `images.bin`, `points3D.bin`. Mahdollistaa RadianceKitissä lasketun tai tuodun SfM-rekonstruktion avaamisen muissa työkaluissa, kuten Postshot, Nerfstudio tai Meshroom, tai A/B-uudelleenajossa ja laskettuna syötteenä RadianceKitiin itseensä (M5:n kautta) uudelleen lataamisen – säästää laskenta-aikaa. Aktiivinen vain, kun SfM-tulos on olemassa ja täysversio on aktivoitu.

#### LYHYESTI

Kuten M33, mutta COLMAP-muodossa nerfstudion sijaan. Jos käytät Postshotia, Meshroomia, Nerfstudiota tai muuta työkalua COLMAP-työnkululla, tämä on sinun vientisi. Käytännöllinen sivuvaikutus: voit ladata tämän kansion myöhemmin M5:n kautta takaisin RadianceKitiin ja säästää SfM-laskenta-ajan seuraavalla ajokerralla – erityisesti suurissa näkymissä tämä säästää tunteja. Kuten M33, saatavilla vain, kun SfM-tulos on olemassa, ja lukittu ilmaisessa kokeiluversiossa.

## Ohje-valikko



Kuva 6: Ohje-valikko, jossa on dokumentaatio-, kansio- ja analyysikohtia

Seitsemän kohtaa: kaksi dokumentaatioikkunaa (Käyttöopas, Pikanäppäimet), kolme kansio-oikotietä (Koulutuslokit, Viennit, Tallennustila) ja kolme analyysi-ikkunaa (Pareto-koontinäyttö, Holdout-analyysi, BayesOpt-konsoli). Appllelle tyypillisesti Ohje-valikko näkyy aivan oikealla. Oletusarvoinen Ohje-valikko korvataan kokonaan RadianceKitin omalla versiolla.

**M35 Ohje > Käyttöopas**

Valikkorivi → Ohje → Käyttöopas (⌘?).



Avaa Käyttöopas-ikkunan. Se näyttää navigaation, jossa on aihe-sivupalkki ja vieritettävä yksityiskoh-  
ta-alue oletuskoossa 860×640. Sisällöt on tallen-  
nettu staattisesti (ei jäsennetty Markdownista).

 **LYHYESTI**


Avaa sovelluksen sisäisen oh-  
jeen. Jos et halua lukea kaik-  
kea tästä käsikirjasta, löydät siel-  
tä tärkeimmät vaiheet suoraan  
ohjelmasta. Ohje on rakennettu  
omana ikkunanaan, jossa on ai-  
he-sivupalkki – voit siis siirtyä  
kohdennetusti yksittäisiin aihe-  
siin. Sisällöt ovat lyhyempiä kuin  
tämä käsikirja ja keskittyvät ylei-  
simpiin työkulkuihin.

**M36 Ohje > Pikanäppäimet**

Valikkorivi → Ohje → Pikanäppäimet (⌘/).



Avaa Pikanäppäimet-ikkunan – yksinkertainen vier-  
itettävä asettelu, jossa on kaikki sovelluksen pika-  
näppäimet, ryhmiteltynä ylätasen valikon mukaan.  
Oletuskoko 440×560. Sisällöt on myös tallennettu  
staattisesti.

 **LYHYESTI**

Avaa ikkunan, jossa on täydelli-  
nen luettelo kaikista pikanäppäi-  
mistä. Jos et esimerkiksi muista,  
millä näppäimellä koulutus aloi-  
tetaan, voit tarkistaa sen sieltä.  
Yhteenveto on myös tämän luvun  
lopussa. Luettelo on ryhmitelty  
ylätason valikon mukaan, joten  
pääset nopeasti oikeaan osioon.  
Hyödyllinen, kun olet siirtymässä  
hiirestä näppäimistön käyttöön.

**M37 Ohje > Avaa koulutuslokit...**

Valikkorivi → Ohje → Avaa koulutuslokit... (⇧⌘L).



Laskee lokikansion polun `~/Documents/RadianceKit/Logs`, luo sen tarvittaessa ja avaa sen Finderissa. Jokainen koulutusajo kirjoittaa sinne oman JSONL-tiedoston `training_YYYY-MM-DD_HHmss.jsonl`.

 **LYHYESTI**

Avaa Finderissa kansion, jossa on kaikki tähänastiset koulutusprotokollat. Jos jokin meni pieleen tai haluat tarkistaa, milloin tarkalleen koulutus konvergoitui mihin arvoon, löydät sen täältä JSONL-tiedostoista. Jokaista koulutusajoa kohti luodaan tarkalleen yksi tiedosto aikaleimalla – voit myös lukea sen muihin työkaluihin tai lähettää sen sähköpostitse tukeen. Jos haluat graafisen analyysin, Pareto-koontinäyttö (M40) on parempi lähtökohta.

**M38 Ohje > Avaa vientikansio...**

Valikkorivi → Ohje → Avaa vientikansio...



Vastaa M37:ää, mutta polulla `~/Documents/RadianceKit/Exports`. Luodaan ensimmäisen automaattisen testiajon tai ensimmäisen napsautuksen yhteydessä; sen jälkeen sinne päätyvät kaikkien automaattisten testivientien oletuspolut (esim. `autotest_<timestamp>.ply`). Manuaalisesti tallennusikkunan kautta valitut viennit EIVÄT välttämättä mene tänne, vaan sinne, minne käyttäjä ne tallentaa – siksi tämä kansio on erityisen kiinnostava automaattisille testeille.

 **LYHYESTI**

Avaa kansion, johon sovellus tallentaa omat vientinsä (pääasiassa automaattiset testiajot). Jos olet tallentanut viennin manuaalisesti tallennusikkunalla jonnekin muualle, se on siellä eikä tässä kansiossa. Käytännöllinen siivoamiseen tai tarkistamiseen, kuinka paljon tilaa aiemmat testiennit vievät. Jos tarvitset täydellisen yleiskuvan mukaan lukien lokit ja näkymäpaketit, käytä sen sijaan Hallitse tallennustilaa (M39).

**M39 Ohje > Hallitse tallennustilaa...**

Valikkorivi → Ohje → Hallitse tallennustilaa...



Avaa tallennustilan selaimen (katso Luku 4 Apuikunat, ID:t W7–W12). Listaa kaikki pysyvästi tallennetut näkymät, koulutuslokit, viennit ja välimuistit ~/Documents/RadianceKit/-kansiossa koon kanssa, mahdollistaa Näytä Finderissa ja Siirrä roskakoriin -toiminnot jokaiselle kohteelle.

**LYHYESTI**

Avaa ikkunaselaimen, joka näyttää sinulle, kuinka paljon tilaa RadianceKit vie levylläsi – per näkymä, loki ja vienti. Voit poistaa yksittäisiä kohteita suoraan ilman, että sinun tarvitsee mennä Finderiin. Käytännöllinen pitkän käytön jälkeen, kun kiintolevy täyttyy – aiemmat lokit ja automaattiset testiviennit voivat kasvaa useisiin gigatavuihin. Näytä Finderissa -toiminnolla pääset milloin tahansa myös klassiseen näkymään.

**M40 Ohje > Pareto-koontinäyttö...**

Valikkorivi → Ohje → Pareto-koontinäyttö... (⇧⌘D).



Avaa Pareto-koontinäytön (katso Luku 4, ID:t W13–W22). Koontinäyttö lataa kaikki JSONL-koulutuslokit ~/Documents/RadianceKit/Logs/-kansioista, järjestää ne näkymän ja esiasetuksen mukaan ja piirtää Pareto-hajontakaavion (oletus: häviö vs. Gaussianit, valinnaisesti häviö vs. seinäkelloaika tai PSNR vs. iteraatiot).

**LYHYESTI**

Avaa yleiskuvan kaikista tähänastisista koulutusajoista kaaviona. Näet heti, mikä ajo tarjosi parhaan tasapainon laadun ja koon välillä. Käytännöllinen, kun haluat vertailla eri esiasetuksia keskenään. Oletusarvoisesti kaavio näyttää häviön suhteessa Gaussianien määrään – voit kuitenkin vaihtaa myös seinäkelloaikaan tai PSNR:ään. Tiedot tulevat JSONL-koulutuslokeista (M37); mitä enemmän ajoja sinulla on, sitä informatiivisempi analyysistä tulee.

**M41 Ohje > Holdout-analyysi...**

Valikkorivi → Ohje → Holdout-analyysi... (⇧⌘H).



Avaa Holdout-analyysi-ikkunan (katso Luku 4, ID:t W23–W29). Lataa `transforms.json` -tiedoston, piirtää kamerat 3D-pallona ja mahdollistaa harjoitus/testi-taittojen jaon (kulmittainen tai lineaarinen, 2–8 taittoa). Tuloksena on `fold-assignment.json`, jota koulutus voi käyttää vastaavissa koulutusasetuksissa testijoukkona.

**LYHYESTI**

Auttaa sinua jakamaan kamerakuviasi harjoitus- ja testijoukkoihin – jotta voit objektiivisesti mitata, kuinka hyvä näkymäsi on (kuvilla, joita koulutus ei ole nähnyt). Pikemminkin tutkimus- ja vertailutyökalu. Kamerat esitetään 3D-pallona; voit valita 2–8 taittoa, joko tasaisesti kulman mukaan tai lineaarisesti järjestyksen mukaan. Tuloksena on pieni JSON-tiedosto, jota koulutus sitten käyttää testijoukkona.

**M42 Ohje > BayesOpt-konsoli...**

Valikkorivi → Ohje → BayesOpt-konsoli... (⇧⌘B).



Avaa BayesOpt-konsolin (katso Luku 4, ID:t W30–W39). Lataa ennalta määriteltäviä hakuavaruuksia (esim. "MCMC scale-reg + opacity-reg + ssim"), suorittaa Bayesin optimointikokeita asynkronisesti ja näyttää konvergenssikäyrän ja kokeilulokin livenä.

**LYHYESTI**

Sisäänrakennettu automaattinen virituskonsoli. Sen sijaan, että kokeilisit manuaalisesti eri parametreja, sovellus voi antaa sen pyöriä yön yli ja ehdottaa lopuksi parhaita arvoja näkymällesi. Erittäin edistynyt työkalu – useimmissa työnkuluissa hyvä esiaseetus (katso Luku 7) on riittävä. Valitset ennalta määritellyn hakuavaruuden (esim. "MCMC scale-reg + opacity-reg + ssim") ja näet livenä konvergenssikäyrän sekä kokeilulokin. Varaa asetuksista riippuen useita tunteja tai päiviä.

## Huomautus: Cmd-Z Muokkaa-valikossa

Toukokuusta 2026 lähtien projektinavigaattori asiantuntijatilassa tukee tuotujen kuvien poistamista miinus-painikkeella tai askelpalauttimella sekä kumoamista `Cmd-Z` :llä. Tämä `Cmd-Z`-toiminto näkyy macOS:n Muokkaa-valikossa (jonka SwiftUI tarjoaa) nimellä "Kumoa kuvan poisto", niin kauan kuin poistettu kuva on vielä palautettavissa. Se rekisteröidään standardinmukaisen `NSUndoManager`-järjestelmän kautta, ei `RadianceKitApp.swift`-tiedostossa; siksi sille ei ole omaa M-ID-merkintää inventaariossa.

## Pikanäppäimet yleiskatsauksessa

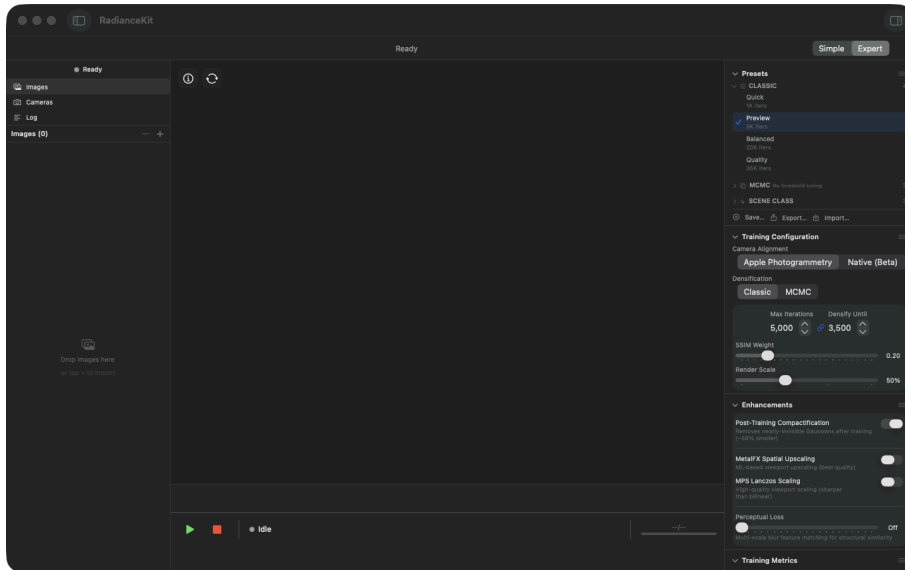
Valikkokohta	Pikanäppäin
Tiedosto > Avaa näkymä...	⌘O
Tiedosto > Tallenna näkymä...	⌘S
Tiedosto > Tuo COLMAP / Metashape -työtila...	⇧⌘I
Tiedosto > Uusi projekti	⇧⌘N
Tila > Aloittelijatila	⌘1
Tila > Asiantuntijatila	⌘2
Koulutus > Aloita koulutus	⇧⌘T
Näkymä > Siirry muokkaustilaan / Poistu muokkaustilasta	⇧⌘E
Näkymä > Kytke automaattinen kierto	⌘⌥T
Näkymä > Tallenna kuvakaappaus	⇧⌘S
Vie > 3D-formaatit > PLY	⌘E
Ohje > Käyttöopas	⌘?
Ohje > Pikanäppäimet	⌘/
Ohje > Avaa koulutuslokite...	⇧⌘L
Ohje > Pareto-koontinäyttö...	⇧⌘D
Ohje > Holdout-analyysi...	⇧⌘H
Ohje > BayesOpt-konsoli...	⇧⌘B

Muokkaa-valikko (järjestelmän tarjoama, asiantuntijatilassa, kun projektinavigaattorissa on aktiivinen valinta):

Toiminto	Pikanäppäin
Kumoa kuvan poisto	⌘Z
Poista valittu kuva	Askelpalautin / Delete

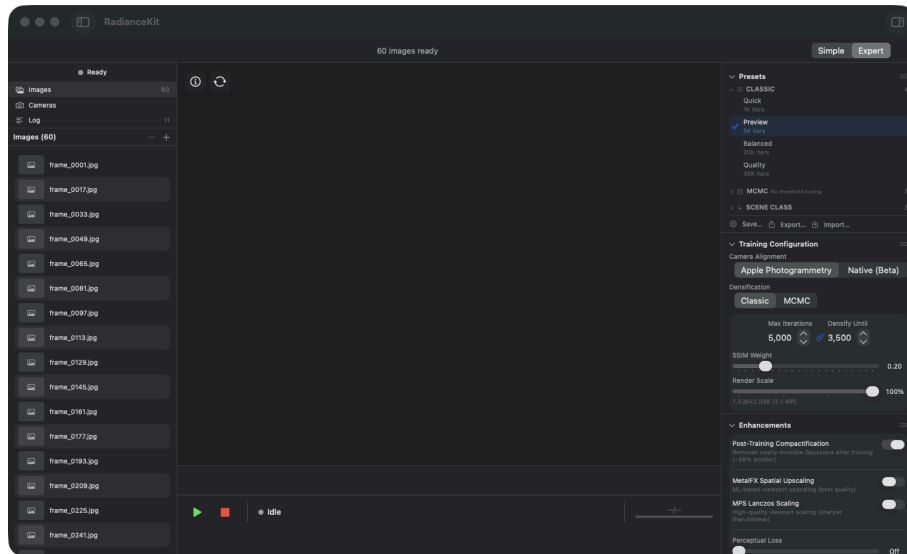
## LUKU

## Luku 2 — Tarkastaja (asiantuntijatila)



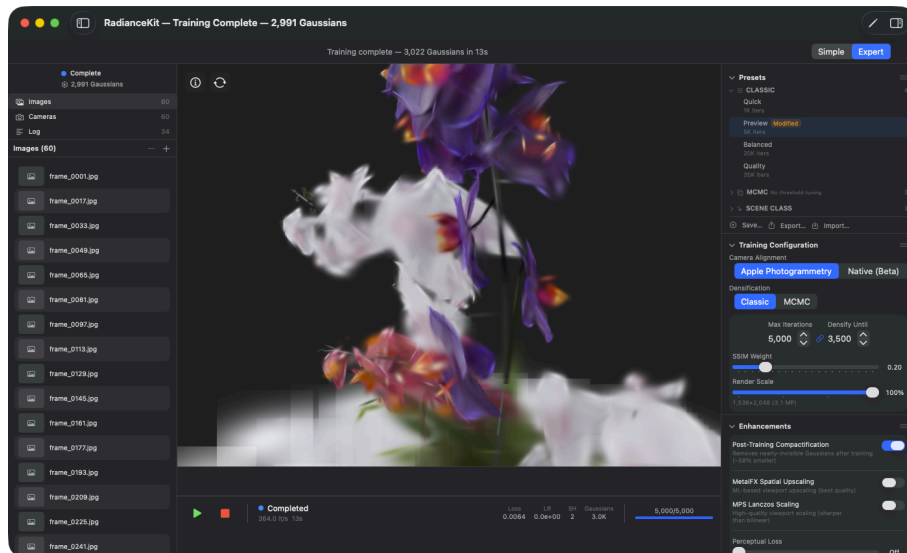
Kuva 7: Asiantuntijatila tyhjänä — vasemmalla projektinavigaattori (Images 0, Cameras, Log), keskellä tyhjä näkymä, oikealla Tarkastaja, jossa osiot Presets/Training Configuration/Enhancements/Training Metrics

**Tyhjä Tarkastaja ennen tuontia:** Vasen sivupalkki näyttää kuvien laskurin arvossa 0 ja vihjeen "Drop images here / or tap + to import". Oikealla oleva Tarkastaja on täysin toiminnallinen, mutta esiasetukset ovat vain informatiivisia (ei aktiivista koulutusta). Oletusesiasetus "Preview" (5K iteraatiota) on valittuna. Kameran kohdistus (Camera Alignment) on Apple Photogrammetry, Densification on Classic, SSIM-paino (SSIM Weight) 0.20, renderöintiskaala (Render Scale) 50 %. Tyhjät tilat näkyvät koulutusmittareissa ("Start training to see live metrics") ja häviöhistoriassa ("Loss curve will appear during training").



Kuva 8: Tarkastaja, johon on ladattu 60 kukkakuvaa — kuvasivupalkki näyttää ensimmäiset tiedostonimet frame\_0001.jpg jne., otsikko "60 images ready"

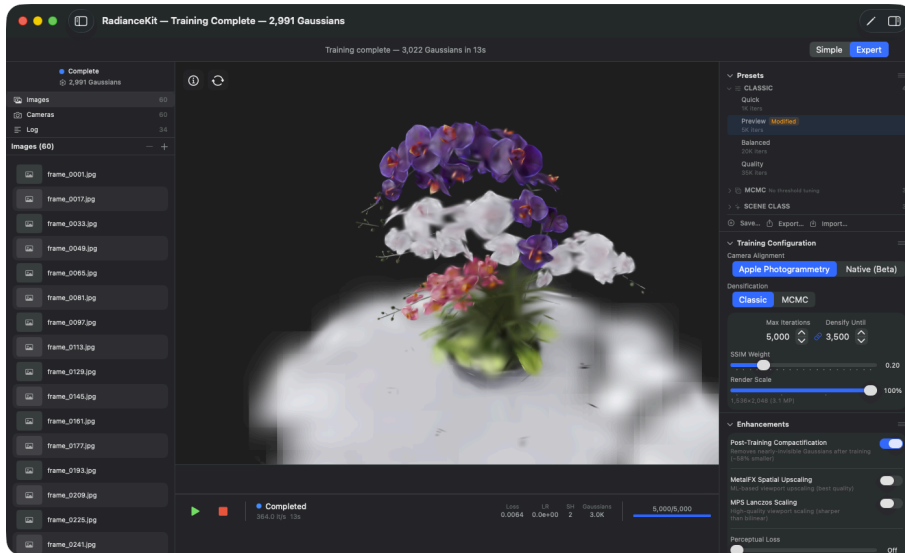
**Tarkastaja tuonnin jälkeen:** Otsikon tila on "60 images ready". Kuvasivupalkki listaa kaikki 60 tuotua kuvaa ( frame\_0001.jpg - frame\_0945.jpg , joka 16. kuva 960 kameran kukkakimppu-datajoukosta osajoukkona nopeita iteraatioita varten). Automaattinen renderöintiskaalan logiikka tarkistaa kuvan resoluution ( $1536 \times 2048 = 3.1 \text{ MP}$ ) ja säätää renderöintiskaalan sen mukaisesti. Toistopainike (vihreä, vasemmalla alhaalla) on nyt aktiivinen ja aloittaa koulutuksen aktiivisella esiasetuksella.



Kuva 9: Tarkastaja koulutuksen aikana — reaaliaikainen näkymä näyttää kukkakimppun rekonstruktion, alhaalla mittaripalkki (Loss / LR / Gaussian-Count / Iterations), esiasetuskortti "Preview", jossa on "Modified"-merkki, jos parametreja on muutettu

**Tarkastaja koulutuksen aikana:** Otsikkorivi näyttää yleisen edistymisen "RadianceKit — Training NN %". Näkymä renderöi käynnissä olevan Gaussian-rekonstruktion reaaliajassa (päivittyä joka 50. iteraatio — reaaliaikaisen esikatselun väli on säädettävissä kohdassa Settings → General → Training → Live Preview). Näkymän alla oleva mittaripalkki: nykyinen häviö (Loss), oppimisnopeus (Learning Rate), Gaussian-määrä (Gaus-

sian-Count) ja iteraatiolaskuri (esim. 1,600/5,000 Preview-esiasetuksella). Tarkastajan esiasetuskortissa "Preview" on "Modified"-merkki heti, kun jokin parametri poikkeaa sisäänrakennetusta oletusarvosta. Sivupalkin "Log"-osio kerää SfM- ja koulutusvaiheen tapahtumia.



Kuva 10: Tarkastaja koulutuksen päätyttyä — näkymä näyttää valmiin kukkakimpun rekonstruktion (2 991 Gaussiania 5K iteraation jälkeen 13 sekunnissa), otsikkorivi "Training Complete — 2,991 Gaussians"

**Tarkastaja koulutuksen jälkeen:** Otsikkorivi näyttää lopullisen Gaussian-määrän (tässä 2 991 — erittäin kompakti, koska synteettisellä Blender-kukkakimppukohtauksella on yksinkertainen geometria vaalealla taustalla). Näkymä näyttää valmiin pistepilven — kiertävä vetonavigointi on aktiivinen (pyörii kohtauksen keskipisteen ympäri). Koulutusmittareiden osio on nyt täytetty lopullisilla arvoilla, ja häviöhistorian kaavio näyttää koko 5 000 iteraation kulun. Alhaalla oleva vientiosio on nyt aktiivinen (kaikki muotopainikkeet ovat käytössä).

Tarkastaja on oikeanpuoleinen sivupalkki asiantuntijatilassa (§2). Se kokoaa kaikki koulutukseen liittyvät parametrit seitsemään supistettavaan osioon. Oletusjärjestys ylhäältä alas ensimmäisellä käynnistyskerralla on: Look, esiasetukset, koulutusasetukset, mittarit, häviökaavio, parannukset ja vienti. "Look"-osio (koulutuksen jälkeiset kuvansäädöt) on entisen "Finishing"-osion todellinen käyttöliittymän uudelleennimeäminen — sen sisäinen enum- `rawValue` pysyy persistenssin vuoksi arvossa „Finishing“, mutta näytettävä otsikko on „Look“. Jokaisen osion voi supistaa napsauttamalla sen otsikkoa, ja osioiden järjestystä voi muuttaa vetämällä ja pudottamalla (`InspectorView.swift:81–97`).

**Ensimmäisellä käynnistyskerralla kaikki seitsemän osiota ovat supistettuina** (`InspectorCollapsedSections defaultaa arvoon Set(InspectorSection.allCases)`); sovelluksen tila tallentaa supistus- ja järjestysasetukset sen jälkeen sovelluksen käynnistysten välillä.

Useat Tarkastajan ohjauselementit esiintyvät lähes identtisesti muodossa myös Asetuksissa (Luku 3) — tyypillisesti SfM-taustajärjestelmä, taivaan peitto (Sky-Masking) ja vastaavat oletusarvot. Erottelu on tarkoituksellinen: Asetukset tarjoavat sovelluksen laajuuden mallin uusille projekteille, kun taas Tarkastaja korvaa nämä arvot kulloinkin

avoinna olevalle projektille. Kun tunnet toisen puolen käyttölogiikan, osaat käyttää tois-takin sokkona.

Asiantuntijatilan vasen sarake — projektinavigaattori — ei kuulu Tarkastajaan, mutta on sen välitön naapuri. Siellä voit valita tuotuja kuvia napsauttamalla, tarkastella niitä Quick-Lookilla välilyönnillä ja poistaa ne miinuspainikkeella tai poistonäppäimellä (Cmd-Z kumoaa toiminnon). Tarkastaja seuraa sivupalkin nykyistä valintaa kontekstikohtaisilla yksityiskohdilla, mutta seitsemän pääosiota pysyvät aina käytettävissä.

## Look-osio (L1–L5)

Look-osio (sisäinen `rawValue` edelleen „Finishing”) on Tarkastajan ylin osio, ja se kokoaa **koulutuksen jälkeiset** kuvansäädöt yhteen paikkaan. Kaikki säätimet toimivat **ei-tuhoavasti**: jokainen liukusäädin soveltaa `FinishingPass` -passin uudelleen muuttumattomaan pristine-tilannekuvaan (alkuperäinen DC-väri, -peittävyys, -skaalaus) — säätö on siten **idempotentti**, ei kumuloituva. Tulos näkyy **reaaliajassa näkymässä** (WYSIWYG, täsmälleen niin kuin myöhempi vienti) ja **upotetaan jokaiseen vientiin**. Osio on käytettävissä vasta **koulutuksen valmistuttua** (sitä ennen lukee „Available after a training run completes.”); sen arvot **nollataan jokaisen uuden koulutuksen yhteydessä**. Niin kauan kuin vienti on käynnissä, kaikki säätimet ovat **lukittuina** — näkyviin tulee lukitusvihje „Locked while exporting — the file uses the current settings.” ja GroupBox on poissa käytöstä.

### L1 Saturation-liukusäädin



MISSÄ

Tarkastaja → Look-osio → GroupBox → Saturation.



TEKNINEN

Liukusäädin 0.5–1.2, näyttö kaksidesimaalisena (esim. „1.00”). Skaalaa jokaisen Splat-in SH-DC-krominanssin luminanssiarvon ympärillä: 1.0 = muuttumaton, < 1.0 = epäsaturoitu (väri vedetty kohti harmaasävyä), > 1.0 = voimakkaampi. Matemaattisesti DC-väri lasketaan takaisin pristine-tilannekuvaan ( `desaturateDC` ), joten toistuva säätäminen ei summaudu. Validoitu DJI-droonimateriaalilla (Pensford-viadukti), joka tyypillisesti ylikorostaa — droonin oletusarvo on 0.82. Vaikuttaa vain väriperustaan (SH-aste 0), korkeammat SH-kertoimet jäävät koskematta.

### LYHYESTI

Kuinka voimakkaita valmiin Splat-in värit ovat. 1.00 jättää kaiken koulutetun kaltaiseksi, sitä pienemmät arvot vetävät värin kohti harmaata — hyvä droonia- tai videomateriaalia varten, joka tulee usein ylisaturoituneena. Yli 1.0:n arvot tekevät siitä voimakkaamman. Voit liu'uttaa edestakaisin vapaasti ilman että mikään „kasaantuu”, koska sovellus laskee aina uudelleen muuttumattomasta alkuperäistilasta. Näkyy reaaliajassa näkymässä ja täsmälleen samanlaisena viennissä.

## L2 Splat length-liukusäädin



MISSÄ

Tarkastaja → Look-osio → GroupBox → Splat length.



TEKNINEN

Liukusäädin 0.3–1.0, näyttö kaksidesimaalisena. Vetää jokaisen Gaussianin kolme skaalausakselia log-avaruudessa kohti niiden keskiarvoa ( `shortenScale` , kerroin `alpha` ): 1.0 = muuttumaton, pienemmät arvot tekevät pitkulaisista „neula“-Splateista pyöreämpiä, 0 olisivat puhtaita palloja. Tarttuu neulamaisiin, ylivenytettyihin Splateihin muuttamatta kokonaiskokoa, ja vähentää siten tyypillisiä „konfetti“-artefakteja. Sovelletaan pristine-tilannekuvasta (alkuperäinen log-skaalaus), joten idempotentti. Kommutoi Splat sizen (L3) kanssa, koska molemmat toimivat log-avaruudessa.

### LYHYESTI

Tekee ylipitkistä, sirpalemaisista Splateista pyöreämpiä. 1.00 jättää muodon koulutetun kaltaiseksi, matalammat arvot litistävät pitkulaiset „neulat“ pyöreämmiksi klimpeiksi — se rauhoittaa rakeisia, konfetti-artefakteista kärsiviä rekonstruktioita. Kokonaiskoko pysyy samana, kyse on vain pitkulaisuudesta. Voidaan turvallisesti yhdistää Splat sizeen (L3).

## L3 Splat size-liukusäädin



MISSÄ

Tarkastaja → Look-osio → GroupBox → Splat size.



TEKNINEN

Liukusäädin 0.5–2.0, näyttö kaksidesimaalisena. Skaalaa jokaisen Gaussianin tasaisesti **kaikilla** kolmella akselilla ( `sizeScale` ): 1.0 = muuttumaton, < 1.0 = pienempi/tiheämpi/terävämpi, > 1.0 = suurempi/„pörröisempi“ (täyttää Splattien välisiä aukkoja). Koska skaalaukset ovat log-avaruudessa, kertolasku toteutetaan additiivisena  $\log(\text{factor})$  -siirtymänä — se kommutoi Splat lengthin (L2) kanssa, koska vakiosiirtymä jättää poikkeaman keskiarvosta koskemattomaksi. Pristine-tilannekuvasta, siis idempotentti. Uutta tässä versiossa.

### LYHYESTI

Skaalaa kaikki Splatit tasaisesti suuremmiksi tai pienemmiksi. 1.00 on koulutettu tila, sitä pienemmät arvot tekevät pistepilvestä tiiviimmän ja terävämmän, suuremmat arvot peittävät Splattien välisiä aukkoja (vaikuttaa pehmeämmältä/„pörröisemmältä“). Kätevä, kun haluat sulkea optisesti reikäisen rekonstruktion tai päinvastoin paljastaa lisää yksityiskohtia. Sopii ongelmitta yhteen Splat lengthin (L2) kanssa — molemmat säätimet eivät vaikuta toisiinsa.

## L4 Fade far region (ja alasäätimet)

### MISSÄ

Tarkastaja → Look-osio → GroupBox → Valinta „Fade far region” sekä alasäätimet „Fade start xradius” ja „Fade floor”.

### TEKNINEN

Valinta, joka aktivoi säteittäisen peittävyden vai-  
menemisen etäisyyden mukaan kameran pain-  
opisteestä — taustalla olevat heikosti havai-  
tut „far-konfetit” häivytetään. **Vain kiertorata-  
aineistolle:** valinta on poissa käytöstä, jos  
`finishingContext.fadeEligible` on epätosi (lineaa-  
riset lennot, liian vähän tai degeneroituneet kame-  
rat); silloin alasäätimien sijaan näkyy vihje „Far-fade  
applies only to orbit captures (not this scene).”  
Soveltuvuus määritetään kameran sijaintien atsi-  
muuttipeitosta (kiertorata kiertää painopistettä ja  
täyttää monta kompassisektoria, lineaarilento vain  
~2). Kaksi alasäädintä ohjaa geometriaa: **Fade start  
xradius** (1.0–3.0) asettaa sisäsäteen kiertoradan  
säteen monikertana, jonka sisällä on täysi peittä-  
vyys; **Fade floor** (0.0–1.0) on peittävyyskerroin kau-  
kana vaimennussäteen ulkopuolella. Tärkeää: vai-  
mennus **ohittaa sky-dome-alueen** (indeksien [0,  
`frozenCount`] jäädytetyt Gaussianit), jotta tarkoituk-  
sellinen taustakupu ei himmene mukana.

### LYHYESTI

Häivyttää sumeat jäänteet koh-  
tauksen ulkoreunalta — juuri  
ne „far-konfetti”-klimpit, jotka  
leijuvat kaukana takana ympä-  
ripyöritetyissä aineistoissa. Toi-  
mii vain todellisilla kiertorata-/  
ympärikiertoaineistoilla; suorilla  
dronilennoilla tai liian vähäisel-  
lä kameramäärällä kytkin on har-  
maana ja vihje selittää miksi.  
Kun se on aktiivinen, mukaan tu-  
lee kaksi hienosäädintä: „Fade  
start xradius” määrää, miltä etäi-  
syydeltä (kiertoradan säteen mo-  
nikertana) häivytyks alkua, „Fade  
floor” kuinka vahvasti kaukaiset  
Splatit lopulta vielä näkyvät (0  
= kokonaan pois, 1 = muuttuma-  
ton). Tarkoituksella rekonstruoit-  
tua sky-domea (I44) ei kosketa  
tällöin koskaan — taivas säilyy.

## L5 Reset finishing-painike

### MISSÄ

Tarkastaja → Look-osio → GroupBox → „Reset finishing” (alhaalla, pieni painike).

### TEKNINEN

Palauttaa kaikki Look-asetukset oletuksiin (`FinishingPass.Settings() = Saturation 1.0, Fade pois, Splat length 1.0, Splat size 1.0`) ja laukaise heti uuden finishing-passin, jolloin näkymä hypää takaisin muuttumattomaan koulutettuun tilaan. `controlSize(.small)`. Koska koko Look-pino laskee idempotentisti pristine-tilannekuvasta, „takaisin oletukseen” on täsmälleen alkuperäinen koulutustulos — ei laadun heikkenemistä toistuvasta edestakaisin säätämisestä. Kuten kaikki osion säätimet, lukittu käynnissä olevan viennin aikana.

### LYHYESTI

Palauttaa yhdellä napsautuksella kaikki Look-säätimet oletukseen (Saturation 1.00, Fade pois, molemmat Splat-liikusäätimet arvoon 1.00) — näkymä näyttää sen jälkeen taas täsmälleen tuoreesti koulutetun tuloksen. Kätevä, jos olet säätänyt liikaa ja haluat aloittaa puhtaalta pöydältä. Koska sovellus laskee aina alkuperäistilasta, laatu ei heikene tässä. Käynnissä olevan viennin aikana painike on (kuten liikusäätimetkin) lukittu.

## Esiasetukset-osio (I1–I11)

Esiasetukset-osio on nopein tapa ottaa käyttöön testattu konfiguraatio. Sisäänrakennetut esiasetukset (Capture Class, Classic, MCMC, Hybrid) tarjoavat toistettavia lähtökoh-  
tia yli 560 dokumentoidusta kokeesta; omia esiasetuksia voi tallentaa, viedä, tuoda ja jakaa. Luettelo on ryhmitelty kategorioihin (Capture Class, Classic, MCMC, Hybrid, Custom), ja useampi kuin yksi kategoria voi olla avattuna samanaikaisesti. Kontekstivalikon kautta (hiiren oikea napsautus rivillä) ovat saatavilla vienti, kopiointi ja — omilla esiasetuksilla — poistaminen.

## I1 Tallenna...-painike



Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Tallenna...-painike (toimintopalkki alhaalla).

### TEKNINEN

Avaa ponnahdusikkunan, jossa on tekstikenttä sekä Tallenna- ja Peruuta-painikkeet. Nykyinen TrainingConfig-tila tallennetaan pysyvästi uutena mukautettuna esiasetuksena (JSON-koodattuna, tallennetaan sovellusten välisesti). Tallennusprosessi kopioi kaikki 81 koulutusparametria plus nykyisen Densification-strategian. Esiasetus päättyy automaattisesti Custom-kategoriaan riippumatta siitä, mistä sisäänrakennetusta esiasetuksesta se on johdettu. Tyhjät nimet ja pelkkiä välilyöntejä sisältävät syötteet hylätään. Olemassa olevia nimiä ei hylätä — jokaisella esiasetuksella on oma sisäinen tunnistensa, joten päällekkäiset nimet ovat teknisesti sallittuja, mutta käytännössä hämmentäviä.

### LYHYESTI

Tallentaa nykyisen konfiguraatiosi uudelleenkäytettäväksi esiasetuksiksi. Paina painiketta, anna ponnahdusikkunassa nimi ja napsauta Tallenna — kaikki 81 parametria, mukaan lukien Densification-strategia, tallennetaan valitsemallasi nimellä Custom-kategoriaan. Tarvitset tätä, jos olet nähnyt vaivaa etkä halua seuraavassa projektissa aloittaa säätämistä alusta. Erityisen kätevä toistuville asetuksille, kuten "Drooni 4K" tai "Sisätila nopea". Päällekkäiset nimet ovat teknisesti sallittuja, mutta käytännössä hämmentäviä — valitse mieluummin kuvaava nimi.

## I2 Esiasetuksen nimen tekstikenttä



Tallenna-ponnahdusikkuna → Tekstikenttä "Preset Name".

### TEKNINEN

Yksinkertainen tekstikenttä pyöristetyllä kehyksellä, leveä muoto. Arvo otetaan esiasetuksen nimeksi, kun Tallenna-painiketta napsautetaan. Käyttöliittymässä ei ole pituusrajoitusta, mutta tallennetun nimen on oltava JSON-koodattavissa ja esitettävissä käyttöliittymän luetteloissa — emoji ja ääkköset toimivat. Kentän sisältö nollataan automaattisesti tyhjäksi merkkijonoksi ponnahdusikkunan avautuessa. Tallenna-painike pysyy poissa käytöstä, kunnes kenttä ei ole tyhjä trimmauksen jälkeen. Automaattista ehdotusta tai esitäyttöä aktiivisen esiasetuksen nimellä ei ole.

### LYHYESTI

Tähän kirjoitat esiasetuksesi nimen. Valitse kuvaava nimi, kuten "Drooni 4K 30fps" tai "Sisätila nopea" — se auttaa sinua löytämään sen myöhemmin Custom-kategoriasta. Emojit ja ääkköset ovat sallittuja, eikä tiukkaa pituusrajoitusta ole. Niin kauan kuin kenttä on tyhjä tai sisältää vain välilyöntejä, pysyy Tallenna-painike harmaana. Kun avaat ponnahdusikkunan uudelleen, kenttä on taas tyhjä — sitä ei esitäytetä aktiivisen esiasetuksen nimellä.

### I3 Peruuta-painike (Tallenna-dialogi)



MISSÄ

Tallenna-ponnahdusikkuna → Peruuta-painike (vasemmalla).



TEKNINEN

Sulkee ponnahdusikkunan tallentamatta. Hylkää tekstikentän sisällön — seuraavan kerran avattaessa se nollataan takaisin tyhjäksi Tallenna...-painikkeen logiikan (I1) mukaisesti. Vakiopainiketyyli, ei vahvistusdialogeja, ei pikanäppäimiä. Nykyinen TrainingConfig säilyy muuttumattomana, koska tallennuspolkua ei ole suoritettu.

#### LYHYESTI

Sulkee Tallenna-ponnahdusikkunan tallentamatta mitään. Jos muutit mieltäsi, kirjoitit väärin tai avasit dialogin vahingossa — napsauta vain Peruuta. Nykyinen koulutuskonfiguraatiosi säilyy muuttumattomana, koska mitään ei ole vielä kirjoitettu. Seuraavan kerran kun avaat ponnahdusikkunan, nimikenttä on taas tyhjä. Ei varmistuskyselyä, ei pikanäppäintä — vain napsautus ja se on poissa.

### I4 Tallenna-painike (Tallenna-dialogi)



MISSÄ

Tallenna-ponnahdusikkuna → Tallenna-painike (oikealla, korostettu tyyli).



TEKNINEN

Käynnistää varsinaisen tallennuksen. Varmistaa uudelleen, että nimi ei ole tyhjä (puolustava tarkistus) ja kirjoittaa sitten nykyisen TrainingConfig-tiedon JSON-muodossa sovelluksen muistiin. Sulkee sen jälkeen ponnahdusikkunan. Sinisellä korostettu, harmaana niin kauan kuin tekstikenttä on tyhjä. Jos tallennus epäonnistuu (esim. koska sovelluksen muisti on täynnä — erittäin epätodennäköistä), tällä hetkellä ei ole näkyvää virheilmoitusta; esiasetus ei tällöin vain ilmestyisi seuraavalla sovelluksen käynnistyskerralla.

#### LYHYESTI

Napsauttamalla Tallenna hyväksyt nimen ja kirjoitat nykyisen asetukseksi uudeksi esiasetukseksi. Ponnahdusikkuna sulkeutuu, esiasetus ilmestyy välittömästi esiasetusluettelon Custom-kategoriaan ja sen voi tästä lähtien aktivoida napsauttamalla. Painike on korostettu sinisellä (`borderedProminent`) ja pysyy harmaana, kunnes nimikenttä ei ole tyhjä. Jos tallennus epäonnistuu (esim. `UserDefaults` on täynnä), näkyvää virheilmoitusta ei tule — esiasetus puuttuisi tällöin seuraavalla sovelluksen käynnistyskerralla.

## I5 Vie...-painike



Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Toimintopalkki → Vie...-painike.



Vie valitun esiasetuksen `.radiancepreset` -tiedostona (sisäisesti JSON). Poissa käytöstä, jos esiasetusta ei ole valittu. Napsautettaessa sovellus avaa Tallenna-dialogin, jossa on ennalta määritetty tiedostonimi (esiasetuksen nimi + `.radiancepreset` -pääte). Tallennettu muoto sisältää koko TrainingConfig-tiedon sekä metatiedot (nimi, kategoria, ID, sisäänrakennettu-lippu). Kaksoisnapsautus Finderissa avaa sovelluksen — mutta **ei** automaattisesti tuontia; käyttäjän on käytettävä Tuo-painiketta (I6).

### LYHYESTI

Valitse esiasetus luettelosta ja napsauta Vie — sitten voit tallentaa sen `.radiancepreset` -tiedostona ja lähettää esim. kollegalle tai siirtää toiselle Macille. Vastaanottaja lataa sen siellä Tuo...-painikkeella (I6). Toimii yhtä hyvin sisäänrakennetuille ja omille mukautetuille esiasetuksille. Painike on harmaana, kunnes luettelosta on valittu jokin. Vinkki: Kontekstivalikon (I8) kautta se käy vielä nopeammin — sinun ei tarvitse ensin valita esiasetusta.

## I6 Tuo...-painike



Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Toimintopalkki → Tuo...-painike.



Avaa tiedostodialogin, joka sallii vain `.radiancepreset` -tiedostot (monivalinta pois käytöstä). Valittaessa JSON-tiedosto ladataan, validoidaan ja lisätään Custom-kategoriaan — uudella sisäisellä ID:llä, jotta vältetään törmäykset sisäänrakennettujen kanssa. Tuonti asettaa kategorian automaattisesti Custom-kategoriaan, vaikka viety esiasetus olisi alun perin ollut esim. sisäänrakennettu. Vahingoittuneet tai vanhemman skeemaversioiden kanssa yhteensopimattomat tiedostot hylätään hiljaisesti ilman virheilmoitusta (konsoliloki antaa kuitenkin tietoa).

### LYHYESTI

Lukee `.radiancepreset` -tiedoston kiintolevyiltä. Hyödyllinen, jos joku lähettää sinulle testatun asetuksen tai haluat itse pitää suosikkiesiasetukseksi synkronoituna useiden Macien välillä. Tuodut esiasetukset päättyvät aina Custom-kategoriaan — vaikka ne olisi alun perin viety sisäänrakennetuista. Vahingoittuneet tai vanhentuneet tiedostot ohitetaan hiljaisesti; konsolilokissa kerrotaan syy. Monivalinta dialogissa on pois käytöstä, joten vain yksi tiedosto per napsautus.

## I7 Esiasetusrivi (aktivointi napsauttamalla)



Tarkastaja → Esiasetukset-osio → jokainen esiasetusrivi jokaisessa kategoriassa.



Napsautus esiasetusrivillä korvaa kaikki TrainingConfig-kentät esiasetuksen arvoilla, muistaa aktiivisen esiasetuksen ID:n ja nollaa muokattu-tilan. Aktiivinen valintamerkki rivin edessä näkyy vain, jos esiasetus on valittu JA muokkaamaton. Heti kun TrainingConfig-arvoa muutetaan (liukusäädin, askeltaja, valinta muissa Tarkastajan osioissa), nimen perään ilmestyy oranssi "Modified"-merkki. Sisäänrakennettuja esiasetuksia ei voi ylikirjoittaa — muokkauksen yhteydessä on luotava oma kopio Tallenna-painikkeella (I1) tai kopioitava esiasetus.

### LYHYESTI

Napsauttamalla riviä aktivoit esiasetuksen ja otat kaikki siinä tallennetut arvot käyttöön nykyisissä koulutusasetuksissa. Nimen edessä oleva valintamerkki näyttää, mikä esiasetus on aktiivinen. Heti kun muutat sen jälkeen mitä tahansa liukusäädintä, askeltajaa tai valintaa muissa osioissa, nimen perään ilmestyy oranssi "Modified"-merkki — koska asetukseksi poikkeaa nyt esiasetuksesta. Sisäänrakennettuja esiasetuksia ei voi ylikirjoittaa; jos haluat säilyttää muutokset, luo oma kopio Tallenna...-painikkeella (I1) tai kopioi esiasetus (I9).

## I8 Kontekstivalikko "Vie..."



Hiiren oikea napsautus jokaisella esiasetusrivillä → ensimmäinen kohta "Vie...".



Sama toiminnallisuus kuin I5 (Vie...-painike), mutta helpommin saavutettavissa — ilman että esiasetusta tarvitsee ensin valita. Vie suoraan rivillä napsautetun esiasetuksen. Toimii kaikille esiasetuskategorioille samalla tavalla (sisäänrakennettu tai mukautettu), ei rajoituksia. Vienti sisältää sisäänrakennettu-lipun ja alkuperäisen kategorian, mutta uudelleentuonnissa kategoria mappautuu Custom-kategoriaan, kuten kohdassa I6 on kuvattu.

### LYHYESTI

Nopea tapa viedä — hiiren oikea napsautus halutulla esiasetuksella ja valitse "Vie...". Säätää kiertotien ensin-napsauttamisesta ja sitten Vie...-painikkeen painamisesta. Toimii kaikille kategorioille samalla tavalla, myös sisäänrakennetuille. Luotu .radianceset -tiedosto on identtinen I5:n kanssa; myöhemmin uudelleentuotaessa se päättyy automaattisesti Custom-kategoriaan.

## I9 Kontekstivalikko "Kopioi"



MISSÄ

Hiiren oikea napsautus jokaisella esiasetusrivillä → toinen kohta "Kopioi".



TEKNINEN

Kloonaa esiasetuksen Custom-kategoriaan. Luo uuden sisäisen ID:n, lisää nimen perään " Copy" ja tallentaa kopion. Toimii myös sisäänrakennetuille esiasetuksille — klooni on tällöin muokattavissa. Alkuperäinen säilyy koskemattomana. TrainingConfig kopioidaan arvo arvolta (JSON-kierros), joten alkuperäisen ja kopion välillä ei ole viitesidoksia.

### LYHYESTI

Luo muokattavan kopion esiasetuksesta Custom-kategoriaan. Kätevä, jos haluat esimerkiksi käyttää sisäänrakennettua "Quality"-esiasetusta lähtökohtana ja sitten vain siirtää SSIM-liikusäädintä hieman. Työnkulku: kopioi, nimeä uudelleen (kontekstivalikko tai uusi Tallenna...-toiminto), mukauta, valmis. Alkuperäinen säilyy koskemattomana — voit palata siihen milloin tahansa. Toimii myös sisäänrakennetuille, mikä on ainoa tapa ottaa niiden arvot pohjaksi ja samalla tehdä niistä muokattavia.

## I10 Kontekstivalikko "Poista"



MISSÄ

Hiiren oikea napsautus omilla esiasetusriveillä → viimeinen kohta "Poista" (punainen, tuhoava).



TEKNINEN

Näkyvissä vain mukautetuille esiasetuksille. Sisäänrakennettuja ei voi poistaa. Kohta on merkitty tuhoavaksi, näkyy kontekstivalikossa punaisena ja on erotettu jakajalla, jotta sitä ei napsauteta vahingossa.

**Ei** ole vahvistusdialogia — yksi napsautus poistaa esiasetuksen välittömästi. Poistettua esiasetusta ei voi palauttaa (Cmd-Z ei toimi tässä — kumoaminen on nykyisessä versiossa vain kuvaluettelolle, ei esiasetustoiminnoille). Jos poistettu esiasetus oli aktiivinen, nykyinen TrainingConfig säilyy muuttumattomana, vain aktiivinen esiasetusvalinta nollataan.

### LYHYESTI

Poistaa omia esiasetuksia. Sisäänrakennetuilla (Quick, Preview, Balanced, Quality, Ultra Detail, Drone / Aerial, 360° Walkaround, Photo / Object jne.) "Poista"-kohta ei ole edes näkyvissä — niitä et voi vahingossa tuhota. Huomio: Ei ole varmistuskyselyä eikä kumoamistoimintoa, yksi napsautus ja esiasetus on poissa. Jos et ole varma, tee ensin varmuuskopio levyille Vie...-toiminnolla (I5/I8) — sen voit tuoda takaisin milloin tahansa. Jos esiasetus oli aktiivinen, TrainingConfig säilyy muuttumattomana, vain valintamerkki katoaa.

## I11 Kategoriaotsikko (avaa/sulje)



Tarkastaja → Esiasetukset-osio → jokainen kategoriaotsikko (Capture Class, Classic, MCMC, Hybrid, Custom).

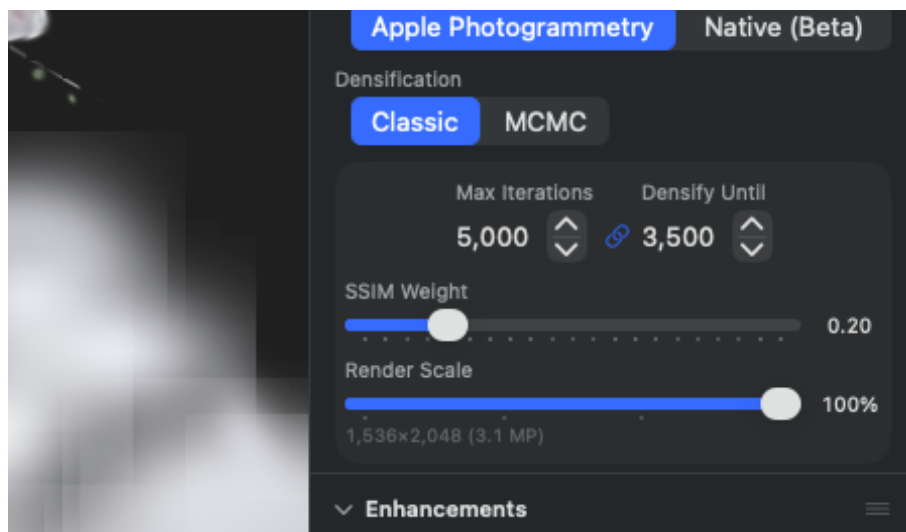


Avaus/sulkutila per kategoria eri oletuksilla: kuratoitu Capture Class -ryhmä alkaa **avattuna**, Classic, MCMC, Hybrid ja Custom alkavat **suljettuina**. Tilaa ei tallenneta pysyvästi — sovelluksen uudelleenkäynnistyksen jälkeen kaikki kategoriat ovat taas oletustilassaan. Chevron-nuoli pyörii animoidusti. Otsikon oikealla puolella oleva numero näyttää esiasetusten määrän tässä kategoriassa. Napsautusalue kattaa koko otsikkoalueen.

### LYHYESTI

Avaa ja sulje kategorioita pitääksesi esiasetusluettelon selkeänä. Sovelluksen käynnistyessä Capture Class -ryhmä on auki, Classic, MCMC, Hybrid ja Custom ovat kiinni. Napsauta otsikkoa (koko alue on napsautettavissa) ja luettelo avautuu tai sulkeutuu lyhyellä chevron-animaatiolla. Pieni numero oikealla näyttää, kuinka monta esiasetusta kategoriassa on. Sovelluksen uudelleenkäynnistyksen jälkeen oletustila on taas käytössä — sovellus ei tarkoituksella tallenna tätä avaus/sulkutilaa.

## Koulutusasetukset-osio (I12–I22)



Kuva 11: Rajaus vain Koulutusasetukset-osioista — Camera Alignment (Apple Photogrammetry aktiivinen, Native (Beta) epäaktiivinen), Densification (Classic aktiivinen), Max Iterations 5,000 / Densify Until 3,500 linkkisymbolilla, SSIM Weight -liukusäädin 0.20, Render Scale -liukusäädin 100 % (1,536×2,048 = 3.1 MP)

Tähän on koottu keskeiset säätimet: mikä SfM-taustajärjestelmä laskee, miten Densification toimii, iteraatioiden määrä ja SSIM-painotuksen suuruus. MCMC-strategiassa ilmestyy kaksi lisävalintaa ("MCMC Quality" ja "Auto-scale by scene"), jotka ovat piilossa Classic-tilassa. Native-SfM-taustajärjestelmän kanssa tulee lisäksi FOV-ohituskenttä, jota tarvitaan vain videokuville, joista puuttuu EXIF-polttovälitieto.

## I12 Kameran kohdistuksen valitsin



MISSÄ

Tarkastaja → Koulutusasetukset → Camera Alignment (segmentoitu valitsin ylhäällä).



TEKNINEN

Segmentoitu valitsin kahdella vaihtoehdolla: Apple Photogrammetry ja Native (Beta). Valinta määrittää käytettävän SfM-taustajärjestelmän seuraavassa kamerarekonstruktiossa. Se vaikuttaa samalla siihen, mitkä muut Tarkastajan elementit ovat näkyvissä: Native näyttää lisäksi FOV-ohituksen (I13), jota tarvitaan vain EXIF-tietoja vailla oleville videokuville. Huomautus: erittäin suurille ulkoilmakuvauksille voit tuoda ulkoisen työkalun (Metashape tai COLMAP) tuloksen työtilan tuonnin kautta — katso Luku 1 (M5) ja Luku 9 (Q3, Q6).

### LYHYESTI

Tässä valitset, miten kamerasijainnit rekonstruoidaan — tärkein kytkein lopputuloksen laadun kannalta. Apple Photogrammetry on nopea standardi ja riittää useimpiin objektiskannauksiin täysin. Native (Beta) on App Store -yhteensopiva oma kehitys, hyvä kiertoradoille ja pyörivän alustan kohtauksille, ja tarvitsee EXIF-tietoja vailla oleville videokuville FOV-ohituksen (I13). Erittäin suurissa ulkoilmasarjoissa voit vaihtoehtoisesti laskea kamerat Metashapessa tai COLMAPissa ja ladata tuloksen työtilan tuonnin kautta. Yksityiskohdat ja suositukset kohtaustyypeittäin löydät Luvusta 9.

## I13 FOV-ohituskenttä (Native SfM)



MISSÄ

Tarkastaja → Koulutusasetukset → FOV Override (näkyvissä vain, kun Camera Alignment = Native).



TEKNINEN

Numeerinen tekstikenttä (alue 0-170°), oletus 0 = automaattinen määrittely EXIF-tiedoista tai heuristikkasta. Manuaalinen syöttö on tarpeen, kun syötekuvat on poimittu videosta, joka ei sisällä polttovälin metatietoja. Tyypillisiä arvoja: iPhone Wide ≈ 73°, DJI Mavic Wide-Crop ≈ 70°, drooni täyden kennon sensorilla ≈ 84°. Arvo rajoitetaan välille [0, 170] — ulkopuoliset arvot palautetaan suoraan takaisin. Vaikuttaa vain natiiviin SfM-putkeen (Q4/Q5); Apple Photogrammetry ohittaa tämän arvon kokonaan.

### LYHYESTI

Jos kuvissasi ei ole EXIF-tietoja (tyypillistä poimituille videokuville), syötä tähän kamerasivun näkökenttäasteina. Nyrkkisääntöjä: iPhone Wide ≈ 73°, DJI Mavic Wide-Crop ≈ 70°, drooni täyden kennon sensorilla ≈ 84°. Arvo 0 antaa soveluksen arvata itse — se toimii usein hyvin, mutta voi mennä pieleen harvinaisilla objektiiveilla. Yli 170° arvot palautetaan automaattisesti takaisin. Kenttä on näkyvissä ja vaikuttaa vain, jos olet valinnut Native-vaihtoehdon Camera Alignment -kohdassa (I12) — Apple Photogrammetry ohittaa sen kokonaan.

**I15** Densification-valitsin

MISSÄ

Tarkastaja → Koulutusasetukset → Densification (segmentoitu valitsin, aina näkyvissä).



TEKNINEN

Vaihtaa kahden Densification-strategian välillä: Classic (alkuperäinen 3DGS-menetelmä, jossa on Clone/Split/Prune ja gradienttikynnys) ja MCMC (Stochastic Gradient Langevin Dynamics, jossa on Relocation, NeurIPS 2024). Vaihdettaessa Classicista MCMC:hen sovellus asettaa MCMC-kohtaiset kentät automaattisesti testattuihin oletusarvoihin (Reg-Weights = 0, MCMC-Cap-Multiplier 3.0, Sample-/Noise-Schedule). Ilman tätä automaattista alustusta vanhoilla esiasetuksilla tehdyt sessiot kärsivät 1.4.4-MCMC-romahdusbugista (460K→5 Gaussiania, Watchdog-kill). Valitsimen valinta määrittää lisäksi, mitkä Tarkastajan elementit ovat näkyvissä — MCMC:n kanssa ilmestyvät I16/I17. Yksityiskohtainen kentän vaikutus Luvussa 6, T11–T16 (Classic) ja T61–T73 (MCMC).

**LYHYESTI**

Keskeinen strategian valinta Gaussian-määrän kasvattamiselle. Classic on hyvin viritetty 459 kokeen perusteella, tuottaa nopeita ja laadukkaita tuloksia eikä vaadi MCMC-kenttien tuntemusta. MCMC on uudempi lähestymistapa (NeurIPS 2024), toistettavampi ja ei vaadi manuaalista kynnysarvon säätöä — mutta se laskee noin 6× pidempään vastaavalla laadulla. Vaihdettaessa MCMC:hen sovellus asettaa automaattisesti turvalliset oletusarvot, jotta koulutus ei ajaudu 1.4.4-romahdukseen. Yksityiskohdat strategiakentistä löytyvät Luvusta 6 (T11–T16 Classic, T61–T73 MCMC).

**I16** MCMC Quality -valinta

MISSÄ

Tarkastaja → Koulutusasetukset → MCMC Quality (vain kun Densification = MCMC).



TEKNINEN

Kytkee gradientin keräämisen 2 askeleeseen (aktiivinen) tai 1 askeleeseen (epäaktiivinen). Kerää gradientit kahdesta peräkkäisestä kameranäkymästä ennen optimoijan askeleen suorittamista. Empiirisesti (Sessio 33, V544a) tämä vähentää lopullista L1-virhettä noin 6% (0.0246 Qualitylla vs 0.0261 ilman, 3 kokeen keskiarvolla Horse-Full-MCMC:llä). Hinta: kaksinkertainen koulutusaika. Erittäin pitkissä koulutuksissa (200K iteraatiota) tämä johtaa yli 10 minuutin lisäodotusaikaan — joten se kannattaa vain, kun viimeiset prosentit laadusta ovat todella tarpeen. Vaikuttaa vain koulutukseen, ei vientimuotoon tai näkymän esitykseen.

**LYHYESTI**

Laatutila MCMC:lle gradientin keräämisellä kahden näkymän yli. Tekee lopputuloksesta empiirisesti noin 6% paremman (L1 0.0246 vs 0.0261 Horse-testissä), mutta kestää kaksinkertaisen ajan. Jos ajat jo 200K MCMC-koulutusta (helposti 2 tuntia), siihen tulee vielä lähes tunti lisää. Kannattaa lopullisissa esittely-renderöinneissä tai laadun optimointisession lopussa, ei niinkään päivittäisessä työnkulussa. Näkyvissä vain, kun Densification on MCMC (I15).

## I17 Auto-scale by scene -valinta



MISSÄ

Tarkastaja → Koulutusasetukset → Auto-scale by scene (vain MCMC:llä).



TEKNINEN

Kun aktiivinen, skaalaa tehokkaan Max-Gaussians-ylärajan SfM-alkupisteiden määrällä  $\times$  MCMC-Cap-Multiplier (oletus 3.0). Esimerkki: SfM tuottaa 250K alkupistettä, peruskatto = 150K, kerroin 3.0 → tehokas yläraja =  $\max(150K, 750K) = 750K$ . Kun epäaktiivinen, vain peruskatto on voimassa. Otettiin käyttöön v1.4.5:ssä, koska suuret ulkoilmakuvaukset, joissa on yli 1000 kuvaa ja vastaavasti korkea SfM-pistetiheys, nälkiinnyttivät Densificationin jäykällä 150K-katolla — ylimääräiset pisteet jäivät, uusia ei saanut syntyä. Oletus OFF mukautetuissa esiasetuksissa, ON MCMC-sisäänrakennetuissa. Vaikuttaa vain koulutusaikana, ei viennissä.

### LYHYESTI

Antaa Gaussianien enimmäismäärän kasvaa kohtauksen koon mukana (tarkemmin: SfM-alkupisteiden määrän mukana). Pienissä kohtauksissa et huomaa juurikaan eroa, suurissa ulkoilmakuvauksissa se on usein ratkaisevaa laadun kannalta — muuten koulutus "tukehtuu", koska oletusyläraja 150K on kohtaukselle aivan liian matala. Otettiin käyttöön erityisesti v1.4.5:tä varten, kun erittäin suuret ulkoilmasarjat (yli 1000 kuvaa) selvästi osuivat kattoon. MCMC-sisäänrakennetuissa esiasetuksissa jo valmiiksi päällä; omista esiasetuksissa oletuksena pois päältä.

## I18 Max Iterations -askeltaja



MISSÄ

Tarkastaja → Koulutusasetukset → GroupBox → Max Iterations.



TEKNINEN

Askelaja, jonka alue on 1 000–100 000, askelkoko 10. Määrittää optimoijan iteraatioiden kokonaismäärän. Linearisesti

korreloi koulutusajan kanssa (puolittaminen = n. 50% aikaa). Empiiriset ihannepisteet: 20K (Classic Balanced,  $L1 \approx 0.028$ ), 40K (Classic Quality,  $L1 \approx 0.023$ ), 200K (MCMC Full,  $L1 \approx 0.0246$ ). Yli 40K Classicilla ei keskimäärin tuo juurikaan parannusta — vähenevät tuotot. Muutettaessa, jos linkkitoiminto (I19) on aktiivinen, Densify Until vedetään suhteellisesti mukana (oletussuhde: 0.5, eli Densify-Until =  $\text{Max}/2$ ).

### LYHYESTI

Kuinka monta koulutusaskelta ajetaan — enemmän on parempi, mutta maksaa myös lineaarisesti enemmän aikaa. Nyrkkisääntö: 20 000 hyvään laatuun, 40 000 optimaaliseen Classic-strategialla (sen jälkeen ei keskimäärin juurikaan parane). MCMC tarvitsee huomattavasti enemmän, 200 000 on tässä standardi. Iteraatioiden kaksinkertaistaminen karkeasti kaksinkertaistaa koulutusajan. Kun linkkipainike (I19) on aktiivinen, Densify Until vedetään suhteellisesti mukana — käytännössä aina se, mitä haluat.

## I19 Linkitä/Poista linkitys -painike (Densify ↔ Iterations)



MISSÄ

Tarkastaja → Koulutusasetukset → GroupBox → pieni linkkipainike Max Iterationsin ja Densify Untilin välissä.



TEKNINEN

Vaihtopainike, joka jäädyttää Densify Untilin ja Max Iterationsin välisen suhteen. Kun aktiivinen (linkki-kuvake korostettuna), Densify Until säädetään suhteellisesti aina, kun Max Iterationsia muutetaan. Kun linkitys poistetaan (linkki-plus-kuvake), arvot pysyvät itsenäisinä. Oletus on linkitetty, koska se heijastaa tyypillistä korrelaatiota — jos vedät koulutuksen kaksinkertaisille iteraatioille, haluat yleensä myös antaa Densificationin käydä suhteellisesti pidempään. Suhde lasketaan nykyisestä arvosta, kun linkkipainike asetetaan; tyypillinen suhde on 0.5 (Densify-Until = puolet iteraatioiden määrästä).

### LYHYESTI

Pieni linkkipainike Max Iterationsin ja Densify Untilin välissä. Kun aktiivinen (linkki-kuvake korostettuna), molemmat arvot liikkuvat yhdessä — jos kaksinkertaistat iteraatiot, myös Densify Until kaksinkertaistuu samassa suhteessa. Jos ei (link.badge.plus -kuvake), voit asettaa ne itsenäisesti. Oletus on linkitetty, koska se heijastaa tyypillistä korrelaatiota — pidempi koulutus haluaa yleensä myös pidemmän Densification-vaiheen. 99% tapauksista anna sen olla lukittuna.

## I20 Densify Until -askeltaja



MISSÄ

Tarkastaja → Koulutusasetukset → GroupBox → Densify Until.



TEKNINEN

Askeltaja, jonka alue on 500–50 000, askelkoko 500. Määrittää iteraatioindeksin, jonka jälkeen uusia Gaussianoja ei enää lisätä Clone/Split (Classic) tai Relocation (MCMC) kautta. Saavutettuaan vain sijaintia ja väriä hienosäädetään. Korkeammat arvot = enemmän Gaussianoja = suurempi tiedosto, pidempi aika per iteraatio (+30–60% GPU-aikaa per askel). Tyypillisiä arvoja: 15K (30K Max-Iterille), 20K (40K:lle), 100K (200K MCMC:lle). Kun linkki (I19) on aktiivinen, skaalautuu automaattisesti mukana. Vaikuttaa eri tavalla Classic vs MCMC: Classic pysäyttää kasvun kokonaan, MCMC pysäyttää Relocation-logiikan, mutta Sample-/Noise-sopeutuminen jatkuu.

### LYHYESTI

Mihin iteraatioon asti uusia Gaussianoja saa lisätä — Classicissa Clone/Split-toiminnolla, MCMC:ssä Relocationilla. Sen jälkeen vain olemassa olevien pisteiden värin ja muodon hienosäätää. Korkeampi = enemmän yksityiskohtia, mutta myös suurempi tiedosto ja +30–60% GPU-aikaa per askel. Tyypillisiä arvoja: 15K (30K Max-Iterille), 20K (40K:lle), 100K (200K MCMC:lle). Yleensä sidottu linkin (I19) kautta Max Iterationsiin — harvoin järkevää irrottaa sitä manuaalisesti.

## I21 SSIM Weight -liikusäädin



MISSÄ

Tarkastaja → Koulutusasetukset → GroupBox → SSIM Weight.



TEKNINEN

Liikusäädin 0.0–1.0 0.05:n askelin, näyttö "0.20". Sekoittaa L1-häviötä (0.0) ja SSIM-häviötä (1.0). L1 tiukentaa kirkkautta per pikseli, SSIM rakenteellista samankaltaisuutta (reunat, paikalliset tilastot). Oletus 0.2 on arvo alkuperäisestä 3DGS-paperista (Kerbl 2023) ja käänteismallinnettu vankaksi kompromissiksi lukuisissa sessioissa. Korkeammat arvot (0.5+) suosivat yksityiskohtien säilymistä, mutta voivat jättää huomiotta paikallisia kirkkausvirheitä. Matalammat arvot (< 0.1) johtavat yksityiskohtien menetykseen terävissä reunoissa. SSIM-laskenta suoritetaan shaderissa 11×11 Gaussian-ikkunalla. Suorituskyky: 0.0:lla (vain L1) koulutus on noin 8-12% nopeampi, koska SSIM-laskenta ohitetaan shaderissa.

### LYHYESTI

Kuinka voimakkaasti rakenteellista kuvan samankaltaisuutta (reunat, paikalliset kuviot) painotetaan puhtaan kirkkausvertailun sijaan. 0.2 on standardi alkuperäisestä 3DGS-paperista ja riittää lähes kaikkiin kohtauksiin. Korkeampi (0.5+) hienoille rakenteille kuten hiuksille, turkille tai kasvillisuudelle — siellä enemmän rakenteen painotusta auttaa. Matalampi (0.0) tekee koulutuksesta noin 8-12% nopeamman, koska SSIM-laskenta ohitetaan shaderissa, mutta maksaa yksityiskohtia terävissä reunoissa. Jos ei ole hyvää syytä muutokseen, jätä 0.2:een.

## I22 Render Scale -liikusäädin



MISSÄ

Tarkastaja → Koulutusasetukset → GroupBox → Render Scale.



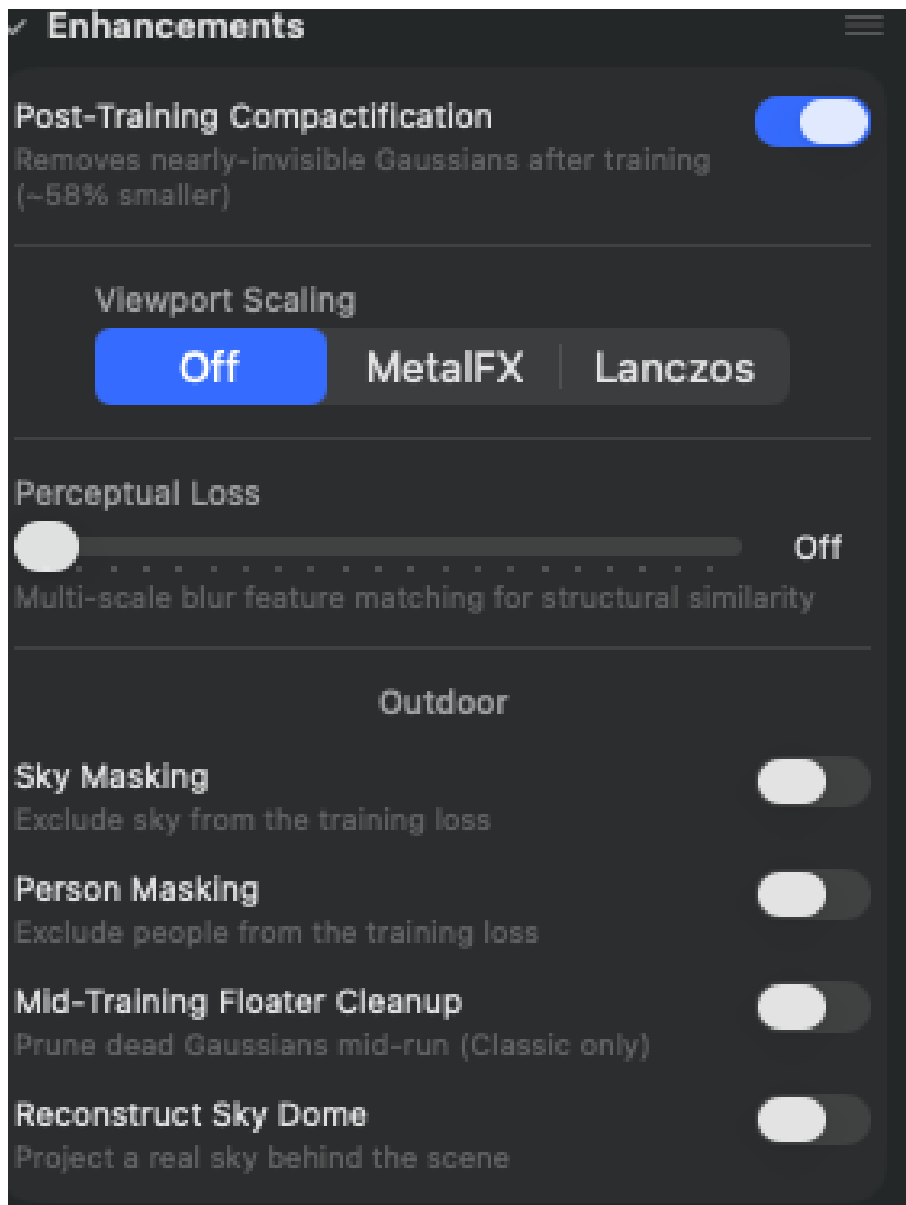
TEKNINEN

Liikusäädin 0.25–1.0 0.25:n askelin, näyttö "100%". Skaalaa koulutuksen renderöintiresoluutiota suhteessa lähdekuvan kokoon. Suurin vaikutus suorituskykyyn: 50% vähentää GPU-aikaa noin 75% (koska 4x vähemmän pikseleitä), 25% noin 94%. Gradienttikynnys skaalataan automaattisesti mukana. Liikusäätimen alla näkyy reaaliaikainen resoluutionäyttö MP:nä (esim. "2304×1296 (3.0 MP)"). Jos nykyinen arvo poikkeaa suositellusta, näytetään oranssilla tekstillä "— recommended: 50%". Suositus tähtää noin 3 MP:n tehokkaaseen resoluutioon — Apple Silicon GPU:iden tehokkaimmin käsittelemä alue. 4K-lähdekuville suositellaan esim. automaattisesti 25%, FullHD-kuville 100%. Muutos käynnistää lisäksi puskurin uudelleenallokoinnin.

### LYHYESTI

Millä resoluutiolla koulutus renderöi — yksi suurimmista suorituskykyyn vaikuttavista tekijöistä. Täysi (100%) antaa parhaan laadun, mutta maksaa suurilla kuvilla paljon GPU-aikaa. Puolikas (50%) säästää noin 75% GPU-aikaa, koska neljä kertaa vähemmän pikseleitä lasketaan — täydellinen 4K-lähteille. Liikusäätimen alla näet tehokkaan resoluution megapikseleinä; sovellus tähtää noin 3 MP:hen, koska se toimii tehokkaimmin Apple Siliconilla. Jos arvosi poikkeaa siitä, sovellus näyttää oranssin "recommended"-huomautuksen — yleensä kannattaa seurata sitä.

## Parannukset-osio (I26–I29, I42–I44)



Kuva 12: Rajaus vain Parannukset-osioista — kolme riviä: Post-Training Compactification (valinta päällä), Viewport Scaling (segmentoitu valitsin Off/MetalFX/Lanczos), Perceptual Loss (liukusäädin asennossa "Off"). Jokaisella rivillä on alaotsikko, joka selittää toiminnon

Parannukset-osio ryhmittelee kolme ominaisuutta, jotka parantavat kuvanlaatua muuttamatta itse koulutussilmukan ydintä. Ensimmäiset kaksi (I26–I27) ovat **koulutuksen jälkeisiä**- tai **näkymän vaiheita**: Compactification siivoaa koulutuksen päätyttyä, Viewport Scaling on puhtaasti näkymän renderöijä, joka ei vaikuta käynnissä olevaan koulutukseen. Perceptual Loss (I29) on osion sijainnista huolimatta osa koulutusta — se aktivoidaan koulutuksen aikana ylimääräisenä häviöterminä, mistä johtuu sen erottelu näkymän säätimistä jakajalla. Versiosta 1.6 alkaen osiossa on lisäksi Outdoor-ryhmä (I42–I44: Sky Masking, Mid-Training Floater Cleanup, Reconstruct Sky Dome) — koulutusvaihtoehtoja taivas-floattereita vastaan, jotka ennen sijaitsivat Asetukset-ikkunassa ja ovat nyt täällä projektikohtaisina.

**I26 Post-Training Compactification -valinta** **MISSÄ**

Tarkastaja → Parannukset → Post-Training Compactification.

 **TEKNINEN**

Aktivoi V443-jälkikäsitteilyn: Koulutusiteraatioiden päätyttyä Gaussianit, joiden peittävyys on alle 0.01 (1% näkyvyys), poistetaan. Empiirisesti tämä vähentää tiedostokokoa noin 55-58% ilman näkyvää laadun heikkenemistä — koska nämä Gaussianit eivät visuaalisesti vaikuta. Compactification suoritetaan GPU-Compact-passina ja kestää Gaussian-määrästä riippuen sekunnin murto-osista muutamaan sekuntiin. Ei vaikuta koulutuksen suorituskykyyn. Jos tämä valinta on pois päältä, myös näkymättömät Gaussianit viedään — relevanttia vain, jos haluat käyttää muotoa toiseen koulutusvaiheeseen (Continue Training), muuten muistin tuhlausta.

 **LYHYESTI**

Siivoaa koulutuksen jälkeen Gaussianit, joita et kuitenkaan näe (peittävyys alle 1%). Tee vientitiedostoista noin puolet pienempiä (55-58% koon pienennys) ilman näkyvää laadun heikkenemistä. Suoritetaan lyhyenä GPU-passina viimeisen iteraation jälkeen, kestää vain sekunnin murto-osista muutamaa sekuntiin. Pitäisi käytännössä aina olla päällä — ainoa syy kytkeä se pois päältä on, jos haluat jatkaa koulutusta myöhemmin Continue Training -toiminnolla ja säilyttää myös näkymättömät Gaussianit. Normaalis-  
sa vientityönkulussa jätä se päälle.

**I27 Viewport Scaling -valitsin****MISSÄ**

Tarkastaja → Parannukset → Viewport Scaling (segmentoitu valitsin, jossa kolme vaihtoehtoa: Off, MetalFX, Lanczos).

**TEKNINEN**

Yksi ainoa segmentoitu valitsin, joka valitsee näkyvän skaalaajan — kolme vaihtoehtoa ovat **toisensa poissulkevia**. Jos koulutusresoluutio (I22 Render Scale) on pienempi kuin näkymän koko, valittu tila skaalaa renderöidyn kuvan näyttökokoon. **Off** = yksinkertainen bilineaarinen venytys. **MetalFX** = Applen ML-pohjainen Spatial Upscaler, terävin vaihtoehto (ML-malli on optimoitu teräville reunoille), lisäkustannus noin 1-2 ms per kuva M3-GPU:illa. **Lanczos** = Applen Metal Performance Shaders 8-tap-sinc- uudelleennäytteistyksellä, klassinen ilman ML:ää, minimaalinen lisäkustannus (< 0.5ms), laatu MetalFX:ää heikompi, mutta ilman ML-tyyppillistä hienojen viivarakenteiden „siloittelua”. Renderöinti-putki konfiguroidaan uudelleen lennossa vaihtaessa — näkyy heti, ilman uudelleenkäynnistystä. **Tausta:** aiemmin nämä olivat kaksi erillistä valintaa (MetalFX + Lanczos), jotka saattoivat olla yhtä aikaa päällä — ristiriitainen tila, jossa MetalFX hiljaa ohitti Lanczosin. Valitsin poistaa tämän tilan; vanhemmissa sessioista mahdollisesti peritty „molemmat päällä” -tila korjaantuu itsestään seuraavalla vaihdolla MetalFX:ksi. Vaikuttaa **vain** reaaliaikaiseen näkymään, ei renderöityihin vienteihin (kiertorata-video, kuvakaappaukset) — ne renderöidään täydellä lähderesoluutiolla.

**LYHYESTI**

Terävöittää reaaliaikaista kuvaa näkymässä — erityisen hyödyllinen, kun työskentelet alennetulla koulutusresoluutiolla (Render Scale 50%, katso I22). Kolme porasta, joista vain yksi on aina aktiivinen: „Off” venyttää pikselit yksinkertaisesti, „MetalFX” käyttää Applen koneoppimista terävimpään reunoihin (käytännössä aina paras valinta), „Lanczos” on klassinen suodatin ilman ML:ää — käytä sitä varavaihtoehtona, jos MetalFX siloittaa sinulle kohtauksessa viivoja tai näyttää artefakteja. Toimii lennossa, ilman uudelleenkäynnistystä. Vaikuttaa vain reaaliaikaiseen näkymään, ei vietäviin kiertorata-videoihin tai kuvakaappauksiin — ne renderöidään täydellä lähderesoluutiolla. Toisin kuin aiemmin et voi enää vahingossa valita kahta tilaa yhtä aikaa.

**I29** Perceptual Loss -liikusäädin

Tarkastaja → Parannukset → Perceptual Loss.



Liikusäädin 0.0–0.2 0.01:n askelin, näyttö 0.0:lla "Off", muuten "0.05" jne. Aktivoi ylimääräisen häviötermin, joka vertaa renderöinnin moniskaalais-ta Gaussian-sumennusta perustotuuskuvaan (3 sumennusskaalaa). Tavoittaa rakenteellisia eroja, joita L1+SSIM yksinään ei tunnista. V460-toteutus. Empiirisesti arvo 0.05–0.1 parantaa L1-pistemäärää sessioissa muutamalla prosentilla, mutta maksaa noin 5% koulutusaikaa (ylimääräinen eteenpäinsyötö sumennusytimien läpi). Yli 0.15 tekee koulutuksesta epävakaa ja L1 huononee jälleen (häviötermi dominoi optimointia). Vaikuttaa **koulutuksen aikana**, ei jälkikäsitellyssä — huolimatta sijainnista "Parannukset"-osiossa, tämä ei siis ole pelkkä jälkikäteinen parannus.

 LYHYESTI

Ylimääräinen häviöosuus, joka tarkistaa rakenteellista kuvan samankaltaisuutta kolmella eri sumennustasolla. Auttaa erityisesti kohtauksissa, joissa on hienoja rakenteita kuten hiuksia, kangasta tai kasvillisuutta, koska se tavoittaa kuvioita, joita L1+SSIM yksinään ei näe. Pienemmät arvot ovat turvallisempia — 0.05 – 0.1 on ihanteellinen alue, yli 0.15 tekee koulutuksesta epävakaa ja häviö huononee jälleen. Arvolla 0 (Off) toiminto on kokonaan pois päältä eikä maksa mitään; aktiivisena se vie noin 5% koulutusaikaa ylimääräiseen eteenpäinsyöttöön sumennusytimien läpi. Vaikuttaa "Parannukset"-osion sijainnista huolimatta suoraan koulutuksen aikana, ei vasta jälkikäsitellyssä.

## I42 Sky Masking

### MISSÄ

Tarkastaja → Parannukset-osio (Outdoor-ryhmä) → Toggle „Sky Masking”. Bound: `AppState.trainingConfig.skyMaskingEnabled` (projektikohtainen, `@DefaultFalse` ). Oletus: `false` .

### TEKNINEN

Aktivoi koulutusta edeltävän Apple-Vision-pohjaisen taivaspikseleiden segmentoinnin. Ennen koulutuksen alkua jokaiselle syöttökameralle uutetaan taivasalue Apple-Visionin etualamaskilla (taivas = tausta) ja kohdistetaan vastaavaan kameraan per-pixel-maskina. Koulutuksen aikana per-pixel-häviöpanos kerrotaan taivasmaskin komplementilla — taivaspikselit antavat 0 panoksen gradienttiin, joten gaussit, jotka projisoituvat taivaalle, eivät saa optimointisignaaleja eivätkä siis kasvata „tiheyttä” tai „kirkkautta”. Vähentää floattereita (tummia möykkyjä taivaalla) merkittävästi ulko-/drone-näkymissä. Maksaa ~3% L1-regression klassisessa 40K-koulutuksessa (katso `memory/dev_outdoor-floater-reduction.md`). Järkevä vain ulkonäkymissä, joissa selvästi tunnistettavissa oleva taivas; sisätilanäkymissä tai valkoisella taustalla taivassegmentointi tunnistaa väärät alueet ja estää kelpollisia häviösignaaleja. Arvo tallennetaan nykyään projektikohtaisesti (ei enää sovellus-globaalisti) ja seuraa esiasetusta / kohtaus-tiedostoa.

### LYHYESTI

Ulkokuvauksissa, joissa taivas kuvassa, syntyy usein mustia tai värikkäitä möykkyjä taivaalle — niin sanottuja „floatte-  
reita”. Tämä vaihtoehto tunnistaa automaattisesti, missä taivas on, ja kertoo koulutukselle: „Jätä taivas rauhaan.” Toimii erittäin hyvin drone-lennoissa ja maisemanäkymissä. Sisätiloissa tai tummilla taustoilla se voi heikentää kuvaa — siis kytke päälle vain silloin, kun aitoa taivasta on näkyvissä. Yksityiskohtat: `memory/dev_outdoor-floater-reduction.md`.

**I43 Mid-Training Floater Cleanup** **MISSÄ**

Tarkastaja → Parannukset-osio (Outdoor-ryhmä)  
→ Toggle „Mid-Training Floater Cleanup”. Bound:  
AppState.trainingConfig.floaterCleanupEnabled  
(projektikohtainen, @DefaultFalse ). Oletus:  
false .

 **TEKNINEN**

Kytkee Classic-40K-koulutuksessa (esiasetus „P4 Quality”) päälle kaksi ylimääräistä tiheydenhallintapassia: iteraatiossa 20,000 ja iteraatiossa 30,000. Molemmat passit käyvät läpi kaikki gaussit kolmen kriteerin perusteella: (a) hyvin matala läpinäkymättömyys (oletus 0.005), (b) pieni näytön tilan koko, (c) ei häviöpanoksia viimeisten 1000 iteraation aikana. Gaussit, jotka täyttävät kaikki kolme ehtoa, karsitaan. Vaikutus: ~5–15% vähemmän gausseja koulutuksen lopussa, näkyvästi vähemmän tummia möykkyjä taivaalla drone-/ulkonäkymissä. Maksaa ~1–3% L1-regression lähikuva-sisätilänäkymissä, siksi ei oletuksena aktivoitu. Arvo muistetaan uudelleenkäynnistysten yli (toisin kuin S7). Kaksi puhdistusiteraatiota (20K, 30K) on määritelty tiukasti eikä niitä voi muuttaa käyttöliittymässä tällä hetkellä; lyhyemmillä koulutuksilla (esim. P2 Preview 5K) kytkimellä ei ole vaikutusta, koska se ei koskaan saavuta iteraatiomerkkejä. **Uutta:** kytkin on käytettävissä enää vain, kun aktiivinen esiasetus käyttää **Classic**-densifieria (densificationStrategy == .classic). MCMC:llä tai Hybridillä se on **pois-käytöstä** ja näkyviin tulee inline-vihje, koska nämä strategiat käsittelevät kuolleet gaussit jo itse (MCMC relokation kautta, Hybrid yhdistetyn reloc-/noise-logiikan kautta) — manuaaliset puhdistuspassit olisivat siellä tehottomia tai jopa haitallisia. Koodiviite: RadianceKitApp.swift, General-väli-lehti. Yksityiskohdat: memory/dev\_outdoor-floater-reduction.md.

 **LYHYESTI**

Koulutuksen aikana syntyy joskus „kuolleita” gaussipisteitä, jotka eivät enää edistä kuvanlaadua mutta vievät muistia. Tämä vaihtoehto siivoaa kahdesti pitkän koulutuksen aikana (iteraatioissa 20K ja 30K) ja poistaa nämä ruumiit. Ulkonäkymissä taivaan kanssa tämä on erityisen järkevää, koska sinne kerääntyy eniten floattereita. Pienissä koulutuksissa tai lähikuvisa huonekaluista mieluummin ei tarpeen. Kytkimen voi laittaa päälle vain, jos esiasetuksesi käyttää Classic-densifieria — MCMC- tai Hybrid-esiasetuksilla se on harmaana (lyhyt selitys mukana), koska ne siivoavat kuolleet pisteensä itse.

## I44 Reconstruct Sky Dome

### MISSÄ

Tarkastaja → Parannukset-osio (Outdoor-ryhmä)  
→ Toggle „Reconstruct Sky Dome”. Bound:  
AppState.trainingConfig.skyDomeEnabled (projek-  
tikohtainen, @DefaultFalse ). Oletus: false .

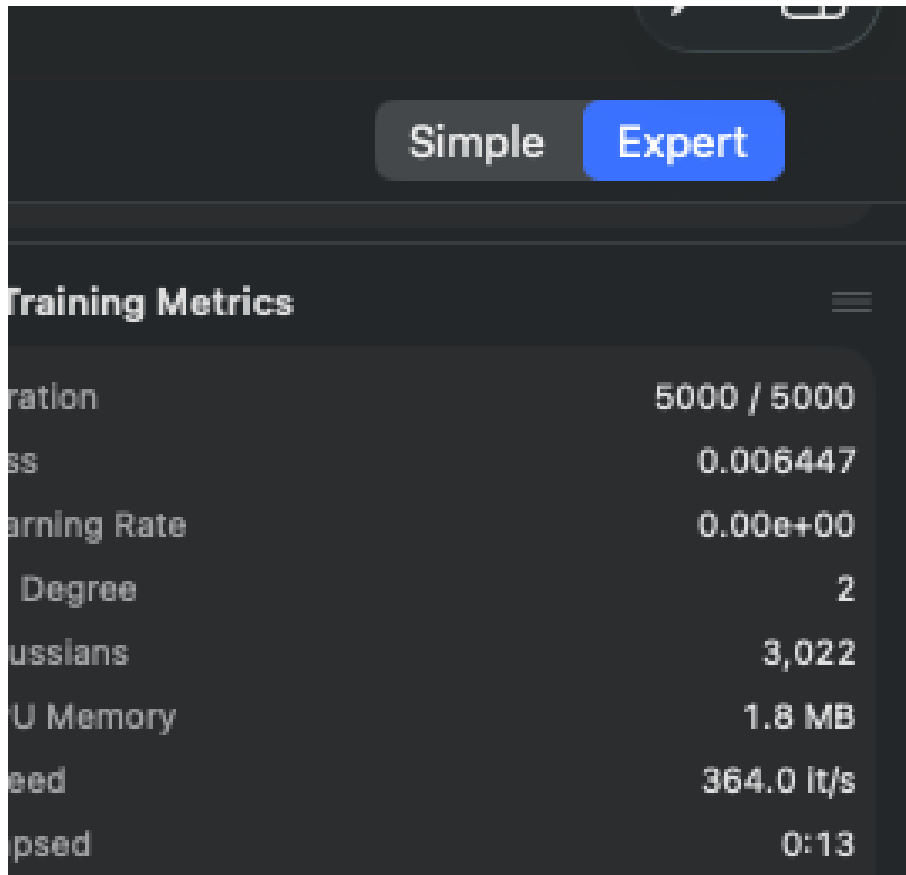
### TEKNINEN

Aktivoi pre-training-taivaskuvun projisoinnin (V549e MVP). SfM:n jälkeen ja ennen koulutuksen alkua jokaiselle syöttökameralle uutetaan S7:n kanssa yhteisesti käytetty Apple-Vision-taivasmaski kuvasta, taivaspikselit projisoidaan virtuaaliselle pallopinnalle (vakiosäde 8x näkymän säde) kameran intrinsicillä. Tällä pallolla ~5000 uutta gaussia alustetaan värikeskiarvoilla projisoiduista taivaspikseleistä, erittäin suurella skaalauksella (1.0 näkymäyksikköinä) ja alkulähinäkyttömyydellä 0.95. Nämä 5000 gaussia eivät ole taivasmaski klassisessa mielessä — ne koulutetaan kuten kaikki muut, mutta korkean alku-läpinäkyttömyyden ansiosta jäävät ohueen kuoreen. Tulos: 360°-novel-views-ulko-/drone-näkymissä esiintyy tummien confetti-möykkyjen sijaan todellista taivaan väriä ja pilvirakenteita. Arvo muistetaan uudelleenkäynnistysten yli. Järkevä vain ulkonäkymissä, joissa vähintään 360°-kameran kattavuus; pelkillä kohdeotoksilla ilman taivasnäkyä ei ole vaikutusta. Status: kokeellinen, laajempi A/B-validointi muilla ulkojoukoilla on vielä kesken.

### LYHYESTI

Sen sijaan, että koulutus yrittäisi „arvata” taivaan muutamasta näkyvästä pikselistä (mikä johtaa floattereihin), RadianceKit projisoi taivaspikselit suoraan virtuaaliselle pallolle näkymän ympärille ennen koulutuksen alkua. Kun sitten käännät valmista näkymää 360°, näet todellisen taivaan mustien möykkyjen sijaan. Toimii vain ulko-otoksissa, joissa todellinen taivas on kuvassa. Olohuoneskannauksissa tai studio-otoksissa siitä ei ole hyötyä.

## Mittarit-osio (I30–I38)



Kuva 13: Rajausta vain Koulutusmittarit-osioista kukkakimppu-koulutuksen päätyttyä (5K iteraatiota, 2 991 Gaussiania lopuksi) — taulukko koulutusmittareista (Iteration, Loss, SSIM Loss, Combined Loss, Gaussian Count, Learning Rate, Elapsed, ETA)

Koulutuksen aikana Mittarit-osio näyttää yhdeksän reaaliaikaista arvoa koulutussilmukasta. Ennen koulutuksen aloittamista osio on tyhjä ("Start training to see live metrics"). Kaikki arvot päivittyvät noin 30 iteraation välein (päivitystaajuus -striimistä). Osio on vain luku -tilassa — mikään elementti ei ole napsautettavissa tai muutettavissa. Syvempää analyysia varten käytä JSONL-koulutuslokeja osoitteessa `~/Documents/RadianceKit/Logs/` (skripti `python3 scripts/analyze_logs.py best 5`).

**I30 Iteraatio**

MISSÄ

Tarkastaja → Mittarit → Iteration. Vain luku.

**TEKNINEN**

Näyttö muodossa "4523 / 40000" — nykyinen iteraatio / suunniteltujen iteraatioiden kokonaismäärä. Laskee synkronisesti koulutussilmukan kanssa, joka lähettää arvot noin 30 iteraation välein. Toinen luku vastaa Max-Iterations-arvoa aloitushetkellä; se ei enää muutu, vaikka käyttäjä säätäisi askeltajaa myöhemmin — käynnissä oleva ajo käyttää omaa tilanekuvakopiotaan. Jos sovellus lisää iteraatioita Training-valikon kautta (Continue Training +5K/+10K/+20K), nimittäjä kasvaa.

**LYHYESTI**

Missä vaiheessa koulutus on. "4523 / 40000" tarkoittaa: 4523 askelta 40 000:sta on suoritettu, eli noin 11% valmis. Vasen luku kasvaa sekuntien välein; jos se pysähtyy minuuteiksi, koulutus on jumissa — yleensä merkki GPU:n kuristamisesta tai kilpailuvasta sovelluksesta. Oikea luku vastaa Max-Iterations-arvoa (I18) koulutuksen alussa eikä enää muutu, vaikka säätäisit askeltajaa myöhemmin. Continue Training (+5K/+10K/+20K) -toiminnolla se kasvaa lisäaskelien verran.

**I31 Häviö (Loss)**

MISSÄ

Tarkastaja → Mittarit → Loss. Vain luku.

**TEKNINEN**

Float-arvo kuudella desimaalilla (esim. "0.024385"). Mittaa yhdistettyä L1+SSIM-häviötä (sekoitusta ohjataan I21 SSIM Weight -säätimellä) sekä valinnaisesti Perceptual Lossia (I29) ja muita regularisoijia. Asteikko ei ole absoluuttinen, vaan kohtausriippuvainen — vaatii useimmissa vertailuissa saman datajoukon. Tyypillisiä loppuarvoja hyvillä konfiguraatioilla: - Classic Quality 40K iters: 0.022–0.025 (Horse, Truck, Garden) - MCMC Full 200K iters: 0.024–0.028 - Outdoor Drohne 30K: 0.030–0.060 (geometriasta johtuen huonompi) - Indoor Apartments: 0.018–0.025

Yli 0.10 arvot 5K iteraation jälkeen viittaavat SfM-ongelmiin (huonot kameran asennot) — keskeytä ja laske SfM uudelleen.

**LYHYESTI**

Kuinka paljon renderöity kuva vielä poikkeaa alkuperäisestä — yhdistelmä L1:stä, SSIM:stä ja mahdollisesti Perceptual Lossista. Pienempi on parempi. Alle 0.03 on yleensä todella hyvä, alle 0.05 vielä ok, ulkoilmanäkymät ovat geometriasta johtuen pikemminkin 0.03–0.06. Yli 0.10 useiden tuhansien iteraatioiden jälkeen on varoitusmerkki — yleensä syynä on kameran rekonstruktio (SfM ei onnistunut kunnolla). Asteikko ei ole absoluuttinen, vaan kohtausriippuvainen; vertailuja kannattaa tehdä vain saman datajoukon sisällä. Jos luku yhtäkkiä hyppää ylös, on yleensä tapahtunut gradientin räjähdys.

### I32 Oppimisnopeus (Learning Rate)



MISSÄ

Tarkastaja → Mittarit → Learning Rate. Vain luku.



TEKNINEN

Tieteellinen notaationäyttö (esim. "1.60e-04"). Nykyinen oppimisnopeus sijaintiparametreille (3DGS:llä on kuusi itsenäistä oppimisnopeutta sijainnille, SH-DC:lle, SH-Restille, peittävyydelle, skaalalle, rotaatiolle — tässä näytetään sijainnin oppimisnopeus edustavana arvona). Oletusalkuarvo 1.6e-4, joka laskee eksponentiaalisen vaimennuksen kautta noin 1.6e-6:een koulutuksen loppuun mennessä. Vaimennus on säädettävissä koulutuskonfiguraation LR-Schedule-kentässä (T-kenttä Luvussa 6). Jos oppimisnopeus pysyy epätavallisen korkeana (esim. 1e-3 tai enemmän 10K iteraation jälkeen), se voi viitata virheellisesti ladattuun konfiguraatioon.

#### LYHYESTI

Kuinka suuria optimointiaskeleet ovat juuri nyt — erityisesti Gaussian-sijaintien oppimisnopeus. Alkaa arvosta 1.60e-04 ja laskee eksponentiaalisesti noin 1.60e-06:een koulutuksen loppuun mennessä ("1.60e-06" = 0.0000016). Kehitys on automaattinen, sinun ei tarvitse säätää mitään. Jos arvo on yli 10 000 iteraation jälkeen edelleen suurempi kuin 1e-3, on todennäköisesti ladattu virheellinen konfiguraatio — keskeytä koulutus ja valitse esiasetus uudelleen. Sisäisesti 3DGS:llä on kuusi itsenäistä oppimisnopeutta (sijainti, SH-DC, SH-Rest, peittävyys, skaala, rotaatio); tässä näet vain sijainnin oppimisnopeuden edustajana.

### I33 SH-aste (SH Degree)



MISSÄ

Tarkastaja → Mittarit → SH Degree. Vain luku.



TEKNINEN

Kokonaisluku 0-3. Palloharmonisten aste väriesitykselle. Alkaa 0:sta (vain DC-komponentti, eli suunnasta riippumaton väri per Gaussian — siis vain yksi RGB-vakio) ja nousee koulutuksen aikana progressiivisesti 3:een. Vakioaikataulu nostaa astetta 1:llä 1000/2000/3000 iteraation kohdalla. SH-3 vastaa 48 värikerrointa per Gaussian (3 RGB-kanavaa × 16 SH-perusfunktioita). Korkeampi SH-aste = enemmän suunnasta riippuvaa heijastusta (kiiltävät pinnat näyttävät oikein erilaisilta eri katselukulmista), mutta myös enemmän muistia ja hitaampi koulutus.

#### LYHYESTI

Kuinka monimutkainen väriesitys per Gaussian on juuri nyt. Alkaa 0:sta (vain yksi suunnasta riippumaton väri per piste) ja nostetaan asteittain 3:een — tyypillisesti iteraatioiden 1000, 2000 ja 3000 kohdalla. Taso 3 tarkoittaa 48 värikerrointa per Gaussian ja mahdollistaa suunnasta riippuvat heijastukset, eli että kiiltävät pinnat näyttävät oikein erilaisilta eri katselukulmista. Sinun ei tarvitse koskea tähän aktiivisesti, aikataulu toimii automaattisesti. Korkeampi aste vie enemmän muistia ja hidastaa koulutusta hieman — mutta se on hinta realistisista kiiltokohdista.

## I34 Gaussianit



MISSÄ

Tarkastaja → Mittarit → Gaussians. Vain luku.



TEKNINEN

Nykyinen Gaussianien määrä mallissa, muotoiltu paikallisella erottimella (esim. "524.318"). Kasvu: - Classic: alkaa SfM-alkupisteistä (tyypillisesti 50K-300K), kasvaa Clone/Split-toiminnolla lähes Densify Until -arvoon asti, sitten staattinen koulutuksen loppuun (miinus karsinta) - MCMC: näytesteitä lisätään MCMC-kattoon asti, sitten vain Relocation

Terveet loppuarvot: - Classic Quality: 400K-700K (Horse 524K, Garden 800K)

- MCMC Full: täsmälleen katossa (oletus 150K, Auto-Scale-kertoimella ×

SfM-määrä kohtauksesta riippuen 500K-1.5M)

Jos MCMC:ssä luku putoaa alle 60% katosta → anomalia (romahdusindikaattori, viittaa liian aggressiivisiin regularisoijiin).

## LYHYESTI

Kuinka monta Gaussian-pistettä 3D-mallissa on juuri nyt. Kasvaa koulutuksen aikana, kunnes Densify Until (I20) on saavutettu; sen jälkeen luku pysyy käytännössä vakiona. Enemmän pisteitä tarkoittaa enemmän yksityiskohtia, mutta myös suurempi tiedosto ja hitaampi renderöinti näkymässä. 500 000 Gaussiania on tyypillinen keskiarvo Classic-Qualitylle keskikokoisessa kohtauksessa; MCMC Full päättyy Auto-Scalesta (I17) riippuen 500K:sta 1.5M:aan. Jos luku MCMC:ssä yhtäkkiä putoaa alle 60% katosta, se on romahdusindikaattori — yleensä liian aggressiiviset regularisoijat.

## I35 GPU-muisti



MISSÄ

Tarkastaja → Mittarit → GPU Memory. Vain luku.



TEKNINEN

Arvio Gaussian-puskurin muistinkulutuksesta Gaussian-määrä × 616 tavua (muotoiltu muistityyliin). 616 tavua on empiirinen koko täysin varustellulle Gaussianille (sijainti, skaalaus, rotaatio, peittävyys, SH-kertoimet aste 3, gradienttikerääjä). Näyttö ei kata renderöijän lisäkustannuksia (tiilipuskuri, lajittelupuskuri, taaksepäin-puskuri) — todellinen GPU-muistin tarve on tyypillisesti 2-3× tätä arvoa suurempi. 500K Gaussianilla: näytetty 290 MB, todellinen 700 MB. 1.5M Gaussianilla: näytetty 880 MB, todellinen 2.5 GB. M3 Maxilla, jossa on 64+ GB yhtenäismuistia, merkityksetön, M3 Prolla, jossa on 18 GB, jo raja.

## LYHYESTI

Arvio siitä, kuinka paljon GPU-muistia Gaussianit itse vievät — noin 616 tavua per piste. Todellinen GPU-kulutus on 2-3× näytettyä suurempi, koska renderöijä lisää vielä omat tiili-, lajittelu- ja taaksepäin-puskurinsa. MacBookilla, jossa on 16-18 GB yhtenäismuistia, sinun tulisi pysyä alle 500K Gaussianissa; M3 Maxilla tai Studiolla (64+ GB) voit helposti ajaa 1.5M ja enemmän. Jos koulutus yhtäkkiä kaatuu tai järjestelmä swappaa, raja on yleensä saavutettu — laske Render Scale (I22) tai vähennä Densify Until (I20).

**I36 Nopeus**

Tarkastaja → Mittarit → Speed. Vain luku.

 **TEKNINEN**

Iteraatioita sekunnissa yhdellä desimaalilla ("24.3 it/s"). Kouluttaja laskee liukuvana keskiarvona viimeisten 100 iteraation ajalta. Tyypillisiä arvoja: - Quick Preset (1K iters): 80-120 it/s (lyhyt, ei vakaata tilaa) - Classic 20K @ 1.0 Render Scale (Truck-kohtaus, M3 Max): 25-35 it/s - Classic 20K @ 0.5 Render Scale: 80-120 it/s - MCMC 200K @ 0.5 Render Scale: 25-50 it/s (hitaampi Relocationin vuoksi) - 1M+ Gaussianilla ja täydellä resoluutiolla: < 10 it/s

Nopeuden lasku koulutuksen aikana on normaalia — enemmän Gaussianeja = enemmän laskentaa per iteraatio. Äkilliset romahdukset (esim. 30 → 5 it/s) viittaavat GPU:n lämpökuristukseen tai kilpaileviin sovelluksiin.

 **LYHYESTI**

Kuinka nopeasti koulutus etenee, iteraatioina sekunnissa. On tyypillisesti 20-50 it/s, alennetulla Render Scalella (50%) ja pienissä kohtauksissa jopa 80-120 it/s. Laskee luonnollisesti koulutuksen aikana, koska enemmän Gaussianeja = enemmän työtä per iteraatio. Äkilliset romahdukset (esim. 30 → 5 it/s) viittaavat GPU:n lämpökuristukseen tai kilpaileviin sovelluksiin — selaimen välilehdet videolla, Time Machine -varmuuskopio, Photos-indeksointi. Sovelluksen pitäminen etualalla ja taustaohjelmien sulkeminen auttaa usein. 1M+ Gaussianilla ja täydellä resoluutiolla alle 10 it/s on normaalia.

**I37 Kulunut aika**

Tarkastaja → Mittarit → Elapsed. Vain luku.

 **TEKNINEN**

Jo kulunut aika muodossa "4:23" (m:ss) tai "1:23:45" (h:mm:ss). Muoto vaihtuu 1 tunnin jälkeen. Mittaa vain puhdasta koulutusaikaa, ei edeltäviä vaiheita (SfM-laskenta, kuvan tuonti). Tauon/jatkamisen aikana kello jatkaa käymistään — on siis seinäkelloaika, ei CPU-aikaa.

 **LYHYESTI**

Kuinka kauan koulutus on jo kestänyt, puhtaana sekuntikellona (seinäkelloaika). Muoto on "m:ss" tuntiin asti, sen jälkeen "h:mm:ss". Ei "CPU-aika", vaan "kuinka kauan olemme jo odottaneet" — siis myös taukoajat lasketaan mukaan. Mittaa vain puhdasta koulutusvaihetta, ei edeltävää SfM-laskentaa tai kuvan tuontia. Hyödyllinen vertailussa ETA:n (I38) kanssa — jos kulunut aika ylittää selvästi alkuperäisen ETA:n, koulutus on hidastunut suunniteltua enemmän.

**I38 Arvioitu saapumisaika (ETA)** **MISSÄ**

Tarkastaja → Mittarit → ETA. Vain luku.

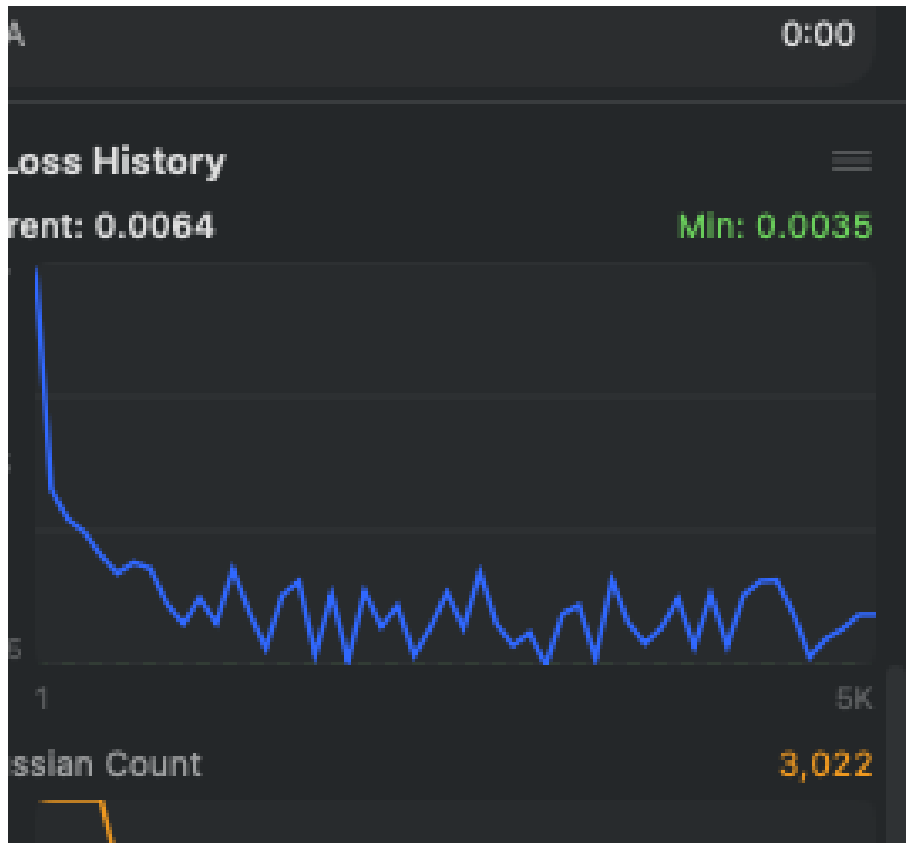
 **TEKNINEN**

Arvioitu jäljellä oleva aika muodossa "17:42" tai "1:12:35". Laskenta:  $(\text{Max Iterations} - \text{nykyinen iteraatio}) / \text{iteraatioita-sekunnissa}$ . Näyttää "-", kun nopeus on nolla (aivan alussa tai tauolla). Arviota **ei** sopeuteta tyypilliseen hidastumiseen koulutuksen loppua kohti — erityisesti MCMC:ssä ja Classicissa, joissa on suuret Densify-Until-arvot, koulutus hidastuu, koska kuvaan tulee yhä enemmän Gaussianoja. Todellisuudessa se pysyy tyypillisesti 10-20% alkuperäisen ETA:n yläpuolella.

 **LYHYESTI**

Kuinka kauan todennäköisesti on vielä odotettava — laskettuna jäljellä olevista iteraatioista ja nykyisestä nopeudesta (I36). Karkea arvio: jos Mac yhtäkkiä hidastuu (enemmän Gaussianoja Densify-vaiheen jälkeen, lämpökuristus, muut sovellukset), se voi kestää kauemmin kuin näytetään. Sovellus ei ota huomioon tyypillistä hidastumista koulutuksen loppua kohti, joten todellinen loppu on yleensä 10-20% alkuperäisen ETA:n yläpuolella. Laske 15% lisää, niin se yleensä pitää paikkansa. Näyttää "-", kun nopeus on 0 (koulutuksen alussa tai tauolla).

## Häviökaavio-osio (I39–I41)



Kuva 14: Rajaus vain Häviöhistoria-osiosta koulutuksen päätyttyä — Nykyinen 0.0064, Minimi 0.0035 (vihreä), sininen käyrä arvosta 0.027 (iteraatio 1) arvoon 0.0035 (iteraatio 5K) tyypillisellä mutkalla iteraation 200 kohdalla, alla oranssi Gaussian-määrän kaavio

Häviökaavio-osio visualisoi koulutuksen kulun ajan myötä. Se koostuu kahdesta kaavios- ta: häviökäyräkaaviosta (suuri, ylhäällä, sininen) ja Gaussian-määrän kaaviosta (pienem- pi, alhaalla, oranssi). Molemmat rakentuvat reaaliaikaisesti koulutuksen aikana ja säilyvät seuraavan koulutuksen alkuun asti. Ennen ensimmäistä koulutusta alue on tyhjä ("Loss curve will appear during training"). Kaaviot ovat puhtaita SwiftUI Path -piirroksia (ei Swift Charts -kehystä), jotta ne renderöityvät sulavasti myös yli 100K pisteellä.

### I39 Nykyinen häviö (näyttö)



MISSÄ

Tarkastaja → Häviökaavio → vasen otsikkoalue "Current: 0.0287". Vain luku.



TEKNINEN

Viimeisen häviönäytepisteen float-arvo, muotoiltu neljällä desimaalilla. Identtinen I31:n kanssa (Häviö Mittarit-osiossa), vain tässä tiiviimmin muotoiltuna. Lähde on häviöhistoria — luettelo, joka saa merkinän noin 30 iteraation välein. Vain äärelliset arvot lisätään luetteloon — NaN/Infinity (erittäin harvinaisen, gradientin räjähdysbugin tapauksessa) suodatetaan pois.

#### LYHYESTI

Nykyinen häviöarvo lyhyemmässä muodossa kuin Mittarit-osiossa (neljä desimaalia). Sisällöllisesti identtinen I31:n kanssa, mutta tässä näyttö on suoraan häviökaavion vieressä ja antaa sinulle tarkan numeroarvon käyrää tarkkaillessasi. Päivittyy kuitenkin kaikki reaaliaikaiset mittarit noin 30 iteraation välein. NaN- tai Infinity-arvot (erittäin harvinaisia gradientin räjähdysbugeissa) sovellus suodattaa automaattisesti pois. Hyödyllinen, jotta sinun ei tarvitse hypätä toiseen osioon kaaviota katsoessa.

### I40 Minimihäviö (näyttö)



MISSÄ

Tarkastaja → Häviökaavio → oikea otsikkoalue "Min: 0.0245" (vihreä). Vain luku.



TEKNINEN

Kaikkien nykyisen koulutusajon aikana nähtyjen häviöarvojen minimi. Lasketaan uudelleen lennossa häviöhistoriasta — ei erillistä tallennusta. Esitetään vihreällä tekstillä, koska "Min" = "paras tähän mennessä". Katkoviiva kaavion alareunassa merkitsee tämän Y-sijainnin visuaalisesti. Continue-training-sessioissa minimin seuranta alkaa alusta — vanha historia korvataan käyttöliittymässä uudella (ei liitetä perään). Jos nykyinen koulutus suoriutuu huonommin kuin edellinen, miniminäyttö voi siis olla suurempi kuin edellinen lopputulos.

#### LYHYESTI

Alin häviöarvo, jonka tämä koulutus on tähän mennessä nähnyt — esitetty vihreällä, koska "paras tähän mennessä". Katkoviiva kaavion alareunassa merkitsee tämän sijainnin myös visuaalisesti. Jos nykyinen käyrä on selvästi sen yläpuolella, on vielä mahdollisuus parannukseen; yleensä minimi on kuitenkin lopputuloksen indikaattori, joka sinua myöhemmin kiinnostaa. Continue-training-sessioissa minimin seuranta alkaa alusta, koska vanha historia korvataan käyttöliittymässä uudella — minimiarvo voi siten näyttää huonommalta kuin edellinen lopputulos.

## I41 Gaussian-määrän kaavio



MISSÄ

Tarkastaja → Häviökaavio → toinen kaavio alla (oranssi). Vain luku.



TEKNINEN

Viivakaavio Gaussian-määrästä koulutusiteraatioiden aikana. Lähde: Gaussian-määrän historia (luetelo (Iter, Count)-pareista, jonka kouluttaja täyttää noin 30 iteraation välein). Y-asteikko dynaaminen historian minimin ja maksimin välillä. Classic-strategialla käyrä näyttää tyypillisesti tältä: jatkuvasti nouseva Densify Until -arvoon asti, sitten tasainen (pienillä karsintavaihteluilla). MCMC:llä: jyrkkä nousu kattoon asti, sitten vaakasuora viiva (Relocation pitää luvun vakiona). Jos käyrä **laskee** aktiivisesta koulutuksesta huolimatta, Densification karsii liian aggressiivisesti — merkki vääristä oletusarvoista tai tunnetusta MCMC-romahdusbugista (v1.4.4-hotfix-aihe).

### LYHYESTI

Miten Gaussianien määrä kehityy koulutuksen aikana — pienempi oranssi kaavio häviökäyrän alla. Classic-strategialla viiva nousee jatkuvasti, kunnes Densify Until (I20) on saavutettu, sen jälkeen se pysyy tasaisena pienillä karsintavaihteluilla. MCMC:llä se nousee jyrkästi kattoon ja pysyy sitten vaakasuorana, koska Relocation pitää luvun vakiona. Jos käyrä yhtäkkiä kääntyy alaspäin aktiivisesta koulutuksesta huolimatta, Densification on liian aggressiivinen karsinnassa — klassinen merkki v1.4.4:n MCMC-romahdusbugista. Silloin auttaa sovelluspäivitys tai vaihto takaisin Classic:iin.

### Miten häviökäyrää luetaan?

Häviökaavio on Tarkastajan tärkein diagnostiikkatyökalu — mikään muu indikaattori ei näytä yhtä suoraan, eteneekö koulutus hyödyllisesti vai onko se jumissa. Tyypillinen terve muoto on nopea lasku ensimmäisten 1000–3000 iteraation aikana (noin 0.15:stä noin 0.05:een), jota seuraa hidas, tasainen lasku koulutuksen loppuun asti (arvoon 0.020–0.030). Logaritmisella asteikolla käyrä näyttää tasaiselta diagonaalilta.

**Mitä häviön tasaantuminen tarkoittaa?** Jos käyrä pysyy tasaisena useiden tuhansien iteraatioiden ajan, on kaksi mahdollista tulkintaa: (a) Koulutus on "konvergoitunut" — häviö ei voi enää merkittävästi laskea, koska malli on niin hyvä kuin se annetuilla tiedoilla ja asetuksilla voi olla. Tämä on toivottavaa; se on "valmis". (b) Koulutus "on jumissa" — häviö voisi vielä laskea, mutta optimointi on pysähtynyt (paikallinen minimi, liian pieni oppimisnopeus, Densification pois päältä). Erottelu: Jos häviöarvo on tyypillisen hyvällä alueella (0.020–0.030 sisätiloissa/esineissä, 0.040–0.060 ulkona) ja käyrä on ollut tasainen 5K iteraation ajan, se on konvergoitunut. Jos arvo on huomattavasti korkeampi kuin vastaavissa kohtauksissa (esim. 0.08), se on jumissa.

**Huomio: Gaussian-tasanne ≠ häviötasanne.** Gaussian-määrän tasaantuminen tarkoittaa **ei** "koulutus on valmis". Se tarkoittaa vain, että Densification on lakannut lisäämästä uusia pisteitä — joko siksi, että on saavutettu (Classic) tai koska MCMC-katto on täynnä. Koulutus jatkuu sen jälkeen ja vain hienosäätää olemassa olevia pisteitä. Varsinaisen "valmis"-signaalin luet häviökäyrästä ja iteraationäytöstä (I30), et täältä.

**Nyrkkisääntö keskeyttämiseen:** Jos häviökäyrä on yli 5000+ iteraation jälkeen yli 0.08 eikä juurikaan laske, on erittäin todennäköistä, että SfM-rekonstruktio on epäonnistunut.

Keskeytä koulutus, tarkista Luvusta 9, sopiiko valittu SfM-taustajärjestelmä kohtaukseen, vaihda tarvittaessa COLMAP/Native-järjestelmään ja aloita uudelleen. On parempi investoida 10 minuuttia parempaan SfM:ään kuin 2 tuntia koulutukseen huonolla kameran suuntauksella.

## **Milloin käyttää Tarkastajaa?**

Pikaopas: Mikä osio ja mitkä säätimet mihinkin tyypilliseen käyttötapaukseen?



## LUKU

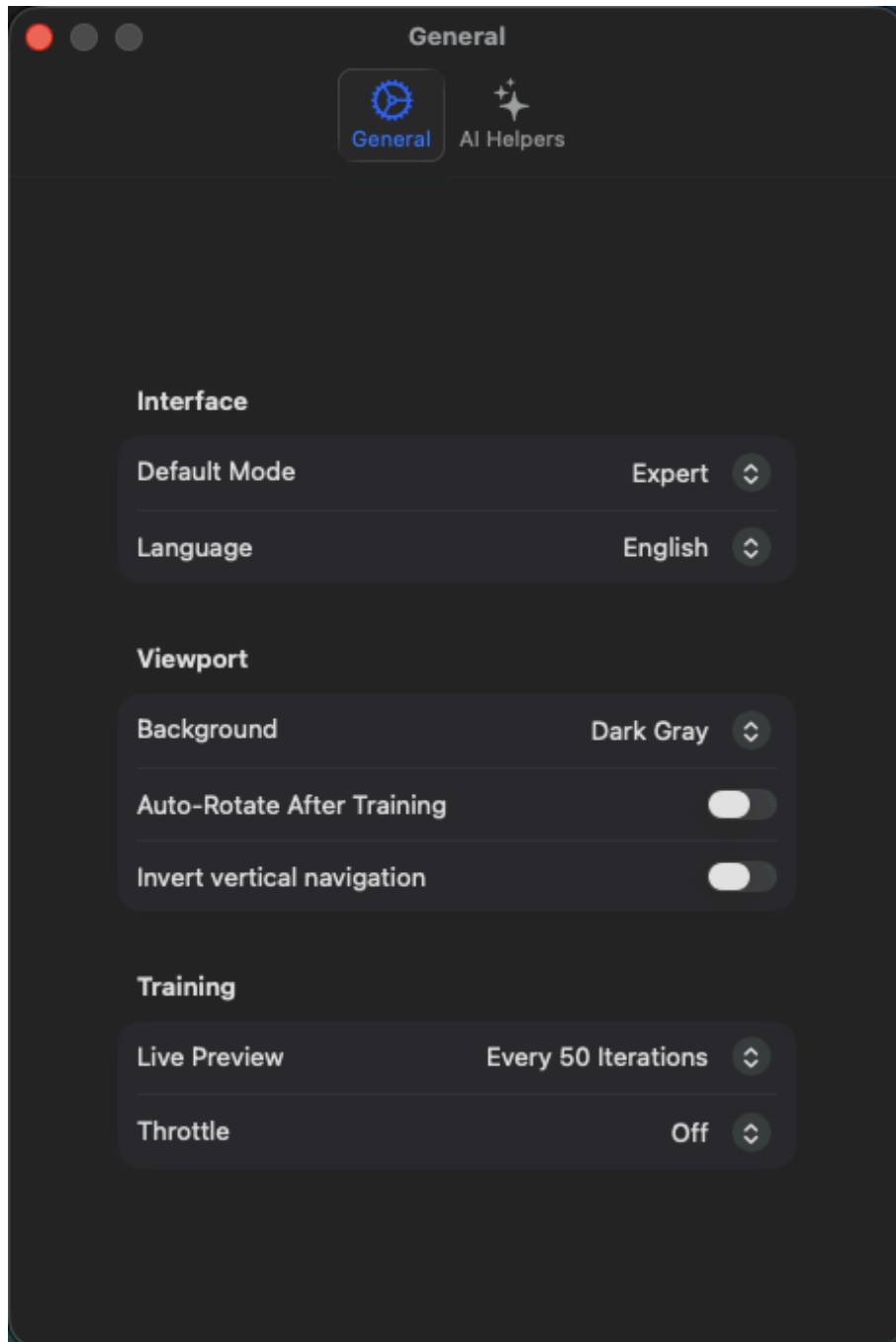
## Luku 3 — Asetukset

---

Asetukset-ikkuna avautuu valikkokomennolla `RadianceKit → Asetukset...` tai vakiopikannäppäimellä `⌘, .` Siinä on kaksi välilehteä: **General** ja **AI Helpers**. Toisin kuin luvun 2 Tarkastajan arvot, tämän ikkunan asetukset vaikuttavat **sovellusta globaalisti** (kaikki projektit) — ne säilytetään ja säilyvät sovelluksen uudelleenkäynnistyksen yli. General-välilehti ryhmittelee kolme sisällöllistä osiota: Käyttöliittymä, Näkymäikkuna ja Koulutus. (Ne kolme ulko-floattereiden kytkintä — Sky Masking, Mid-Training Floater Cleanup ja Reconstruct Sky Dome —, jotka ennen sijaitsivat täällä, on siirretty versiosta 1.6 alkaen Expert-Tarkastajan Parannukset-osioon, jossa ne tallennetaan nyt projektikohtaisesti; katso luku 2, 142–144.) AI-Helpers-välilehti kytkee on-device-koneoppimisapurit (Vision, CoreML) päälle SfM- ja koulutuksen esikäsittelyä varten.

Aiemmat hallintaelementit kaikkien AI-Helperien yhteiseen aktivointiin tai deaktivointiin eivät enää ole olemassa nykyisessä versiossa — vastaavasti niitä ei dokumentoida tässä. Myös aiempi „Coming Soon” -alue vielä toimittamattomille apureille on poistettu eikä siihen viitata täällä.

## General-välilehti



Kuva 15: Asetukset → General-välilehti, jossa käyttöliittymä, näkymäikkuna, koulutus ja Experimental-osio

## S1 Default Mode

### MISSÄ

Settings → General → Interface → Default Mode - valitsin. Bound: . Oletus: `.simple`.

### TEKNINEN

Ohjaa, missä kahdesta UI-tilasta sovellus avautuu seuraavan käynnistyksen jälkeen. „Simple Mode” on ohjattu ohjattu työnkulku neljässä vaiheessa (Tuonti → Käsittely → Esikatselu → Vienti, dokumentoitu luvussa 10 kohdissa Z1–Z4), „Expert Mode” klasinen kolmen paneelin asettelu Navigatorilla, 3D-näkymäikkunalla ja Expert-Tarkastajalla luvusta 2. Arvo muistetaan uudelleenkäynnistysten yli. Identtinen vaikutus kuin valikon Mode → Simple Mode (⌘1) / Mode → Expert Mode (⌘2), sillä erotuksella, että valikko vaihtaa käynnissä olevan istunnon, kun taas tämä valitsin asettaa oletuksen tulevia istuntoja varten. Molemmat tilat käsittelevät samaa projektitilaa — projektit, kamerat ja koulutuskonfiguraatio säilyvät tilan vaihdossa. Tilakohtaiset työkalupalkin painikkeet renderoidaan heti uudelleen.

### LYHYESTI

Tässä valitset, millä käyttöliittymällä RadianceKit käynnistyy seuraavalla kerralla. „Simple Mode” on aloittelijatila: neljä selkeää vaihtoa, valmiit oletukset, vähän vaihtoehtoja. „Expert Mode” on täysi työkalupakkilatauma kaikilla säätimillä, jotka näet luvussa 2. Voit milloin tahansa vaihtaa valikon „Mode” kautta edestakaisin ilman, että kuvat tai koulutuksen edistys katoavat.

## S2 Language

### MISSÄ

Settings → General → Interface → Language-valitsin. Bound: . Oletus: `.system` (seuraa macOS-kieltä).

### TEKNINEN

Valitsee koko sovelluksen käyttöliittymän näyttökielen, riippumatta macOS-järjestelmäkielestä. RadianceKit on lokalisoitu 17 kielelle (`de`, `en`, `pl`, `en-AU`, `ar-SA`, plus 12 muuta). Valinnalla „System” sovellus seuraa macOS-kieltä. Eksplisiittisellä valinnalla kieliasetus muistetaan uudelleenkäynnistysten yli; täysi vaikutus vaatii yleensä sovelluksen uudelleenkäynnistyksen, koska lokalisoitipaketit ladataan vain käynnistyksessä. Projektin 298 dokumentoitua lokalisointiavainta huomioidaan kaikki, mukaan lukien kaikki tekstit alinäkymissä ja apuvinkeissä.

### LYHYESTI

Jos Macisi pyörii englanniksi, mutta haluat mieluummin saksankielisen RadianceKit-käyttöliittymän (tai päinvastoin), asetat sen täällä. Useimmat tekstit vaihtuvat heti. Jotkin dialogit ilmestyvät uudelle kielelle vasta sovelluksen uudelleenkäynnistyksen jälkeen.

### S3 Viewport Background

#### MISSÄ

Settings → General → Viewport → Background-valitsin. Bound.: Oletus: `.darkGray` (RGB 0.1, 0.1, 0.1).

#### TEKNINEN

Asettaa 3D-näkymäikkunan vakio-taustaväriin. Kolme vaihtoehtoa: „Dark Gray” (RGB 0.1, 0.1, 0.1 — oletus), „Black” (0, 0, 0) ja „White” (1, 1, 1). Asetus säilyttää oletuksen uusille projekteille ja istunnoille uudelleenkäynnistysten yli ja päivittää samalla käynnissä olevan Metal-renderöijän heti. Identtiset vaihtoehdot löytyvät valikosta Viewport → Background (M21, M22, M23), mutta asetustalitusin asettaa oletuksen, kun taas valikko vaihtaa käynnissä olevan näytön. Tärkeä kuvakaappauksia ja demovideoita varten: valkoiset taustat korostavat vihreitä/sinisiä floatteita voimakkaammin, tummat taustat ovat paremmat puhtaisiin renderöintitoksiin.

#### LYHYESTI


Väri 3D-malliesi takana esikatseluikkunassa. Tummanharmaa on standardi ja sopii useimpiin näkymiin. Valkoinen on hyvä kuvakaappauksiin, musta vaikuttaa hienostuneemmalta renderöintitoksissa. Voit milloin tahansa vaihtaa väriä valikon „Viewport → Background” kautta käynnissä olevaan näkymään — tämä asetus vain määrittää, mikä väri on aktiivinen seuraavalla avauksella.

### S4 Auto-Rotate After Training

#### MISSÄ

Settings → General → Viewport → Toggle „Auto-Rotate After Training”. Bound.: Oletus: `false`.

#### TEKNINEN

Käynnistää välittömästi koulutuksen päättymisen jälkeen jatkuvan turntable-kierron näkymäikkunan kamerasta näkymän painopisteen ympäri (vakio-kierto ~0.3 rad/s). Käytännössä hyödyllinen demosessioissa, A/B-vertailuissa ja 360°-näkyistä suoraan arvioidakseen, onko näkymän reunaan syntynyt „floatteita”. Vaikutus on visuaalisesti identtinen valikon Viewport → Toggle Auto-Rotation-toimintoon (M16, ) , sillä erotuksella, että tämä kytkin laukaisee toiminnan automaattisesti koulutuksen päättymisen jälkeen manuaalisen sijaan. Voidaan myöhemmin koska tahansa keskeyttää valikon kautta tai klikkaamalla näkymäikkunaan (joka pysäyttää kierron). Ei vaikuta koulutuksen suoritukseen — kierto käynnistyy vasta, kun koulutus on valmis.

#### LYHYESTI

Kun aktivoitu, 3D-näkymä alkaa pyöriä automaattisesti heti, kun koulutus on valmis — kuin karuselli. Mukava, kun yötä koulutuksessa näet aamulla tuloksen jo liikkeessä ilman omaa klikkausta. Pitkissä istunnoissa, joissa vain valvot koulutusta, jätä se mieluummin pois.

**S5** Live Preview Interval **MISSÄ**

Settings → General → Training  
→ Live Preview -valitsin. Bound:  
AppState.trainingConfig.livePreviewInterval.  
Oletus: 0 (Off).

 **TEKNINEN**

Määrittää, missä iteraatiovälissä käynnissä oleva koulutuksen tilannekuva renderoidaan 3D-näkymäikkunaan. Neljä diskreettiä arvoa: 0 („Off“), 50, 250, 1000 iteraatiota. Aktiivisessa Live Previewssä kouluttaja kopioi gaussipuskurin GPU:sta erilliseen renderointipuskuriin ja laukaisee näkymäikkunan uudelleenpiirron. „Off“:ssa näkymäikkunaa päivitetään vasta koulutuksen päättymisen jälkeen. Suorituskyvyn kustannukset: joka 50:s iteraatio ~5–10% hitaampi M3 Ultralla, joka 250:s iteraatio ~1–2% hitaampi, joka 1000:s iteraatio mittaamaton. Muistin overhead vakio ~2 GB tilannekuvapuskurille riippumatta välistä. Arvo toimii oletuksena uusille koulutuksille; koulutuksen aloituksen jälkeen koulutuksen Tarkastaja näyttää tämän koulutuksen todellisen live-arvon. Välillä 50 visuaalinen vaikutelma on sulava pistepilven „kasvaminen“, välillä 1000 se vaikuttaa nytkähteleväitä.

 **LYHYESTI**

Kun koulutus on käynnissä, voit valita, kuinka usein 3D-näkymä päivittyy. „Off“ tarkoittaa: ei päivitystä koulutuksen aikana (nopein). „Every 50 Iterations“ näyttää lähes reaaliajassa, miten näkymäsi syntyy (hieman hitaampi). Rauhalliseen seuraamiseen pienissä koulutuksissa „Every 250“ on hyvä kompromissi.

## S6 Throttle Delay

### MISSÄ

Settings → General → Training → Throttle-valitsin.  
Bound: `AppState.trainingConfig.throttleDelayMs`.  
Oletus: 0 (Off).

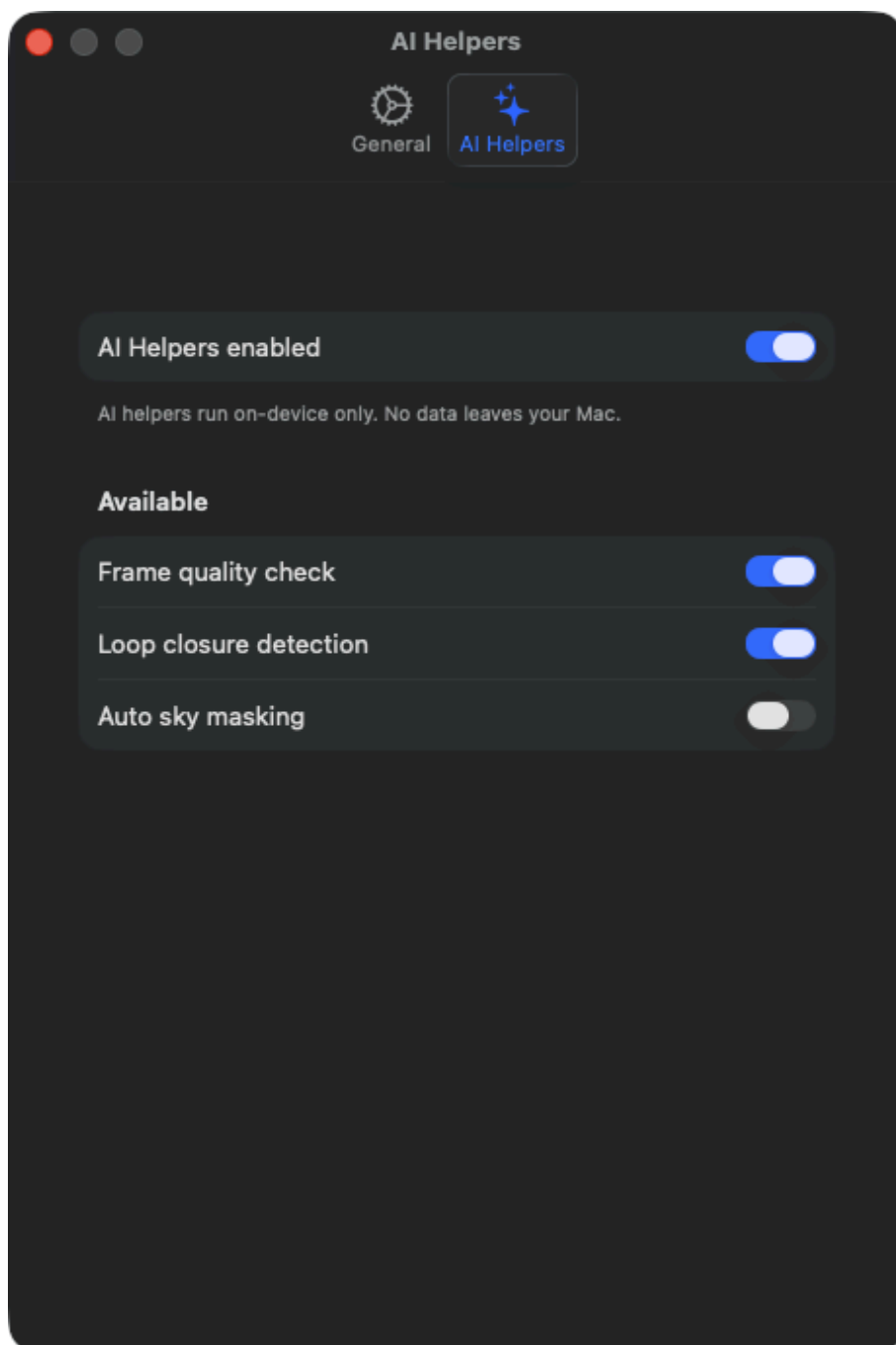
### TEKNINEN

Lisää koulutusiteraatioiden välille keinotekoisia viiveen millisekunneissa. Neljä diskreettiä arvoa: 0 („Off“), 2 („Light“), 5 („Moderate“), 10 („Eco“). Tarkoitus: pitkissä koulutuksissa (useita tunteja) GPU muuten kuormittuu 100%:isesti, mikä johtaa havaittavasti hitaampaan järjestelmän käyttöölyttymään (hiiren osoitin nytkähtelee, muut sovellukset hidastuvat). Throttle-viive antaa GPU:lle taukoja, joissa muita tehtäviä voi suorittaa. Suorituskyvyn kustannukset ovat merkittävät: 5 ms throttlella tyypillinen 40K-koulutus kestää noin 50–80% pidempään kuin ilman throttlea. Suorituskykytilassa „Eco“ (10 ms) viive per iteraatio on pidempi kuin itse iteraatio — kerroin 2–3× hitaampi. Aktiivisessa throttlessa valitsimen alle ilmestyy huomautus: „Throttle is on. Training will be slower than usual.“ Sovellus itse ei reagoi havaittavasti paremmin — vain muut sovellukset hyötyvät.

### LYHYESTI

Jos Macisi käy pitkän koulutuksen aikana liian kuumana tai muut ohjelmat hidastuvat liikaa, kytke täällä jarru päälle. „Off“ antaa GPU:lle täydet kaasut (nopein). „Light“ pitää pienen tauon jokaisen vaiheen välillä (hieman hitaampi, mutta järjestelmä reagoi paremmin). „Eco“ on voimakkain jarru — hyvä yökoulutuksiin MacBookilla, joiden ei pidä kuumeta liikaa.

## AI-Helpers-välilehti



Kuva 16: Asetukset → AI-Helpers-välilehti pääkytkimellä ja alikytkimillä

**S11 AI Helpers enabled (Master)** **MISSÄ**

Settings → AI Helpers → ensimmäinen osio → Toggle „AI Helpers enabled”. Bound.: Oletus: `true` .

 **TEKNINEN**

Pääkytkin kaikille AI-Helpers-ominaisuuksille putkessa. Pois päältä tuonti- ja SfM-putki ohittaa kaikki ML-pohjaiset esikäsittelyvaiheet täysin — ei Apple-Visionin kutsuja, ei CoreML-mallien latausta, ei NPU:n herättämistä. Päällä konsultoidaan yksittäisiä alikytkimiä (S12–S13). Arvo muistetaan uudelleenkäynnistysten yli. Vaikuttaa seuraaviin vaiheisiin: (a) ruudun laatutarkistus ennen SfM:ää (S12), (b) silmukan sulkemisen tunnistus (S13). Tärkeää: pois päältä kaksi alikytkintä on deaktivoitu ja visuaalisesti harmaina. Alaviite korostaa, että kaikki AI-Helpers toimivat tiukasti on-device — ei kuvien latausta, ei pilvikäsittelyä. Tietosuojatakaus perustuu ainoastaan Apple-Visioniin (paikallinen Neural Engine) ja CoreML-malleihin, jotka ovat suoraan sovelluksen paketissa.

 **LYHYESTI**

Pääkytkin kaikille toiminnoille, jotka käyttävät sisäisesti tekoälyä/koneoppimista. Standardi on „päällä”, koska apurit säästävät paljon aikaa, ilman että kuvasi poistuvat Macilta. Jos haluat ne kokonaan pois (esim. virran säästämiseksi tai koska Macissa ei ole NPU:ta), kytke ne täällä pois — silloin kaksi alavaihtoehtoa alapuolella muuttuvat automaattisesti harmaiksi eivätkä tee enää mitään.

**S12** Frame quality check **MISSÄ**

Settings → AI Helpers → Available-osio → Toggle „Frame quality check”. Bound: Oletus: `true`.

 **TEKNINEN**

Aktivoi ruudun laadun seulan (vaihe 3.11), joka analysoi jokaisen tuodun ruudun ennen SfM-kutsua. Putken vaiheet per ruutu: (a) Laplacian-Variance-suodatin Apple Visionista (epäterävyyden tunnistus — kynnyksarvo ~150), (b) histogrammipohjainen yli-/alivalotuksen tarkistus (kynnys: >5% pikseleistä 0:ssa tai 255:ssä), (c) tyhjän ruudun tunnistus (keskihajonta < 5 kaikkien pikseleiden yli). Ruudut, jotka läpäisevät kaikki kolme tarkistusta, menevät suoraan läpi. Ruudut, jotka epäonnistuvat vähintään yhdessä tarkistuksessa, laukaisevat modaalisen vahvistusdialogin, joka listaa jokaisen ongelmallisen ruudun pikkukuvalla ja perustelulla ja kysyy, pitäisikö se poistaa. Tärkeää: ei automaattista poistoa — dialogi on aina pakollinen, käyttäjä säilyttää viimeisen päätöksen. Suorituskyky: ~50 ms per ruutu M3 Ultralla, toimii rinnakkain. Pois päältä kaikki ruudut välitetään tarkistamatta SfM:ään. Pääkytkimen ollessa pois päältä (S11) tämä kytkin on visuaalisesti harmaa ja vaikutuksetta. Toimitettu status muistin mukaan: SHIPPED 2026-05-23.

 **LYHYESTI**

Ennen varsinaista koulutusta sovellus katsoo jokaista valokuvaa: onko se sumea? täysin tumma tai valkoinen? tyhjä? Jos on, se kysyy sinulta, haluatko heittää kuvan pois — se ei poista koskaan automaattisesti mitään. Tämä säästää myöhemmin monta tuntia, koska yksi ainoa täysin sumea kuva voi joskus pilata koko koulutuksen. Standardi on „päällä”, koska vaiva on lähes nolla ja hyöty suuri.

### S13 Loop closure detection

#### MISSÄ

Settings → AI Helpers → Available-osio → Toggle „Loop closure detection“. Bound: Oletus: `true`.

#### TEKNINEN

Aktivoi Apple-Visionin Feature-Printiin perustuvan silmukan sulkemisen tunnistuksen. Jokaiselle tuodulle ruudulle lasketaan ~768-dimensionaalinen piirrevektori, joka esittää kuvan sisällön neuraalista upotusta. Sen jälkeen kaikkia piirreprinttejä verrataan pareittain kosinin samankaltaisuudella. Parit, joilla samankaltaisuus  $> 0.85$  ja etäisyys ruutuindeksissä  $> 50$  (siis ei-naapuriruudut), tunnistetaan „silmukan sulkemisen ehdokkaiksi“ ja kirjoitetaan sivukko-JSONL-tiedostoon projektikansiossa. Vain informatiivinen — tuotua kuvasekvenssiä ei muokata. Tarkoitus: antaa SfM-ratkaisijalle (erityisesti COLMAPille) vihje, että nämä ruudut kuuluvat yhteenklusteron 3D-tilassa. Natiiville SfM:lle sivukko-tiedot ovat tällä hetkellä vain dokumentoivia; COLMAP käyttää vihjeitä sisäisesti omilla vertailutiedoilla (manuaalinen integrointi mahdollinen, ei automaattisesti yhdistetty). Suorituskyky: ~200 ms per ruutu M3 Ultralla, toimii rinnakkain. Pois päältä ei piirreprinttejä generoida. Pääkytkimen ollessa pois (S11) visuaalisesti harmaa.

#### LYHYESTI

Kun kuvaamisessa kävelet kohteen ympäri ja päädyt lopussa takaisin alkupisteeseen, se auttaa tietokonetta valtavasti tietämään. Tämä vaihtoehto tunnistaa automaattisesti, mitkä valokuvistasi on otettu „lähes samalta paikalta“, ja kirjoittaa sen pieneen aputiedostoon. SfM-työkälu (ennen kaikkea COLMAP) voivat käyttää tätä tietoa tuottaakseen puhtaamman 3D-rekonstruktion. Standardi on „päällä“, koska se toimii ilman omaa toimintaa eikä muuta mitään kuviasi.

## Tarkastajan peili-asetukset

Muut Settings-merkinnät (S17–S33) inventaariotaulukosta ovat peilauksia Expert-Tarkastajasta ja ovat dokumentoitu luvussa 2 (Tarkastajan ohjaimet I12–I29). Ne eivät esiinny fyysisesti asetusikkunassa, vaan ne on listattu inventaariossa vain siksi, että ne kulkevat `TrainingConfig`-propertyjen kautta, joita säilytetään ja siinä mielessä ne ovat muodollisesti asetusten luonteisia. Sisällöllisiin selityksiin katso sieltä.

## Mikä milloin?

Asetus	Voimassaoloalue	Pysyvyys
S1 Default Mode	Sovellus-globaali	Sovelluksen uudelleen-käynnistys
S2 Language	Sovellus-globaali	Sovelluksen uudelleen-käynnistys
S3 Viewport Background	Sovellus-globaali (oletus) + ajoaikainen	Sovelluksen uudelleen-käynnistys
S4 Auto-Rotate After Training	Sovellus-globaali	Sovelluksen uudelleen-käynnistys
S5 Live Preview Interval	Oletus uusille koulutuksille	Sovelluksen uudelleen-käynnistys
S6 Throttle Delay	Oletus uusille koulutuksille	Sovelluksen uudelleen-käynnistys
S11 AI Helpers Master	Sovellus-globaali	Sovelluksen uudelleen-käynnistys
S12 Frame quality check	Sovellus-globaali	Sovelluksen uudelleen-käynnistys
S13 Loop closure detection	Sovellus-globaali	Sovelluksen uudelleen-käynnistys

Sovellus-globaali = vaikuttaa kaikkiin projekteihin. Oletus uusille koulutuksille = vaikuttaa vain seuraavaksi luotuun koulutukseen, käynnissä olevat istunnot pysyvät muuttumattomina. Nykyinen koulutus = vaikuttaa heti käynnissä olevaan koulutuskonfiguraatioon, mutta ei säily ilman eksplisiittistä uudelleentuontia.

## LUKU

## Luku 4 — Apuikkunat

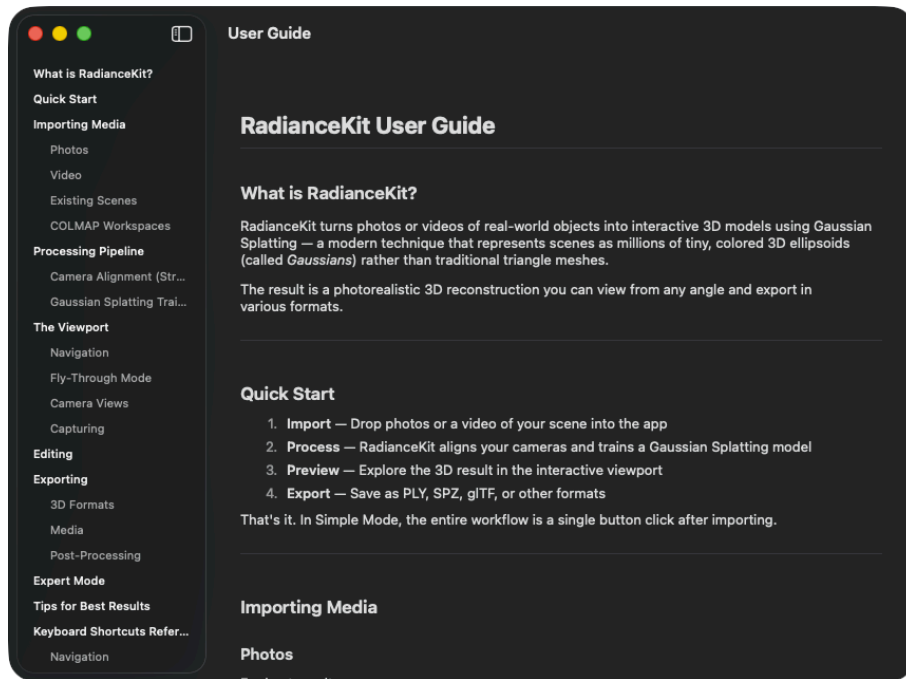
---

Pääikkunan (3D-näkymä ja Tarkastaja) lisäksi RadianceKit hallinnoi seitsemää muuta ikkunaa, jotka kaikki avataan Help-valikosta. Luettelo ylhäältä alas: User Guide (⌘?), Keyboard Shortcuts (⌘/), Open Training Logs... (ei avaa sovellusikkunaa, vaan Finderin; siksi sitä ei käsitellä tässä tarkemmin), Manage Storage..., Pareto Dashboard... (⇧⌘D), Holdout Analysis... (⇧⌘H), BayesOpt Console... (⇧⌘B). Kolme näistä – Dashboard, Holdout, BayesOpt – ovat itsenäisiä analyysityökaluja. Niillä on kullakin oma View-Model-pino, ne lukevat tai kirjoittavat JSON-tiedostoja levyille, ja jokaiselle on olemassa CLI-argumentti, jolla voit ohjata ikkunan tiettyyn tiedostoon heti sovelluksen käynnistyessä ( `--dashboard-dir` , `--holdout-file` , `--bayesopt-autorun` ).

Neljä yksinkertaista ikkunaa (User Guide, Keyboard Shortcuts, Manage Storage sekä alivalikkokohdat Open Training Logs / Open Exports Folder) saavat lyhyen kuvauksen kutakin ohjainta kohden. Kolme analyysi-ikkunaa on dokumentoitu yksityiskohtaisemmin – jokaisella on johdanto, joka selittää, mitä ikkunassa näkyy, milloin se kannattaa avata ja miten näytettävää kuvaa tulkitaan.

Luvun lopussa on viittausosio pääikkunan Tarkastajaan: mitä voit hyödyllisesti lukea Live-Loss-kaaviosta ja Gaussian-Count-näytöstä käynnissä olevan koulutuksen aikana.

## User Guide (W1–W4)



Kuva 17: User Guide -ikkuna, jossa sivupalkki vasemmalla ja renderöity Markdown-sisältö oikealla

**Mikä se on:** Sisäänrakennettu ohjeikkuna, joka renderöi sovelluksen mukana toimitetun `guide_<kieli>.md` -tiedoston. Kieli päätellään Asetuksista (General-välilehti → Language) tai, jos siellä lukee "System", macOS:n kieliasetuksista. Asettelu on klassinen: vasemmalla sivupalkki kaikilla otsikoilla, oikealla leipäteksti.

**MILLOIN AVATA** Kun tarvitset nopean muistutuksen yksittäisestä asiasta – siis hakusanan korvikkeena. Tämä käyttöopas on kattava viiteopas; sisäänrakennettu ohjeikkuna on pikemminkin kuin komentorivin `--help` -komento. Se päivitetään jokaisen sovellusjulkaisun yhteydessä, mutta pidetään sisällöltään pintapuolisempana.

## W1 NavigationSplitView (sivupalkki + yksityiskohdat)



MISSÄ

Help → User Guide (⌘?)...



TEKNINEN

Kaksipalstainen asettelu, jossa on kapea sivupalkki (vähintään 180 pt leveä) sisällysluettelopuulle ja vieritettävä yksityiskohta-alue varsinaiselle Markdown-sisällölle. Ikkunan vähimmäiskoko on 700 × 500 pt. Ensimmäisellä avauskerralla ikkuna lataa sopivan `guide_<lang>.md` -tiedoston sovelluspaketista (varalla `guide_en.md`), jäsentää sen lohkotietueiksi (otsikot H1–H4, kappaleet, luettelot, taulukot, erotinvivut) ja poimii erikseen otsikkorakenteen sivupalkkia varten. Sisäinen muotoilu (lihavointi, kursivointi, koodinpätkä) renderöidään sisäänrakennetulla Markdown-moottorilla. Kieli luetaan sovelluksen asetuksista, erikoistapauksina kiina ( `zh-Hans` ) ja brasilianportugali ( `pt-BR` ), jotka säilytetään täysinä locale-tunnisteina, koska nämä variantit eroavat kielistä zh ja pt.

### LYHYESTI

Sisäänrakennettu ohjeteksti, vasemmalla aiheuuttelo, oikealla sisältö. Kieli asettuu automaattisesti järjestelmäasetustesi mukaan. Toimii offline-tilassa, mutta on tarkoituksella vain lyhyt versio – tämä käyttöopas on täydellinen viiteopas.

## W2 List (otsikkosivupalkki)



MISSÄ

User Guide -ikkunan vasen sarake..



TEKNINEN

Luettelo kaikista nykyisen Markdown-dokumentin H2- ja H3-otsikoista. H2-merkinnät näkyvät ilman sisennystä Medium-kirjasinpainolla, H3-merkinnät 16 pt:n sisennyksellä vasemmalla ja himmennetyllä etualan tyylillä. H4 ja syvemmät jätetään huomiotta, koska syvyys tekisi sivupalkista epäselvän. Ankkuri-ID:t luodaan otsikkotekstistä slugifioimalla (pienet kirjaimet + välilyönnit viivoiksi + suodatus kirjaimille/numeroille/viivoille – sama algoritmi, jota GitHub käyttää Markdown-ankkureilleen, jotta myös ulkoiset URL-osoitteet dokumentaatioon voisivat mahdollisesti päätyä samaan ankkuriin). Luettelo käyttää natiivia macOS-tyyliä.

### LYHYESTI

Navigointipalkki vasemmalla puolella. Napauta merkintää, niin hyppäät kyseiseen osioon.

### W3 Painike (otsikko → ankkurihyppy)



Yksi painike per sivupalkin rivi..



Jokainen sivupalkin merkintä on painike, joka asettaa nykyisen ankkurin, mutta näyttää visuaalisesti luettelomerkinnältä. Tarkkailijamuuttuja laukaisee sitten vierityshypyn vastaavaan ankkuriin pehmeällä 0,3 sekunnin animaatiolla. Hypyn jälkeen ankkuriarvo nollataan, jotta seuraava napsautus samaan ankkuriin laukeaa uudelleen (muuten tarkkailija ei laukeaisi uudelleen, koska arvo ei ole muuttunut).

#### LYHYESTI

Napsautus vie sinut oikeaan kohtaan oikealla olevassa tekstissä.

### W4 ScrollView (yksityiskohtainen sisältö)



Oikea sarake..

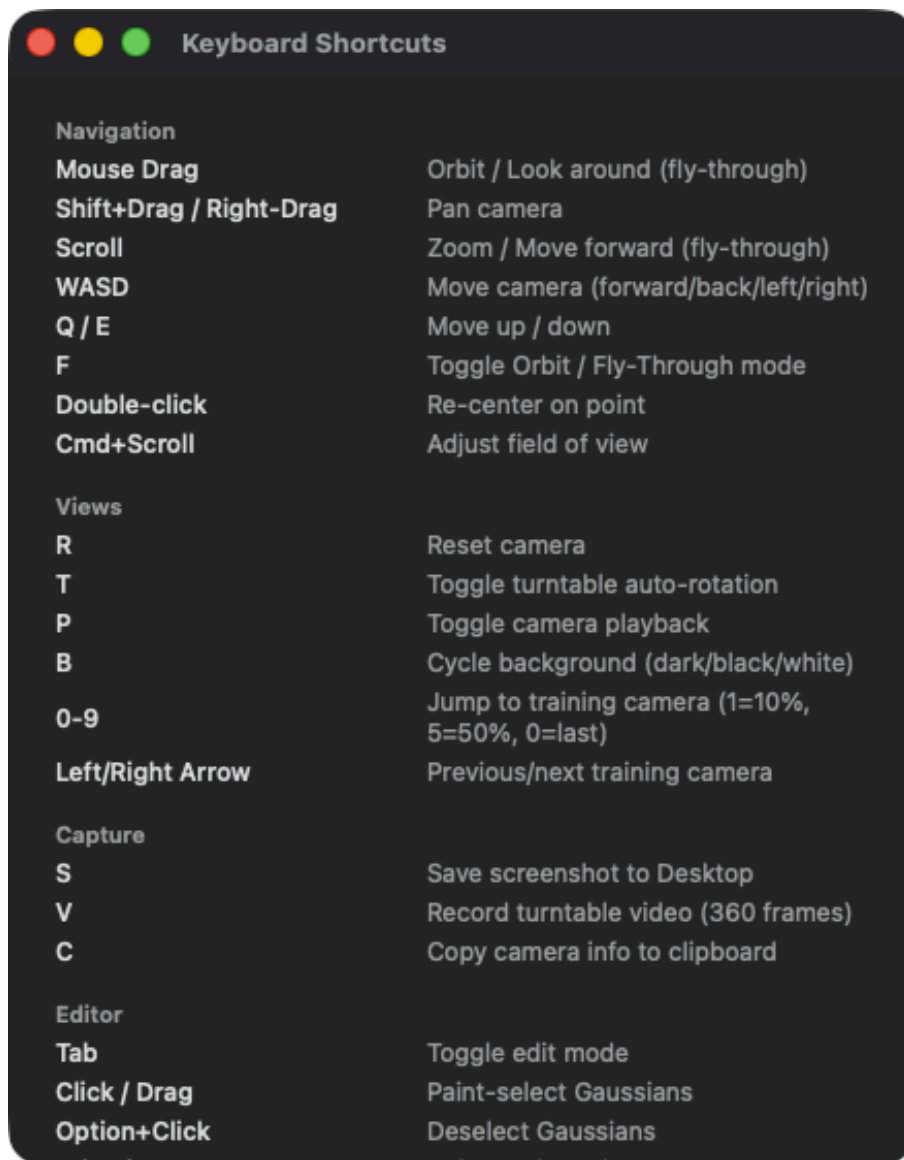


Vieritettävä, pystysuunnassa pinoava sisältöalue laiskalla renderöinnillä, koska pidemmissä oppaissa voi helposti olla yli 200 Markdown-lohkoa – ei-laiska versio instansioisi kaikki samanaikaisesti. Jokainen lohko saa oman ID:n, joko otsikkoankkurin (hypättäville H1–H3) tai indeksipaikkamerkin. Maksimileveys on 720 pt, täyte 32 vaak- / 24 pystysuunnassa, jotta pitkät rivit säilyttävät hyvän luettavuuden. Taulukot renderöidään soluittain vaakasuuntaisilla pinoilla ja erotinviivoilla; sisäinen koodi sisäänrakennetulla Markdown-moottorilla. Oikeita koodilohkoja käsitellään tällä hetkellä kappaleina – tämä on tunnettu ohjeikkunan rajoitus.

#### LYHYESTI

Varsinainen ohjeteksti. Vieritettävä, helposti luettava leveys, selkeä typografia.

## Pikanäppäimet (W5–W6)



Kuva 18: Pikanäppäimet-ikkuna – viisi ryhmää Navigation/Views/Capture/Editor/Training, pikanäppäinsarake vasemmalla ja kuvaus oikealla

**MITÄ KUVASSA NÄKYY** Staattinen viiteluettelo viidessä osiossa. **Navigointi:** Hiiren veto (Orbit/Fly), Shift+veto/Oikea-veto (Pan), Vieritys (Zoom), WASD (Fly-Through-liike), Q/ E (Ylös/Alas), F (Vaihda Orbit/Fly), Kaksoisnapsaus (Keskitys uudelleen), Cmd+Vieritys (FoV-säätö). **Näkymät:** R (Nollaa kamera), T (Automaattinen kierto), P (Kameran toisto), B (Vaihda taustaa), 0–9 (Hyppää koulutuskameraan 1=10%/5=50%/0=viimeinen), Vasen/Oikea nuoli (Edellinen/Seuraava kamera). **Kaappaus:** S (Kuvakaappaus työpöydälle), V (Kääntöpöytävideo), C (Kopioi kameran tiedot). **Editori:** Tab (Muokkaustila), Napsaus/Veto (Maalausvalinta), Option+Napsaus (Poista valinta), X / Delete (Poista valinta), Cmd-Z (Kumoa viimeisin poisto), [ / ] (Siveltimen koko pienempi/suurempi), Esc (Peruuta valinta). **Koulutus:** Käynnistä, Tauko/Jatka, Peruuta, Jatka +5K/+10K/+20K valikon pikanäppäimillä M9–M14.

**Mikä se on:** Yksinkertainen staattinen yleiskatsaus kaikista pikanäppäimistä – Navigation, Views, Capture, Editor, Training. Sisältö on kovakoodattu, ei Markdown-latausta.

**MILLOIN AVATA** Kun etsit nopeinta tapaa tehdä jotain näkymässä. WASD-fly-through, R kameran nollaukseen, B taustan vaihtoon – kaikki löytyvät täältä.

## W5 ScrollView (sisältöalue)

 **MISSÄ**

Help → Keyboard Shortcuts (⌘/)...

 **TEKNINEN**

Yksinkertainen vieritysalue, jossa on pystysuuntainen luettelo. 20 pt:n täyte joka puolella, ei sivupalkin navigointipuuta (luettelo on riittävän lyhyt). Sisältö on ryhmitelty viiteen osioon (Navigation, Views, Capture, Editor, Training). Yksi rivi per näppäinyhdistelmä, jossa on käännettävä teksti molemmissa sarakeissa. Vasen sarake (näppäinkoodi) on kiinnitetty 180 pt:n leveyteen, jotta kuvaukset oikealla pysyvät pystysuunnassa linjassa. Ei vuorovaikutusta paitsi vieritys – rivin napsauttaminen ei tee mitään, pikanäppäimet ovat oikeita näppäimistömuuntimia valikossa ja näkymässä.

 **LYHYESTI**

Taulukko kaikista pikanäppäimistä. Staattinen lunttilappu nopeaa tarkistusta varten.

## W6 VStack (pikanäppäinosiot)

 **MISSÄ**

ScrollView'n sisällä..

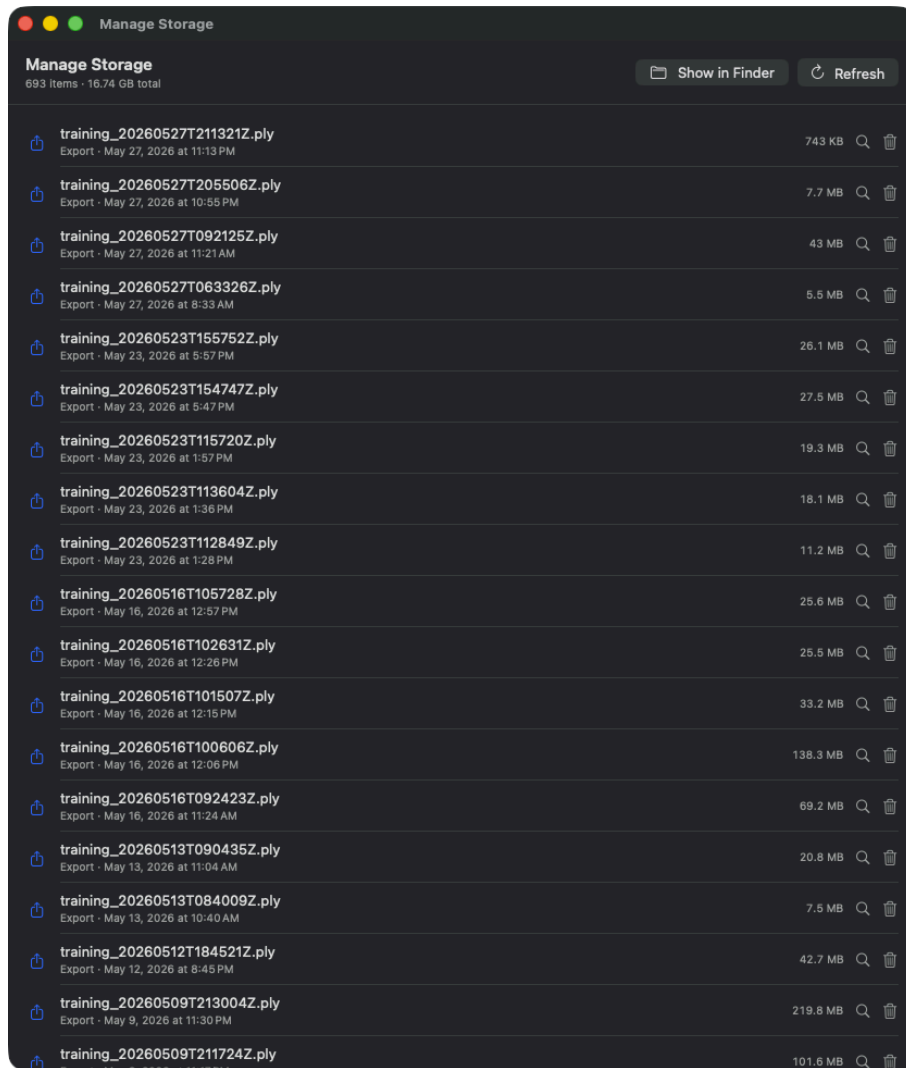
 **TEKNINEN**

Vasemmalle tasatut, pinotut osiot 16 pt:n välillä. Viiden osion sisällä on otsikko ja rivien sarja. Otsikot käyttävät toissijaista alaotsikkotyylä – tarkoituksella ei otsikkomuotoa, koska osioiden ei tarvitse olla navigoitavissa. Sisältö on tarkoituksella litteä (ei avattavia osioita, ei hakua, ei suodatinta), jotta komponentti toimii muuttumattomana kaikissa macOS-versioissa ja tiedosto pysyy luettavana.

 **LYHYESTI**

Näppäinten ryhmittely toiminnon mukaan (navigointi, näkymät, editori ja niin edelleen).

## Tallennustilan hallinta (W7–W12)



Kuva 19: Tallennustilan hallinta -ikkuna – ylätunnisteessa "693 kohdetta · 16,74 Gt yhteensä", taulukko exportatuista PLY-tiedostoista päivämäärän mukaan lajiteltuna, kussakin formaattipilleri + tiedostonimi + koko + päivämäärä

**MITÄ KUVASSA NÄKYY** Taulukkonäkymä kaikista RadianceKitin hallinnoimista tiedostoista. Ylätunnisteessa on 693 kohdetta, yhteensä 16,74 Gt. Yläpalkissa: "Show in Finder" + "Refresh". Jokaisella rivillä: PLY-kuvake, tiedostonimi (esim. training\_20260527T211321Z.ply), export-päivämäärä, koko (vaihtelee 7 kt – 218 Mt), suurennuslasikuvake (Reveal) ja roskakorikuvake (Move to Trash). Tiedostot on lajiteltu päivämäärän mukaan, uusimmat ylhäällä. Tässä demo-otoksessa PLY-exportit ovat hallitsevia, koska on käytetty paljon `--benchmark` -optiota.

**Mikä se on:** Levynkäytön yleiskatsaus kaikesta, mitä RadianceKit tallentaa kansioon `~/Documents/RadianceKit/` – lokit, exportit, scenet, Capture-paketit (iOS-kumppanisovelluksesta), importit (syötekuvien väliaikaiskopiot). Jokaisella merkinnällä on koko tavuina ja kaksi painiketta: "näytä Finderissa" ja "siirrä roskakoriin". Tämä EI OLE automaattinen siivous – sovellus ei poista mitään itse; sinä päätät jokaisen merkinnän kohdalla.

**MILLOIN AVATA** Kun levy alkaa täyttyä. Erityisesti lokit kerääntyvät (yksi JSONL per koulutusyritys, plus `_qualityMetrics.json`); tietysti myös exportit (PLY 100 % raakadataa, yksi per export). Hyödyllinen myös kaatumisen jälkeen, jos Imports-väliaikaishakemistossa on vielä vanhoja kopioita syötekuvista (katso "Disk-pressure incident" tiedostossa `dev_v549f-needle-reduction.md`).

## W7 Painike "Show in Finder"

 **MISSÄ**

Ylätunnisteessa oikealla tallennustilan selainikkunassa..

 **TEKNINEN**

Avaa koko RadianceKit-hakemiston (`~/Documents/RadianceKit/`) Finderissa, jotta voit nähdä kansiorakenteen suoraan ja käsitellä sitä myös Finderilla. Toiminto avaa uuden Finder-ikkunan eikä vaihda sovelluksen hiekkalaatikkokonttiin – `~/Documents/RadianceKit/` on sovellusten normaalisti käytettävissä oleva Documents-domain, ei hiekkalaatikoidun kontin polku.

 **LYHYESTI**

Avaa hakemiston Finderissa, jotta voit itse käsitellä tiedostoja.


## W8 Painike "Refresh"

 **MISSÄ**

Ylätunnisteessa, Finder-painikkeen vieressä..

 **TEKNINEN**

Käynnistää taustaskannauksen, joka suoritetaan käyttäjän käynnistämässä asynkronisessa tehtävässä, jotta suurten hakemistopuiden skannaus ei estä käyttöliittymää. Varsinainen läpikäynti käy läpi jokaisen tunnetun alikansion (Logs, Exports, Scenes, Captures, Imports) ja luo tallennusmerkinnän jokaisesta suorasta lapsesta. Jokaiselle merkinnälle määritetään rekursiivinen koko – ensisijaisesti todellinen levynkäyttö (mukaan lukien APFS-kovalinkkien jakaminen) ja varalla looginen tiedostokoko.

 **LYHYESTI**

Lukee luettelon uudelleen, jos olet välillä poistanut tai lisännyt jotain Finderissa.

**W9 List (tallennusmerkinnät)**

Pääsisältö ylätunnisteen alla..



Luettelo, jossa jokaisella rivillä on tämä asettelu: kategoria- kohtainen SF-symbolikuvake (dokumentti lokeille, latausnuoli exporteille, kuutio sceneille, tarjotin importeille), nimi + alaotsikko (lapsen nimi + muotoiltu muokkauspäivämäärä), tavulaskuri oikealla (oikealle tasattu, monospaced), Reveal-painike (suurennuslasikuvake), Trash-painike (roskakori). Lajittelu: ensisijaisesti lapsen mukaan (Scenes ensin, sitten Exports, Logs, Captures, Imports, Other), toissijaisesti muokkauspäivämäärän mukaan laskevasti (uusimmat ylhäällä). Jos skannaus on vielä käynnissä, paikalla näytetään "Scanning..."-edistymispalkki. Jos mitään ei löydy, näytetään tyhjän tilan ilmoitus tarjotinkuvakkeella.

 **LYHYESTI**

Luettelo kaikista RadianceKit-tiedoistasi, lajiteltuna tyyppin ja ajankohdan mukaan. Jokaisesta merkinnästä näet koon ja voit poistaa sen suoraan.

**W10 Rivipainike "Reveal in Finder"**

Jokaisella rivillä, suurennuslasikuvake oikealla..



Avaa Finderin ja valitsee kyseisen kohteen (tiedoston tai kansion). Ero W7:ään: W7 avaa juurihakemiston; W10 merkitsee juuri tämän yhden kohteen. Käytännöllinen työnkulku: tunnista suuri kohde, napsauta suurennuslasia, kopioi se sitten esimerkiksi ulkoiselle asemalle.

 **LYHYESTI**

Hyppää Finderissa suoraan tähän kohteeseen, jotta löydät sen nopeasti.

### W11 Rivipainike "Move to Trash"



Jokaisella rivillä, roskakorikuvake suurennuslasin vieressä..



Laukaisee vahvistusdialogin (W12). Vasta vahvistuksen jälkeen suoritetaan macOS:n standarditoiminto "siirrä roskakoriin" (eli palautettavissa, ei suoraa poistoa). Onnistuneen roskakoriin siirron jälkeen merkintä poistetaan luettelosta ja kokonaistavulaskuri päivitetään. Virhetilanteissa näytetään modaalin virheilmoitus.



Siirtää merkinnän roskakoriin. Dialogi kysyy ensin vahvistusta.

### W12 ConfirmationDialog (poistovahvistus)



Laukaistaan W11:llä, esitetään macOS-sheetinä..

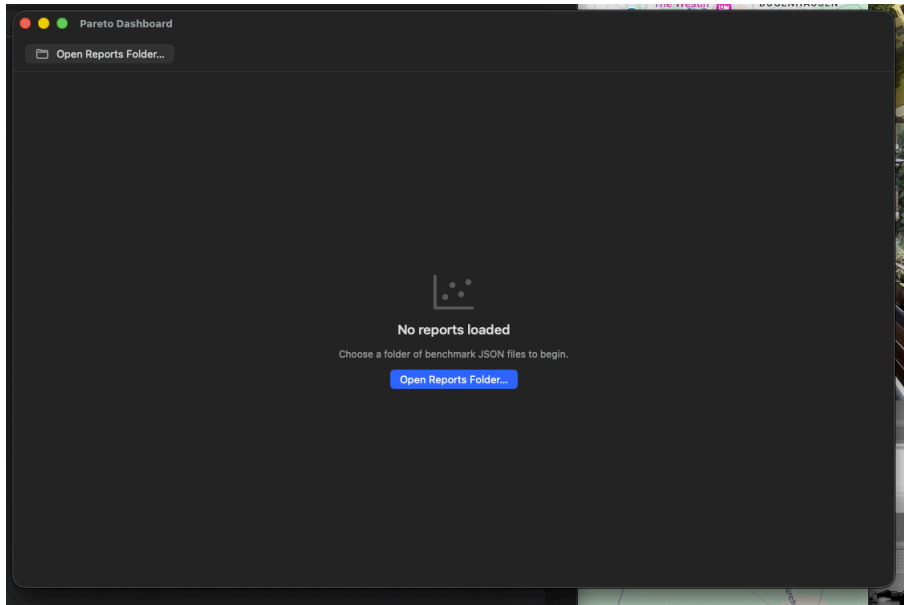


Standardi vahvistusdialogi dynaamisella otsikolla "Delete ?" ja viestirivillä, joka nimenomaisesti huomauttaa, että kohde siirtyy roskakoriin ja on sieltä palautettavissa (kunnes roskakori tyhjenetään). Kaksi painiketta: "Move to Trash" tuhoavana toimintona (punaisella) ja "Cancel" automaattisella Esc-sidonnalla. Dialogi on ei-modaalinen siinä mielessä, että se estää vain tämän ikkunan, ei koko sovellusta – tämä on macOS:n standardi palautettaville poistoille.



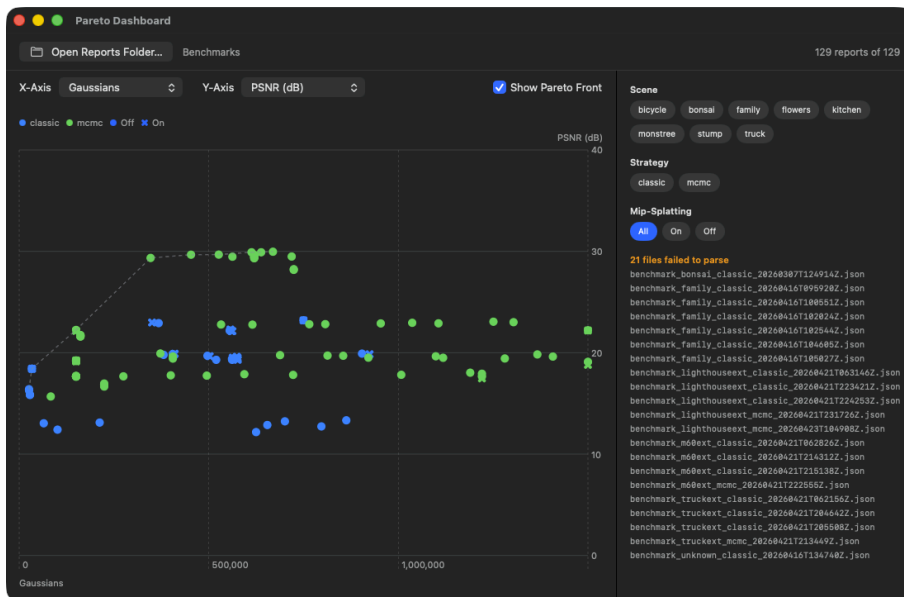
Varmistuskysymys ennen poistamista. "Move to Trash" on palautettavissa – niin kauan kuin roskakoria ei ole tyhjennetty.

## Pareto-koontinäyttö (W13–W22)



Kuva 20: Pareto-koontinäyttö – tyhjä tila ennen raportin tuontia

Tyhjä tila (ensimmäisen avaamisen jälkeen) – tyhjä tila, jossa kehoitus "Open Reports Folder...". Datapisteet ilmestyvät, kun koulutusraportit on ladattu, katso seuraava kuva.



Kuva 21: Pareto-koontinäyttö, jossa 129 ladattua benchmark-raporttia – Gaussians vs PSNR Pareto-rintamalla, Scene/Strategy/Mip-suodattimet

**MITÄ KUVASSA NÄKY** Ylätunnisteen työkalupalkissa lukee "129 reports of 129" (kaikki valitun kansion raportit jäsennetty onnistuneesti – 21 ylimääräistä tiedostoa ei voitu jäsentää vanhemman formaatin vuoksi, katso huomautusluettelo oikealla). Akselit: X-akselin valitsin on `Gaussians`, Y-akselin valitsin on `PSNR (dB)`. Hajontakaavio: vihreät pisteet = Classic-strategia, siniset pisteet = MCMC. Katkoviivoitettu Pareto-rintamaviiva kulkee parhaiten saavutettujen PSNR-arvojen mukaisesti ja tasaantuu  $\text{PSNR} \approx 30$  dB:n

kohdalle noin 500K Gaussiansin jälkeen. Suodatinpillerit oikealla: 7 scenet (bicycle, bonsai, family, flowers, kitchen, stump, truck), 2 strategiaa (classic, mcmc), 3 Mip-Splatting-vaihtoehtoa (All, On, Off). Tällä hetkellä kaikki suodattimet ovat auki, mistä johtuu tiheä pisteklusteri.

**Mikä se on:** Usean ajon vertailutyökalu. Olet aiemmin kouluttanut useita scenejä tai samaa sceneä eri esiasetuksilla – jokainen näistä koulutusajoista tuottaa (jos olet käyttänyt `--benchmark` -optiota tai käynnistänyt Benchmark-toiminnon kautta) JSON-raporttiedoston, joka sisältää muun muassa lopullisen PSNR:n, SSIM:n, LPIPS:n, Gaussian-määrän ja kellonajan. Koontinäyttö lukee kokonaisen kansion tällaisia raportteja kerralla ja piirtää ne 2D-hajontakaaviona valittavilla akseleilla. Lisäksi Pareto-rintama (ei-dominoitujen pisteiden joukko) piirretään katkoviivalla.

**MILLOIN AVATA** Kun olet luonut vähintään kolme tai neljä koulutusraporttia. Vähemmillä pisteillä rintamaviiva ei ole merkityksellinen. Tyypillinen käyttötapaus: olet yrittänyt rekonstruoida ulkosceneä ja olet kokeillut peräkkäin P3 Balanced (Classic), P4 Quality (Classic), P7 MCMC Quality ja P9 Outdoor (tuned) – nyt haluat tietää, mikä konfiguraatio tarjoaa parhaan PSNR:n per koulutusaikasekunti tai mikä tarvitsee vähiten Gaussianeja tietylle PSNR:lle.

**MITEN TULKITA** Molemmat akselit ovat vapaasti valittavissa (X-akseli: `psnr`, `ssim`, `lpips`, ...; Y-akseli samoin). Pareto-rintamalogiikka `ParetoFront2D.indices`-koodissa tietää jokaiselle metriikalle, onko "pienempi on parempi" (esim. LPIPS, Loss, Time) vai "suurempi on parempi" (PSNR, SSIM) – viiva kulkee siis akselivalinnasta riippuen vasemmalta alhaalta oikealle ylös tai vasemmalta ylhäältä oikealle alas, aina parhaan saavutetun yhdistelmän mukaisesti. Piste on Pareto-optimaalinen, jos MIKÄÄN muu piste ei ole MOLEMMISSA ulottuvuuksissa vähintään yhtä hyvä (eli mikään muu ei dominoi sitä). Pareto-optimaaliset pisteet sijaitsevat viivalla, muut pisteet sen oikealla/yläpuolella (akselien suuntauksesta riippuen). Pisteet viivalla ovat todellisia ehdokkaita "parhaaksi esiasetukseksi"; pisteet KAUKANA viivasta ovat hukattua koulutusaikaa.

**SUODATINPILLERIT** Voit rajoittaa valinnan tiettyyn sceneen (jos haluat esimerkiksi verrata vain ulkoajoja), tiettyyn strategiaan (Classic tai MCMC) tai Mip-Splattingin päälle/pois-tilaan (relevantti vaiheen Q1.5 jälkeen, jossa Mip säilyy valinnaisena Advanced-lippuna).

**ESIMERKKITYÖNKULKU** Sinulla on kolme raporttia "truck"-scenelle kansiossa `~/Documents/RadianceKit/Reports/`: Ajo A (P4 Quality, 40K iteraatiota, 524K Gs, 105 s, PSNR 23.4), Ajo B (P7 MCMC, 200K iteraatiota, 150K Gs, 693 s, PSNR 24.6), Ajo C (P9 Outdoor, 100K iteraatiota, 1.25M Gs, 312 s, PSNR 25.8). Aseta X-akseliksi `trainingTime`, Y-akseliksi `PSNR`. Ajo B on oikealla ylhäällä, Ajo C vielä kauempana oikealla ylhäällä, Ajo A vasemmalla alhaalla. Pareto-rintama yhdistää A:n ja C:n – molemmat ovat ei-dominoituja. Ajo B on "hävinnyt" (C on parempi sekä ajassa ETTÄ PSNR:ssä). Havainto: "truck"-scenelle MCMC-oletus ei kannata; joko nopea+ok (A) tai hidas+erittäin hyvä (C). Tallenna C:n konfiguraatio omaksi esiasetukseksi (Tarkastaja → I1 Save Preset).

**Seuraava toimenpide:** Tallenna paras konfiguraatio esiasetukseksi. Konkreettisesti: katso Pareto-pisteitä (hiiren vieni näyttää PSNR/SSIM/LPIPS/Gs/Time työkaluvihjeessä), päättä mikä sopii sinulle parhaiten ajan ja laadun kompromissina, avaa vastaava raportti (tiedostonimi sisältää ajon aikaleiman), kopioi sen koulutuskonfiguraatio uuteen ajoon tai tallenna se seuraavan koulutusistunnon jälkeen esiasetukseksi Tarkastajan kautta.

**W13** Painike "Open Reports Folder..."

Työkalupalkki ylhäällä vasemmalla..



Avaa kansionvalintaikkunan, jossa on kehoitus "Select a folder containing benchmark .json reports". Vahvistuksen jälkeen taustatehtävä jäsentää kaikki kansion `.json` -tiedostot peräkkäin. Virheelliset raportit (rikkinäinen JSON, väärä skeema) kerätään ja näytetään sivupalkin alaosassa muodossa "N file failed to parse" – ei kaatumista. Jos toinen napautus tapahtuu, kun ensimmäinen lataus on vielä kesken, edellinen tehtävä keskeytetään, jotta kaksi tulosta ei kirjoita tilaan samanaikaisesti.

Myös CLI:n kautta: `--dashboard-dir /polku/raportteihin` lataa kansion heti sovelluksen käynnistyessä.

 LYHYESTI

Valitse kansion, jossa benchmark-raporttisi sijaitsevat. Oletuspolku on `~/Documents/RadianceKit/Reports/`. Lataa sitten kaikki JSON-tiedostot kerralla.

**W14** Valitsin "X-Axis"

Kaavion yläpuolella, vasemmalla..



Valikkovalitsin, jossa on kaikki saatavilla olevat koontinäytön metriikka-akselit (PSNR, SSIM, LPIPS, Gaussian-määrä, koulutusaika ja niin edelleen). Oletus on Gaussian-määrä. Vaihdettaessa hiiren päällä oleva piste nollataan, koska aiemmin korostettu sijainti vanhassa akselikoordinaatistossa ei ole enää mielekäs akselin vaihdon jälkeen. Valitsin on rajoitettu sisällön leveyteen, jotta se ei veny koko leveyden yli.

 LYHYESTI


Mikä metriikka näytetään vaakakselilla. Yleensä "Koulutusaika" tai "Gaussian-määrä", koska ne ovat "kustannuksia", joita haluat verrata.

**W15 Valitsin "Y-Axis"**

Kaavion yläpuolella, X-akselin vieressä..



Identtinen W14:n kanssa, paitsi että oletus on PSNR. Akselivalinta tallennetaan itsenäisesti, joten käyttäjä voi valita myös järjettömiä yhdistelmiä ( $X=PSNR$ ,  $Y=PSNR$  – heittäisi kaikki pisteet diagonaalille). Tällaisia yhdistelmiä ei kuitenkaan estetä; tämä on tietoinen päätös, koska vertailu "SSIM vs PSNR" on varsin mielenkiintoinen nähdäksesi, kuinka johdonmukaisesti metriikat käyttäytyvät.

 **LYHYESTI**

Mitä näytetään pystyakselilla. Normaalisti "PSNR" tai "SSIM" laatumittarina.

**W16 Vipukytkin "Show Pareto Front"**

Akselivalitsimien oikealla puolella..



Standardi macOS-vipukytkin. Kun se on aktiivinen, Pareto-kaavioon piirretään pistepilven lisäksi viiva lasketulla 2D-Pareto-rintamalla. Tyyli: katkoviiwa (viivakuviio 4–4), harmaa puoliläpinäkyvä, viivan paksuus 1,5 pt. Pareto-laskenta suoritetaan pääsääntöisesti – tyypillisellä raporttien määrällä ( $\leq 50$ ) tämä on ongelmitta nopea. Kun vipukytkin on pois päältä, viiva jätetään pois, jolloin vain paljaat pisteet jäävät näkyviin.

 **LYHYESTI**

Näyttää viivan, joka kulkee "tähtään mennessä parhaiden" pisteiden kautta. Jos viiva on tielläsi (esim. koska haluat verrata vain yksittäisiä kompromisseja), kytke se pois päältä.

**W17 Pillerit "Scene"-suodatin**

Koontinäytön oikea sivupalkki..



Suodatinpillerit jokaiselle ladatuissa raporteissa esiintyvälle scenelle. Oma flow-asettelu, joka rivittää pillerit automaattisesti useille riveille, kun leveys on käytetty loppuun. Aktiiviset pillerit saavat korostustaustan, passiiviset neutraalin standardimateriaalitaustan. Monivalinta on mahdollista (joukko-semantiikka); jos yhtään pilleriä ei ole valittu, kaikki scenet katsotaan "läpäisseiksi" – eli joukkologiikka on "tyhjä valinta = kaikki", ei "tyhjä valinta = ei mitään".

 **LYHYESTI**

Napsauttamalla scenen nimeä suodatat pisteet vain tähän scenen. Monivalinta on mahdollista. Tyhjä = kaikki scenet.

**W18 Pillerit "Strategy"-suodatin**

Scene-suodattimen alla sivupalkissa..



Täsmälleen kuten W17, mutta koulutusstrategioille – tyypillisesti kaksi arvoa "classic" ja "mcmc", jotka on johdettu benchmark-raporttien JSON-tiedostojen Strategy-kentästä. Hyödyllinen, jos sinulla on molempien strategioiden raportteja sekoitettuna ja haluat nähdä vain yhden tyyppin (esim. "näytä vain MCMC-ajot, koska olen jo sulkenut Classicin pois").

 **LYHYESTI**

Suodata Classic- tai MCMC-strategian mukaan. Oletuksena molemmat ovat aktiivisia.

**W19 Pillerit "Mip-Splattling"-suodatin**

Strategy-suodattimen alla sivupalkissa..



Kolmiarvoinen suodatin (joukon sijaan kuten W17/W18): "All" / "On" / "Off". Tausta: Mip-Splattling arvioitiin vaiheessa Q1.5 kokeellisena monimittakaa-  
vaisena parannuksena, ja lopullinen tuomio oli "ei selkeää voittoa kautta linjan; säilytetään valinnaisena lippuna". Jos teet Mip-on/off-vertailuja, haluat usein pystyä erottelemaan ne hyvin tarkasti. Siksi oma kolmiarvoinen suodatin tiloilla "salli kaikki", "vain Mip päällä", "vain Mip pois päältä". Sivupalkin osio näytetään vain, jos datamäärässä on vähintään yksi Mip-raportti JA vähintään yksi ei-Mip-raportti (muuten suodatus ei ole mielekäästä).

 **LYHYESTI**

Jos haluat verrata Mip-Splattlingia päällä/pois, tässä on kolmiosainen suodatin. Muuten voit jättää sen huomiotta.

**W20 ChipButton (suodatinvipu, all/on/off)**

Apukomponentti, käytetään W17/W18/W19:ssä..



Minimalistinen painikekääre. Sisältö: etiketti- teksti Caption-kirjasinkoolla ja 10 vaaka- / 5 pystysuuntaisella täytteellä. Tausta ehdollinen: jos aktiivinen → sovelluksen korostusväri valkoisella tekstillä; muuten neutraali standardimateriaalitausta mustalla tekstillä. Muoto on kapseli (pillerimäinen). Plain-painiketyyli, jotta kapseli- materiaalia ei peitä järjestelmän reuna.

 **LYHYESTI**

Itse pyöreät suodatinpainikkeet. Visuaalisesti kuin iOS-tagit.

**W21 Kaavio (Pareto-hajontakaavio)**

Koontinäytön keskialue..



Swift Charts -kaavio kahdella kerroksella: 1. yksi piste per raportti – sijainti valituista X- ja Y-metriikoista, väri strategian mukaan, symboli Mip-tilan mukaan. Symbolin koko normaali 80, korostettu 200 (jos ID vastaa hiiren päällä olevaa raporttia). 2. viiva Pareto-rintamalle, vain jos vipukytkin on päällä.

Kaavion peittokuva: läpinäkyvä suorakulmio rekisteröi hiiren liikkeen; joka kehyksessä määritetään euklidisesti lähin pistepositio kaavion kehyksessä ja hiiren päällä oleva raportti päivitetään, jos etäisyys on alle 24 px (muuten nollataan). Näin saat työkaluvihjeen ilman napsautusta – hiiren vienti riittää.

 **LYHYESTI**

Varsinainen hajontakaavio. Jokainen piste on yksi koulutusajo. Vie hiiri päälle nähdäksesi yksityiskohtaisen työkaluvihjeen.

**W22 Työkaluvihje (hiiren vienti -yksityiskohtat)**

Kaavion alla, näytetään hiiren viennin yhteydessä..

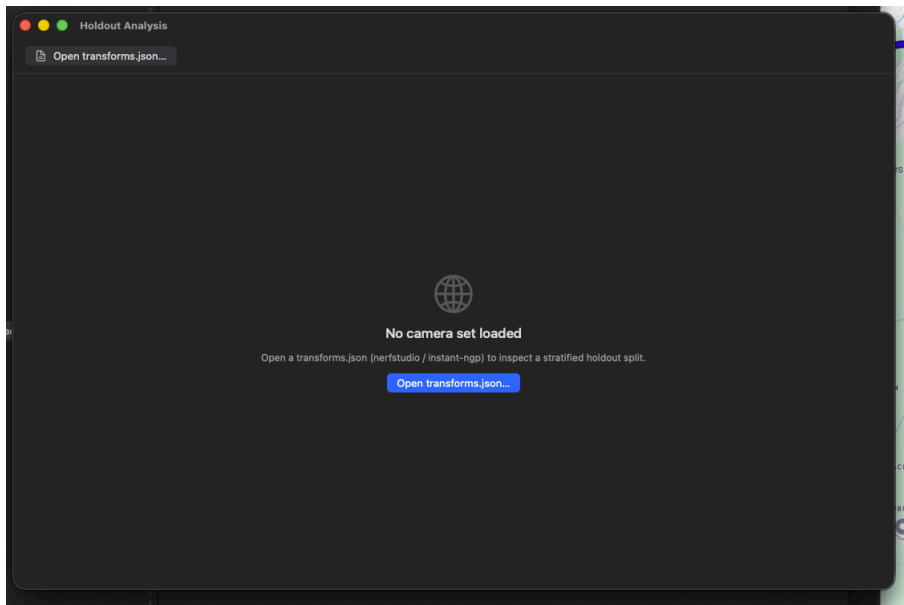


Vaakasuuntainen pino: scenen nimi (otsikko), strategia-taggi (caption), erotinviiha, sitten PSNR/SSIM/LPIPS/Gs/Time-metriikat kukin omassa pienessä pystysuuntaisessa ryhmässään (etiketti + monospaced-arvo). Jos Mip oli aktivoitu, lisäksi "Mip"-kapselitaggi korostusvärillä. Tausta puoliläpinäkyvä sumennus, pyöristetty suorakulmio 8 pt:n säteellä. Näytetään vain, kun hiiri on todella pisteen päällä. Katoaa automaattisesti poistuttaessa.

 **LYHYESTI**

Yksityiskohtakortti alhaalla, kun viet hiiren pisteen päälle. Näyttää kaikki laatumetriikat ja ajon konfiguraation kerralla.

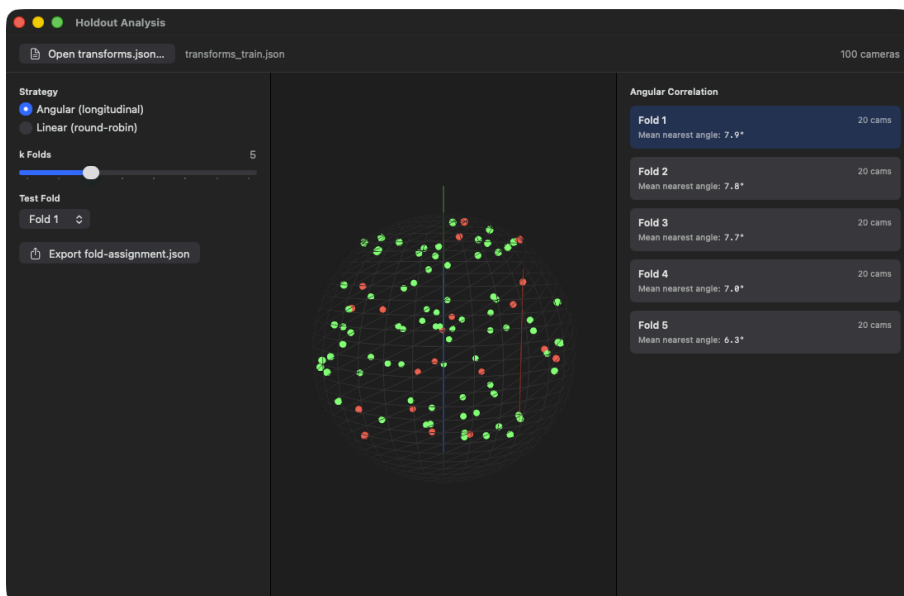
## Holdout-analyysi (W23–W29)



Kuva 22: Holdout-analyysi – tyhjä tila ennen transforms.json-tiedoston lataamista

Tyhjä tila, jossa kehotus "Open transforms.json...". Hyväksyy NeRF-Studio- ja Instant-NGP-formaatin.

Tyhjä tila (ensimmäisen avaamisen jälkeen) – kameramerkit ilmestyvät, kun transforms.json on ladattu, katso seuraava kuva.



Kuva 23: Holdout-pallo, jossa 100 NeRF-Blender-Mic-kameraa, 5 foldia à 20 kameraa, Angular-strategia aktiivinen

**MITÄ KUVASSA NÄKYY** Ylätunnisteessa näkyy ladattu tiedosto (transforms\_train.json) ja kameroiden määrä ("100 cameras"). Vasen sivupalkki: Strategiavalitsin kahdella vaihtoehdolla – Angular (longitudinal) aktiivinen (jakaa foldit pituus-/leveyspiirin sektoreiden mukaan pallolla, jotta jokainen testifoldi on geometrisesti tiheä) vs. Linear (round-

robin) (järjestyspohjainen, kaikki k:nnet kuvat testijoukkona). k-Folds-liukusäädin on asennossa 5, Test-Fold-valitsin on Fold 1. Export-painike luo `fold-assignment.json`-tiedoston Nerfstudiolle/Instant-NGP:lle. Keskipaneeli: 3D-palloprojektio kaikista 100 kamerasta – vihreät pisteet = Train, punaiset pisteet = nykyinen testifoldi (Fold 1, jossa 20 kameraa). Oikea sivupalkki (Angular Correlation): per foldi 20 kameraa + Mean Nearest Angle (Fold 1: 7.9°, Fold 2: 7.8°, Fold 3: 7.7°, Fold 4: 7.0°, Fold 5: 6.3°) – pienempi arvo tarkoittaa, että kamerat tässä foldissa ovat lähellä toisiaan, eli holdout-jako on spatiaalisesti yhtenäinen.

**Mikä se on:** 3D-visualisointityökalu kamerajärjestelyllesi ristiinvalidoinnin logiikalla. Lataat `transforms.json`-tiedoston (Nerfstudion / Instant-NGP:n standardiformaatti kameraposeille), sovellus lukee kaikki kamerat, projisoi niiden katselusuunnat yksikköpallolle ja näyttää ne pieninä pallomerkkeinä virtuaalisella maapallolla. Sitten se jakaa kamerat `k` foldiin (valitun strategian mukaan: angular tai linear), merkitsee vihreällä koulutusosuuden ja punaisella testiosuuden (holdout), ja laskee jokaiselle foldille Angular-Correlation-pisteet, jotka kertovat, kuinka kaukana testifoldi on katselukulma-avaruudessa koulutusfoldista.

**MILLOIN AVATA** Kun haluat tehdä holdout-evaluointia – eli: kuinka hyvin mallisi yleistyy näkemättömiin katselukulmiin? Standardi koulutuksessa on "joka 8. näkymä holdoutina" (Mip-NeRF360-käytäntö), mutta se on hyvin lineaarinen jako. Jos kuvasi ovat esimerkiksi ajallisesti klusteroituneita (ensin yksi puoli kohteesta, sitten toinen), niin "joka 8." ei ole edustava – satunnainen sekvenssin sijainti päätyy testiin, mutta kaikki sen naapurit ovat koulutuksessa, mikä on liian helppoa. "Angular"-strategialla stratifioidaan sen sijaan katselukulma-avaruuden yli: jokainen foldi sisältää kameroita kaikilta kiertoradan alueilta, jotta testi todella testaa yleistämisaikkoja.

**MITEN TULKITA** Angular vs. Linear: - Angular (oletus): jakaa kamerat pituusastekulman ( $\phi$ -koordinaatti Y-akselin ympäri) mukaan `k` yhtä suureen sektoriin. Fold 0 ovat kameroita, joiden  $\phi \in [0^\circ, 360/k^\circ)$ , Fold 1 seuraavat, ja niin edelleen. Etu: jokainen foldi kattaa osan kiertoradasta; testifoldi on spatiaalisesti kompakti mutta laajasti hajautettu koko datajoukkoon. Hyvä klassisille kiertorata-kuvauksille. - Linear (Round-Robin): Fold-indeksi = (kuvan\_indeksi modulo k). Tämä on yksinkertainen "joka k:s"-jako. Toimii, jos kuvajärjestyksessä EI OLE spatiaalista vinoumaa (esim. satunnaisesti lajitellut drone-kuvat). Toimii huonosti, jos kuvat ovat ajallisesti klusteroituneita.

3D-pallossa näet heti: vihreät pisteet (koulutus) ja punaiset pisteet (testi). Jos punaiset pisteet ovat kaikki yhdessä nurkassa, holdout on huono (ei hyvä yleistämistesti). Jos ne ovat tasaisesti vihreiden välissä, se on hyvä. Angular-Correlation-pisteet per foldi (oikea sivupalkki, asteina) kertovat lisäksi: pienempi arvo = testi on lähellä koulutusta (jokaisella testikameralla on lähellä oleva koulutuskamera, helppo testi); suurempi arvo = testi on kaukana koulutuksesta (vaikeampi yleistäminen).

**ESIMERKKITYÖNKULKU** Olet kuvannut Truck-scenesi 251 kuvalla, exportaatt valikkokohtalalla M33 (Export SfM transforms.json) nerfstudio-tiedoston. Avaa Holdout-ikkuna (☞⌘H), lataa JSON "Open transforms.json..." -painikkeella, katso palloa. `k=5` (oletus) antaa sinulle 5 foldia. Napsauta "Fold 3" – katso, ovatko punaiset merkit suunnilleen tasaisesti. Jos ovat: "Export fold-assignment.json", aseta exportattu tiedosto Reports-kansioon, ja seuraavassa koulutusajossa `--benchmark` -optiolla (tai vastaavilla Tarkastajan asetuksilla) käytetään juuri tätä fold-jakoa testiholdoutina – standardin "joka 8." sijaan.

**W23** Painike "Open transforms.json..."

Työkalupalkki ylhäällä vasemmalla..



Avaa tiedostonvalintaikkunan, joka on rajoitettu JSON- tiedostoihin. Vahvistuksen jälkeen Holdout-moduuli lataa tiedoston. Lataaja jäsentää sekä nerfstudio-formaatin (kameran intrinsiikit plus luetelo kehyksistä kuvapolulla ja muunnosmatriisilla) että instant-ngp-formaatin (sama rakenne). Jokaisesta kehyksestä katselusuunta poimitaan muunnosmatriisista (kameran paikallisen kannan z-akseli) ja tallennetaan. Jos jäsenitys epäonnistuu, tila-alueella näytetään virheilmoitus.

Myös CLI:n kautta: `--holdout-file /polku/transforms.json` käynnistää ikkunan suoraan ladatulla tiedostolla.

 **LYHYESTI**

Lataa kameraposejesi JSON-tiedoston. Standardeja ovat Nerfstudio- ja Instant-NGP-exportit. RadianceKit itse voi exportata transforms.json-tiedoston valikon kautta: Export → SfM.

**W24** Valitsin "Strategy" (angular/linear)

Vasen sivupalkki, ylhäällä..



Radiopainikevalitsin kahdella vaihtoehdolla: Angular ja Linear. Strategian vaihto käynnistää automaattisesti foldien uudelleenlaskennan. Katselusuunnat ovat lista 3D-yksikkövektoreita pallolla; Angular-strategia projisoi ne pituusastekulmaan  $\phi$  ja lajittelee, Linear-strategia tekee yksinkertaisesti modulojaon kehysindeksin perusteella.

 **LYHYESTI**

Angular tasaisille kiertorata-kuvauksille (oletus, turvallinen), Linear vain jos kuvasi eivät ole spatiaalisesti klusteroituneita.

**W25 Liikusäädin "k Folds"**

Vasen sivupalkki, keskellä..



Liikusäädin 3–10, askelväli 1. Muutoksen yhteydessä foldien laskenta käynnistetään automaattisesti uudelleen, jotta foldien luettelo, koulutus/testi-indeksit ja foldikohtaiset pisteet lasketaan heti uudelleen. Valittu arvo näytetään monospaced-numerotekstinä etiketin oikealla puolella.

Nyrkkisääntö:  $k=5$  on standardi (antaa 20 % testin per foldi, mikä on yleistä ristiinvalidoinnissa).  $k=10$ , jos sinulla on paljon dataa ja tarvitset enemmän foldeja tilastollisen merkitsevyyden saavuttamiseksi.  $k=3$ , jos sinulla on vähän dataa.

**LYHYESTI**

Kuinka monta foldia jaossa on. 5 on standardi ja sopii melkein aina.

**W26 Valitsin "Test Fold"**

Vasen sivupalkki, k-liikusäätimen alla..



Valikkovalitsin. Vaihtoehdot ovat dynaamisesti  $0..<k$ , etiketti "Fold 1" – "Fold N" (eli 1-pohjainen käyttöliittymässä, 0-pohjainen sisäisesti). Jos aiemmin valittu indeksi on  $\geq k$  (esim. koska olet pienentänyt  $k:n$  10:stä 5:een), se nollataan automaattisesti 0:aan. Valittu testifoldi näytetään pallossa punaisella, kaikki muut vihreällä.

**LYHYESTI**

Mikä foldi on tällä hetkellä testifoldi. Voit napsautella läpi ja nähdä, miltä kukin yksittäinen foldi näyttää pallossa.

**W27** Painike "Export fold-assignment.json"

Vasen sivupalkki, alhaalla..



Avaa tallennusdialogin oletus- tiedostonimellä `fold-assignment.json`. Vahvistuksen jälkeen Holdout-moduuli koodaa nykyisen jaon JSON-skeemaan (kehyskohtainen fold- määrittäminen plus strategia-metatielohko). Tätä tiedostoa voidaan sitten käyttää seuraavassa koulutuksessa `--benchmark` -option kanssa, jotta samaa holdoutia käytetään lopullisessa metriikka-arvioinnissa. Kirjoitusvirheet näytetään virhetekstinä; onnistuminen vihreänä tekstinä "Saved to (filename)".

**LYHYESTI**

Tallentaa nykyisen koulutus/testi-jaon JSON-muodossa. Tämän tiedoston voit sitten antaa suoraan koulutuksen yhteydessä, jotta samaa testijoukkoa käytetään uudelleen.

**W28** SCNView (3D-kamerapallo)

Holdout-ikkunan keskipaneeli..



SceneKit-pallonäkymä. Scene koostuu: lankakehyspallosta (säde 1.0, 36 segmenttiä, tummanharmaa), kolmesta värikkästä akselityngästä (punainen/vihreä/sininen X/Y/Z:lle, kukin 1.2 pitkä), ja per kamera pienestä merkipallosta (säde 0.03) vastaavassa katselusuunnan sijainnissa yksikköpallolla (hieman ulkopuolella, jotta se ei katoa lankakehyspallon SISÄÄN). Merkkejä EI rakenneta uudelleen jokaisen foldin muutoksen yhteydessä – uudelleenrakennus on tarpeen vain, kun kehysluettelo muuttuu (eli uusi JSON ladataan). Sen sijaan jokaisen päivityksen yhteydessä suoritetaan materiaali- värien päivitys paikan päällä: punainen testi-indekseille, vihreä koulutukselle, vaaleanharmaa jos ei kumpikaan. Näin liikusäätimen muutokset pysyvät suorituskykyisinä myös kun  $N > 1000$  kameraa.

Kameran ohjaus on aktivoitu – voit kääntää, zoomata ja panoroida palloa hiirellä. Valaistus varmistaa, että merkit eivät näytä litteiltä. Tausta on tummanharmaa.

**LYHYESTI**

3D-pallo kameroiden sijainneilla. Vihreä = koulutus, Punainen = testi, Vaaleanharmaa = ei määritetty (ei tapahdu, kaikki kamerat kuuluvat johonkin). Hiirellä voit kiertää ja zoomata palloa.

**W29 FoldCard (napauta valitaksesi foldin)**

Oikea sivupalkki, "Angular Correlation" -osio..

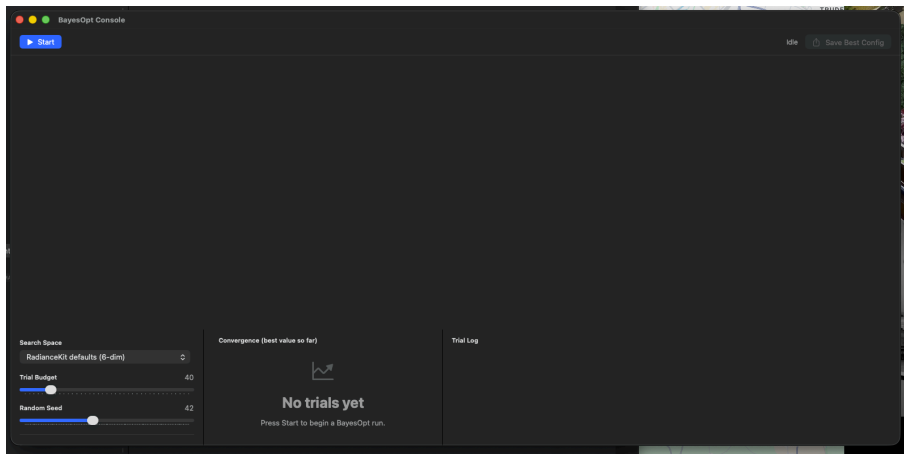


Jokaiselle foldille oma korttinäkymä – pyöristetty suorakulmio 6 pt:n säteellä, 10 pt:n täyte, pystysuuntainen asettelu kahdella rivillä (ylhäällä "Fold N" + kameroiden määrä, alhaalla "Mean nearest angle:" + arvo asteina). Taustaväri ehdollinen: aktiivinen foldi = korostusväri puoliläpinäkyvänä, passiiviset = neutraali standardimateriaali. Napautus valitsee foldin, ja pallo värjäytyy reaaliajassa.

"Mean nearest angle" -pisteet ovat keskimääräinen pienin kulma per testikamera lähimpään koulutuskameraan (laskettu sisäisesti radiaaneina, näytetään käyttöliittymässä asteina).

**LYHYESTI**

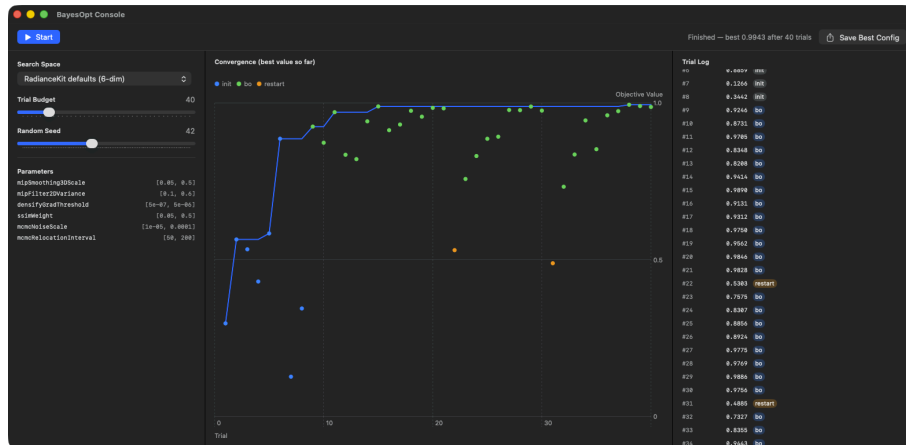
Jokaiselle foldille pieni kortti oikealla, jossa on kameroiden määrä ja keskimääräinen etäisyys lähimpään koulutuskameraan. Napsauttamalla sitä valitset tämän foldin testiksi.

**BayesOpt-konsoli (W30–W39)**

Kuva 24: BayesOpt-konsoli – tyhjä tila ennen ajon aloittamista

Tyhjä tila, jossa on hakuavaruuden valitsin (RadiancKit defaults (6-dim)), ajobudjetin liukusäädin (oletus 40), satunnaislukusiemen (42) ja kolme tyhjää paneelia konvergenssikaavioille, ajolokille ja hakuavaruuden parametriluettelolle.

Tyhjä tila (ensimmäisen avaamisen jälkeen) – konvergenssikaavio ja ajotaulukko täyttyvät, kun ajo on aloitettu, katso seuraava kuva.



Kuva 25: BayesOpt-konsoli 40 ajon jälkeen – konvergenssikaavio nousee jyrkästi ajoon 15 asti, paras arvo 0.9943, ajoloki init/bo/restart-tageilla

**MITÄ KUVASSA NÄKYY** Tila ylhäällä oikealla "Finished — best 0.9943 after 40 trials". Vasen sivupalkki: Hakuavaruuden valitsin on RadianceKit defaults (6-dim), ajobudjetti 40, satunnaislukusiemen 42. Parametriluettelo näyttää kuusi viritettävää hyperparametria arvoalueineen: mipSmoothing3DScale [0.05, 0.5], mipFilter2DVariance [0.1, 0.6], densifyGradThreshold [5e-07, 5e-06], ssimWeight [0.05, 0.5], mcmcNoiseScale [1e-05, 0.0001], mcmcRelocationInterval [50, 200]. Keskellä: Konvergenssikaavio (X = ajon indeksi 1–40, Y = tavoitearvo 0–1) – harmaat pisteet = alkunäytteet (LHS), sini-set pisteet = BayesOpt-hankinta, oranssit pisteet = uudelleenkäynnistysajot (22 ja 31). Parhaan arvon viiva nousee jyrkästi ajoon 7 asti, sitten vain marginaalista parannusta ajoon 15 asti, siitä eteenpäin tasainen taso 0.99+:ssa. Oikea sivupalkki: Ajoloki 1–34 pisteillä + tagilla (init/bo/restart). Save-Best-Config-painike ylhäällä oikealla kirjoittaa bayesopt-best.json .

**Mikä se on:** Bayesilaisen optimoinnin konsoli hyperparametrien hakuun. Bayes-optimointi on automaattinen menetelmä, joka pyrkii löytämään tuntemattoman funktion optimaalisen pisteen mahdollisimman vähillä kokeiluilla – tyypillisesti: "mikä yhdistelmä mcmcMaxGaussians, capMultiplier, ssimWeight ja gradThreshold tuottaa parhaan PSNR:n minun sceneluokalleni?"  $6^4 = 1296$  ajon ruudukon sijaan Bayes-optimointi kokeilee noin 40–100 informoitua ajoa ja pääsee lähelle optimia.

**Tärkeää:** Sovelluksen nykyinen versio ei suorita optimointia oikeita koulutusajoja vastaan (se kestäisi päiviä), vaan synteettistä demo-objektiivia vastaan – monimodaalista maisemaa, jolla on mäkikiipeilyluonnetta ja hieman kohinaa. Tämä on tarkoituksellista: ikkunan on tarkoitus näyttää sinulle optimoijan käyttäytyminen (konvergenssin kulku, näytepisteet, paras tähän mennessä) ja auttaa sinua ymmärtämään hakuavaruuden määrittelyjä. Oikeisiin koulutus pohjaisiin BayesOpt-ajoihin (kuten vaiheessa Q7 sceneluokan esiasetuksille tehtiin) käytetään erillistä offline- CLI-työnkulkua; tämä ikkuna on live-käyttöliittymäversio.

**MILLOIN AVATA** Kolme käyttötapausta: 1. Haluat ymmärtää, miten BayesOpt toimii – käynnistä demoajo ja tarkkaile konvergenssikaaviota. 2. Suunnittelet uutta sceneluokkaa (esim. "akvaariot" tai "antiikkihuonekalut"), joille sisäänrakennetut 10 esiasetusta eivät sovi täydellisesti. Määrittele mielessäsi hakuavaruus, testaa sitä täällä "Bowl demo" tai "Densify"-esiasetuksella, exportaa sitten paras konfiguraatio JSON-muodossa ja käytä

sitä lähtökohtana oikealle koulutusajolle. 3. Haluat tarkastella RKBayesOpt-paketissa määriteltyjä oletushakuavaruuksia (Mip-osajoukko, RadianceKit-oletukset) – ne on lueteltu vasemman sivupalkin parametripaneelissa.

**MITEN TULKITA** - **Konvergenssikaavio** (keskisarake): Y = paras tähän mennessä saavutettu tavoitefunktion arvo. X = ajon indeksi. Aluksi jyrkästi nouseva (BayesOpt kokeilee alunäytteitä satunnaisesti, jotkut niistä ovat onnekkaita), sitten yhä tasaisempi, koska lähellä optimia oleva alue on hyödynnetty. Jos viiva pysyy tasaisena 20+ ajon ajan, voit pysäyttää ajon – lisääjot eivät tuo enää mitään. Yksittäiset pisteet kaaviossa ovat yksittäisten ajojen arvoja (ei siis "paras tähän mennessä"), väritetty vaiheen mukaan: harmaa = alunäyte, sininen = bayesopt-hankinta, oranssi = uudelleenkäynnistys. - **Ajotaulukko** (oikea sarake): 1, 2, 3, ... kukin arvolla ja vaihetagilla. Tähän mennessä paras ajo on merkitty keltaisella tähdellä. Taulukosta voit tunnistaa parhaan ajon ja tarkastella sen parametriarvoja myöhemmin exportin yhteydessä. - **Hakuavaruuden tarkastaja** (vasen sivupalkki): näyttää valitulle esiasetukselle kaikki parametrien nimet ja niiden hakuavaruudet `[lo, hi]`. Kun olet esiasetuksessa "RadianceKit defaults (6-dim)", näet esim. "densifyGradThreshold `[5e-7, 5e-6]`" – eli log-uniformisti näiden kahden arvon välillä.

**ESIMERKKITYÖNKULKU** Valitse esiasetus "RadianceKit defaults (6-dim)", ajobudjetti 40, siemen 42. Napsauta "Start". Tarkkaile: ensimmäiset 8 ajoa ovat harmaita (alunäytteet, LHS-Latin-Hypercube), seuraavat sinisiä (BayesOpt-hankittuja). Konvergenssikaavio nousee jyrkästi ajoon 15 asti, sen jälkeen se tasaantuu. Ajojen 30–40 kohdalla paras arvo vakiintuu. Napsauta "Save Best Config" – `bayesopt-best.json` tallennetaan esiasetuksen nimellä, ajon indeksillä, arvolla ja dekodatuilla parametriarvoilla. Tämän JSON-tiedoston voit sitten manuaalisesti sisällyttää esiasetusmäärittelyysi.

### W30 Painike "Start"



MISSÄ

Työkalupalkki vasemmalla, Idle/Finished-tilassa..



TEKNINEN

Nollaa ajoluettelon, siirtyy Running-tilaan, luo uuden ajo-ID:n (vanhentuneiden tietojen havaitsemiseksi useiden Start-napsautusten yhteydessä) ja luo uuden taukoportin. Sitten käynnistyy taustatehtävä, joka suorittaa optimoijan asynkronisena virtana. Alunäytteiden koko määräytyy kaavalla  $\min(8, \text{budget} / 4 + 1)$  – eli tyypillisesti 8 Latin-Hypercube-näytettä budjetilla  $\geq 28$ , vähemmän pienellä budjetilla. Ajopäivitykset vastaanotetaan inkrementaalisesti ja liitetään luetteloon. Vanhentuneen ajon suojaus: jos toinen Start-napsautus asettaa ajo-ID:n uudelleen, vanhan ajon päivitykset hylätään.

Primary-action-tyyli antaa painikkeelle näkyvän ilmeen.

#### LYHYESTI

Käynnistää uuden optimointiajon nykyisellä hakuavaruudella, budjetilla ja siemenellä.

**W31 Painike "Pause"**

Työkalupalkki vasemmalla, Running-tilassa..



Asettaa taukoportin aktiiviseksi ja siirtyy Paused-tilaan. Varsinainen vaikutus: suorittaja odottaa 50 ms:n kyselysilmukassa ennen seuraavan tavoitefunktion arviointia. Tämä tarkoittaa, että käynnissä oleva ajo suoritetaan loppuun (se on synteettinen ja kestää vain mikrosekunteja), mutta uutta ajoa ei aloiteta. Kun jatketaan, ajo jatkuu siitä, mihin se jäi.

 **LYHYESTI**

Pysäyttää ajon. Nykyinen laskenta suoritetaan loppuun, sitten se pysähtyy.

**W32 Painike "Stop"**

Työkalupalkki vasemmalla, Running- ja Paused-tilassa..



Keskeyttää suorittajatehtävän, nolaa viittauksen, vapauttaa taukoportin (jos se oli vielä tauolla) ja siirtyy Finished-tilaan (jos ajoja on) tai Idle-tilaan (jos ei ole). Jo lasketut ajot jäävät näkyviin luetteloon – Stop ei poista niitä. Tuhoava painikerooli näyttää painikkeen punaisena, koska se keskeyttää ajon.

 **LYHYESTI**

Keskeyttää ajon lopullisesti. Ajot jäävät näkyviin, voit silti exportata parhaan konfiguraation.

**W33 Painike "Resume"**

Työkalupalkki vasemmalla, Paused-tilassa..



Vapauttaa taukoportin ja siirtyy takaisin Running-tilaan. Suorittajatehtävä on jo käynnissä (se odottaa kyselysilmukassa); heti kun silmukka huomaa, että tauko on poistettu, se jatkaa ja aloittaa seuraavan ajon.

 **LYHYESTI**

Jatkaa keskeytettyä ajoa.

**W34 Painike "Save Best Config"**

Työkalupalkki oikealla, aina näkyvässä (mutta pois käytöstä, jos bestTrialia ei ole)..



Avaa tallennusdialogin oletus- tiedostonimellä `bayesopt-best.json`, rajoitettu JSON-muotoon. Vahvistuksen jälkeen rakennetaan payload-sanakirja: esiasetuksen nimi, ajon indeksi, arvo (tavoitepisteet), parametrit (sanakirja dekodatuista parametrimistä → arvoihin). Dekoodaus projisoi normalisoidut hakuavaruuden koordinaatit  $[0,1]^d$  takaisin alkuperäiseen arvoalueeseen (log-uniform/linear/integer-asteikkojen mukaisesti). JSON-ulostulo on kauniisti muotoiltu ja avaimet lajiteltu. Kirjoitusvirheen sattuessa (nykyisessä demoversiossa) se ohitetaan hiljaa – ei virhekäyttöliittymää, koska tämä on demopolku.

Painike pysyy harmaana, kunnes ajo on suoritettu.

 **LYHYESTI**

Tallentaa tähän mennessä parhaan ajon parametriarvot JSON-muodossa. Voit sitten manuaalisesti sisällyttää nämä arvot esiasetuskonfiguraatioosi.

**W35 Valitsin "Search Space" -esiasetus**

Vasen sivupalkki, ylhäällä..



Valikkovalitsin neljällä esiasetusvaihtoehdolla: - "RadianceKit defaults (6-dim)" – täydellinen standardihakuavaruus kaikilla Q7-hyperparametreilla. - "Mip subset (2-dim)" – vain `mipSmoothing3DScale` [0.05, 0.5] log-uniform ja `mipFilter2DVariance` [0.1, 0.6] linear. Hyödyllinen, jos haluat virittää Mip-Splattin-gia tietylle sceneluokalle.

- "densify-until + ssim-weight + grad-thresh" – kolme

Densify-relevanttia parametria

(`densifyGradThreshold` log-uniform, `ssimWeight` linear, `densifyUntilIter` integer). - "Bowl demo (1-dim)" – pedagoginen yhden parametrin hakuavaruus "näin BayesOpt toimii" -demoja varten.

Ajon ollessa aktiivinen hakuavaruutta ei voi vaihtaa (sekoittaisi optimoijan).

 **LYHYESTI**

Mitä hyperparametriavaruutta BayesOpt etsii. Oletus on "RadianceKit defaults". Kohdennettuja Mip-virityskokeiluja varten "Mip subset". BayesOptin toiminnan ymmärtämiseksi "Bowl demo".

**W36 Liikusäädin "Trial Budget"** **MISSÄ**

Vasen sivupalkki, hakuavaruuden valitsimen alla..

 **TEKNINEN**

Liikusäädin 10–200, askelväli 5. Oletus 40. Tämä tarkoittaa: BayesOpt saa tehdä enintään  $N$  ajoa. Näistä

ensimmäiset ovat alunäytteitä (Latin-Hypercube), loput ovat oikeita BayesOpt-ajoja. Nyrkkisäännöt käytännössä: hakuavaruus, jossa on  $d$  ulottuvuutta, tarvitsee noin  $10d - 20d$  ajoa hyvän optimin saavuttamiseksi. 6-ulotteisilla oletuksilla siis 60–120, 2-ulotteisella Mip-osajoukolla 20–40, 1-ulotteisella Bowl-demolla 10–20.

Ajon aikana liikusäädin on pois käytöstä.

 **LYHYESTI**

Kuinka monta optimointiyritystä enintään. Enemmän yrityksiä = parempi ratkaisu, mutta vie enemmän aikaa. 40 on hyvä oletus demo-objektiiville.


**W37 Liikusäädin "Random Seed"** **MISSÄ**

Vasen sivupalkki, budjettiliikusäätimen alla..

 **TEKNINEN**

Liikusäädin 1–100, askelväli 1. Oletus 42. Siemen välitetään sekä alkuperäisille Latin-Hypercube-näytteille että

demo-objektiivin kohinakomponentille. Toistettavuus: sama siemen + sama hakuavaruus + sama budjetti tuottaa täsmälleen identtisen ajosekvenssin. Hyödyllinen, kun halutaan varmistaa, että "saavatko kaikki kollegasi saman ajon, kun he toistavat demon?". Ajon aikana pois käytöstä.

 **LYHYESTI**

Ohjaa satunnaislukugeneraattoria. Sama siemen = sama ajo – toistettavuutta varten.

**W38 Kaavio (konvergenssi)**

Ikkunan keskisarake..



Swift Charts -kaavio kahdella kerroksella: 1. yksi viiva "paras arvo tähän mennessä" per ajo – monotonisesti nouseva tai tasaisena pysyvä käyrä korostusvärillä. 2. yksi piste per ajo yksittäisellä tavoitearvolla, väritetty vaiheen mukaan. Symbolin koko 40. Kolme vaihe-etikettiä: "init" (harmaa), "bo" (sininen), "restart" (oranssi).

Pieni selite näyttää vaihevärit ylhäällä vasemmalla. Jos ajo- luettelo on tyhjä (ennen ensimmäistä käynnistystä), näytetään sen sijaan tyhjän tilan ilmoitus kaaviokuvakkeella ja vihjeellä "Press Start to begin a BayesOpt run."

**LYHYESTI**

Edistymiskaavio. Yhtenäinen viiva on "paras tähän mennessä löydetty ratkaisu"; pisteet ovat yksittäisiä yrityksiä. Jos viiva pysyy tasaisena pitkään, BayesOpt on löytänyt optimin.

**W39 Taulukko (ajoloki)**

Ikkunan oikea sarake..



Vieritysalue, jossa on laiskasti pinottuja ajo- rivejä. Jokaisella rivillä on vaakasuuntainen pino: ajon numero (3-numeroinen monospaced, vasemmalla), arvo (monospaced, oikealle tasattu, 70 pt leveä), vaihe- tagi (kapseli, täytetty vaihevärillä 25 %:n peittävyydellä), valinnaisesti keltainen tähti, jos tämä ajo on tällä hetkellä paras. Automaattinen vieritysmekanismi hyppää automaattisesti loppuun, kun uusi ajo lisätään – jotta voit seurata live-edistymistä näytön alareunassa ilman, että sinun tarvitsee itse vierittää.

**LYHYESTI**

Taulukko kaikista yrityksistä. Arvo, vaihe, tähti parhaalle. Vierittää automaattisesti mukana, uudet ajot ilmestyvät alas.

**Pääikkuna: Häviön kehitys ja Gaussian-määrä (I39–I41, viittaus)**

Kolme pääikkunan Tarkastajan näyttöä ansaitsevat oman selityksensä, koska ne ovat jatkuvasti näkyvissä käynnissä olevan koulutuksen aikana ja on olemassa tärkeitä nyrkisääntöjä sille, milloin kehitys näyttää terveeltä. Nämä näytöt sijaitsevat Tarkastajassa "Loss Chart" -osion alla (katso Luku 2 – Tarkastaja) ja täydentävät Holdout-analyysia yllä olevasta apuikkunasta.

**Milloin häviökäyrä on terve?** Terve häviökäyrä näyttää kolme vaihetta: (1) **Lämmittely** – ensimmäisten 200–500 iteraation aikana häviö putoaa jyrkästi korkealta (tyypillisesti 0.15–0.25 L1+SSIM-yhdistelmälle scenestä riippuen) noin puoleen. Jos häviö EI putoa tässä vaiheessa, syöte on yleensä väärä (kuvat rikki, SfM-poset huonot, alku-Gaussianien määrä liian pieni). (2) **Tiivistys** – noin 500 ja densifyUntilIteration (klassisesti 15K, MCMC jopa 20K tai 25K) välillä häviö jatkaa putoamistaan, usein pienin hyppäyksiin alaspäin, kun tiivistysoperaatiot lisäävät uusia Gaussianeja ja optimoija hyödyntää niitä. Gaussian-määrä kasvaa tässä vaiheessa. (3) **Hienosäätö** – sen jälkeen häviö siirtyy loivempaan häntään. Tyypilliset loppuarvot: Tanks-&Temples Truck P4 Qualitylla päätyy  $L1 \approx 0.023$ , Horse Full Classic V546:lla  $L1 \approx 0.0230$ , ulko-Mip-NeRF360-scenet usein huonommin (0.04–0.07).

**Mitä tasanko tarkoittaa?** Tasanko (häviökäyrä kulkee vaakasuoraan useiden tuhansien iteraatioiden ajan) voi tarkoittaa kahta asiaa: (a) malli on konvergoitunut, lisäkoulutus ei tuo enää hyötyä – tämä on hyvä tapaus. (b) malli on jumissa (paikallinen minimi, huono gradienttietieto, puskurirajan ylitys) – huono tapaus. Molemmat näyttävät kaaviossa identtisiltä. Erottelu: katso Gaussian-määrää. Jos sekin on tasainen JA lähellä MCMC-rajaa (esim. 150K / 150K `.fullMCMC`:llä), olet rajalla – joko nosta rajaa tai hyväksy tasanko. Jos Gaussian-määrä vielä kasvaa, mutta häviö ei putoa, se on jumissa.

**Milloin keskeyttää vs. jatkaa koulutusta?** Nyrkkisääntö: 10K iteraatiota ilman minimi-häviön parannusta → keskeytä, lisäiteraatiot ovat hukkaan heitettyjä. Sitä ennen: voit lisätä jatkoaikaa `Cmd+T`:llä (Training-valikko → Continue Training → +5K iterations), jos näet rajallista parannusta. Huomio: MCMC:llä tasanko on usein todellinen – raja on luonnollinen raja.

**Gaussian-määrän tasanko EI OLE "valmis"-signaali.** Se tarkoittaa vain, että MCMC on saavuttanut rajansa tai että klassinen tiivistys on käytetty loppuun. Todellisen "valmis"-kysymyksen esittää vasta Holdout-analyysi – PSNR/SSIM/LPIPS riippumattomalla testijoukolla, arvioituna Holdout-ikkunassa (W23–W29) tai `--benchmark` -lipulla.

**PSNR/Holdout on totuus, häviö vain välityspalvelin.** Häviö on suhteellinen metriikka: se putoaa, kun mallisi sopeutuu koulutusnäkyymiin. Matala häviö ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita hyvää mallia – jos malli on oppinut koulutuskuvat ulkoa (ylioppiminen), häviö olisi pieni, mutta PSNR näkemättömissä näkymissä (holdout) olisi huono. Siksi: lo-pullisessa laadunarvioinnissa katso aina holdout-metriikoita, ei pelkästään loppuhäviötä.

## Nyrkkisääntölaatikko

- User Guide ja Pikanäppäimet ovat staattisia ohjeita – nopeita hakusanakysymyksiin, syvempää tietoa varten käytä tätä käyttöopasta.
- Avaa Tallennustilan hallinta, kun levytilaa on alle 10 % vapaana. Lokit ja Imports-väliai-kaistallennus ovat yleisimmät syylliset.
- Pareto-koontinäyttö on hyödyllinen vasta vähintään kolmen tai neljän koulutusraportin jälkeen. X-akseli = kustannukset (aika / Gs), Y-akseli = laatu (PSNR / SSIM). Pareto-rintama näyttää tehokkaat yhdistelmät.
- Käytä Holdout-analyysia ennen kuin julkaiset PSNR-vertailuja muiden kanssa – se varmistaa, että testijoukkosi on todella edustava.

- BayesOpt-konsoli on ensisijaisesti oppimis- ja tarkastelutyökalu hakuavaruuden määrittelyille. Oikeisiin koulutusohjaisiin hyperparametrien virityksiin käytä offline-CLItönlkua.
- Häviön tasanko ja Gaussian-määrän tasanko on tulkittava erikseen. Rajan saavuttaminen ei ole "valmis"-signaali. Todellisen laadun mittaa vain holdout-PSNR.
- 10K iteraatiota ilman minimihäviön parannusta → pysäytä koulutus.

## LUKU

## Luku 6 — Koulutuksen määrytykset

```
preview-preset.json
{
  "id": "00000000-0000-0000-0000-000000000002",
  "name": "Preview",
  "category": "classic",
  "version": 1,
  "createdAt": "2026-05-27T22:54:00Z",
  "description": "Fast preview training - 5K iterations, 50% render scale, classic densification.",
  "trainingConfig": {
    "maxIterations": 5000,
    "densifyUntilIteration": 3500,
    "ssimWeight": 0.20,
    "renderScale": 0.50,
    "strategy": "classic",
    "cameraAlignment": "applePhotogrammetry",
    "densifyGradThreshold": 2.0e-06,
    "opacityResetInterval": 3000,
    "minOpacity": 0.005,
    "postCompactification": true,
    "perceptualLoss": 0.0,
    "metalFXUpscaling": false,
    "mpsLanczosScaling": false,
    "skyMasking": false,
    "midTrainingFloaterCleanup": true,
    "scaleRegularization": false
  }
}
```

Kuva 26: Preview-esiasetus JSON-muodossa vietyinä ja TextEditissä näytettynä — kentät `id/name/category/version/createdAt/description`, `trainingConfig` kaikilla olennaisilla parametreilla (`maxIterations` 5000, `densifyUntilIteration` 3500, `ssimWeight` 0.20, `renderScale` 0.50, `strategy` `classic`, `cameraAlignment` `applePhotogrammetry`, `densifyGradThreshold` `2.0e-06`, `opacityResetInterval` 3000, `minOpacity` 0.005, kuusi Bool-kytkintä)

**MITÄ KUVASSA NÄKYVÄ** Tyypillinen esiasetuksen JSON-vienti. Ylätason kentät: `id` (UUID), `name`, (`classic` | `mcmc` | `sceneClass` | `custom`), (skeeman versio), (aikaleima), (vapaa teksti). Sisäkkäinen -objekti sisältää toistettavuuden kannalta kriittiset parametrit — tuonin yhteydessä koko lohko deserialisoidaan `TrainingConfig` -rakenteeseen, ja sovelluksen version oletusarvot täyttävät JSON-tiedostosta puuttuvat kentät (esim. sovelluspäivityksen jälkeen). Jos haluat siirtää esiasetuksen toiselle Macille, lähetä vain tämä JSON-tiedosto.

`TrainingConfig` -rakenne on jokaisen RadianceKitin koulutusajon ydin. Se kokoaa yhteen kaikki koulutukseen vaikuttavat parametrit — maksimi-iteraatiomäärästä ja kahdeksasta oppimisnopeudesta aina MCMC:n, Mip-Splattingin, curriculumin ja scene-aware cap -logiikan erikoiskenttiin. Muokkaa sitä sivupalkin Koulutuksen määrytykset -osiossa (asiantuntijatila), tallenna sen esiasetuksena tai siirrä sen JSON-vientinä toiselle

Macille. Koulutuksen aikana juuri tämä objekti jäädytetään ja annetaan GPU-taustaohjelmalle.

Tämä luku on referenssimateriaalia tehokäyttäjille ja skriptien kirjoittajille. Se luettelee kaikki 81 julkista kenttää, 9 staattista esiasetusta ja yhden julkisen metodin. Lähdetiedosto on `TrainingConfig.swift` — epäselvissä tapauksissa siellä oleva dokumentaatio-kommentti ja alustajan oletusarvo ovat totuuden lähde.

#### HUOMAUTUS · KÄYTTÖLIITTYMÄ VS. ESIASETUS/CLI

Vain 12:lla 81 kentästä on suora liukusäädin, kytkin tai valitsin Tarkastajassa (hiekalaatikoidussa App Store -versiossa): **T1, T2, T17, T20, T22, T38, T56–T58, T60, T61, T73**. Loput 69 kenttää asetetaan valitun **esiasetuksen** (Luku 7) kautta ja ne voidaan ohittaa suoraan vain **CLI-lipulla** (katso Luku 5). Tämä erottelu on tarkoituksellista: oletusarvot pysyvät vakaina ja tuotantotestattuina, mutta tehokäyttäjillä on silti pakotie. Jos jokin kenttä kiinnostaa sinua erityisesti: tarkista ensin Luvusta 2 (Tarkastaja) ja Luvusta 5 (CLI), voitko muuttaa sitä ilman JSON-tiedoston kanssa näpertelyä.

#### Sisällysluettelo:

1. Iteraatio (T1–T2)
2. Oppimismenopeudet (T3–T10)
3. Densification — Classic (T11–T16)
4. Loss (T17–T20)
5. SH-asteen progressio (T21)
6. Suorituskyky (T22–T25)
7. Diagnoosi ja pistepilven valmistelu (T26–T30)
8. Regularisointi (T31–T37)
9. Hienosäätö (T38–T44)
10. Sky-Dome (T45–T48)
11. Adam + LR-aikataulu (T49–T55)
12. Jälkikäsitteily + Apple AI (T56–T60)
13. MCMC-Densification (T61–T73)
14. Mip-Splatting (Q1.5) (T74–T76)
15. Adaptiivinen Densification (Q5) (T77–T79)
16. Curriculum (Q6) (T80–T81)
17. Staattiset esiasetukset (TP1–TP9)
18. Metodi:
19. Mikä kenttä mihinkin? (Muistilista)
20. Vaaralliset kentät

## Iteraatio (T1–T2)

### T1 maxIterations

#### TIEDOT

**Oletus:** 30 000 (alustaja), 35 000 ( `.full` ), 200 000 ( `.fullMCMC` ) **Alue:** 1 000 – 500 000 (käyttöliittymän liukusäädin), ei kovaa ylärajaa logiikassa  
**Määritelty:**

#### TEKNINEN

Koulutusiteraatioiden kokonaismäärä, jonka taustaohjelma suorittaa. Yksi iteraatio tarkoittaa yhden koulutuskameran forward-renderöintiä, backwardpassia kaikkien loss-komponenttien yli (L1 + SSIM + valinnaiset regularisoinnit + Sky-Mask) ja yhtä Adam-optimoiijan askelta. Tämä luku vaikuttaa suoraan muihin aikatauluihin: sijainnin oppimismuutos nopeus noudattaa kosinin vaimennuskäyrää 0:sta joko T1 :een itseensä tai T49 positionLRScheduleEndIteration:iin asti; Densification pysähtyy T2 densifyUntilIteration:iin; MCMC-kohinan vaimennus päättyy T69 mcmcNoiseDecayEnd:iin; SH-asteen päivitykset tapahtuvat kolmessa T21 :ssä määritellyssä kohdassa. Klassisessa Densificationissa empiirisesti määritetty optimaalinen alue on 20 000–35 000 iteraatiota (sessiot 1–32, V546-testit), MCMC:ssä 60 000–200 000 (V534). Arvojen nostaminen merkittävästi esiasetuksissa määriteltyjen yläpuolelle tuo harvoin lisää laatua — Adam-momentum kyllästyy, ja ilman oppimismuutoksen vaimennuksen loppua loss pysähtyy. Toisaalta, alle 5 000 iteraation jääminen johtaa epätäydellisesti konvergoituneisiin geometrioihin (Density-Controlilla ei ole tarpeeksi aikaa kloonata/jakaa).

#### LYHYESTI

Kuinka kauan sovellus laskee. Enemmän iteraatioita = parempi tulos, mutta jossain vaiheessa ei enää huomattavasti parempi, vain paljon hidas. Esiasetukset on valittu niin, että sinulla on hyvä arvo ilman miettimistä: Quick 1 000, Preview 5 000, Balanced 20 000, Quality 35 000, MCMC Quality 200 000. Jos muutat arvoa itse, muista: MCMC:ssä voit nostaa arvoa reilusti (100 000–200 000), mutta Classicissa älä mene yli 40 000:n — se ei enää paranna tulosta.

**T2** densifyUntilIteration**TIEDOT**

**Oletus:** 15 000 (alustaja), 5 000 ( `.full` ), 160 000 ( `.fullMCMC` ) **Alue:** 0 – **Määritelty:**

**TEKNINEN**

Iteraatio, josta alkaen Densification pysähtyy. Tähän asti Gaussianeja kloonataan, jaetaan ja karsitaan `T11–T16` (Classic) tai `T67–T70` (MCMC) parametrien mukaisesti; sen jälkeen Gaussianien määrä pysyy vakiona ja vain sijainteja, rotaatioita, skaaloja, opasiteetteja ja SH-kertoimia optimoidaan (hienosäätövaihe). Alkuperäisessä 3DGS-artikkelissa arvo on 50 % `T1`:stä, RadianceKitin `.full` -esiasetuksessa vain 14 % (5 000 / 35 000) — tämä on seurausta V310/V338-kokeista, jotka osoittivat, että 5 000 iteraation jälkeen jatkuva tihentäminen pikemminkin heikentää tulosta (enemmän leijuvia partikkeleita, enemmän muistinkulutusta, ei laadun parannusta). MCMC sen sijaan suorittaa uudelleensijoituksen 80 %:iin `T1`:stä asti (V504b), koska MCMC ei tuota haitallisia leijuvia partikkeleita. Jos `T2` valitaan liian pieneksi (< 1 000), syntyy liian vähän Gaussianeja; liian suuri arvo Classicissa (> 50 % `T1`:stä) johtaa ylikasvuun ja RGB-saturaation poikkeamiin (katso Outdoor-Overtraining-Findings).

**LYHYESTI**

Mihin asti sovellus saa luoda uusia Gaussianeja. Sen jälkeen vain hienosäädetään olemassa olevia. Klassisessa koulutuksessa, jossa on 35 000 iteraatiota, 5 000 on oikea arvo — kaikki sen yli tekee näkymästä suttuisemman. MCMC:ssä se on 80 % kokonaisiteraatioista (eli 160 000, kun ajo on 200 000). Jos muutat Quality-esiasetusta, älä koske tähän kenttään.

## Oppimisnopeudet (T3–T10)

### T3 positionLearningRate

#### TIEDOT

**Oletus:** 0.00016 **Alue:**  $1e-7$  –  $1e-3$  (suositeltu)

#### Määritely:

#### TEKNINEN

Adam-oppimisnopeus kunkin Gaussianin XYZ-sijainnille koulutuksen alussa (iteraatio 0). Noudattaa kosinin vaimennuskäyrää ja laskee koulutuksen aikana arvoon T4 `positionLearningRateFinal`. Oletusarvo 0.00016 on peräisin alkuperäisestä 3DGS-artikkelista (Kerbl et al. 2023) eikä sitä RadianceKitissä tule skaalata kuvan resoluution kasvaessa — sijainti liikkuu maailman koordinaatistossa, ei pikseliavarudessa. Merkittävä nosto ( $> 0.0005$ ) saa Gaussianit hyppimään pitkiä matkoja ja tekee lossista epävakaa; huomattavasti pienemmät arvot ( $< 0.00005$ ) johtavat siihen, että väärin alustetut pistepilvet eivät koskaan löydä paikkaansa. V414 testasi alustusarvon tuplaamista  $\rightarrow$  16.8 % huonompi L1-loss; V544a-säädöt vahvistivat artikkelin oletusarvon optimaaliseksi. Huomaa: `.fullMCMC`:ssä pidämme tämän arvon tarkoituksella oletuksena — MCMC tarvitsee vakioita oppimisnopeuksia uudelleensijoituslogiikkaansa varten, joten tämän säätäminen ei hyödytä.

#### LYHYESTI

Kuinka nopeasti splat-pisteet saavat liikkua avaruudessa. Vakioarvo on erittäin hyvin säädetty eikä yleensä vaadi muutoksia. Vain jos splatit "vaeltavat" kuvassa tai kokonainen kulma puuttuu, koska mikään ei liiku sinne, oppimisnopeus voisi olla säätökohde — mutta silloin jokin muu on yleensä jo pielessä (kameran asennot, alkuperäinen pistepilvi).

**T4** positionLearningRateFinal TIEDOT

**Oletus:** 0.0000016 (alustaja + artikkeli), 0.000016 (`.full`, `.fullMCMC` — 10x korkeampi) **Alue:** 0 –  
**Määritely:**

 TEKNINEN

Sijainnin oppimisnopeuden kosinin vaimennuskäyrän loppuarvo. Se saavutetaan joko `T1 maxIterations`:ssa tai, jos asetettu, `T49 positionLRScheduleEndIteration`:ssa. `RadianceKitin .full` -esiasetus käyttää arvoa 0.000016 — eli 10x korkeampaa kuin artikkelin oletus 0.0000016. V420-kokeet osoittivat, että 0.5x loppuarvosta (0.000008) heikensi lossia 6.4 %; V414 osoitti, että 2x alustusarvo heikensi sitä 16.8 %. Korkea loppuarvo ei ole kompromissi, vaan tietoinen valinta: liian voimakas vaimennus saa Gaussianit menettämään kykynsä sopeutua uusiin tihennysehdotuksiin hienosäätövaiheen aikana. V431/V433-laajenuksen kautta aikatauluvaihetta voidaan lyhentää (`T49 < T1`), jolloin `T4` saavutetaan jo ennen koulutuksen loppua ja loppu koulutus suoritetaan vaikiolla mini-oppimisnopeudella — tyypillinen konfiguraatio: `T49 = 20 000`, `T1 = 35 000`, eli hienosäätö 0.000016:lla 15 000 iteraation ajan.

 LYHYESTI


Kuinka hitaaksi sijainnin oppimisnopeus tulee koulutuksen lopussa. Olemme asettaneet sen tarkoituksella vähemmän aggressiiviseksi kuin alkuperäisessä artikkelissa — splatit voivat vielä lopussa hieman heikkoa, mikä tekee niistä terävämpiä. Jos säädät tätä: korkeampi = levottomammat splatit lopussa, matalampi = splatit eivät enää voi sopeutua, kun uusia ilmestyy.

**T5** shDCLearningRate TIEDOT

**Oletus:** 0.0025 (alustaja + artikkeli), 0.005 ( .full ja kaikki MCMC-esiasetukset — 2x) **Alue:** 0.0001 – 0.05 **Määritelty:**

 TEKNINEN

Adam-oppimismnopeus spherical-harmonic-värin DC-osuudelle (aste 0, eli vakio albedo). SH-DC vastaa Gaussianin suunnasta riippumatonta perussävyä, tavallaan "perusväriä". V176- ja V188-kokeissa havaittiin 2x korkeampi arvo artikkelin oletusta optimaalisemmaksi — nopeampi värin konvergenssi, erityisesti koska lyhyessä koulutuksessa (, 5 000 iteraatiota) SH-DC ei muuten ehdi muotoutua. Toisin kuin geometrisilla oppimismnopeuksilla, SH-DC:llä ei ole vaimennusta; oppimismnopeus pysyy vakiona kaikkien iteraatioiden ajan (tai noudattaa vain valinnaista T51 :n laajennetun vaiheen vaimennusta). V416 testasi nelinkertaistamista 0.01:een → 6.4 % huonompi loss beta2=0.99-Adamilla.

 LYHYESTI

Kuinka nopeasti kunkin splatin perusväri sopeutuu. Tätä arvoa ei juuri koskaan muuteta itse — esiasetuksissa on oikea arvo. Korkeampi arvo nopeuttaisi, mutta voi johtaa epävakaisiin väreihin.

**T6** shRestLearningRate TIEDOT

**Oletus:** 0.000125 (alustaja + artikkeli), 0.00025  
(.full ja MCMC — 2x) **Alue:** 0.000001 – 0.005

**Määritely:** TEKNINEN

Adam-oppimismisnopeus korkeamman asteen SH-ker-  
toimille (aste 1, 2, 3 — eli katselusuunnasta riippuvat  
värikomponentit, jotka vastaavat kiiltokohdista, hei-  
jastuksista ja pehmeästä varjostuksesta). 20x pie-  
nempi kuin T5 artikkelin käytännön mukaan, koska  
näiden kertoimien määrä kasvaa neliöllisesti (3 as-  
tetta 1 varten, 5 astetta 2 varten, 7 astetta 3 varten  
→ yhteensä 15 float-arvoa per Gaussian) ja ilman  
pienempää oppimismisnopeutta kuva ylikyllästyisi. Ote-  
taan käyttöön kahdessa vaiheessa — ennen ensim-  
mäistä T21 shDegreeUpgradeIterations:n merkkiä  
vain aste 0 on aktiivinen (eli vain T5), sen jälkeen 1,  
myöhemmin 2 ja lopulta 3. Matalat arvot tässä ovat  
erityisen tärkeitä näkymissä, joissa on paljon dif-  
fuusia valaistusta; erittäin kiiltävillä pinnoilla (auton  
maali, vesi) säätäminen ei kannata — SH-esitystapa  
itsessään on rajallinen.

 LYHYESTI

Kuinka nopeasti suunnasta riip-  
puvat väriefektit (heijastukset,  
kiilto) oppivat. Oletuksena hyvin  
pieni, koska muuten kaikki kiil-  
tää. Arvo kannattaa jättää ennal-  
leen — jos haluat parempia kiil-  
tokohtia, MCMC ja pidempi kou-  
lutusaika ovat parempi vaihtoeh-  
to kuin tämä oppimismisnopeus.

## T7 opacityLearningRate

### TIEDOT

**Oletus:** 0.05 (alustaja + artikkeli), 0.1 ( `.full` , MCMC — 2x) **Alue:** 0.001 – 1.0 **Määritelty:**

### TEKNINEN

Adam-oppimismuutosnopeus kunkin Gaussianin logit-opasiteetille. Sovellus tallentaa opasiteetin rajoittamattomana float-arvona ja muuntaa sen sigmoidilla välille  $[0, 1]$ ; oppimismuutosnopeus vaikuttaa logit-avaruudessa. Artikkelin oletus 0.05 on palautettu V50-testien jälkeen (paras yksittäisajo L1 0.1664), V71 peruutti V67:n 0.025:n. V188:n tuplaus 0.1:een tekee karsinnasta tehokkaampaa — kuolleet Gaussianit putoavat nopeammin `T14 pruneOpacityThreshold:n` alle. V418 osoitti: 0.05  $\beta_2=0.99$ -Adamilla on 7.1 % huonompi kuin 0.1 — vuorovaikutus Adam-konfiguraation kanssa ei ole triviaali. Matalat arvot ( $< 0.01$ ) johtavat siihen, että "kuolleet" Gaussianit jäävät pyörimään ja kuluttavat muistia; liian korkeat arvot ( $> 0.5$ ) voivat johtaa opasiteetin räjähdykseen, joten logit-arvo on rajoitettu optimoijassa välille  $[-15, 3]$  (katso huomautus "Opacity Explosion Prevention" CLAUDE.md:ssä).

### LYHYESTI

Kuinka nopeasti splatit muuttuvat läpinäkyviksi tai läpinäkyttömiksi. Tärkeää siivouksen kannalta — splatit, jotka eivät tuota mitään, on saatava nopeasti pois, jotta ei synny huntua. Vakioarvo sopii, vain ammattilaiset muuttavat sitä.

**T8** `opacityLearningRateFinal` **TIEDOT**

**Oletus:** 0.0 (= "ei vaimennusta") **Alue:** 0 tai 0.001 – **Määritely:**

 **TEKNINEN**

Valinnainen kosinin vaimennuksen loppuarvo opasiteetin oppimisnopeudelle (V427). Jos 0.0, vaimennus on pois päältä ja opasiteetin oppimisnopeus pysyy koko koulutuksen ajan vakiona arvossa `T7`. V427 testasi vaimennusta 0.1 → 0.01 — tulos 11.5 % huonompi loss; peruutettu, joten oletus on "pois päältä". Kentän taustalla oleva hypoteesi: hienosäätövaiheessa vakio opasiteetin oppimisnopeus voisi johtaa oskillointiin, jolloin splatit, jotka ovat jo saavuttaneet oikean läpinäkyvyyden, siirtyisivät uudelleen satunnaisten gradienttivaihteluiden vuoksi. Empiirisesti tämä ei vahvistu — logit-rajoituslogiikka hoitaa tämän jo. Kenttä pysyy saatavilla tulevia kokeita varten; myös erittäin pitkät MCMC-ajot (> 500K iteraatiota) voisivat hyötyä siitä.

 **LYHYESTI**

Pitäisikö opasiteetin oppimisnopeuden pienentyä loppua kohti. Oletus: ei. Kokeilimme sitä, tulos oli huonompi, joten pidämme sen pois päältä. Pysy arvossa 0.

**T9** `scaleLearningRate` **TIEDOT**

**Oletus:** 0.005 (alustaja + artikkeli), 0.01 ( `.full` , MCMC — 2x) **Alue:** 0.0001 – 0.1 **Määritely:**

 **TEKNINEN**

Adam-oppimisnopeus kunkin Gaussianin kolmelle skaalakomponentille log-avaruudessa (RadianceKit tallentaa `log(scale)`, jotta skaalat pysyvät positiivisina). Artikkelin oletus 0.005, RadianceKitissä tuplattu 0.01:een paremman skaalan konvergenssin saavuttamiseksi optimoiduilla oppimisnopeuskonfiguraatioilla. V423-koe: 0.005 `beta2=0.99`-Adamilla → 18.7 % huonompi loss ja näkyvästi liian vähän Gaussianeja (Density-Control ei voinut kloonata, koska skaalapäivitykset olivat liian hitaita). Skaala kontrolloi kunkin Gaussianin laajuutta — liian nopea oppiminen johtaa "neula"-Gaussaneihin (erittäin pitkät ohuet splatit, katso `T34 scaleRatioPruneThreshold`), liian hidas oppiminen jättää splatit liian kompakteiksi ja Density-Controlin on jaettava liian usein.

 **LYHYESTI**

Kuinka nopeasti splattien muoto sopeutuu. Vakioarvo on hyvä. Jos nostat tätä, saat helposti "neula"-splatteja — erittäin pitkiä ohuita pisaroita, jotka saavat kuvan leijumaan.

**T10** rotationLearningRate TIEDOT

**Oletus:** 0.001 (alustaja + artikkeli), 0.002 ( .full , MCMC — 2x) **Alue:** 0.0001 – 0.05 **Määritely:**

 TEKNINEN

Adam-oppimismisnopeus kunkin Gaussianin neljälle kvaternionikomponentille. Kvaternio normalisoidaan jokaisessa optimoijan vaiheessa Adam-päivityksen jälkeen (L2-normi = 1) — muuten kovarianssimatriisi degeneroituisi. RadianceKit tuplaa artikkelin oletuksen Quality-esiasetuksissa, koska rotaatiolla on skaalaan / sijaintiin verrattuna pienemmät absoluuttiset gradienttisuuruudet (yksikköpallolla jokainen askel pysyy lyhyenä) ja ilman 2x-kerrointa rotaatio olisi 35 000 iteraation ikkunassa selvästi ali-konvergoitunut. Dokumentoitu V188:ssa. NeRF-Blender-näkymissä (Lego, Chair) rotaatio vaikuttaa erityisen paljon — kohteiden reunat suuntautuvat oikein vasta 5 000–10 000 iteraation jälkeen.

 LYHYESTI

Kuinka nopeasti splatit oppivat pyörimään — eli asettumaan oikeaan suuntaan kohteen pinnalla. Vakioarvo sopii. Toisin sanoen: jos splatit näyttävät vinos- sa olevilta palikoilta sen sijaan, että ne mukautuisivat pintaan, koulutusaika on todennäköisesti liian lyhyt, ei tämä oppimisnopeus liian matala.

## Densification — Classic (T11–T16)

### T11 densifyGradThreshold

#### TIEDOT

**Oletus:** 0.000002 (alustaja, kalibroitu 0.5× resoluutiolle), 0.0000011 ( `.full` , kalibroitu 1.0×:lle), 0.000004 ( `.quickTest` , kalibroitu 0.25×:lle),  $2e-7$  ( `.fullClassicPaper` ) **Alue:**  $1e-8$  –  $1e-3$  (resoluutiosta riippuvainen) **Määritely:**

#### TEKNINEN

Kynnysarvo näyttöavaruuteen projisoidun gradientin `dMean2D` L2-normille, jonka yläpuolella Gaussian merkitään kloonattavaksi tai jaettavaksi. Absoluuttinen arvo riippuu suoraan koulutusresoluutiosta — `dMean2D` skaalautuu suunnilleen kuten  $1/\text{resoluutio}^2$  (enemmän pikseleitä = pienemmät pikselikohtaiset gradientit). Siksi jokainen T22 `trainingRenderScale`-taso tarvitsee kalibroidun kynnysarvon:  $0.25\times \rightarrow 4e-6$ ,  $0.5\times \rightarrow 2e-6$ ,  $1.0\times \rightarrow 5e-8$  ...  $1.1e-6$  ( `.full` ). Artikkelin oletus 0.0002 on NDC-normailoitu eikä ole suoraan verrattavissa RadianceKitin maailmanavaruuden putkeen. V440:ssä lisätyllä T52 `adaptiveDensifyThreshold` -lipulla arvo voidaan laskea ajon aikana nykyisen gradienttijakauman p98:sta — mutta V440 testasi tätä todellisilla näkymillä ja tuotti 63 K Gaussiania (katastrofaalinen karsintahäviö); lippu pysyy pois päältä. Q5 (T77–T79) tarjoaa vaihtoehtoisen adaptiivisen logiikan liukuvarustuksen kautta. **Tämä kenttä ei ole vaaraton** — puolittaminen tuottaa 2–4× enemmän Gaussiania (muistipaine, OOM-riski); tuplaaminen voi ali-tihentää näkymän.

#### LYHYESTI

Kuinka herkkä sovellus on, kun se päättää, onko splat aliedustettu ja pitääkö se monistaa. Matalampi arvo = herkempi = enemmän splatteja. Korkeampi = vähemmän splatteja. Tämä on yksi vaarallisimmista arvoista: liian matala ja Macin muisti täyttyy miljoonilla splateilla ja se saattaa kaatua. Älä koske tähän kenttään, tai muuta sitä vain 10 %:n askelin.

**T12 densifyFromIteration****TIEDOT****Oletus:** 500 **Alue:** 100 – 5 000 **Määritely:****TEKNINEN**

Ensimmäinen iteraatio, josta alkaen Densification on aktiivinen. Sitä ennen tapahtuu vain "paljasta" optimista alkuperäisellä SfM-pistepilvellä ilman, että uusia Gaussianeja luodaan. Oletus 500 on peräisin 3DGS-artikkelista ja antaa alustukselle aikaa vakautua — jos tihentäminen alkaa jo iteraatiosta 0, väärin sijoitetut SfM-pisteet kloonataan moneen kertaan, ennen kuin ne edes löytävät oikean paikkansa. V349 testasi 1000 → hieman huonompi loss; oletus on optimaalinen.

**LYHYESTI**

Milloin sovellus alkaa ensimmäisen kerran kloonata splatteja. Sitä ennen se oppii vain jo olemassa olevia pisteitä. 500 on vakioarvo — antaa sovellukselle tarpeeksi aikaa orientoitua, ennen kuin se alkaa monistaa.

**T13 densifyInterval****TIEDOT****Oletus:** 100 (alustaja, MCMC), 200 ( `.full` ) **Alue:** 50 – 1 000 **Määritely:****TEKNINEN**

Kuinka monta iteraatiota on kahden tihennysaskeleen välillä. Artikkelin oletus on 100 — joka 100. iteraatiolla tihennysehdokkaiden lista arvioidaan, kloonataan/jaetaan ja samalla karsintaehdokkaiden lista ( $\text{sigmoid}(\text{opacity}) < T14 \text{ pruneOpacityThreshold}$ ) poistetaan. V112-testit havaitsivat 200 optimaaliseksi `.full` :lle — se keventää GPU:n kuormaa, koska vähemmän uudelleenjärjestelyajoja suoritetaan, ja antaa jokaiselle Gaussianille enemmän aikaa asettua kloonaustoiminnon jälkeen. V417 testasi 100  $\beta_2=0.99$ :llä → 5.8 % huonompi (957 K Gaussiania, ylitihentyminen). MCMC:ssä samaa kenttää tulkitaan uudelleensijoitusvälinä; katso T67 `mcmcRelocationInterval` MCMC-spesifistä logiikkaa varten.

**LYHYESTI**

Kuinka usein sovellus tarkistaa uusien splattien tarpeen. 100 = usein, 200 = keskiversto. Korkeampi tarkoittaa: jokaisella splatilla on enemmän aikaa asettua, ennen kuin taas monistetaan. Se on hyvä. Arvon laskeminen 50:een voi kuormittaa GPU:ta jatkuvasti ilman merkittävää parannusta.

**T14** pruneOpacityThreshold TIEDOT

**Oletus:** 0.005 (alustaja, artikkeli, MCMC), 0.001 ( `.full` ) **Alue:** 0.0001 – 0.1 **Määritely:**

 TEKNINEN

Sigmoid-opasiteetin kynnsarvo, jonka alapuolella oleva Gaussian poistetaan seuraavassa tihennysvaiheessa. Toimii yhdessä `T7 opacityLearningRate:n` ja optimoijan logit-rajoituslogiikan kanssa. V393 laskee oletusarvon 0.005:stä 0.001:een `.full` :ssä — seuraus: splatit, jotka ovat tärkeitä vain eksoottisista katselukulmista, säilyvät pidempään ja edistävät SH-yksityiskohtia. V394 testasi 0.0001 → hieman huonompi (liian vähän karsittu, muistia tuhlatu). Tärkeää: Density-Controlin on AINA karsittava, vaikka puskurin kapasiteetti olisi jo täynnä muiden toimenpiteiden vuoksi (katso "Density Control Must Always Prune" CLAUDE.md:ssä) — muuten kuolleet Gaussianit kerääntyvät ja määrä jäätyy.

 LYHYESTI

Milloin splat katsotaan "riittävän läpinäkyväksi" poistettavaksi. 0.005 on artikkelin standardi, meillä on Quality-esiasetuksessa 0.001 — eli annamme splateille pidemmän mahdollisuuden. Tämä tekee pehmeästä valosta ja heikoista varjoista paremmin esitettäviä. Arvon nostaminen (yli 0.01) saa splattien määrän laskemaan nopeasti — voi olla hyödyllistä muistin ollessa vähissä, mutta maksaa yksityiskohtia.

**T15** `opacityResetInterval` TIEDOT

**Oletus:** 3 000 (alustaja + artikkeli), 100 000  
(`.full` = tehokkaasti pois päältä), 200 000  
(`.fullMCMC` = pois päältä) **Alue:** 1 000 – 100 000+  
**Määritely:**

 TEKNINEN

Kuinka monen iteraation välein kaikkien Gaussianien opasiteetti nollataan matalaan arvoon ( 0.01) — toimenpide 3DGS-artikkelista ”jäätynneiden” splattien uudelleenarvioimiseksi. V194 osoitti, että RadiancKitin lämmittelyllä + stokastisella koulutusasetuksella + 2x oppimisnopeuksilla opasiteetin nollaus maksaa 5.5 % laatua ja logit-rajoitus kattaa jo nollaustoiminnon. Siksi `.full` :ssä käytännössä pois päältä (100 000 > 35 000 = ei koskaan laukea). V421 testasi nollausta joka 3 000 iteraatio  $\beta_2=0.99$ :llä → 4.9 % huonompi; peruutettu. `.fullClassicPaper` :ssä (Q1.5-A, artikkelille uskollinen testi) se on tarkoituksella asetettu takaisin 3 000:een — tämä oli yksi keinoista, joilla artikkelin suuruusluokan Gaussian-budjetit pyrittiin saavuttamaan.

 LYHYESTI


Kuinka monen iteraation välein sovellus nollaa kaikkien splattien näkyvyyden ”lähes näkymättömäksi” — eräänlainen reset-nappi opasiteetille. Meillä pois päältä (arvo niin korkea, ettei se koskaan tapahdu), koska muut mekanismit tekevät sen tarpeettomaksi. Kytke päälle vain artikkeleille uskollisissa kokeissa.

**T16** maxScreenSize TIEDOT

**Oletus:** 0.0 (= pois päältä) **Alue:** 0 (pois) tai > 0  
**Määritely:**

 TEKNINEN

Maksimikoko näyttöavaruudessa (projisoiduissa pikseleissä), jonka Gaussian saa saavuttaa ennen kuin se pakotetaan jakamaan. Arvo on asetettu 0:aan (V48 testasi ja peruutti) — RadianceKitin Density-Control käyttää sen sijaan maailmanavaruuden skaalakynnysarvoa `dMean2D` -logiikasta. Pysyy kentäluettelossa, koska tulevat kokeet Mip-Splattingilla (T74–T76) tai näkömakohtaisilla splatting-strategioilla voisivat hyötyä siitä. Aktivointi (arvo > 0, esim. 20) pakottaisi erittäin suuriksi kasvaneet splatit näytöllä jakautumaan — relevanttia suurilla, sileillä seinäpinnoilla, joissa yksi jättisplat tarjoaa liian vähän yksityiskohtia.

 LYHYESTI

Rajoitus, kuinka suureksi yksittäinen splat saa kasvaa näytöllä. Meillä pois päältä. Päällä ollessaan se aiheuttaisi sen, että jättimäiset litteät splatit (esim. seinällä) jaettaisiin pakotetusti useiksi pieniksi. Pidä pois päältä, ellei nimenomaisesti tee kokeita sillä.

## Loss (T17–T20)

### T17 ssimWeight

#### TIEDOT

**Oletus:** 0.2 (alustaja + artikkeli + `.full`), 0.05 (kaikki MCMC-esiasetukset) **Alue:** 0.0 – 1.0 **Määritely:**

#### TEKNINEN

D-SSIM-osuuden paino yhdistetyssä loss-funktiossa  $\text{loss} = (1 - \lambda) * L1 + \lambda * D\text{-SSIM}$ , jossa  $\lambda = \text{T17}$ . 3DGS-artikkelin oletus 0.2 on optimaalinen Classic-Densificationille — V383 testasi 0.3 → 28.9 % huonompi, V373b vahvisti 0.2:n optimaaliseksi. MCMC:lle todettiin V521b/V534:ssä itsenäisesti: 0.05 on optimaalinen, koska MCMC tarvitsee stokastisen etsintänsä vuoksi vahvemman L1-signaalin osuuden — korkeammat SSIM-painot laimentaisivat uudelleensijoituspäätöksiä. SSIM on huomattavasti kalliimpi laskea kuin L1 (paikalliset 11×11-ikkunat koko kuvan yli); RadianceKit käyttää MPS-kiihdytettyä toteutusta, joka pysyy alle 1 ms:ssa per 1080p-kuva. Q7-BayesOpt-pyyhkäisyt löysivät näkymäkohtaisia optimeja väliltä 0.05 (`.outdoorPreset : 0.082`) ja 0.171 (`.indoorPreset`).

#### LYHYESTI

Kuinka tärkeänä sovellus pitää "jokainen pikseli on oikein" -periaatteen lisäksi myös "rakenteet ovat samankaltaisia". 0.2 on standardi ja tuottaa hyvän kuvan. Matalampi = pikselintarkempi, mutta voi saada pehmeämpiä siirtymiä. Korkeampi = rakenteellisesti samankaltaisempi, mutta yksityiskohdat pehmenevät. Anna esiasetusten päättää.

**T18** `ssimWeightRefinement` TIEDOT**Oletus:** 0.0 (= "ei muutosta, säilytä `ssimWeight`")**Alue:** 0 tai 0 – 1.0 **Määritely:** TEKNINEN

Valinnainen SSIM-arvo hienosäätövaiheelle T2 `densifyUntilIteration:n` jälkeen. V428 testasi 0.2 → 0.3 hienosäädössä → 16 % huonompi loss (sekä L1 että SSIM heikkenivät); peruutettu, joten oletus 0.0. Kentän taustalla oleva hypoteesi oli, että tihentämisen jälkeen — kun uusia Gaussianoja ei enää synny — vahvempi SSIM-osuus maksimoisi rakenteellisen terävyyden. Empiirisesti väärin: SSIM-painon nostaminen tarkoittaa epäsuorasti L1-painon laskemista, ja L1 on huomattavasti merkityksellisempi signaali lopullisessa hienosäätövaiheessa. Kenttä pysyy saatavilla tulevia kokeita varten, joissa käytetään havainnollista lossia (T60) tai reuna-lossia (T19), joissa hienosäätökohtainen loss-koostumus voisi olla järkevä.

 LYHYESTI

Erityisasetus toiselle koulutusvaiheelle (hienosäätö splattien monistamisen jälkeen). Arvolla 0.0: sama SSIM-painotus kuin aiemmin. Säätäminen ei empiirisesti hyödytä, joten pois päältä.

**T19** `edgeLossWeight` TIEDOT**Oletus:** 0.0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 0.001 – 1.0**Määritely:** TEKNINEN

V437-kokeellinen loss: Sobel-gradienttidomeenin L1-lossin paino, joka vertaa kuvan reunoja suoraan (Ground-Truth-Sobel vs Render-Sobel) L1+SSIM:n lisäksi. Hypoteesi: reunainformaatio on kuvanlaadun havainnollinen kulmakivi ja eksplisiittinen termi kannustaisi Gaussianoja osumaan reunoihin paremmin. Testitulokset: paino 0.1 → 11 % huonompi loss, 0.01 → laadullisesti neutraali mutta 10 % hitaampi. Sobel-ajo maksaa ylimääräisen MPS-forwardin Ground-Truthille ja renderöinnille. Siksi pysyvästi pois päältä. Tuleva käyttötapaus: näkymät, joissa on kovia keinoitekoisia reunoja (arkkitehtuuri, huonekalut, renderöinnit) voisivat hyötyä — Q7-Scene-Class-esiasetukset eivät kuitenkaan valinneet tätä, vaan skaalasivat sen sijaan SSIM-painoa.

 LYHYESTI

Kokeellinen lisäosa, joka pitää reunoja erityisen tärkeinä. Ei empiirisesti hyödytä. Pysyy pois päältä.

**T20 skyMaskingEnabled****TIEDOT**

**Oletus:** false (alustaja ja kaikki esiasetukset) **Alue:** boolean **Määritely:**

**TEKNINEN**

Kytkee Sky Maskingin päälle. Tällöin jokaisessa kuvassa Apple Vision Frameworkin (VNGenerateForegroundInstanceMaskRequest) avulla taivasalue maskataan pois, ja loss tällä alueella asetetaan nollaan. Tarkoitus: ulkokohtaukset kärsivät usein siitä, että siniset/harmaat/valkoiset taivaspikselit saavat sovelluksen sijoittamaan Gaussianeja juuri sinne — mikä havaitaan "leijuvina partikkeleina". Ilman Sky-Maskia loss tällä alueella ei olisi koskaan nolla, koska taivas kuvassa vaihtelee hieman ja sovellus yrittää ikuisesti mallintaa sitä splatilla. Vision-maski lasketaan kerran per kamera ennen koulutusta ja pidetään RAM-muistissa. Aktivoidaan tyypillisesti yhdessä `T45 skyDomeEnabled` :n kanssa (käyttöliittymälogiikka Asetukset-näkymässä). Sisätiloissa tai synteettisissä renderöinneissä jätettävä pois päältä — maski tunnistaisi siellä virheellisesti kattoja tai seiniä "taivaaksi".

**LYHYESTI**

Kytkee päälle erikoistilan ulkokuvausvauksia varten: taivas jätetään huomiotta koulutuksen aikana, jotta sitä ei yritetä mallintaa splateilla. Suositellaan jokaiseen ulkokohtaukseen. Sisätiloissa tai Blenderin 3D-renderöinneissä pidä pois päältä.

## SH-asteen progressio (T21)

### T21 shDegreeUpgradelterations

#### TIEDOT

**Oletus:** [1\_000, 2\_000, 3\_000] (alustaja), [2\_000, 5\_000, 8\_000] ( .full , MCMC), [1\_000, 2\_000] ( .preview — aste 3 ohitettu) **Alue:** [Int] , jokin arvo [0, maxIterations] , monotonisesti nouseva **Määritelty:**

#### TEKNINEN

Iteraatiot, joissa aktiivinen SH-aste nostetaan 0→1, 1→2, 2→3. Ennen ensimmäistä merkkiä vain DC-komponentit ovat aktiivisia (eli T5 shDCLearningRate), ensimmäisen merkin jälkeen DC + 3 asteen 1 kerrointa, toisen merkin jälkeen + 5 asteen 2 kerrointa, kolmannen merkin jälkeen kaikki 15 kerrointa. Muistinkulutus per Gaussian kasvaa tällöin portaittain — 4 floatia → 16 floatia → 36 floatia → 64 floatia. Quality-esiasetukset viivästyttävät päivityksiä verrattuna alustajan oletuksiin (V228), koska geometrian on ensin vakauduttava, ennen kuin väriyksityiskohdat korkeammilla taajuuksillaan lisätään. V384 testasi [1K, 2K, 3K] .full :lle → 9.3 % huonompi — vahvistaa viiveen. .preview katkaisee asteen 2 kohdalla, koska aste 3 ei konvergoitu 5 000 iteraatioissa ja kuluttaa vain optimoijan kapasiteettia. Q6 (T80–T81) tarjoaa vaihtoehtoisen curriculum-logiikan, joka ylikirjoittaa tämän listan dynaamisesti.

#### LYHYESTI

Missä kohdissa koulutusta sovellettiin oppii, että värit voivat näyttää erilaisilta eri katselukulmista (kiiltokohdat, heijastukset). Vasta myöhään — jotta ensin muoto on oikein, sitten väri. Esiasetusten arvot on säädetty niin, että tämä toimii hyvin. Älä muuta, ellei tiedä tarkalleen miksi.

## Suorituskyky (T22–T25)

### T22 trainingRenderScale

#### TIEDOT

**Oletus:** 1.0 (alustaja, `.full`, MCMC, Scene-Class), 0.5 (`.preview`), 0.25 (`.quickTest`) **Alue:** 0.05 – 2.0 (tyypillisesti 0.25, 0.5, 1.0) **Määrittely:**

#### TEKNINEN

Renderöintiresoluutio koulutuksen aikana suhteessa koulutuskuvien alkuperäiseen resoluutioon. Arvolla 0.5 jokainen kuva pienennetään 50 % leveyteen  $\times$  50 % korkeuteen (eli 25 % pikseleistä) ja Gaussian-renderöinti tapahtuu tässä pienemmässä resoluutiossa. Vähentää sekä muistinta että laskentatarvetta neliöllisesti. Tärkeää: `T11 densifyGradThreshold:n` on vastattava valittua resoluutiota — gradienttisuuruudet skaalautuvat  $1/\text{resoluutio}^2$ :lla, joten `.quickTest`:llä (0.25 $\times$ ) on paljon korkeampi kynnsarvo (4e-6) kuin `.full`:llä (1.0 $\times$ , 1.1e-6). RadiancKit varoittaa erittäin suurista kuvista ja säätää automaattisesti — 3 MP:n tavoiteresoluutio. Erittäin suurilla 4K-syötekuvilla 0.5 tai jopa 0.25 olisi järkevää, muuten mikä tahansa Mac joutuu CPU-tiivistykseen.

#### LYHYESTI

Kuinka suuria kuvat ovat koulutuksen aikana. 1.0 = alkuperäinen, 0.5 = puolet pienempi. Puolet pienempi = neljä kertaa nopeampi, mutta hienoimmat yksityiskohdat puuttuvat. Esiasetukset valitsevat oikean arvon; erittäin suurilla syötekuvilla (yli 12 megapikseliä) sovellus pienentää resoluutiota automaattisesti.

**T23 resolutionWarmupScale****TIEDOT**

**Oletus:** 0.0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 0.1 – **Määritely:**

**TEKNINEN**

V133-optimointi: Kouluta tihennysvaihe (iteraatiot 0 • T2 ) matalammalla resoluutiolla kuin hienosäätövaihe. V308 kytki sen

pois päältä `.full` :lle, koska `T22 = 1.0` :lla ja kosiinin vaimennuksella aikavoitto oli marginaalinen ja laatu kärsi minimaalisesti. Pysy kenttäluettelossa, koska se voisi tulla jälleen hyödylliseksi 4K-syötteillä ja pitkillä koulutusajoilla — Q6 Curriculum (T80) on omaksunut samanlaisen logiikan, mutta siellä se on kytketty oppimisnopeuden aikatauluun. Jos tämä on aktivoitu ja `T80 curriculumResolutionRamp` on myös tosi, Q6 voittaa ja ylikirjoittaa tämän arvon.

**LYHYESTI**

Erityisominaisuus: opi pienemmillä kuvilla koulutuksen ensimmäisellä puoliskolla, suurilla toisella. Säästää aikaa. Pois päältä, koska uudempi Q6-variantti ratkaisee tämän paremmin.

**T24 tileSize****TIEDOT**

**Oletus:** 16 **Alue:** 8, 16, 32 **Määritely:**

**TEKNINEN**

Rasterointilaattojen koko pikseleinä. Gaussian-splatting-renderöinti on laattapohjaista: kuva jaetaan 16×16-pikselin laattoihin, jokainen laatta kerää sille relevantit Gaussianit, lajittelee ne syvyyden mukaan ja sekoittaa ne. 16 on käytännössä kaikkien 3DGS-toteutusten käyttämä standardi ja kovakoodattu RadianceKitin Metal-kerneleihin; tämän arvon muuttaminen vaatisi shaderien uudelleenkääntämistä eikä ole nykytilassa tehokasta. Pysy kenttänä, jos tuleva moottoriversio tukee laatan kokoa dynaamisesti.

**LYHYESTI**

Sisäinen renderöintiparametri. Vakio 16, älä muuta.

**T25** `throttleDelayMs` TIEDOT

**Oletus:** 0 (alustaja, `.full`, MCMC, Scene-Class),  
0 (`.preview`) **Alue:** 0 – 100 **Määritelty:**

 TEKNINEN

Keinotekoinen viive koulutusiteraatioiden välillä millisekunneissa. 0 = täysi nopeus (vakio). Korkeammat arvot tekevät Macista "käytettävämmän" koulutuksen aikana antamalla GPU:lle/CPU:lle säännöllisiä hengähdystaukoja — muiden sovellusten käytettävyys paranee, mutta koulutusaika kasvaa lineaarisesti viiveen myötä. Tyypilliset arvot: 1–2 ms ("kevyt" kuristus, +5 % koulutusaika, Mac tuntuu responsiivisemmalta), 5 ms ("keskivaikea", +15 % koulutusaika), 10+ ms ("eko", mahdollisesti kaksinkertainen koulutusaika). Tarjotaan Tarkastajassa "Suorituskyky"-kohdassa, mutta ei ole vakionäkymässä — katso backlog `dev_ux-backlog.md`, joka ehdottaa sen poistamista asiantuntijanäkymästä, koska väärin ymmärrettynä se pidentää koulutusaikaa dramaattisesti.

 LYHYESTI

Kuinka monta millisekuntia taukoa sovellus pitää koulutusaskeleiden välillä. 0 = ei taukoa, mahdollisimman nopeasti. Korkeammat arvot tekevät Macista paremmin käytettävän koulutuksen aikana — mutta koulutus kestää myös pidempään. M3 Ultralla tai Mac Studiolla voit jättää tämän 0:aan; MacBook Airilla 2 tai 5 olisi hyvä arvo.

## Diagnoosi ja pistepilven valmistelu (T26–T30)

### T26 depthDistortionWeight

#### TIEDOT

**Oletus:** 0.0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 0.0001 – 0.05

**Määritely:**

#### TEKNINEN

V366-kokeellinen: syvyysvääristymän regularisointi-lossin paino. Rankaisee Gaussianoja, jotka ovat renderöintisädettä pitkin syvällä porrastettuja, mutta kuuluvat käsitteellisesti samaan pintaan — tämä kannustaa keskittyneisiin syvyysjakaumiin ja vähentää leijuvia partikkeleita. Testit: 0.01 → 4.5 % huonompi, 0.001 → 8.1 % huonompi. Teoreettinen etu — moninäkömäänsistenssin parantaminen — ei näy L1-lossissa, koska hypoteesi olettaa implisiittisesti, että SfM-geometria on oikea ja Gaussianit on vain "pinottava". Käytännössä SfM-pistepilvi on usein heikoin komponentti, ei pinoaminen. Pysyy saatavilla moninäkömää-aineistoille, joissa on erityisen puhtaat asennot (synteettinen, Mip-NeRF 360 Ground Truthilla).

#### LYHYESTI

Kokeellinen ominaisuus, joka estää useiden splattien sijoittumisen peräkkäin samaan paikkaan. Ei aktivoitu, koska testit eivät tuottaneet tulosta.

### T27 singleViewOverfit

#### TIEDOT

**Oletus:** false **Alue:** boolean **Määritely:**

#### TEKNINEN

Diagnoosilippu: jos tosi, jokaisessa koulutusiteraatiossa käytetään pakotetusti kameraindeksiä 0 satunnaisen kameran sijaan. Tarkoitus: Jos malli ei pysty edes ylisovittamaan yhtä näkymää (eli loss näkymässä 0 ei lähene nollaa edes 10 000 iteraation jälkeen), forward/backward-passissa on perustavanlaatuisen bugi. Tätä kytkintä käytettiin intensiivisesti Metal-shaderien ja differentioituvan rasteroijan kernelien kehityksen aikana — V42–V47 -vaihe. Nykyään saatavilla vain terve järjen tarkistuksena, jos joku on muokannut taustaohjelman koodia ja haluaa tehdä regressiotestin. CLI:llä `--single-view`.

#### LYHYESTI

Testitila kehittäjille. He voivat sillä tarkistaa, pystyykö sovelus ylipäättään oppimaan YHDETTÄ kuvasta. Tavallisille käyttäjille merkityksetön, pidä aina pois päältä.

**T28 maxCameras****TIEDOT**

**Oletus:** 0 (= "käytä kaikkia kameroita") **Alue:** 0 tai 1 – N **Määritely:**

**TEKNINEN**

Diagnoosiraja V43:sta: kouluta vain ensimmäisillä N kameralla, jätä kaikki muut huomiotta. Alkuperäinen tarkoitus: testata hypoteesia, että liian monet kamerat aiheuttavat gradienttikonflikteja (liian monta ristiriitaista loss-signaalia samalle Gaussi-nille). Testituloksella: ei systemaattista etua keinotekoisella rajoituksella — useammat kuvat tuovat käytännössä aina enemmän laatua. Pysy CLI-lippuna (`--max-cameras N`) kohdennettuja kokeita varten, esim. "toimiiko koulutus 1 500 kuvan droonilennon ensimmäisillä 100 kuvalla?". Ei näkyvissä käyttöliittymässä.

**LYHYESTI**

Diagnoosikenttä kehittäjille — käytä vain ensimmäisiä N kuvaa, jätä loput huomiotta. Tavallinen käyttäjä ei tarvitse, arvo 0 = kaikki kuvat. Enemmän kuvia = parempi tulos (katso `feedback_more-frames-better.md`).

**T29 maxInitialPoints****TIEDOT**

**Oletus:** 0 (= "käytä kaikkia SfM-pisteitä") **Alue:** 0 tai 1 000 – 200 000+ **Määritely:**

**TEKNINEN**

V54-varmistus: rajoittaa alkuperäisten SfM-pisteiden määrää, joilla koulutus alkaa. Tiheät COLMAP-rekonstruktioit voivat tuottaa > 60 000 pistettä, mikä suurilla alkuskaaloilla johtaa 200–300 Gaussi-nin päällekkäisyyteen pikseliä kohden — tämä luo "sumukentän", jossa koulutus ei konvergoi. Ali-näytteistys 16 000 pisteeseen (kova rajoituslogiikka koulutusmoottorissa) tuo alkutiheyden tasolle, jota referenssi-3DGS käyttää, ja vähentää päällekkäisyyttä dramaattisesti. Asetetaan automaattisesti erittäin tiheillä SfM:illä; CLI:llä `--max-points N`.

**LYHYESTI**

Kuinka monta alkupistettä kamerarekonstruktioista käytetään. Erittäin tiheissä rekonstruktioissa (yli 60 000) sovellus rajoittaa automaattisesti 16 000:een — muuten alussa on liikaa sumua. Sinun ei tarvitse asettaa tätä; sovellus hoitaa sen.

**T30 cameraClusterOutlierMultiplier****TIEDOT**

**Oletus:** 10.0 (kaikki esiasetukset — ei koskaan ylikirjoitettu) **Alue:** 1.0 – 100.0 **Määritely:**

**TEKNINEN**

Kameraklusterin poikkeamien suodattimen kerroin, otettu käyttöön vaiheessa 3.10 A.1. Ennen koulutusta koulutusmoottori laskee kaikkien kameran sijaintien keskipisteen ja kameran maksimietäisyyden keskipisteestä. SfM-pisteet, joiden etäisyys keskipisteestä ylittää  $\text{multiplier} \times \text{maxCameraDistance}$ , hylätään poikkeamina. Oletus 10 $\times$  säilyttää käyttämisen ennen vaihetta 3.10. Hienovarainen bugi: tiiviimpi SfM (kamerat lähempänä toisiaan)  $\rightarrow$  pienempi  $\rightarrow$  pienempi kynnyksarvo  $\rightarrow$  enemmän pisteitä hylätään poikkeamina. Väljempä SfM  $\rightarrow$  suurempi kynnyksarvo  $\rightarrow$  vähemmän pisteitä hylätään. Tämä on yksi syy vaiheen 3.9 suppilo- vs. koulutus-antikorrelaatioon: parempi SfM voi johtaa huonompaan koulutukseen, koska liian monta alkupistettä tapetaan. Kenttä on CLI-ylikirjoituksena (`--camera-cluster-outlier-multiplier`) A.3-pyyhkäisyjä varten; ei näkyvissä käyttöliittymässä. Arvot alle 5 ovat yleensä liian rajoittavia, yli 20 tehottomia.

**LYHYESTI**

Erityinen suodatin, joka hylkää rekonstruktion pisteet, jotka ovat kaukana kamerapilvestä. 10 = sovellus on antelias, säilyttää melkein kaiken. Arvon nostaminen voi olla järkevää, jos kaukaiset pisteet (vuoret kaukana) näyttävät kuvassa leijuilta mökyiltä. Arvon laskeminen vain hätätapauksessa — menetät samalla yksityiskohtia kaukana.

## Regularisointi (T31–T37)

### T31 coarseToFineBlurRadius

#### TIEDOT

**Oletus:** 0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 1 – 10 **Määrittely:**

#### TEKNINEN

V369-kokeellinen: Box-blur-säde, jota sovelletaan Ground-Truth-kuvaan tihennysvaiheen alussa ja joka pienennetään lineaarisesti nolnaan tihennyksen loppuun ( T2 ) mennessä. Hypoteesi: karkeasta hieppoon -koulutus — ensin karkeiden rakenteiden oppiminen, sitten yksityiskohtien — pitäisi tuottaa vaakaampaa geometriaa. Testit:  $r=3 \rightarrow 9.6\%$  huonompi,  $r=1 \rightarrow 5.1\%$  huonompi. Epäonnistumisen syy: tihentäminen päättää kuvadomeenin gradienttien perusteella, ja sumennus vähentää juuri niitä signaaleja, jotka ovat tärkeitä "tässä on kloonattava" -päätökselle. Pysyy kenttaluettelossa tulevia testejä varten toisella tihennysmallilla.

#### LYHYESTI

Kokeellinen "ensin karkeasti, sitten yksityiskohtaisesti" -tila. Ei tuottanut tulosta, pysyy pois päältä.

### T32 scaleRegWeight

#### TIEDOT

**Oletus:** 0.0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 0.0001 – 0.05 **Määrittely:**

#### TEKNINEN

V370-kokeellinen: L1-regularisointi maailmanavaruuden skaalalle. Rankaisee liian suuriksi kasvavia Gaussianoja — estää "megasplatit", jotka peittävät kokonaisia seinäpintoja yhdellä Gaussianilla. Testit:  $0.01 \rightarrow 200\%$  huonompi loss (2 M Gaussiania, täydellinen räjähdys),  $0.001 \rightarrow 214\%$  huonompi. Syy: skaalaregularisointi on ristiriidassa Density-Controlin kanssa — pienemmät skaalat tarkoittavat, että tarvitaan enemmän Gaussianoja, joten Density-Control jakaa useammin, mikä puolestaan vaatii enemmän gradienttityötä. Pois päältä, mutta dokumentoitu Mip-Splatting-kokeita (T74) varten: tässä yhteydessä skaalan alaraja voisi olla järkevä.

#### LYHYESTI

Regularisointi, joka pakottaa splatit pysymään pieninä. Aiheutti testeissä splat-räjähdystä (miljoonia splatteja). Älä aktivoi.

**T33 anisotropyRegWeight****TIEDOT**

**Oletus:** 0.0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 0.0001 – 0.05  
**Määritely:**

**TEKNINEN**

V445-kokeellinen: rangaistus  $\max(\text{scale})/\min(\text{scale})$ -suhteelle, tarkoituksena estää erittäin pitkänomaisia "neula"-Gaussaneja, jotka havaitaan leijuviina partikkeleina. Testit: 0.01 → 69 % huonompi, 0.001 → 15 % huonompi. Syy: regularisointi pakottaa splatit kohti "pyöreää" muotoa, mikä on tasaisella pinnalla (seinä, pöytä, lattia) täysin väärin — siellä litteä, leveä Gaussian on tehokkaampi kuin pallomainen. Pois päältä. V549f tarjosi T34 `scaleRatioPruneThreshold`:lla vaihtoehdoisen, kohdennetumman lähestymistavan, joka myös peruutettiin.

**LYHYESTI**

Regularisointi, joka rankaisee liian pitkiä ja ohuita splatteja. Kuu-  
lostaa järkevältä, mutta oli testeissä huonompi. Pois päältä.

**T34 scaleRatioPruneThreshold****TIEDOT**

**Oletus:** 0.0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 5.0 – 100.0  
(tyypillisesti 10.0 – 30.0) **Määritely:**

**TEKNINEN**

Kokeellinen koulutuksen jälkeinen karsinta, joka poistaa jokaisen Gaussianin, jonka  $\max(\text{scale})/\min(\text{scale})$ -suhde ylittää tässä asetetun lineaarisen kynnsarvon. Kohdistuu erittäin pitkänomaisiin "neula/levy"-leijuviin partikkeleihin, joita ei voida poistaa pelkällä regularisoinnilla. Testissä karsinta poisti leijuvat partikkelit odotetusti, mutta samalla myös hyödyllisiä litteitä splatteja seinillä ja lattioilla — kuvasta tuli reikäisempi. Siksi oletuksena pois päältä, CLI-lippu (`--scale-ratio-prune N`) pysyy saatavilla kohdennettuja kokeita varten. Suositellut arvot, jos haluat silti testata: 30 (erittäin konservatiivinen, poistaa vain äärimmäiset poikkeamat), 10 (aggressiivinen, maksaa yksityiskohtia).

**LYHYESTI**

Yritys suodattaa erittäin pitkänomaiset splatit pois koulutuksen jälkeen. Oli testeissä netto-negatiivinen — leijuvat partikkelit pois, mutta myös yksityiskohtat pois. Pois päältä.

**T35** `opacityRegWeight` TIEDOT

**Oletus:** 0.0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 0.0001 – 0.05  
**Määritely:**

 TEKNINEN

V446-kokeellinen: binäärinen ristiin-entropia-rangaistus, joka vetää opasiteettia kohti 0:aa tai 1:tä (eli pois "puoliläpinäkyvästä"). Hypoteesi: terävämpi opasiteettijakauma parantaisi kuvan selkeyttä. Testattu yhdessä T33:n kanssa → regularisointi maksaa laatua, molemmat pois päältä. Pois päältä. Huomio: 1.4.3-beta-versiossa ilmeni bugi, jossa juuri tämä kenttä oli oletusarvon muutoksessa (alustaja = 0.01), mikä johti Gaussian-määrän massasukupuuttoon (460 K → 5 yhdessä iteraatiossa). Versiosta 1.4.4 lähtien kiinnitetty oletuksena 0.0:aan.

 LYHYESTI

Regularisointi, joka tekee splateista joko täysin läpinäkyviä tai täysin kiinteitä. Ei hyödytä, voi jopa olla vaarallinen (1.4.3-bugin massasukupuutto). Jätä arvoon 0.

**T36** `opacityDecayFactor` TIEDOT

**Oletus:** 0.0 (alustaja = pois päältä), 0.9995  
 (.full, .classicBalanced — HTGS-standardi)  
**Alue:** 0 (pois) tai 0.95 – 1.0 **Määritely:**

 TEKNINEN

V546-toteutus HTGS-mallista (Hierarchical Time-Gating, Eurographics 2025): joka `T37` `opacityDecayInterval` iteraation välein kunkin Gaussianin sigmoid-opasiteetti kerrotaan tällä tekijällä.  $0.9995 \times 100$  sovellusta antaa 95 %:n jännöksen per tihennysvaihe — kevyt mutta jatkuva alaspäin suuntautuva paine kaikille opasiteeteille, joka saa heikosti vaikuttavat Gaussianit luotettavasti laskemaan kohti `T14` `pruneOpacityThreshold`:ia. Tulos: 14 % parempi L1-loss Horse Full -aineistolla (3 kokeen keskiarvo V546) verrattuna V438:aan ilman vaimennusta. Aktiivinen vain tihennysvaiheen aikana (`T2`:een asti), sen jälkeen koulutus jatkuu ilman vaimennusta, jotta hienosäädössä vakiintuneet opasiteetit pysyvät vakaina. Ei käytetä MCMC:ssä (MCMC:llä on omat mekanisminsa `T67` `mcmcRelocationInterval` + `T68` `mcmcDeadOpacityThreshold` kautta).

 LYHYESTI

"Pehmeä häivytyks" kaikille splateille koulutusajan kuluessa. Tekee epäaktiivisiksi muuttuneista splateista nopeammin läpinäkyviä, jotta ne poistuvat siivouksen yhteydessä. Oli tärkein laadun parantaja V546-päivityksessä: 14 % parempi. Sisältyy Quality-esiasetukseen. Ei suositella itse säädettäväksi, koska se on tarkasti tasapainotettu.

**T37** `opacityDecayInterval` TIEDOT**Oletus:** 50 **Alue:** 10 – 500 **Määritely:** TEKNINEN

Iteraatioväli, jolla T36 `opacityDecayFactor` sovelletaan. HTGS-artikkelin oletus 50, jätetty `.full` :iin. Pitkät välit (>200) kumoavat osittain vaikutuksen, koska kahden sovelluksen välillä tapahtuu tarpeeksi gradienttipäivityksiä, jotta opasiteetti nousee uudelleen. Lyhyemmät välit (<20) tekevät vaimennuksesta liian aggressiivisen. Aktiivinen vain tihennysvaiheessa.

 LYHYESTI

Kuinka usein "häilytystä" sovelletaan. 50 tarkoittaa joka 50. iteraatiolla pieni häilytysaskel. Sopii hyvin.

## Hienosäätö (T38–T44)

**T38** `gradientAccumulationSteps` TIEDOT**Oletus:** 1 (= "yksi näkymä per Adam-askel") **Alue:** 1 – 8 **Määritely:** TEKNINEN

V424-ominaisuus: näkymien määrä, joiden gradientit kerätään ennen Adam-päivityksen suorittamista. Jos > 1, sovellus käyttää erillistä, "yhdistämätöntä" backward-project-polkua, joka summaa gradientit erilliseen puskuriin; lopullinen sovellus skaalataan 1/N:llä suuruuden pitämiseksi vakiona. V424 testasi 2-näkymää → laadullisesti neutraali, mutta 10 % hitaampi (koska yhdistämätön polku on kalliimpi kuin yhdistetty polku). Peruutettu `.full` :lle, mutta käytetään tarkoituksella MCMC:ssä — `.fullMCMC` toimii, mutta V544a-testit osoittivat, että laatuero Classiciin kutistuu 5 %:iin (11 %:n sijaan). Alustajan oletus 1, nykyisessä esiasetuksessa 1, pysyy CLI-lippuna ( `--accum-steps N` ).

 LYHYESTI

Kuinka monta kuvaa sovellus tarkastelee, ennen kuin se säättää splatteja. 1 = jokainen kuva erikseen. Korkeampi = tarkastellaan useita kuvia samanaikaisesti ja sovelletaan sitten keskiarvoa. Ei hyödytä standarditapauksessa; MCMC:ssä 2 voi auttaa hieman.

**T39** testViewIndices TIEDOT

**Oletus:** [] (= tyhjä, kaikki näkymät käytetään koulutukseen) **Alue:** Set<Int>, mikä tahansa kameraindeksien osajoukko **Määritely:**

 TEKNINEN

V546-ominaisuus: kameraindeksien joukko, joita EI käytetä koulutukseen, vaan säästetään PSNR/SSIM/LPIPS-arviointia varten. Asetetaan automaattisesti, kun `--benchmark` -CLI-lippu on aktiivinen: tällöin joka kahdeksas näkymä, alkaen indeksistä 0 (LLFF-standardi, identtinen Mip-NeRF-360- ja 3DGS-artikkelin käytäntöjen kanssa). Ilman benchmarkia tyhjä — koulutus käyttää kaikkia näkymiä. **Varoitus:** tämän kentän manuaalinen asettaminen ilman indek-sien ymmärtämistä voi tehdä benchmarkista käyttökelvottoman (esim. jos kaikki indeksit asetetaan  $> N$ , vaikka näkymiä on vain  $N-50 \rightarrow$  ei testijoukkoa  $\rightarrow$  ei arviointia). Omaa esiasetusta viettäessä testViewIndices ei tallennu, koska se on näkymäriippuvainen ja jättäisi muuten merkityksettömiä arvoja eri aineistojen välille.

 LYHYESTI

Mitkä kuvat "jätetään pois" koulutuksesta, jotta niitä voidaan käyttää myöhemmin laadun mittaamiseen. Et aseta tätä itse; `--benchmark` -lippu tekee sen automaattisesti (joka kahdeksas kuva on testikuva). Jos asetat omia indeksejä: vaarallista, voi vääristää benchmarkia.

**T40** refinementPruneInterval TIEDOT

**Oletus:** 0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 100 – 5 000 **Määritely:**

 TEKNINEN

V425-ominaisuus: joka N. iteraatiolla hienosäätövaiheen aikana ( `T2` :n jälkeen) suoritetaan ylimääräinen karsinta-ajo, joka poistaa Gaussianit, joiden sigmoid(opacity)  $< T41$  refinementPruneOpacityThreshold. Tarkoitus: tihennyksen aikana on säännöllisiä Density-Control-kutsuja, sen jälkeen ei enää — Gaussianit, joiden opasiteetti jatkaa laskuaan, jäävät kuitenkin puskuriiin. V425 testasi ja peruutti: ylimääräinen karsinta korreloi V426:n kanssa (kaksivaiheinen tihennys, joka myös päättyi 0 Gaussianin kaskadivirheeseen). Pois päältä. CLI-lippu saatavilla kokeita varten; jos aktivoitu, 1 000 tai 2 000 ovat järkeviä arvoja.

 LYHYESTI

Ylimääräinen siivous hienosäätövaiheen aikana. Ei hyödytä, pysyy pois päältä.

**T41 refinementPruneOpacityThreshold****TIEDOT**

**Oletus:** 0.0 (= "käytä T14 ") **Alue:** 0 tai 0.001 – 0.1

**Määritely:**

**TEKNINEN**

V425b: erillinen opasiteetikynnysarvo hienosäädön karsinnalle. Tihennyksen jälkeen useimmilla Gaussianeilla on huomattavasti korkeampi opasiteetti (> 0.001), joten standardi-T14 pruneOpacityThreshold olisi liian löysä. Jos T40 on aktiivinen, tämä kenttä määrittää oman kynnysarvonsa. Arvolla 0.0 käytetään edelleen T14 :ää. Relevantti vain, jos T40 > 0.

**LYHYESTI**

Kynnysarvo ylimääräiselle hienosäätösiivoukselle (katso T40). Molemmat kentät eivät ole aktiivisia, joten merkityksetön.

**T42 midTrainingCompactificationIterations****TIEDOT**

**Oletus:** [] (= pois päältä) **Alue:** [Int], arvot (densifyUntilIteration, maxIterations) **Määritely:**

**TEKNINEN**

V549-ominaisuus: eksplisiittiset iteraatiopisteet hienosäätövaiheen aikana, joissa suoritetaan tiivistysajo (poistaa sigmoid(opacity) < 0.01 + poikkeavat skaala-Gaussianit, sama logiikka kuin T56 postTrainingCompactification). Tarkoitus: pitkät hienosäätövaiheet voivat aiheuttaa konfetti-/leijuvien partikkelien kertymistä, joiden SH sitten ylisovittuu näkökohtaisiin artefakteihin. Tyypillinen konfiguraatio, jos aktivoitu: [10000, 20000, 30000] 40K Classicille. **MUTTA:** V549-A/B-testit Family-aineistolla osoittivat kaikissa konfiguraatioissa huonompaa L1:tä: [10K, 20K, 30K]\@0.01 → -48 % määrä mutta +36 % L1; [20K, 30K]\@0.005 → -44 % määrä mutta +45 % L1; [20K, 30K]\@0.001 → -17 % määrä mutta +87 % L1. Siksi pois päältä. CLI-lippu --mid-compact "10000,20000" saatavilla, jos visuaalinen leijuvien partikkelien kompromissi (vähemmän konfettia näkyvässä) on tärkeämpi kuin loss-regressio.

**LYHYESTI**

Välisiivoukset koulutuksen aikana. Testeissä siivous teki lopputuloksesta huonomman (vähemmän leijuvia partikkeleita, mutta myös vähemmän yksityiskohtia). Pois päältä, voidaan kytkeä päälle CLI:llä, jos leijuvat partikkelit häiritsevät sinua enemmän kuin hieman suttuisempi kuva.

**T43 frustumCullEnabled** TIEDOT**Oletus:** false **Alue:** boolean **Määritelty:** TEKNINEN

V549b-ominaisuus: koulutuksen jälkeen poistetaan kaikki Gaussianit, jotka ovat kaikkien koulutuskameroiden näkymäkartioiden yhdistelmän ulkopuolella. Tällaisia Gaussianeja ei ole koskaan rajoitettu loss-signaalilla ja ne ovat aina leijuvia partikkeleita. Eri-tyisen tehokas näkymässä, joissa uusi näkymä on kamerapolun takana tai vieressä (esim. lineaarisen droonilennon takapuoli) — leijuvat partikkelit siellä eivät ole koskaan näkyvissä koulutusvaiheessa, mutta myöhemmin 3D-katselimessa liikuttaessa kylä. V549b A/B droonilennoilla positiivisia tuloksia, siksi saatavilla opt-in-ominaisuutena. Oletuksena false, koska esinekuvauksissa, joissa on täysi kierto-ratapeitto, näkymäkartioiden yhdistelmä kattaa koko näkymän eikä ominaisuus poista mitään — tarjotaan Asetuksissa "Floater Reduction" -kohdassa ja testattu myös Q9 Outdoor-esiasetuksessa implisiittisesti T44 `frustumCullExpansion:n` kautta (Q7-BayesOpt ei kuitenkaan aktivoinut sitä, koska Outdoor-Sky-Dome ratkaisee saman ongelman paremmin).

 LYHYESTI

Eri-tyinen suodatin droonilennoille tai lineaarisille kuvauksille: koulutuksen jälkeen poistetaan splatit, joita ei "nähty" missään kamerassa. Valinnaisesti kytkettävissä päälle Asetuksista. Yksinkertaisissa esinekuvauksissa tarpeeton.

**T44 frustumCullExpansion** TIEDOT**Oletus:** 1.1 **Alue:** 1.0 – 2.0 **Määritelty:** TEKNINEN

NDC-marginaali T43 `frustumCullEnabled:lle`. 1.0 leikkaisi tasan kuvan reunasta, mikä karsisi heiluvia splatteja kuvan reunalla liikaa. 1.1 = 10 % pehmuste tarkan kamerakehyksen yli — antaa hieman toleranssia reunapikseleille, jotka saattavat tulla näkyviin hieman siirtyneessä uudessa näkymässä. Arvot > 1.2 tekevät karsinnasta käytännössä tehottoman, koska laajennettu näkymäkartio kattaa paljon enemmän tilaa.

 LYHYESTI

Kuinka tiukasti yllä kuvattu suodatin leikkaa. 1.1 = pieni turvaväli kuvan reunaan. Jätä arvo ennalleen.

## Sky-Dome (T45–T48)

### T45 skyDomeEnabled

#### TIEDOT

**Oletus:** false (alustaja + kaikki esiasetukset paitsi P9 Outdoor) **Alue:** boolean **Määritelty:**

#### TEKNINEN

V549e-ominaisuus: ennen koulutuksen alkua luodaan pallomainen pistepilvi (Fibonacci-pallo T46 näytepisteellä), sijoitetaan säteelle T47  $\text{skyDomeRadiusMultiplier} \times \text{scene\_extent}$  näkymän keskipisteen ympärille ja alustetaan kaikkien koulutuskameroiden taivasmaskattujen pikselien väreillä (katso T20 `skyMaskingEnabled`). Nämä Sky-Dome-Gaussianit lisätään Gaussian-puskurin alkuun ja "jäädytetään" koulutuksen aikana (sijainti/skaala/rotaatio-gradientit = 0, vain SH ja opasiteetti pysyvät optimoitavissa). Vaikutus: mustien "konfetti"-alueiden sijaan kaukana käyttäjä näkee uusissa näkymissä todellisen taivaan. V549e-MVP toimii drooni- ja maisemanäkymissä erittäin hyvin; P9 Outdoor-esiasetuksessa oletuksena päällä. Sisätiloissa jätä pois päältä — pallo roikkuisi turhaan huoneen ulkopuolella.

#### LYHYESTI

Kytkee päälle keinotekoisen "taivaskuvun" näkymän ympärille. Tekee ulkokuvauksista paljon kauniimpia: mustien möykkyjen sijaan kuvan reunalla sovellus näyttää todellisen taivaan. Pakollinen droonilennoille ja maisemille, turha sisätiloissa.

**T46 skyDomeSampleCount****TIEDOT**

**Oletus:** 5 000 **Alue:** 1 000 – 50 000 (tyypillisesti 2 000 – 10 000) **Määritely:**

**TEKNINEN**

Fibonacci-pallon näytepisteiden määrä Sky-Dome-pallolla. Korkeammat arvot → tiheämpi Sky-Dome (parempi suurilla resoluutioilla ja paljon näkyvällä taivaalla), mutta enemmän muistintarvetta. 5 000 on optimaalinen 4K-renderöinnille; matalammilla resoluutioilla 2 000–3 000 riittää. Pisteet alustetaan kosinusetäisyyden mukaan jokaiseen koulutuskameran näkymävektoriin vastaavilla taivasmaskatuilla pikseleillä — näytepisteet, joiden näkymäkartio ei näe kameraa, jäävät taakse matalalla opasiteettialustusarvolla, mutta niitä ei muuteta koulutuksen aikana (jäädytetty).

**LYHYESTI**

Kuinka tiheä keinotekoinen taivas on. 5 000 pistettä riittää yleensä. Enemmän = parempi siirtymä kaukaa, mutta kuluttaa hieman muistia.

**T47 skyDomeRadiusMultiplier****TIEDOT**

**Oletus:** 30.0 (alustaja + useimmat esiasetukset), 59.0 (P9 Outdoor, Q7-BayesOpt-optimi) **Alue:** 5.0 – 200.0 **Määritely:**

**TEKNINEN**

Sky-Dome-pallon säde suhteessa näkymän laajuuteen (= keskimääräinen etäisyys kameran sijaintien välillä). 30 = pallon halkaisija on 30-kertainen kamerapilveen verrattuna. Liian pieni (< 5) → Sky-Dome häiritsee itse näkymää (esim. Sky-Dome-splat päättyy etualalle); liian suuri (> 100) → float32-tarkkuuden menetys Sky-Dome-sijainneissa, mikä aiheuttaa renderöintivirheitä kaukana. Q7-BayesOpt Bicycle-aineistolla (Mip-NeRF 360) löysi 59.0:n näkymäkohtaiseksi optimiksi ulkotiloihin — tämä viittaa siihen, että standardi 30.0 on liian pieni syville maisemille ja Sky-Dome-pikselit renderöityvät näkyvästi "seinänä" kuvan reuna-alueilla.

**LYHYESTI**

Kuinka kaukana keinotekoisien taivaskuvun tulisi olla. 30 = melko kaukana. Suurissa maisemissa 50–60 on parempi (Outdoor-esiasetus tekee tämän automaattisesti). Liian pieni olisi kuin möykkyjä suoraan linssin edessä.

**T48 frozenGaussianCount****TIEDOT**

**Oletus:** 0 (= ei jäädytettyjä Gaussianeja) **Alue:** 0 tai 1 – T46 **Määritely:**

**TEKNINEN**

Gaussianien määrä puskurin alussa, joiden sijainti/skaala/rotaatio-gradientit asetetaan nolnaan optimoijassa — ne pysyvät koko koulutuksen ajan avaruudellisesti jäykkinä. Density-Control ei saa kloonata, jakaa tai karsia niitä. Käytetään Sky-Dome-injektiota varten (katso T45 ): kun Sky-Dome on päällä, tämä kenttä asetetaan automaattisesti arvoon T46 skyDomeSampleCount. Manuaalinen asettaminen on mahdollista (esim. ennalta sijoitetun piste-pilven jäädyttämiseksi LiDAR-skannauksesta), mutta ei suoraan käytettävissä käyttöliittymässä. Tärkeää: ensimmäiset N Gaussiania puskurissa ovat aina jäädytettyjä — järjestys puskurissa ratkaisee, ei eksplisiittinen indeksi.

**LYHYESTI**

Kuinka monta splattia alussa on kiinteitä eivätkä saa liikkua. Asetetaan automaattisesti Sky-Dome-määrään, kun Sky-Dome on päällä. Sinun ei tarvitse säätää tätä itse.

**Adam + LR-aikataulu (T49–T55)****T49 adamResetIteration****TIEDOT**

**Oletus:** 0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 100 – **Määritely:**

**TEKNINEN**

V430-ominaisuus: iteraatio, jossa Adam-optimoijan momentum-akut ( $m_1$ ,  $m_2$ ) nollataan. Bias-korjauksen jälkeen käyttää (`iter - adamResetIteration`) `iter` :n sijaan. V430 testasi nollausta 5 000:ssa (tihennyksen päätyttyä) → 12.8 % huonompi loss. Syy: Adam-momentum, joka on kertynyt tihennyksen aikana, sisältää tietoa tyypillisistä gradienttisuuruuksista ja nopeuttaa hienosäätövaihetta. Sen pois heittäminen maksaa ensimmäiset 500 hienosäätöiteraatiota konvergenssissa. Pois päältä. Pysyy CLI-lippuna tutkimuskokeita varten.

**LYHYESTI**


Reset-nappi sisäiselle Adam-optimoijan "muistille". Vahingoitti testeissä, pysyy pois päältä.

**T50** positionLRScheduleEndIteration TIEDOT

**Oletus:** 0 (alustaja = "käytä maxIterations"), 20 000 ( `.full` — kosini päättyy 20K:ssa vaikka `maxIter=35K`), 30 000 ( `.fullClassicPaper` ) **Alue:** 0 tai 1 000 – **Määritely:**

 TEKNINEN


V431-ominaisuus: iteraatio, jossa kosinin vaimennuskäyrä sijainnin oppimisnopeudelle saavuttaa miniminsä. Jos 0, se on identtinen `T1 maxIterations` :n kanssa. Jos  $> 0$ , aikataulu jatkuu tähän arvoon asti ja pysyy sen jälkeen vakiona arvossa `T4 positionLearningRateFinal`. Tämä mahdollistaa "laajennetun hienosäätövaiheen" minimaalisella mutta vakiona pysyvällä oppimisnopeudella — hienosäätää sijainteja hitaasti ilman uutta vaimennusta. `.full` tekee tämän (aikataulun loppu 20K:ssa, koulutus jatkuu 35K:hon), V434c/V434d vahvistivat: 15K ja 25K molemmat suunnilleen samanlaisia, 20K minimaalisesti optimaalinen. Käytetään yhdessä `T51` :n kanssa muokkaamaan myös ei-sijainti-oppimisnopeuksia laajennetussa vaiheessa.

 LYHYESTI

Milloin sovellus lopettaa sijainnin oppimisnopeuden laskemisen. Jos arvo on pienempi kuin maksimi-iteraatio, sen jälkeen jatketaan vakiona pysyvällä mini-nopeudella — tämä hienosäätää hyvin hitaasti mutta hyvin vakaasti. Sisältyy Quality-esiaseutukseen, ei tarvitse säätää.

**T51** extendedPhaseLRDecay TIEDOT**Oletus:** 0.0 (= pois päältä, vakiot oppimisnopeudet)**Alue:** 0 tai 0.01 – 1.0 **Määritelty:** TEKNINEN

V433-ominaisuus: minimaalinen kerroin ei-sijainti-oppimisnopeuksille (skaala, rotaatio, opasiteetti, SH) "laajennetussa vaiheessa" — eli sen jälkeen, kun T50 on saavutettu ja sijainnin oppimisnopeus on jo T4:ssä. Jos 0.1, skaala/rotaatio/opasiteetti/SH vaimennetaan kosinilla 1.0:sta (= niiden standardi-oppimisnopeus) 0.1× niiden standardiin. Jos 0.0 (oletus), ne pysyvät vakioina. V457 testasi täyttä vaimennusta (0.0 = vaimennus nolnaan) vastaan ei-vaimennusta ja havaitsi: keskimäärin 0.0400 (2 ajoa) = sama loss kuin V438:lla ilman vaimennusta. Käyttyminen siistimpää vaimennuksella, mutta ei mitattavasti parempi. Siksi pois päältä. Pysyy CLI:ssä `--nonpos-lr-scale F`.

 LYHYESTI

Myöhäisessä hienosäätövaiheessa myös väri- ja muoto-oppimisnopeuksien pienentäminen. Tekee koulutuksesta "vakaamman", mutta ei empiirisesti parempaa. Pois päältä.

**T52** adaptiveDensifyThreshold TIEDOT**Oletus:** false **Alue:** boolean **Määritelty:** TEKNINEN

V440-kokeellinen: jos tosi, sovellus laskee jokaisessa tihennysvaiheessa nykyisen gradienttijakauman p98:n ja käyttää sitä dynaamisena kynnysarvona (rajoitettu vähintään 0.5× konfiguroituun arvoon T11:stä, jotta se ei poikkea liikaa). Hypoteesi: automaattinen sopeutuminen nykyiseen näkymävaiheeseen tekisi Density-Controlista robustimman — esim. alussa tiukempi karsinta, myöhemmin löysempi, tai päinvastoin. V440 testasi ja peruutti: katastrofaalinen pudotus 63 K Gaussianiin (massakarsinta, koska p98 on ensimmäisissä iteraatioissa erittäin korkea ja sitten melkein mikään ei ylitä kynnysarvoa). Kiinteä kynnysarvo on jo hyvin kalibroitu, dynaaminen säätö vahingoittaa enemmän kuin hyödyttää. Q5 (T77) tarjoaa vaihtoehdoisen adaptiivisen logiikan liukuvan mediaanin kautta, joka kiertää ongelman.

 LYHYESTI

Adaptiiviset versiot tihennyskynnyksestä. Testeissä katastrofaalinen (splattien määrä romahti 63K:hon). Pois päältä. Q5:llä on parempi versio tästä.

**T53 mergeAfterDensification** TIEDOT

**Oletus:** false (alustaja), true ( `.full`, `.classicBalanced`, `.fullClassicPaper` ) **Alue:** boolean **Määritely:**

 TEKNINEN

V438-ominaisuus: tihennysvaiheen lopussa (iteraatio `T2`) suoritetaan kertaluonteinen yhdistämisaio, joka yhdistää lähellä toisiaan olevat Gaussianit, joilla on samanlainen skaala ja väri. Vähentää Gaussianien määrää tyypillisesti 5–15 % ilman näkyvää laadunmenetystä. Tarkoitus: intensiivisen kloonauksen jälkeen syntyy klustereita lähes identtististä Gaussianista, jotka eivät tuo mitään uutta — yhdistäminen vapauttaa optimoijan kapasiteettia muille alueille. Standardi Classic-Quality-esiasetuksissa. Ei käytetä MCMC:ssä, koska MCMC ei uudelleensijoituslogiikallaan edes anna tällaisia klustereita syntyä.

 LYHYESTI


Splat-monistusvaiheen lopussa yhdistetään lähes identtiset kloonit. Vähentää datamäärää ilman näkyvää vaikutusta. Oletuksena päällä Quality-esiasetuksessa.

**T54 densifyPhase2FromIteration** TIEDOT

**Oletus:** 0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai `T2 - T1` **Määritely:**

 TEKNINEN

V426-kokeellinen: mahdollistaa toisen tihennysvaiheen, joka alkaa hienosäätötauon jälkeen tässä iteraatiossa ja jatkuu `T55`:een asti. Hypoteesi: hienosäätövaiheen jälkeen gradienttiakuilla on vakaammat suuruudet ja ne voivat tarkemmin sanoa, mitkä alueet tarvitsevat vielä lisää Gaussianeja. V426 testasi ja peruutti: kaksivaiheinen tihennys päättyi 0-Gaussianin kaskadivirheeseen (yhdistettynä V425:n hienosäätökarsintaan se tuhosi puskurin). Pois päältä. CLI-lippu saatavilla kokeita varten.

 LYHYESTI

Toinen monistuskierros tauon jälkeen. Tuhosi testeissä splat-kannan. Pois päältä.

**T55** densifyPhase2Untillteration TIEDOT

**Oletus:** 0 **Alue:** 0 tai T54 – T1 **Määritelty :**

 TEKNINEN

V426:n kaksivaiheisen tihennyksen loppu. Relevantti vain, jos T54 > 0 . Molemmat kentät pois päältä.

 LYHYESTI

Toisen monistuskierroksen loppu (katso T54). Molemmat pois päältä.

## Jälkikäsitely + Apple AI (T56–T60)

**T56** postTrainingCompactification TIEDOT

**Oletus:** true (kaikissa tuotantoesiasetuksissa), false ( .quickTest , .preview ) **Alue:** boolean **Määritelty:**

 TEKNINEN

V443-ominaisuus: koulutuksen päätyttyä Gaussianit, joiden sigmoid(opacity) < 0.01, poistetaan kovakoodatusti (ne eivät käytännössä enää vaikuta kuvaan). Vähentää Gaussian-määrää tyypillisesti 58 % ja vientitiedoston kokoa 55 % ilman näkyvää laadunmenetystä. Oletuksena aktiivinen tuotantoesiasetuksissa — lopputulos on tarkoitus toimittaa mahdollisimman kompaktina. .quickTest :ssä pois päältä, koska diagnoosijoa ei joka tapauksessa viedä. Toisin kuin T42 midTrainingCompactificationIterations (V549), tiivistys tapahtuu vasta lopussa — hienosäätö voi siihen asti käyttää kaikkia Gaussianeja.

 LYHYESTI


Siivous koulutuksen jälkeen: lähes näkymättömät splatit poistetaan. Tekee vientitiedoston noin puolet pienemmän ilman laadunmenetystä. Pakollinen ominaisuus, jätä pois päältä vain diagnoosijajoissa.

**T57** metalFXUpscaling TIEDOT

**Oletus:** false **Alue:** boolean **Määritely:**

 TEKNINEN

V444-ominaisuus: aktivoi Applen MetalFX Spatial Upscalerin bilineaarisen interpolaation sijaan 3D-katselimen ulostulossa. Jos koulutusresoluutio < näkymäikkunan koko (esim. koulutus 0.5x, näkymäikkunan näyttö täydellä resoluutiolla), MetalFX voi tuottaa huomattavasti terävämmän kuvan. Muuttuu liveinä näkymäikkunassa, ei vaadi uudelleenkoulutusta. Sulkee pois T58 `mpsLanczosScaling:n` — MetalFX:llä on etusija. Suositus: kytke päälle, jos kuva näkymäikkunassa näyttää "suttuiselta" odotettuun yksityiskohtaan verrattuna.

 LYHYESTI

Applen ML-pohjainen kuvan terävöitys 3D-katselimessa. Auttaa, jos olet kouluttanut matalammalla resoluutiolla ja näytät tuloksen koko näytöllä. Live-kytkin, kokeile.

**T58** mpsLanczosScaling TIEDOT

**Oletus:** false **Alue:** boolean **Määritely:**

 TEKNINEN

V444-ominaisuus: `MPSImageLanczosScale` näkymäikkunan skaalaukseen bilineaarisen interpolaation sijaan. Lanczos on klassinen Sinc-pohjainen uudelleennäytteistysmenetelmä, joka tuottaa huomattavasti terävämpiä tuloksia kuin bilineaarinen minimaalisella ylikuormalla. Live-kytkin. T57 ylikirjoittaa tämän, jos molemmat ovat päällä.

 LYHYESTI

Klassinen terävöitysmenetelmä 3D-katselimelle (Lanczos). MetalFX (T57) on ML-pohjainen ja yleensä parempi; Lanczos on vähemmän aggressiivinen vaihtoehto.

**T59** livePreviewInterval TIEDOT

**Oletus:** 50 (alustaja ja useimmat esiasetukset)

**Alue:** 0 (pois) tai 10 – 5 000 **Määritely:**

 TEKNINEN

Kuinka usein koulutuksen aikana 3D-katselin päivitetään nykyisillä Gaussianeilla. 50 = joka 50. iteraatiolla uusi renderöinti katselimessa — riittävän hyvä edistymisen seuraamiseen hidastamatta koulutusta. 0 = katselinta ei päivitetä lainkaan (taustakoulutus, maksiminopeus). Tyypillinen säätö: `.quickTest :ssä` lasketaan 10:een (halutaan nähdä jokainen askel), pitkissä MCMC-ajoissa nostetaan 500–2000:een (päivityksen ylikuorma on summassa tuntuva).

 LYHYESTI

Kuinka usein 3D-esikatselu päivitetään koulutuksen aikana. 50 = joka 50. iteraatiolla. Korkeampi = harvemmin = hieman nopeampi, mutta näet edistymisen harvemmin. 0 = ei esikatselua (maksiminopeuden saavuttamiseksi).

**T60** perceptualLossWeight TIEDOT

**Oletus:** 0.0 (= pois päältä) **Alue:** 0 tai 0.001 – 0.5

**Määritely:**

 TEKNINEN

V444-tulevaisuuden ominaisuus: havainnollisen loss-termin paino MPSGraphin kautta (VGG:n kaltainen pieni verkko). Tunnistaisi rakenteellisen ja tekstuurillisen samankaltaisuuden korkeammalla semanttisella tasolla kuin L1+SSIM — tyypillistä tutkimusputkissa, joissa "pikselintarkka" on vähemmän tärkeää kuin "näyttää realistiselta". Toteutus vielä kesken (koodipohja olemassa, mutta forward-passia ei ole toteutettu). Oletus 0.0. Pysyy kentäluettelossa tulevaa aktivointia varten; CLI-lippu `--percep-weight F` varattu.

 LYHYESTI

Suunniteltu ominaisuus, joka tekoälyn avulla pyrkii "luonnollisen näköiseen" "pikselintarkan" sijaan. Ei vielä valmiiksi toteutettu.

## MCMC-Densification (T61–T73)

### T61 densificationStrategy

#### TIEDOT

**Oletus:** `.classic` (alustaja + Classic-esiasetukset), `.mcmc` (kaikki MCMC-esiasetukset + Scene-Class) **Alue:** `.classic` tai `.mcmc` **Määrittely:**

#### TEKNINEN

Valitsee Classic-Densificationin (kloonaus/jako/karsinta, Kerbl et al. 2023) ja MCMC-Densificationin (Stochastic Gradient Langevin Dynamics uudelleensijoituksella, Kheradmand et al. NeurIPS 2024) välillä. `.classic` :ssa arvioidaan T11–T16, `.mcmc` :ssä T62–T73. Huomio vaihtaessa: Classic-oletukset ja MCMC-oletukset on kalibroitu täysin eri tavalla — jos valitsinta asiantuntijanäkymässä kääntää lataamatta sopivaa esiasetusta, on riski 1.4.3-bugin kaltaisesta massasukupuutosta (460 K → 5 yhdessä iteraatiossa, koska MCMC-OpacityReg 0.01:llä tappaa Classic-opasiteetit). Siksi MCMC-alustus-oletukset on tarkoituksella "pehmennetty" (kaikki reg-arvot 0.0).

#### LYHYESTI

Mikä algoritmi splattien monistamiseen käytetään. Classic = alkuperäinen menetelmä (nopea, paljon splatteja). MCMC = uudempi menetelmä (hitaampi, paljon vähemmän splatteja, mutta kompaktimpi). Esiasetukset valitsevat oikean. Vaihda itse vain, jos lataat myös sopivan esiasetuksen (P5–P7 tai P8–P10).

**T62 mcmcMaxGaussians****TIEDOT**

**Oletus:** 150 000 (alustaja + `.fullMCMC` + `.mcmcBalanced`), 100 000 (`.mcmcPreview`), 1 500 000 (`.fullMCMCMip` — Mip-Splatting-variantti 10x budjetilla), 1.19 M (`.renderPreset`), 1.25 M (`.outdoorPreset`), 670 K (`.indoorPreset`) **Alue:** 0 (= "käytä puskurin kapasiteettia") tai 10 000 – 5 000 000 **Määritely :**

**TEKNINEN**

Kova yläraja Gaussianien määrälle MCMC-strategiassa. Määrä kasvaa vähitellen `T70 mcmcGrowthRate`:n mukaisesti (tyypillisesti 5 %) per uudelleensijoitusaskel tähän rajaan asti. V473/V531 havaitsivat 150 K optimaaliseksi — yli 200 K laimentaa splat-laatua (liian monta pientä, redundanttia Gaussiania), alle 100 K jättää näkymän ali-tihennetyksi. Erittäin suurissa näkymissä (esim. 1 545 kuvan droonilento 158 K SfM-alustuksella) 150 K on liian matala — siksi 1.4.5-laajennus `T72 mcmcCapMultiplier` + `T73 mcmcAutoScaleByScene`. Q7-BayesOpt löysi näkymäkohtaisia optimeja väliltä 670 K (sisätila) ja 1.25 M (ulkotila). Arvolla 0 moottori käyttää koko puskurin kapasiteettia rajana.

**LYHYESTI**

Maksimimäärä splatteja MCMC:ssä. 150 000 on standardi ja riittää useimpiin näkymiin. Outdoor- ja Render-esiasetukset (P8, P9) nousevat yli miljoonan yksityiskohtaisempia näkymiä varten. Arvon nostaminen voi tuoda yksityiskohtia, mutta kuluttaa muistia; laskeminen on pikemminkin hätäjarru.

**T63 mcmcNoiseScale****TIEDOT**

**Oletus:** 0.00005 (5e-5 = artikkelin oletus) **Alue:** 1e-6 – 1e-3 **Määritely:**

**TEKNINEN**

Kerroin Gaussin kohinalle, joka lisätään jokaisen Gaussianin sijaintiin jokaisessa MCMC-iteraatiossa (SGLD-logiikka). Korkeampi = enemmän etsintää (Gaussianit vaeltavat enemmän, löytävät mahdollisesti parempia paikkoja), matalampi = enemmän hyödyntämistä (Gaussianit pysyvät siellä, missä ne ovat jo hyviä). V467 ja V536 vahvistivat 5e-5 optimaaliseksi — 1e-5/2e-5 liian vähän etsintää, 1e-4 liikaa (splatit hajoavat). Vaimennetaan kosinilla koulutusajan kuluessa `T69 mcmcNoiseDecayEnd`:iin asti — vaimennusalueen lopussa kohina on tehokkaasti 0 ja Gaussianit konvergoituvat.

**LYHYESTI**

Kuinka paljon satunnaista "heiluntaa" sovellus sallii splateille, jotta ne löytävät itse parhaan paikan. Vakioarvo on testattu optimaaliseksi. Jos nostat tätä, splateista tulee levottomia.

**T64 mcmcOpacityRegWeight****TIEDOT**

**Oletus:** 0.0 (= pois päältä RadianceKitin oletuksissa, artikkeli: 0.01) **Alue:** 0 tai 0.001 – 0.05 **Määritely:**

**TEKNINEN**

MCMC-spesifinen L1-rangaistus opasiteetille. Artikkelin oletus 0.01 (paina käyttämättömät Gaussianit nolnaan, tekee ne saataville uudelleensoitusta varten). V464b osoitti kuitenkin: ilman regularisointia tulos on RadianceKitissä mitattavasti parempi (sessio 28 vahvistaa). Syy: `T68 mcmcDeadOpacityThreshold`:lla määritely karsintakriteeri riittää yksinään — ylimääräinen L1-rangaistus pakottaa myös arvokkaat, matalan opasiteetin Gaussianit kuolemaan. Siksi oletus 0. **Huomio:** 1.4.3-beta-versiossa alustajan oletus oli virheellisesti

0.01, mikä johti massasukuputto-bugiin (katso T61-selitys); versiosta 1.4.4 lähtien kiinnitetty 0.0:aan.

**LYHYESTI**

MCMC-erikoisregularisointi. Pois päältä, koska toinen MCMC-mekanismi (kynnysarvo T68:ssa) kattaa tämän jo. Jätä arvoon 0.

**T65** **mcmcScaleRegWeight** TIEDOT

**Oletus:** 0.0 (= pois päältä, artikkeli: 0.01) **Alue:** 0 tai 0.001 – 0.05 **Määritelty:**

 TEKNINEN

MCMC-spesifinen L1-rangaistus skaala-ominaisarvoille. Artikkelin oletus 0.01. V464b: parempi ilman regularisointia, sama perustelu kuin T64:ssä. Pois päältä kaikissa RadiancKitin MCMC-esiasetuksissa. Huomio kuten T64:ssä: 1.4.3-bugi.

 LYHYESTI

Kuten T64, mutta splatin koolle. Pois päältä.

**T66** **mcmcRelocationInterval** TIEDOT

**Oletus:** 100 (alustaja + kaikki MCMC-esiasetukset, artikkelin standardi), 155 (P9 Outdoor — Q7-BayesOpt-optimi) **Alue:** 50 – 500 **Määritelty:**

 TEKNINEN

Iteraatioväli, jolla MCMC siirtää kuolleet Gaussianit (sigmoid(opacity) < T68 mcmcDeadOpacityThreshold) uusiin sijainteihin. V537 testasi 50 (liian häiritsevää, loss vaihtelee) ja 200 (marginaalisesti huonompi, MCMC menettää reaktiokykyään). 100 on optimaalinen. Q7-BayesOpt Bicycle-aineistolla löysi 155:n näkymäkohtaiseksi optimiksi ulkotiloihin — hieman pidemmät välit antavat Adamille enemmän aikaa integroida uudet sijoitetut Gaussianit, ennen kuin seuraava uudelleensijoitustapahtuma painostaa niitä.

 LYHYESTI

Kuinka monen iteraation välein MCMC siirtää kuolleet splatit jonkin muualle. 100 on standardi. Sinun ei tarvitse säätää tätä itse — Outdoor-esiasetuksessa on jo optimaalinen arvo.

**T67** **mcmcWarmupIterations** **TIEDOT****Oletus:** 500 **Alue:** 100 – 5 000 **Määritely:** **TEKNINEN**

Alkuperäisten iteraatioiden määrä, joiden aikana MCMC-uudelleensijoitusta ei vielä tapahdu. Vasta tämän lämmittelyn jälkeen uudelleensijoituslogiikka alkaa. Tarkoitus: ensimmäisissä iteraatioissa opasteettiarvot eivät ole vielä vakiintuneet — jos uudelleensijoitus aloitettaisiin heti, Gaussianit sijoitettaisiin väärin paikkoihin ja ne olisi siirrettävä heti uudelleen, mikä tuhoaisi Adam-momentumin. Artikkelin oletus 500. RadianceKit ottaa tämän arvon, koska V464b osoitti sen olevan robusti.

 **LYHYESTI**

Kuinka monta iteraatiota MCMC saa ensin "asettua", ennen kuin se alkaa siirrellä splatteja. 500 on standardi ja sopii hyvin.

**T68** **mcmcDeadOpacityThreshold** **TIEDOT****Oletus:** 0.005 (alustaja, artikkelin standardi), 0.01 (`.fullMCMC` ja kaikki MCMC-esiasetukset — V535-optimi) **Alue:** 0.001 – 0.05 **Määritely:** **TEKNINEN**

sigmoid(Opacity)-kynnysarvo, jonka alapuolella oleva Gaussian katsotaan "kuolleeksi" ja tulee kyseen uudelleensijoitusta varten. V535 havaitsi 0.01 optimaaliseksi (0.005 marginaalinen, 0.02 huonompi). Korkeampi = aggressiivisempi uudelleensijoitus (enemmän Gaussaneja siirretään), matalampi = varovaisempi. 0.01 vastaa noin "0.5 % visuaalista näkyvyyttä". P10 Indoor käyttää Q7-BayesOptin kautta 0.0142:ta optimina.

 **LYHYESTI**

Mistä läpinäkyvyydestä alkaen splat katsotaan "kuolleeksi", jotta MCMC siirtää sen muualle. 0.01 on optimaalinen testeissämme. Sinun ei tarvitse säätää tätä itse.

**T69** `mcmcNoiseDecayEnd` TIEDOT

**Oletus:** 0 (alustaja = "ei vaimennusta"), 160 000 ( `.fullMCMC` = 80 % 200K:sta), 96 000 ( `.mcmcBalanced` = 80 % 120K:sta), 40 000 ( `.mcmcPreview` ) **Alue:** 0 tai 1 000 – **Määritely:**

 TEKNINEN

Iteraatio, jossa `T63 mcmcNoiseScale` -kohina vaimennetaan kokonaan nolnaan (kosinivaimennus iteraatiosta 0 tähän). V497c/V502 havaitsivat 80 % maksimi-iteraatioista optimaaliseksi — antaa MCMC:lle tarpeeksi etsintäaikaa, mutta jättää viimeiset 20 % konvergenssille ilman kohinaa. 0 = vakio kohina kaikkien iteraatioiden ajan (harvoin järkevää, MCMC ei voi silloin konvergoitua).

 LYHYESTI

Milloin splattien satunnainen "heilunta" loppuu. MCMC-esiasetuksissa 80 %:ssa kokonaisiteraatioista — ensin etsintä, sitten konvergenssi. Jätä arvo ennalleen.

**T70** `mcmcGrowthRate` TIEDOT

**Oletus:** 0.05 (artikkelin standardi = 5 %) **Alue:** 0.01 – 0.2 **Määritely:**

 TEKNINEN

MCMC-populaation tavoitteen kasvunopeus per uudelleensijoitusaskel. Logiikka: jokaisessa uudelleensijoitustapahtumassa tavoitepopulaation kokoa kasvatetaan  $(1 + \text{growthRate})$  :lla, kunnes `T62 mcmcMaxGaussians` (tai `T72/T73`:lla skaalattu variantti) saavutetaan. V512/V522 havaitsivat 0.05 optimaaliseksi — korkeammat arvot johtavat liian nopeaan kasvuun (Gaussaneja lisätään, ennen kuin Adam-momentum ehtii integroida ne), matalammat alitiennettyihin näkyymiin lopussa.

 LYHYESTI

Kuinka nopeasti splattien määrä kasvaa MCMC:ssä. 5 % per askel on optimaalinen. Jätä arvo ennalleen.

**T71 mcmcSigmoidK****TIEDOT****Oletus:** 100.0 **Alue:** 10.0 – 500.0 **Määritely :****TEKNINEN**

Sigmoidin terävyysparametri MCMC-kohinan vaimennukselle. SGLD-askeleessa Gaussian-kohtainen kohina vaimennetaan `:llä` — korkean opasiteetin Gaussianit (joiden logit on positiivinen) saavat eksponentiaalisesti vähemmän kohinaa kuin matalan opasiteetin Gaussianit.  $K = 100$  on terävä, eli siirtymä "täydestä kohinasta" "ei kohinaa" -tilaan tapahtuu hyvin nopeasti opasiteetin 0.5 ympärillä. V484–V487 havaitsivat  $K = 100$  optimaaliseksi — pienemmät arvot (10–50) antavat myös korkean opasiteetin Gaussianien heilua mukana (tuhoaa konvergoituneet Gaussianit), suuremmat ( $> 500$ ) tekevät siirtymästä keinotekoisen kovan eivätkä kuolleet Gaussianit enää liiku lainkaan.

**LYHYESTI**

Erityisparametri, joka määrittää, kuinka terävästi MCMC erottaa "riittävän läpinäkyvä siirrettäväksi" ja "kiinteä, älä koske" väliillä. Vakioarvo on optimaalinen. Älä säädä.

**T72 mcmcCapMultiplier****TIEDOT****Oletus:** 3.0 (alustaja + `.fullMCMC`), 2.0 (`.mcmcPreview`), 2.5 (`.mcmcBalanced`), 2.98 (P8 Render), 5.32 (P9 Outdoor), 1.76 (P10 Indoor) **Alue:** 0 (= pois päältä) tai 1.0 – 10.0 **Määritely:****TEKNINEN**

1.4.5-ominaisuus: näkymäkohtainen adaptiivinen rajan skaalaus. Jos `T73 mcmcAutoScaleByScene` on tosi, tehokas raja lasketaan `:na` (rajoitettu puskurin kapasiteettiin). Tausta: suurissa näkymissä (esim. 1 545 kuvan droonilento → 158 K SfM-alustus) `T62 = 150 000` on liian matala — Density-Control ei voisi kasvaa lainkaan. Kertoimella 3.0 raja skaalataan tässä esimerkissä 474 K:hon (158 K × 3.0). Q7-BayesOpt löysi näkymäkohtaisia optimeja: Outdoor hyötty korkeasta kertoimesta (5.32 → 830 K raja 156 K bicycle-alustuksella), Indoor tyytyy 1.76:een (seinät kyllästävät nopeammin). Rajan täydellinen ratkaisu, katso `-metodi`.

**LYHYESTI**

Kerroin, joka säätää splat-rajaa automaattisesti näkymän kokoon. Suuri näkymä = enemmän alkupisteitä = korkeampi raja. Vakio 3× sopii useimpiin näkymiin; Outdoor-esiasetus nousee 5×:ään (suuret syvyysalueet), Indoor 1.76×:ään (seinät rajoittavat joka tapauksessa).

**T73** **mcmcAutoScaleByScene****TIEDOT**

**Oletus:** true (alustaja + kaikki MCMC-esiasetukset)

**Alue:** boolean **Määritely:**

**TEKNINEN**

1.4.5-ominaisuus: pääkytkin näkymätietoiselle raja-logiikalle (katso T72 +). Jos false, käytetään yksinomaan T62 mcmcMaxGaussians:ia rajana (paluu 1.4.4-käyttäytymiseen). Oletuksena päällä, koska suurten näkymien massasukupuutto-ongelmat 1.4.3:sta palaisivat muuten. Manuaalisesti pois päältä vain, jos haluat eksplisiittisesti asettaa kovan rajan — esim. kouluttaaksesi 150 K-variantin, jonka loppukoko on ennustettavissa.

**LYHYESTI**

Kytkee päälle splat-ajan auto-maattisen säätämisen näkymän kokoon. Oletuksena päällä. Jätä pois päältä vain, jos haluat itse tarkalleen tietyn splat-määrän.

**Mip-Splatting (Q1.5) (T74–T76)**

**Tila:** Q1.5 hylättiin 25.5.2026 14 autonomisen iteraation + yön yli kestävän 1.5M-varmistustarkistuksen jälkeen "closed no-win" -päätöksellä (max  $\Delta@2\times = +0.27$  dB, alkuperäinen portti vaati  $\geq +1.5$  dB keskiarvoa  $0.5\times/2\times:n$  yli, FAIL 0/11 paritetulla näkymällä). Kentät pysyvät **opt-in** tutkimuskokeita varten; kaikissa tuotantoesiase- tuksissa. Katso tuomio: docs/plans/2026-05-25-phase-q1.5-final-verdict.md.

**T74 useMipSplatting****TIEDOT**

**Oletus:** false (kaikki tuotantoesiasetukset), true (`.fullMCMCmip` — tutkimussisar) **Alue:** boolean  
**Määritely:**

**TEKNINEN**

Aktivoi Mip-Splattingin (Yu et al. CVPR 2024): 3D-tasoitussuodatin + 2D-suodatin +  $\alpha$ -kompensaatio, joka rajoittaa Gaussian-kohtaisen taajuuden tiheimmän koulutuskameran näytteenottoaajuuden Nyquist-rajaa. Teoreettinen tavoite: aliaksen poistaminen renderöitäessä koulutuksen ulkopuolisilla skaaloilla (0.5x tai 2x koulutusresoluutiosta). Aktivoitu esikäsitteily- ja takaisinprojisointi-shadereissa, toiminnallisesti oikein varmennettu Q1.5-D-testissä. Mutta: alkuperäistä hyväksymisporttia ( $\Delta@1x \geq +0.3$  dB JA  $\text{avg}(\Delta@0.5x, \Delta@2x) \geq +1.5$  dB) ei saavutettu yhdelläkään 11 paritetusta näkymästä. Maksimihavainto: family 750K classic  $\Delta@2x = +0.270$  dB. Ulkonäkymät (Truck, Flowers) osoittivat jopa heikkenemistä 1x ja 0.5x. Hypoteesi: 3D-tasointu kilpailee MCMC-uudelleensijoituksen kanssa korkeilla Gsarvoilla. Kenttä pysyy tulevaa moniskaalaista uudelleenarviointia varten oikealla Mip-NeRF-360-metodologialla (katso O3-backlog benchmark-polussa).

**LYHYESTI**

Aliaksenpoistosuodatin vuoden 2024 artikkelista. Teoriassa hieno, käytännössä se ei tuonut testeissämme mitään hyötyä ja joskus jopa haittasi. Pysy saatavilla kokeilijoille, mutta emme suosittele sitä. Jätä pois päältä.

**T75 mipSmoothing3DScale****TIEDOT**

**Oletus:** 0.2 (artikkelin oletus) **Alue:** 0.05 – 1.0 **Määritely:**

**TEKNINEN**

3D-tasoinnuskalaaparametri (Yu et al. §3.3, artikkelin oletus 0.2). Suurempi = enemmän maailmanvaruuden tasoitusta per Gaussian (= enemmän anti-aliasingia, mutta myös enemmän sumennusta oletusskaalassa), pienempi = terävämpi mutta alttiimpi aliakselle. Huomioidaan vain, jos T74 `useMipSplatting = true`. Ei optimoitu enempää Q1.5-testeissä — A/B-portti hävisi jo artikkelin oletuksella 0.2, lisäpyyhkäisy olisivat olleet turhia.

**LYHYESTI**

. Jos et ole kytkenyt Mipiä päälle, tämä on merkityksetön.

**T76 mipFilter2DVariance****TIEDOT**

**Oletus:** 0.3 (= täsmälleen V242-perintökäyttäytymisen) **Alue:** 0.1 – 1.0 **Määritely:**

**TEKNINEN**

2D-Mip-suodattimen varianssi, joka lisätään  $\Sigma_{2D}$ -diagonaaliin (varianssi suoraan, ei neliöitynä). 0.3 on täsmälleen V242-perintöarvo, joka oli kovakoodattu kerneliin ennen Mip-Splattingia. Jos `T74 useMipSplatting = false`, kerneli jättää tämän arvon kokonaan huomiotta ja kirjoittaa kovakoodatun 0.3:n — jotta peruslinja ei voi regressoitua (Codex-Round-1-S3-1-takuu). Jos, käytetään tässä asetettua arvoa. Pysy kenttäluettelossa Mip-pyyhkäisyjä varten.

**LYHYESTI**

Toinen Mip-Splatting-parametri. Kun Mip on pois päältä, tämä on merkityksetön.

**Adaptiivinen Densification (Q5) (T77–T79)****T77 adaptiveDensification****TIEDOT**

**Oletus:** false **Alue:** boolean **Määritely:**

**TEKNINEN**

Q5-ominaisuus: liukuvan mediaanin seuranta vaihtoehtona kiinteälle `T11 densifyGradThreshold`:lle. Jos tosi, jokaisessa tihennysvaiheessa nykyinen kynnysarvo ylikirjoitetaan  $\text{median}(\text{viimeiset } N \text{ avgGrad-näytettä}) \times \text{T79 adaptiveDensifyMultiplier}$ :lla.  $N = \text{T78 adaptiveWindow}$ . Tiukempi kuin V440 p98 (katastrofaalinen 63 K-karsinta-ansa), mediaani +  $2 \times$  on noin p70–p80:n kohdalla gradienttijakaumasta vakaassa tilassa. Q5-testit: yksinään FAIL 0/3 näkymää, mutta yhdessä Q6:n kanssa (katso T80/T81) PASS 1/3 näkymää — Q5+Q6-paketti hyväksyttiin 25.5.2026 opt-in-ominaisuutena ja on aktivoitavissa CLI:llä `--adaptive-densify`. Q6 on tässä "kantaja" laadun parannukselle, Q5 edistää pikemminkin vauhtia.

**LYHYESTI**

Itseoppiva tihennyskynnysarvo. Kiinteän herkkyuden sijaan sovellus sopeutuu näkymään. Yksin testattuna ei parempi, mutta yhdessä Q6:n curriculumin kanssa kyllä. Kytke molemmat päälle yhdessä tai molemmat pois päältä.

**T78 adaptiveWindow** TIEDOT**Oletus:** 1 000 **Alue:** 100 – 10 000 **Määritely:** TEKNINEN

Liukuvan mediaanin ikkuna tihennystapahtumissa (EI iteraatioissa — jokainen T13 `densifyInterval`-askel tuottaa yhden näytteen). Oletus 1 000 — tarkoittaa, että viimeiset 100 000 koulutusiteraatiota vaikuttavat mediaaniin, eli tyypillisesti koko koulutushistoria tähän asti. Varhainen vaihe (ennen T78 näytettä): seuranta palauttaa nil → paluu kiinteään kynnsarvoon T11. Relevantti vain, jos.

 LYHYESTI

Kuinka monta vanhaa tihennysaskelta otetaan mukaan T77:n mediaaniin. Vakio 1000 on hyvä. Relevantti vain, jos Q5-adaptiivinen on päällä.

**T79 adaptiveDensifyMultiplier** TIEDOT**Oletus:** 2.0 **Alue:** 1.0 – 4.0 **Määritely:** TEKNINEN

Kerroin liukuvalla mediaanille adaptiivista kynnsarvoa varten. Oletus 2.0 vastaa suunnilleen p70–p80:tä tyypillisestä gradienttijakaumasta. Matalampi = aggressiivisempi kasvu (enemmän klooneja), korkeampi = tiukempi (vähemmän klooneja). Q5-testit alueella 1.5–3.0 — 2.0 paras oletus. Relevantti vain, jos.

 LYHYESTI

Kerroin T77/T78:lle. Vakio 2.0 = tiukempi kuin tyypillinen mediaani. Älä säädä.

## Curriculum (Q6) (T80–T81)

### T80 curriculumResolutionRamp

#### TIEDOT

**Oletus:** false **Alue:** boolean **Määritelty:**

#### TEKNINEN

Q6-ominaisuus: koulutusresoluutio alkaa 0.5x:stä ja vaihtuu `T50 positionLRScheduleEndIteration / 2:ssa` (tai `T1 maxIterations / 2`, jos `T50` ei ole asetettu) arvoon `T22 trainingRenderScale`. Käyttää Q1.5.1:ssä kehitettyä `resize/restoreImageBuffers`-infrastruktuuria. Ylikirjoittaa `T23 resolutionWarmupScale:n`, jos aktivoitu. Q6 on hyväksytty "laadun parannuksen kantajana" Q5+Q6-paketissa (katso T77) — askelittainen resoluution nosto antaa sovellukselle aikaa löytää karkea geometria matalammalla resoluutiolla, ennen kuin se siirtyy hienoon yksityiskohtatyöhön. CLI:llä: `--curriculum-resolution`.

#### LYHYESTI

"Ensin karkeasti, sitten hienosti" koulutusresoluutiolle. Puolikas resoluutio ensimmäisellä puoliskolla, sitten täysi resoluutio. Auttaa tietyissä näkymissä, toisissa ei — paras kytkeä päälle yhdessä T81:n kanssa.

### T81 curriculumSHProgression

#### TIEDOT

**Oletus:** false **Alue:** boolean **Määritelty:**

#### TEKNINEN

Q6-ominaisuus: ylikirjoittaa `T21 shDegreeUpgradeIterations:n` arvolla `[maxIter/4, maxIter/2, maxIter*3/4]`, eli jakaa SH-päivitykset tasaisesti koulutusajan yli sen sijaan, että ne painottuisivat alkuun. Hypoteesi: vakaa geometria vakiinnutetaan ennen väriyksityiskohtien räjähdystä, mikä sijoittaa katselusuunnasta riippuvat kiiltoefektit tarkemmin. Q5+Q6 yhdessä PASS 1/3 näkymää, Q6 kantajana parannukselle (Q5 yksin FAIL). CLI:llä: `--curriculum-sh`.

#### LYHYESTI

"Ensin muoto, sitten väri" — kiiltoefektit otetaan käyttöön vasta myöhään koulutuksessa, jotta splatit löytävät ensin paikkansa ja kokonsa. Voidaan kytkeä päälle yhdessä T80:n kanssa; yksinään se ei ole yhtä tehokas.

## Staattiset esiasetukset (TP1–TP9)

Tässä vain rakenteelliset erot alustajan oletusarvoihin. Yhdentoista käyttöliittymän esiasetuksen P1–P11 täydelliset markkinointikuvaukset löydät Luvusta 7.

TP1 .preview

### TIEDOT

Diagnoosi-/esikatseluesiasetus järjestelmille, joissa  $\geq 10$  Gt RAM. Ylikirjoitukset alustajaan verrattuna: - 30 000  $\rightarrow$  5 000 - 15 000  $\rightarrow$  3 500 (70 % maxIteristä) -  $1.6e-6 \rightarrow 1.6e-5$  (10x korkeampi, vähemmän aggressiivinen vaimennus) -,,, , kukin 2x (V176) - 3 000  $\rightarrow$  100 000 (tehokkaasti pois, V172: nollaus tuhoaa lyhyet koulutukset) - [1K, 2K, 3K]  $\rightarrow$  [1K, 2K] (V182: aste 3 ei konvergoitu 2K iteraatioissa) - 1.0  $\rightarrow$  0.5

### LYHYESTI

minkä tahansa juuri tuodun kuvasarjan alustava arviointi — 2–3 minuutin odotusaika, jonka jälkeen tulos riittää vastaamaan binääriseen kysymykseen: "kantattaako Quality-ajo?".

TP2 .full

### TIEDOT

Tuotantolaatuinen Classic. Ylikirjoitukset: - 30 000  $\rightarrow$  35 000 (V550: 40K-testit Truck-ylikoulutus +10.7 % Gs, -1.3 % L1) - 15 000  $\rightarrow$  5 000 (V310 optimaalinen, V338 7K huonompi) - Kaikki oppimismopeudet 2x (V188) -  $1.6e-6 \rightarrow 1.6e-5$  (V45 10x) -  $2e-6 \rightarrow 1.1e-6$  (V335) - 100  $\rightarrow$  200 (V112) - 0.005  $\rightarrow$  0.001 (V393) - 3 000  $\rightarrow$  100 000 (V194 pois päältä, V421 vahvasti) - [1K, 2K, 3K]  $\rightarrow$  [2K, 5K, 8K] (V228 viivästetty) - 0.0  $\rightarrow$  0.9995 (V546 HTGS, 14 % parannus) - 50 (muuttumaton, V546) - false  $\rightarrow$  true (V438) - 0  $\rightarrow$  20 000 (V431) - true (V443, jo alustajan oletus .full :lle)

### LYHYESTI

mikä tahansa standardivalokuvaus (esine, pieni huone, veistos), jossa on alle 500 kuvaa. V546:ssa ilmoitettu 14 %:n lossparannus V438:aan verrattuna vahvistettiin 3 kokeen keskiarvolla Horse Full -aineistolla.

TP3 .fullClassicPaper

### TIEDOT

Q1.5-A-testisisar TP2:lle, artikkelille uskollinen Classic. Ylikirjoitukset TP2:een verrattuna: - 35 000  $\rightarrow$  30 000 (artikkelin standardi) - 5 000  $\rightarrow$  15 000 (artikkeli: 50 % maxIteristä) -  $1.6e-5 \rightarrow 1.6e-6$  (artikkelin oletus) -,, , takaisin artikkelin oletuksiin (0.05, 0.005, 0.001) -  $1.1e-6 \rightarrow 2e-7$  (kalibroitu 1-2M Gs:lle Bicycle-aineistolla) - 200  $\rightarrow$  100 (artikkeli) - 0.001  $\rightarrow$  0.005 (artikkelin oletus) - 100 000  $\rightarrow$  3 000 (artikkeli §5.2, riskialtis — voi laukaista V194-regression) - 0.9995  $\rightarrow$  0.0 (artikkelissa ei ole vaimennusta) - 20 000  $\rightarrow$  30 000 (kosini kattaa 100 % maxIteristä)

### LYHYESTI

Q1.5-tutkimuskokeilut, jotka tarvitsevat artikkelin suuruusluokan Gaussian-budjetit (1–2 M) Mip-Splatting-testeihin. Q1.5:n "closed no-win" -päätöksen jälkeen esiasetus jää edistyneiden käyttäjien saataville, mutta sitä ei suositella tuotantokäyttöön.

**TP4** `.fullMCMC` **TIEDOT**

Tuotantolaatuinen MCMC. Ylikirjoitukset alustajaan verrattuna: - 30 000 → 200 000 (V534, MCMC tarvitsee 5x enemmän iteraatioita kuin Classic) - 15 000 → 160 000 (V504b 80 % maxIteristä) - 1.6e-6 → 1.6e-5 - LR-aikataulu kuten TP2 (kaikki 2x) - 0.2 → 0.05 (V521b/V534: MCMC tarvitsee vahvemman L1-signaalin) - [1K, 2K, 3K] → [2K, 5K, 8K] - `.classic` → `.mcmc` - 150 000 (jo alustajassa, vahvistettu esiasetuksessa) - 5e-5 (V467/V536 optimaalinen) - 0.005 → 0.01 (V535 optimaalinen) - 0 → 160 000 (80 % maxIteristä, V497c/V502) - 3.0 (jo alustajassa) - true (jo alustajassa) - 3 000 → 200 000 (tehokkaasti pois, MCMC käyttää uudelleensoitusta nollauksen sijaan)

 **LYHYESTI**

Verkojakeluun, yksityiskohtaiset esinekuvaukset, droonilennot (vaikka P9 Outdoor onkin niihin vielä parempi). 71 % vähemmän Gaussaneja kuin Classicilla vastaavalla L1-arvolla.

**TP5** `.fullMCMCMip` **TIEDOT**

Q1.5-D-testisisar TP4:lle, Mip-Splattingilla + artikkelin suuruusluokan MCMC-budjetilla. Ylikirjoitukset TP4:ään verrattuna:

- `mcmcMaxGaussians` 150 000 → 1 500 000 (10x, artikkelin suuruusluokka)
- `useMipSplatting` false → true (Mip päällä)

 **LYHYESTI**

Kaikki muut kentät ovat identtisiä TP4:n kanssa. Q1.5 D-PASS Bicycle-aineistolla 24.5.2026 (katkaisee 12 iteraation moniskaalaisen FAIL-putken). Q1.5:n lo-pullinen tuomio 25.5.2026 oli silti closed-no-win — Mip-Splattingin hyötyä ei voitu toistaa 11:llä paritetulla näkymällä. Esiasetus pysyy valinnaisena.

**TP6** `.classicBalanced` **TIEDOT**

Keskitason Classic. Ylikirjoitukset TP2:een verrattuna: - 35 000 → 20 000 (V149: 20K = 30K 33 % lyhyemmässä ajassa) - 20 000 → 0 (kosini kattaa maxIter = 20K, ei laajennettua vaihetta)

 **LYHYESTI**

Standarditapaukset lyhyemmällä odotusajalla. V149 tunnistettu optimaaliseksi kompromissiksi.

**TP7** `.mcmcPreview`

### TIEDOT

MCMC-diagnoosi. Ylikirjoitukset TP4:ään verrattuna: - 200 000 → 60 000 (V494b) - 160 000 → 48 000 (80 %) - 150 000 → 100 000 (V473b) - 160 000 → 40 000 (V494b) - 3.0 → 2.0 (1.4.5: Preview = kevyempi skaalaus)

### LYHYESTI

nähdä nopeasti MCMC-tulos ja arvioida, kannattaako TP4 tai jokin Scene-Class-esiasetus.

**TP8** `.mcmcBalanced`

### TIEDOT

Keskittason MCMC. Ylikirjoitukset TP4:ään verrattuna: - 200 000 → 120 000 (V518) - 160 000 → 96 000 (80 %) - 160 000 → 96 000 (80 %) - 3.0 → 2.5 (Preview 2.0:n ja Full 3.0:n välissä)

### LYHYESTI

MCMC ilman täyttä 200K:n ajoa. 120 K iteraatiota on hyvä kompromissi laadun ja odotusajan välillä.

**TP9** `.quickTest`

### TIEDOT

Puhdas toiminnallisuustesti. Ylikirjoitukset alustajaan verrattuna: - 30 000 → 1 000 - 15 000 → 500 -  $2e-6$  →  $4e-6$  (kalibroitu 0.25× resoluutiolle) - 100 → 50 - 3 000 → 100 000 (pois, koska liian lyhyt) - 1.0 → 0.25

### LYHYESTI

Terveen järjen tarkistus: "alkaa koulutus ylipäätään järkevästi?". Kesto < 30 s M3 Ultralla. Näyttää taatusti suuttuiselta.

## Metodi:

**Signatuuri:** `public func resolveMcmcMaxGaussians(initialPointCount: Int, bufferCapacity: Int) -> Int` **Määritely:**

**TEKNINEN** Ainoa totuuden lähde kysymykseen "kuinka monta Gaussiania MCMC saa enintään kasvattaa?". Lasketaan kolmesta syötteestä: konfiguroidusta `T62 mcmcMaxGaussians`:sta (massasukupuuton alaraja 150 000, jos 0), (SfM-alkupisteiden määrä) ja (ennalta varattu Gaussian-puskurin koko). Logiikka:

1. `base = T62 > 0 ? T62: 150_000` (massasukupuuton alaraja suojaa alustajan oletusarvojen bugeilta, kuten 1.4.3:n massasukupuutto-tapaukselta)
2. Jos `T73 mcmcAutoScaleByScene && initialPointCount > 0 && T72 mcmcCapMultiplier > 0`:
  - `scaled = max(base, ceil(initialPointCount × T72))` muuten
3. Jos `bufferCapacity > 0`: `return min(scaled, bufferCapacity)`
4. Muuten `return scaled`

Esimerkki: Bicycle (Mip-NeRF 360, 194 valokuvaa) → SfM-alustus 156 K pistettä,  $T_{62} = 150\,000$ ,  $T_{72} = 5.32$  ,, puskurin kapasiteetti 8 M. Ratkaistu raja =  $\min(8M, \max(150K, \text{ceil}(156K \times 5.32))) = \min(8M, 830K) = 830 K$ . Tämä on tehokas kasvun raja, jota MCMC-uudelleensijoituslogiikka noudattaa.

**YKSINKERTAISESTI SANOTTUNA** Laskee todellisen maksimimäärän splatteja MCMC:ssä. Ottaa asetukseksi, tarkistaa, kuinka monta pistettä näkymässäsi on aluksi, ja skaalaa `Multiplier` -kertoimella, jos automaattinen säätö on päällä. Näin raja sopeutuu näkymään sen sijaan, että pienelle ja jättimäiselle näkymälle pakotettaisiin sama arvo. Sinun ei tarvitse kutsua metodia itse — koulutus käyttää sitä sisäisesti.

## Mikä kenttä mihinkin? (Muistilista)

Tavoite	Muutettavat kentät
Lisää yksityiskoh- tia kauas	<code>T62 mcmcMaxGaussians</code> ylös, <code>T72 mcmcCapMultiplier</code> 5+
Lisää yksityiskoh- tia yleisesti (Clas- sic)	<code>T1 maxIterations</code> ylös ( $\leq 40K$ ), <code>T2 densifyUntilIteration</code> $\leq 14\%$ <code>T1</code> :stä
Vähennä leijuvia partikkeleita droo- nilennoissa	<code>T43 frustumCullEnabled</code> päälle, <code>T20 skyMaskingEnabled</code> päälle, <code>T45 skyDomeEnabled</code> päälle
Kauniimpi taivas ulkokohtauksissa	<code>T45 skyDomeEnabled</code> päälle, <code>T47 skyDomeRadiusMultiplier</code> 30–60
Pienempi vientitie- dosto	Strategia <code>.mcmc</code> ( <code>T61</code> ), <code>T56 postTrainingCompactification</code> päälle, <code>T62 mcmcMaxGaussians</code> $\leq 200K$
Nopeampi koulu- tus	<code>T22 trainingRenderScale</code> 0.5, <code>T1 maxIterations</code> puolitettona — mutta ei molempia!
Paremmat kiilto- kohdat	<code>T21 shDegreeUpgradeIterations</code> arvolla [2K, 5K, 8K] (ei var- haista painotusta alkuun), MCMC + 200K iteraatiota
Pidä Mac respon- siivisena	<code>T25 throttleDelayMs</code> 5–10 (maksaa 15 % koulutusaikaa)
Live-esikatselu useammin	<code>T59 livePreviewInterval</code> alas 10–20:een
Pehmeämmät siir- tyvät varjoissa	<code>T17 ssimWeight</code> hieman ylös (0.15–0.25), mutta ei yli 0.3:n
Pidä sisätilat kom- pakteina	<code>P10 Indoor-esiasetus</code> (, <code>T72 = 1.76</code> )

## Vaaralliset kentät

Nämä kentät voivat väärin konfiguroituina johtaa muistin loppumiseen, sovelluksen kaatumiseen, Gaussianien massasukupuuttoon tai käyttökelvottomiin benchmark-tietoihin. Käsiteltävä varoen:

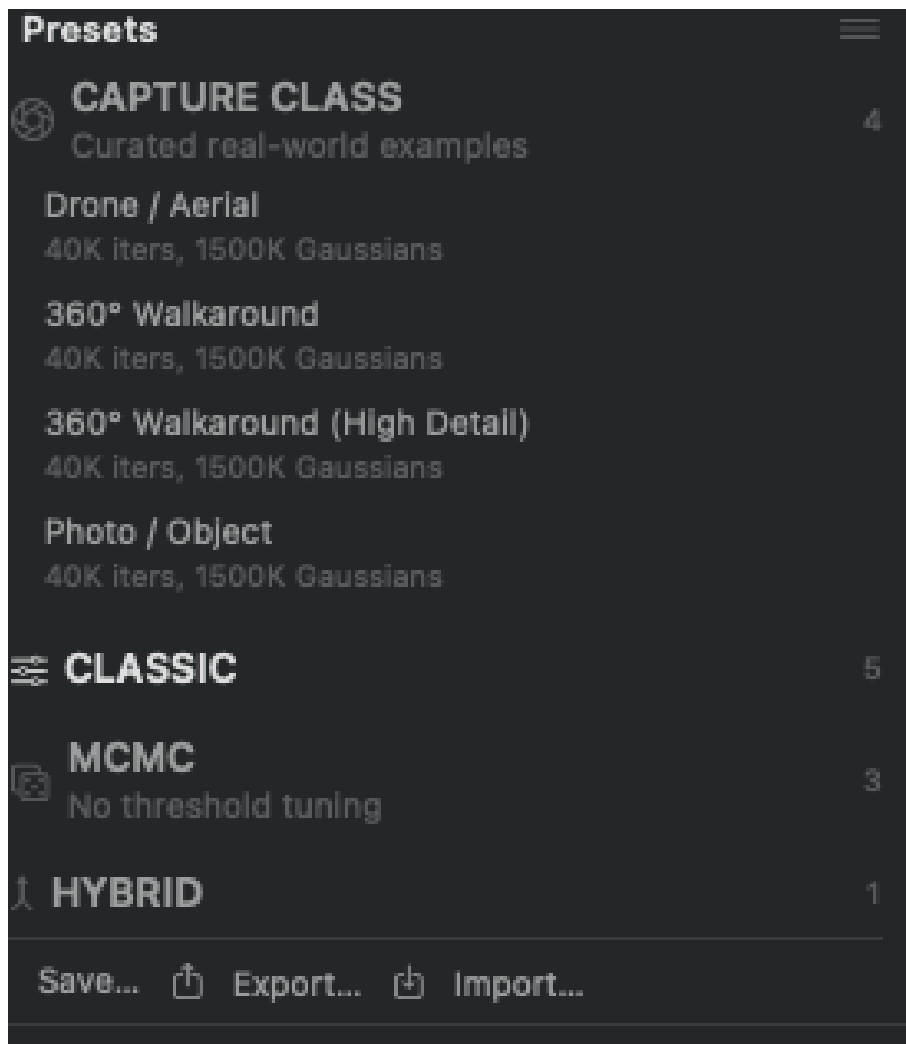
- T11 `densifyGradThreshold` — puolittaminen voi tuottaa 2–4x niin monta Gaussiania, mikä täyttää nopeasti GPU-muistin. Huomioi myös: on vastattava T22 `trainingRenderScale:a` ( $1.0x \rightarrow 1e-6$ ,  $0.5x \rightarrow 2e-6$ ,  $0.25x \rightarrow 4e-6$ ).
- T72 `mcmcCapMultiplier` — suurissa näkymissä, joissa on  $> 200$  K SfM-alkupistettä ja kerroin  $> 5$ , syntyy miljoonien Gaussianien ratkaistu raja. 36 Gt:n RAM-muistilla varustetuilla Maceilla muistin loppuminen on mahdollista. Outdoor-esiasetus 5.32 toimii vain, koska Mip-NeRF-360-Bicycle-aineistossa on 156 K alkupistettä  $\rightarrow$  830 K raja.
- T39 `testViewIndices` — manuaalinen asettaminen voi tehdä benchmarkista käyttökelvottoman (kaikki indeksit  $> N \rightarrow$  ei testijoukkoa). Anna `--benchmark` -lipun asettaa tämä.
- T64 `mcmcOpacityRegWeight` ja T65 `mcmcScaleRegWeight` — Asetettiin 1.4.3-beta-versiossa 0.01:een, mikä johti massasukupuuttoon (460 K  $\rightarrow$  5 Gaussiania yhdessä iteraatiossa). Versiosta 1.4.4 lähtien kiinnitetty 0.0:aan, mutta manuaalinen nostaminen voi toistaa ongelman.
- T15 `opacityResetInterval` — jos ei 100 000+ (tehokkaasti pois) ja koulutus on lyhyempi kuin 10 000 iteraatiota, nollaus tuhoaa konvergenssin. `.preview`:ssä se on siksi 100 000, vaikka `maxIterations = 5 000`.
- T54/T55 `densifyPhase2*` — Kaksivaiheinen tihennys on testeissä päättynyt 0-Gaussianin kaskadiin. Jätä molemmat arvoon 0.
- T74 `useMipSplattting` — Q1.5 closed-no-win 25.5.2026, voi joissakin ulkonäkyissä jopa heikentää PSNR:ää. Oletuksena pois päältä, opt-in vain tutkimusta varten.

Jos kenttä on tällä listalla ja haluat muuttaa sitä, tee ensin varmuuskopio nykyisestä esiasetuksestasi (vienti JSON-muodossa) ja harkitse, voitko mitata tuloksen toistettavasti — muuten et tiedä jälkikäteen, oletko saanut aikaan parannuksen vai heikennyksen.

## LUKU

## Luku 7 — Sisäänrakennetut laatusiasetukset

---



Kuva 27: Esiasetukset-osio, kaikki neljä ryhmää avattuna — CAPTURE CLASS (4 esiasetusta: Drone/Aerial, 360° Walkaround, 360° Walkaround (High Detail), Photo/Object), CLASSIC (5 esiasetusta: Quick/Preview/Balanced/Quality/Ultra Detail), MCMC (3 esiasetusta, huomautus „No threshold tuning“), HYBRID (1 esiasetus: Balanced (Hybrid))

**MITÄ KUVASSA NÄKYÄÄ** Esiasetukset-osio Tarkastajassa, kaikki neljä ryhmää avattuna. CAPTURE CLASS neljällä kuratoidulla todellisen-maailman-esiasetuksella (Drone / Aerial, 360° Walkaround, 360° Walkaround (High Detail), Photo / Object) — se on ensisijainen ryhmä ja aloittelijatilassa ainoa näkyvä. CLASSIC: Quick (1K iter.), Preview (5K iter.),

aktiivinen valinta sinisellä rastilla), Balanced (20K iter.), Quality (35K iter.) ja Ultra Detail (35K iter.). MCMC alaotsikolla „No threshold tuning” — MCMC ei tarvitse Densify-Until-kynnystä: Preview (60K iter., 100K gaussia), Balanced (120K, 150K), Quality (200K, 150K). HYBRID esiasetuksella Balanced (Hybrid) (20K iter., 150K gaussia). Alapalkin toimintorivi: Save..., Export..., Import...

Esiasetus on valmiiksi tehty kokoonpano koulutusta varten. RadianceKit toimittaa kolme toista sisäänrakennettua esiasetusta neljässä ryhmässä: neljä **Capture-Class**-esiasetusta (P9–P12) — kuratoituja, todellista yhteisömateriaalia vasten silmin validoituja reseptejä todellisille kuvaustyypeille (drone, 360°-kierros, valokuva-kohde) ja ensisijainen akseli versiosta v1.6 —, viisi Classic-esiasetusta (P1–P5: Quick/Preview/Balanced/Quality/Ultra Detail), kolme MCMC-esiasetusta (P6–P8) ja yhden Hybridi-esiasetuksen (P13), joka yhdistää Classic- ja MCMC-strategiat. Aiemmat „Scene-Class”-esiasetukset (Render/3D, Outdoor, Indoor, jotka viritettiin vaiheessa Q7 akateemisesti Mip-NeRF-360- ja NeRF-Blender-näkymiä vasten) vedettiin versiossa v1.6 pois näkyvänä ryhmänä — silmin todellista materiaalia vasten validoitu Capture-Class on nyt ensisijainen akseli; Q7-viritetyt kokoonpanot säilyvät enää vain sisäisesti. Valitut esiasetukset sivupalkista alueelta **Esiasetukset** tai aloittelijatilassa tuonnin yhteydessä. **+** -painikkeet avaavat dialogeja, joissa voit luoda omia esiasetuksia rinnalle — niitä kolmeatoista sisäänrakennettua ei voi poistaa, mutta ne voi kopioida.

Asiantuntijanäkymässä esiasetukset näkyvät ryhmiteltyinä kuvaustyyppin ja strategian mukaan (Capture Class / Classic / MCMC / Hybridi). Klikkaus kohtaan kirjoittaa tallennetun koulutuskonfiguraation nykyiseen tilaan. Tämä ei ole tilannekuva — jos sen jälkeen säädät liukukytkimiä, tila muuttuu, mutta itse esiasetus pysyy ennallaan; värillinen huomautus näyttää silloin „modified”.

Mikä esiasetus on milloin oikea, riippuu ennen kaikkea näkymän tyyppistä ja laitteistosta. Luvun lopussa olevat kolme taulukkomuotoista yhteenvetoa kokoavat tämän tiivistetysti.

## | P1 — Quick



Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „Classic” → kohta „Quick”. UUID-loppuosa ...001 .



Diagnostiikkaesiasetus 1 000 iteraatiolla, klassisella (adaptiivisella) densifikaatiostrategialla ja koulutuksen resoluutioskaalauksella 0.25x (syöttökuva pienennetään ennen koulutusta 25 %:iin). Ei ole tarkoitettu näkymän toimittamiseen, vaan nopeasti toteamaan, näyttääkö asetelma (kameran sijainnit, piste-pilvi, kuvasarja) ylipäänsä järkevää liikettä häviöarvoissa. M3 Ultra -tietokoneella tyypillisesti alle 30 sekuntia 50–200 kuvalla. Pieni resoluutio peittää todellisen kuvanlaadun, mutta pitää muistintarpeen ja renderöintikulun hyvin vähäisinä. Valitaan myös oletuksena automaattisesti ensimmäisellä käynnistyksellä, jos järjestelmässä on alle 10 GB RAM-muistia.

### LYHYESTI

Nopea toiminnallisuudesta. Kuvat sisään, odota niukasti puoli minuuttia, katso ilmestyykö näkymän karkea ääriiviiva. Jos kuva katsojassa näyttää sotkuiselta läikältä — sopii, sen pitää olla niin. Jos sen sijaan näet vain tummia pisteitä tai täysin vääristyneen muodon, kameran sijainnit ovat luultavasti väärin (katso luku 9). Esitettävän tuloksen saamiseksi tarvitset tämän jälkeen vähintään P2:n tai P3:n.

## | P2 — Preview (Classic)



Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „Classic” → kohta „Preview”. UUID-loppuosa ...002 .



5 000 iteraatiota Classic-densifikaatiota, 0.5x resoluutioskaalaus, kaksinkertaiset oppimismenopeudet vakioon nähden. Densifikaatio (kloonaus + jakaminen) on aktiivinen ensimmäiset 2 500 iteraatiota, sen jälkeen vain karsinta. Oletusesiasetus järjestelmille, joissa  $\geq 10$  GB RAM. M3 Ultra -tietokoneella tyypillisesti 90 sekuntia 3 minuuttiin 200 kuvan näkymälle. Tuottaa käyttökelpoisen vaikutelman geometriasta ja kameran sijainnista, mutta tekstuurit ovat näkyvästi pehmenneitä — 0.5x renderöintiresoluutiota ei voi ohittaa suoraan kouluttamalla uudelleen P3:lla tai P4:llä, koska oppimismenopeudet on kalibroitu sopimaan puolikkaaseen resoluutioon.

### LYHYESTI

Standardi „katsotaan kerran lyhyesti” -varten. Jos olet juuri tuonut uusia kuvia ja haluat nähdä, onko näkymä ylipäänsä rekonstruoitavissa, tämä on oikea taso. Noin 2–3 minuutin odotusaika, sen jälkeen voit 3D-katsojassa pyörittää ja arvioida, onko järkeä hankkia lisää koulutusajoja. Vasta kun esikatselun tulos näyttää jo hyvältä, kannattaa Balanced tai Quality.

## | P3 — Balanced (Classic)

### MISSÄ

Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „Classic”  
→ kohta „Balanced”. UUID-loppuosa `...005`.

### TEKNINEN

20 000 iteraatiota Classic-densifikaatiota täydellä kuvan resoluutiolla. Densifikaatio kulkee ensimmäisten 15 000 iteraation yli, iteraatiosta 3 000 alkaen densify-välillä 100. Empiirisesti „sweet spot” dokumentoiduista koulutusessioista: klassisella densifikaatiolla Horse Full -näkyssä ja Truckissa L1-häviö vakautuu iteraatioiden 18 000 ja 22 000 välillä, pidempi koulutus ei tuo Quality (P4) -tasoa pienemmillä merkittävää parannusta enää. M3 Ultra -tietokoneella tyypillisesti 30–60 sekuntia 200 kuvalla, 5–8 minuuttia 1 000+ kuvalla.

### LYHYESTI

„Hyvä kompromissi”. Useimmat näkymät näyttävät tällä jo hyviltä ilman että sinun täytyy odottaa tuntia. Jos haluat näyttää lopputuloksen jossain (sosiaalinen media, verkkosivu, asiakasdemo), se riittää usein. Vasta kun haluat zoomata splat-malliin sisälle tai tarvitset pintatekstuurin yksityiskohtia, kannattaa siirtyä P4 Qualityyn tai P7 MCMC:hen.

## | P4 — Quality (Classic)

### MISSÄ

Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „Classic”  
→ kohta „Quality”. UUID-loppuosa `...003`.

### TEKNINEN

35 000 iteraatiota Classic-densifikaatiota V546-„Opacity Decay” -ominaisuudella (HTGS, Eurographics 2025): jokaisen densify-syklin jälkeen kaikkien olemassa olevien gaussien läpinäkyväisyys kerrotaan kertoimella  $< 1.0$ , mikä poistaa inaktiivisiksi tulleet gausit luotettavasti karsinnassa ja saavuttaa identtisellä iter-määrällä 14 % paremman L1-häviön kuin klassinen 35 000 -ajo. SSIM-häviö on aktivoitu (`ssimWeight=0.05`). M3 Ultra -tietokoneella tyypillisesti 2–4 minuuttia 200 kuvalla. Tuottaa NeRF-Blenderissä (Lego, Chair, Drums) lopullisen L1  $\approx 0.023$  — paras Classic-variantti 560+ dokumentoiduissa kokeissa. Huomaa: tarvitsee  $\sim 3\text{--}5$  GB GPU-muistia; 8 GB:n järjestelmissä P3 on turvallinen valinta.

### LYHYESTI

Paras klassinen variantti. Tuottaa tarkkaa tekstuuria ja hienoa geometriaa, etenkin kohdeotoksissa (veistos, tuoli, maljakko). Suurilla ulkonäkymillä tai huoneilla huomaat sen sijaan tuskin enää eroa Balancediin — siellä kannattaa vaihtaa MCMC-esiasetukseen (P6–P8) tai Capture-Class-esiasetukseen (P9–P12) ennemmin kuin siirtyä P3:sta P4:ään. Joka haluaa Classic-perheen ehdottoman maksimin, valitsee P5 Ultra Detailin.

## I P5 — Ultra Detail (Classic)



MISSÄ

Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „Classic”  
→ kohta „Ultra Detail”. UUID-loppuosa ...008 .



TEKNINEN

Noin 35 000 iteraatiota Classic-densifikaatioita — Quality-matriisin held-out-ajon voittaja (2026-06-10). Kaikilla kolmella testatulla Mip-NeRF-360-näkymällä Ultra Detail lyö sisäänrakennetun MCMC-„Quality“-esiasetuksen (P8) vertailukelpoisella seinäkelloajalla noin +0.94 dB PSNR. Näin se on Classic-ryhmän vahvin Quality-esiasetus ja terävin Classic-variantti, jonka RadianceKit toimittaa. M3 Ultra -tietokoneella tyypillisesti samassa aikakehyksessä kuin P4 Quality (2–5 minuuttia 200 kuvalla), mutta tarvitsee hieman enemmän GPU-muistia; 8 GB:n järjestelmissä P3 jää turvallisesti valinnaksi.

### LYHYESTI

Terävin Classic-taso ja laatuasetuksemme held-out-voittaja: todellisilla näkymillä noin desibelin parempi kuin MCMC-„Quality“-variantti — samanlaisella odotusajalla. Jos haluat maksimaalisen yksityiskohtatarkkuuden hyväksi havaitulla klassisella densifikaatiolla ja sinulla on tarpeeksi GPU-muistia, tämä on ensimmäinen valinta. Jos muisti ei riitä tai tarvitset mahdollisimman pienen vientitiedoston, pysy P4 Qualityssä tai MCMC-esiasetuksessa.

## I P6 — Preview (MCMC)



MISSÄ

Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „MCMC”  
→ kohta „Preview”. UUID-loppuosa ...006 .



TEKNINEN

60 000 iteraatiota MCMC-densifikaatiota (3DGS-MCMC, NeurIPS 2024) 100 000 gaussin katoilla. MCMC korvaa heuristisen kloonaus/jakologian Markov-ketjun-Monte-Carlo-udelleensijoittelulla: kuolleet gaussit asetetaan uudelleen sigmoid-painotetuilla näytteenottoisyvyyksillä, mikä antaa hallitun ja toistettavissa olevan gaussien määrän. Katto rajoittaa enimmäismäärän tiukasti 100K:ssa — tämä säästää muistia ja renderöintiäaikaa, mutta maksaa yksityiskohtia. M3 Ultra -tietokoneella tyypillisesti 5–8 minuuttia 200 kuvalla. Soveltuu „MCMC-toiminnallisuustestiksi” — auttaa arvioimaan, olisiko vaihto Classicista MCMC:hen järkevä ennen kuin investoit aikaa P7:ään tai P8:aan.

### LYHYESTI

Kuten P2 Preview, mutta uudemmalla MCMC-menetelmällä. Tuottaa usein hiukan kompaktimpia, tasaisemmin jakaantuneita splat-pilviä kuin Classic-variantti. Näkymän ensimmäiseen katselmointiin 5–8 minuuttia riittää useimmiten. Jos esikatselun tulos miellyttää, seuraava vaihe on P7 (Balanced) tai suoraan P8 (Quality MCMC).

## | P7 — Balanced (MCMC)



MISSÄ

Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „MCMC”  
→ kohta „Balanced”. UUID-loppuosa ...007 .



TEKNINEN

120 000 iteraatiota MCMC:tä 150 000 gaussin katonalla. Keskimäinen MCMC-taso — lähes lopullinen P8 Qualityn gaussien määrä, mutta vain 60 % iteraatioista. Empiirisesti L1-häviö on dokumentoiduissa koulutussessioissa 0.026–0.028 Horse Full -näkyvässä, verrattuna P8:n 0.0246:een — siis noin 7 % korkeampi, mutta puolet odotusajasta. M3 Ultra -tietokoneella tyypillisesti 8–15 minuuttia 200 kuvalla. Käyttää menetelmää, joka skaalaa tehollisen gaussien katon syöttö-SfM-pistepilven pistetiheyteen (katso T75 luvussa 6).

### LYHYESTI

MCMC kunnollisella yksityiskoh-  
taisuudella, mutta ilman P8:n  
pitkää täysajoa. Useimmille nä-  
kymille tämä riittää, varsin-  
kin kun haluat ahtaa MCMC-  
ajon lounastauon aikatauluke-  
hukseen. Jos muisti on niuk-  
ka (esim. M-proessoreilla, joissa  
vain 16 GB), pysy tässä — P8 tar-  
vitsee enemmän GPU-muistia.

## | P8 — Quality (MCMC)



MISSÄ

Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „MCMC”  
→ kohta „Quality”. UUID-loppuosa ...004 .

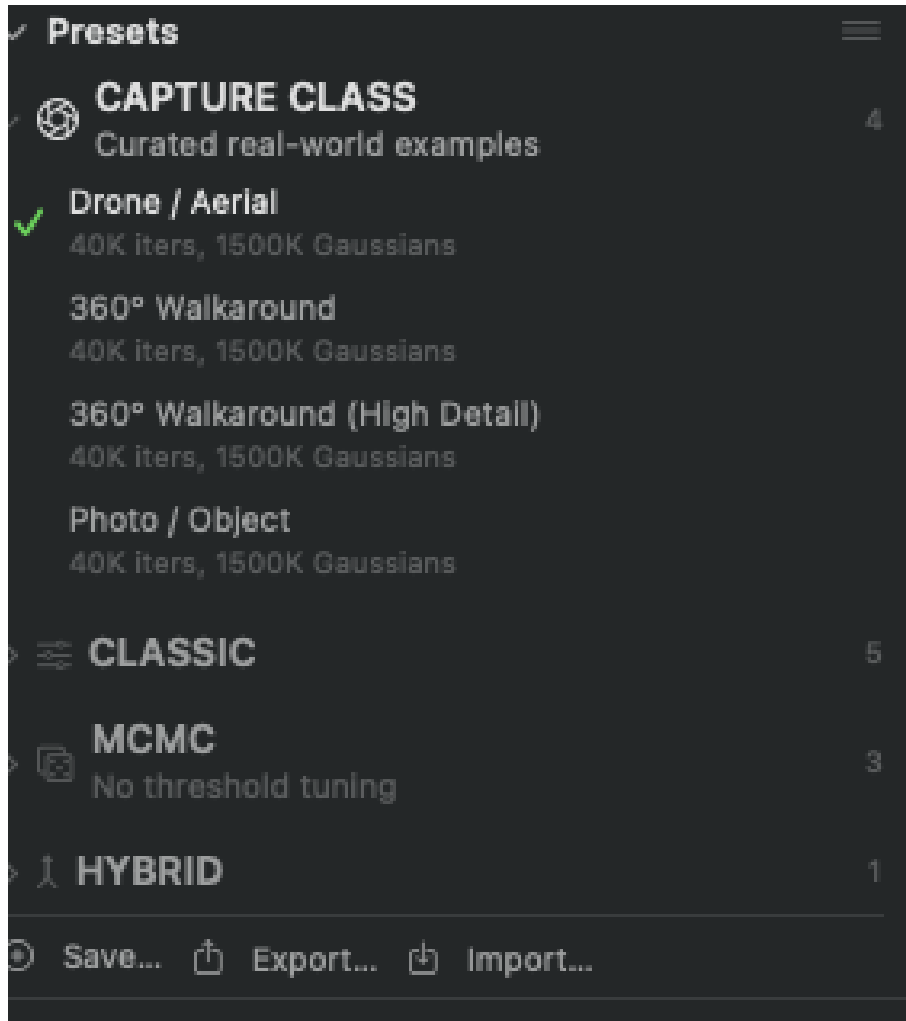


TEKNINEN

200 000 iteraatiota MCMC:tä 150 000 gaussin katonalla, SSIM-häviö 0.05, MCMC-Noise-Decay 80 % iteraatioista. Paras yksittäinen L1-tulos 560+ kokeis-  
sa: 0.0238 Horse Full -näkyvässä, keskiarvona 3  
trialista 0.0246 (verrattuna P4:n 0.0230:een samas-  
sa näkyvässä). MCMC tuottaa samalla 71 % vähem-  
män gausseja (150K vs. ~524K) — ratkaiseva, kun  
haluat toimittaa tuloksen verkossa, koska pienem-  
pi pilvi tuottaa selvästi pienempiä vientitiedostoja.  
Koulutusaika M3 Ultra -tietokoneella tyypillisesti  
20–35 minuuttia 200 kuvalla; 1 000+ kuvan joukol-  
la pikemmin 1–2 tuntia. Paras valinta, kun halutaan  
maksimaalinen kuvanlaatu minimaalisella lopullisella  
koolla.

### LYHYESTI

Paras MCMC-variantti. Tuottaa  
erittäin puhtaita, kompakteja  
splat-pilviä — ihanteellinen, kun  
haluat upottaa tuloksen myö-  
hemmin verkko-3D-katsojaan tai  
lähettää tiedostona (tiedosto on  
pienempi kuin P4 Qualityssa ver-  
tailukelpoisella visuaalisella laa-  
dulla). Tarvitset kuitenkin kärsi-  
vällisyyttä — suurissa otoksissa  
yli tunnin odotusaika. Suunnitte-  
le tämä enemmänkin „yöajo”.



Kuva 28: CAPTURE CLASS -ryhmä avattuna kaikilla neljällä kuratoidulla todellisen-maailman-esiasetuksella — Drone / Aerial (MCMC, 40K iter., katto 1,5 M), 360° Walkaround (MCMC, 40K, katto 1,5 M), 360° Walkaround (High Detail) (Hybridi, 40K, katto 1,5 M, opt-in) ja Photo / Object (Hybridi, 40K, katto 1,5 M). Tämä ryhmä on aivan ylimpänä ja aloittelijatilassa ainoa näkyvä.

**MITÄ KUVASSA NÄKYÄÄ** Tarkastaja CAPTURE CLASS -ryhmä avattuna — ensisijainen esiasetusryhmä versiosta v1.6, aloittelijatilassa ainoa näytetty. Jokainen kohta on todellista yhteisömateriaalia vasten silmin validoitu resepti tietyille kuvaustyyppille (drone, 360°-kierros, valokuva-kohde), ei akateemista testijoukkoa vasten optimoitu arvo. Valinta klikkauksella kirjoittaa tallennetun koulutuskonfiguraation nykyiseen tilaan.

## | P9 — Drone / Aerial

### MISSÄ

Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „Capture Class” → kohta „Drone / Aerial”. UUID-loppuosa ...010 .

### TEKNINEN

Capture-Class-esiasetus rakennusten ja maisemien ilma- ja drone-orbiteille. MCMC-densifikaattori, 40 000 iteraatiota, katto 1,5 milj. gaussia, SSIM-häviö 0.5 plus Edge-Aware-termi 0.1. Ratkaisevaa on anisotropiasakko painolla 0.003 suhderytyksellä 6 — „spagettitappaja” tyyppisiä neulamaisia artefakteja vastaan, joita drone-materiaali synnyttää. Validoitu todellisella DJI-4K-drone-lennolla Pensfordin viaduktin yli (silmin tarkistettu, ei vain metriikan perusteella).

### LYHYESTI

Ilmasta otetuille kuville — drone-lennot rakennuksen ympäri, maiseman yli, julkisivua pitkin. Voimakas anisotropiasakko siivottaa pois neula- tai spagettimaiset artefaktit, joita drone-materiaali mielellään tuottaa. Jos materiaali on otettu maasta, sopii etenkin Photo / Object tai Classic-esiasetus.

## | P10 — 360° Walkaround

### MISSÄ

Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „Capture Class” → kohta „360° Walkaround”. UUID-loppuosa ...011 .

### TEKNINEN

Capture-Class-esiasetus 360°-Walkaround-videoille. MCMC-densifikaattori, 40 000 iteraatiota, katto 1,5 milj. gaussia, SSIM-häviö 0.5 plus Edge-Aware-termi 0.1, lempeä anisotropiasakko (paino 0.001 suhderytyksellä 15). Henkilö- ja taivasmaski ovat aktiivisia. Esiasetus odottaa 360°-Equirect-videota, joka reprojisoidaan sisäisesti noin 90° leveiksi perspektiivirajauksiksi ennen koulutuksen alkua. Validoitu 8K-360°-kierroksilla selfie-tikulla (Monument-näkymä, silmin tarkistettu).

### LYHYESTI

360°-kierrosvideoille — kuljet 360°-kameran tai selfie-tikun kanssa huoneen läpi tai kohteen ympäri. RadianceKit pilkkoo pallopanoraaman itse normaaleiksi katselukulmiksi ja maskaa ohikulkijat ja taivaan pois. Maksimaalisen terävyyden saamiseksi samalla materiaalilla kokeile lisäksi High-Detail-varianttia (P11).

## | P11 — 360° Walkaround (High Detail)



Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „Capture Class” → kohta „360° Walkaround (High Detail)”. UUID-loppuosa ...013 (Opt-in).



Opt-in-Capture-Class-esiasetus 360°-Walkaround-videoille maksimaalisella yksityiskohdalla. Hybrididensifikaattori (klassinen abs-gradientti-kloonaus/jako

1. MCMC-kohina + uudelleensijoittelu), 40 000 iteraatiota, katto 1,5 milj. gaussia,

anisotropiasakko 0.0015 suhdekynnyksellä 15, SSIM-häviö 0.2 ja Edge-Aware-termi 0 — luku „r50”-screen-split-resepti. 360°-materiaalilla se lyö vakio-MCMC-esiasetuksen „360° Walkaround” (P10) PSNR:ssä, LIPS:ssä ja näkyvissä konfetissa, ja se tapahtuu noin kolmasosalla splat-määrästä. Seisoo tarkoituksellisesti opt-in vakio-360-esiasetuksen vieressä, kunnes se on validoitu useammalla näkymällä.

### LYHYESTI

Terävämpi vaihtoehto vakio-360-esiasetukselle (P10): enemmän yksityiskohtaa, vähemmän konfettia, selvästi pienempi tiedosto. Seisoo tarkoituksellisesti vieressä eikä korvaa sitä — tois-aiseksi vahvistettu kourallisella näkymiä. Jos 360°-kierroksesi on otettu siististi, kokeile tätä esiasetusta ensin ja vertaa tulosta P10:een.

## | P12 — Photo / Object



Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „Capture Class” → kohta „Photo / Object”. UUID-loppuosa ...012 .



Capture-Class-esiasetus kohde-orbiteille terävistä yksittäisvalokuvista (ei videota). Hybridi-t1-densifikaattori (uudelleensijoittelulla), 40 000 iteraatiota, katto 1,5 milj. gaussia, SSIM-häviö 0.5 plus Edge-Aware-termi 0.1, lempeä anisotropiasakko (paino 0.001 suhdekynnyksellä 15), Opacity Decay 0.9995 joka 50. iteraatio, ei maskausta. Validoitu 163 korkearesoluutioisella 41 MP:n valokuvalla luurangosta (silmin tarkistettu). Harvat näkymät (noin 600:aan asti) jäävät tällöin Hybridi-romahduskynnyksen alle.

### LYHYESTI

Kohdeotoksille terävistä yksittäisvalokuvista — kierrät veistoksen, mallin, tuotteen kameran kanssa ja otat valokuvia videon sijaan. Ei maskausta, koska terävissä valokuvissa on yleensä siisti tausta. Videolähteille valitse sen sijaan 360°- tai Drone-esiasetus.

## I P13 — Tasapainoinen (Hybridi)

### MISSÄ

Tarkastaja → Esiasetukset-osio → Ryhmä „Hybridi” → kohta „Tasapainoinen (Hybridi)”. UUID-loppuosa ...009 .

### TEKNINEN

20 000 iteraatiota Hybridi-densifikaatiostrategialla: klassinen gradienttiohjattu kloonauus/jako sijoittaa kapasiteettia sinne, missä häviö sitä tarvitsee, MCMC:n SGLD-kohina jatkaa tutkimista, ja kuolleet gaussit sijoitetaan uudelleen sen sijaan, että ne menetettäisiin karsinnassa. Opacity-Decay (V546) korvaa opacity-nollaukset; anisotropiasakko (paino 0.001, suhdekynnys 15) pitää neulamaiset splatit kurissa. Gaussien katto skaalautuu näkymän mukaan (150K perustaso, näkymätietoinen  $\times 3.0$ ). Validoitu viidellä näkymällä puhdasta MCMC:tä vastaan samalla budjetilla: keskimäärin +0.45 dB PSNR 20–30 % pienemmällä gaussien määrällä (stonehenge +1.23, family +0.82, garden +0.47 dB). M3 Ultra-tietokoneella tyypillisesti 5–10 minuuttia 200 kuvala.

### LYHYESTI

Vahva ensimmäinen valinta lo-pulliseen tulokseen: terävämät yksityiskohdat kuin MCMC-esiasetuksilla suunnilleen yhtä kompaktilla tiedostolla, murto-osassa P8:n koulutusajasta. Jos siinä on aikaa vain yhteen laatuajoon eikä mikään Capture-luokista selvästi sovi, aloita tästä. Classic-esiasetukset pysyvät parempina nopeisiin testeihin, ja Capture-Class-esiasetukset (P9–P12) ovat ensimmäinen valinta, kun näkymäsi sopii selvästi johonkin näistä kuvaustyypeistä.

## Milloin mikäkin esiasetus?

Skenaario	Esitesti	Pääajo
Toiminnallisuustesti uusille kuville, < 30 s	<b>P1 Quick</b>	—
Kohde-orbit terävistä yksittäisvalokuvista	P2 Preview	<b>P12 Photo / Object</b>
Yksittäisen kohteen skannaus (video), < 500 valokuvaa	P2 Preview	<b>P4 Quality tai P8 Quality MCMC</b>
360°-Walkaround-video	P6 Preview MCMC	<b>P10 360° Walkaround (terävä: P11 High Detail)</b>
Ilma-/drone-orbit, maisema	P6 Preview MCMC	<b>P9 Drone / Aerial</b>
Verkkotoimitus (pieni, kompakti)	P2	<b>P8 Quality MCMC</b> (pienin tiedosto täydellä laadulla)
Terävät yksityiskohdat lyhyessä ajassa, kompakti vienti	P2 tai P6	<b>P13 Tasapainoinen (Hybridi)</b>
Maksimaalinen yksityiskohtatarkkuus, Classic-strategia	P3 tai P6	<b>P5 Ultra Detail</b>
Painatus, markkinointi, täydet yksityiskohdat	P3 tai P6	<b>P4 Quality (Classic) tai P5 Ultra Detail</b>

## Nopea vertailu

Esia- se- tus	Strat- egia	Iter.Maks.- Gs	Rende- röintis- kaala	Tyypillinen aika (200 kuvaa, Q-Sweep M3 Ultra)	
P1 Quick	Classic	1 000	∞	0.25x	~30 s —
P2 Preview	Classic	5 000	∞	0.5x	2–3 min —
P3 Balanced	Classic	20 000	∞	1.0x	30–60 s —
P4 Qua- lity	Classic	35 000	∞	1.0x	2–4 min V546 HTGS
P5 Ult- ra De- tail	Classic	~35 000	∞	1.0x	2–5 min Mat- rix Δ+0.94 dB
P6 Preview MCMC	MCMC	60 000	100 K	1.0x	5–8 min —
P7 Balanced MCMC	MCMC	120 000	150 K	1.0x	8–15 min —
P8 Qua- lity MCMC	MCMC	200 000	150 K	1.0x	20–35 min V544a
P9 Dro- ne / Ae- rial	MCMC	40 000	1.5 M	1.0x	10–25 min Sil- mä / Via- dukt
P10 360° Wal- karound	MCMC	40 000	1.5 M	1.0x	10–25 min Sil- mä / Mo- nu- ment
P11 360° Wal- karound (High De- tail)	Hybridi	40 000	1.5 M	1.0x	10–25 min Sil- mä (opt- in)
P12 Pho- to / Ob- ject	Hybridi	40 000	1.5 M	1.0x	10–25 min Sil- mä / Luu- ran- ko
P13 Tas- apai- noien	Hybridi	20 000	150 K	1.0x	5–10 min Mat- rix Δ+0.45 dB

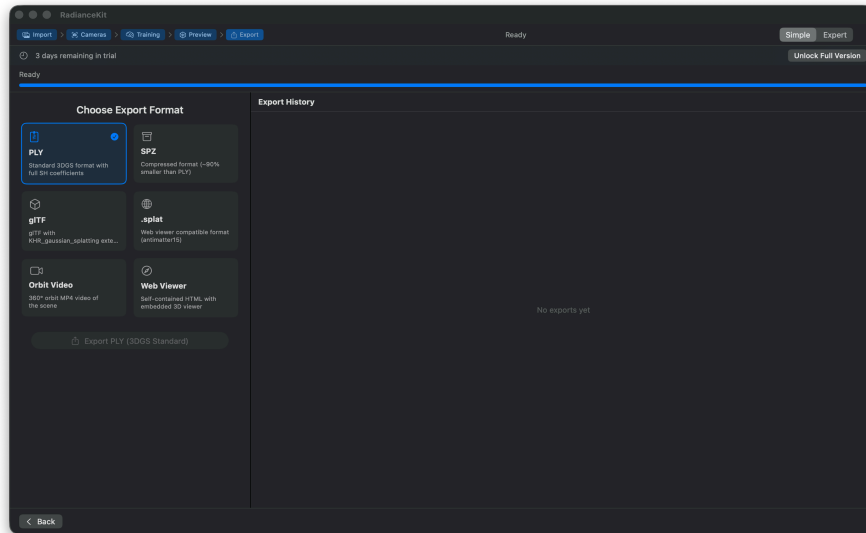
## Omat esiasetukset

Painikkeen **Save...** kautta Esiasetukset-osiossa (I1 luvussa 2) tallennat nykyisen koulutuskonfiguraation omana esiasetuksena. Omat esiasetukset eivät ole „Built-in” ja niitä voi nimetä uudelleen, viedä (JSON-muodossa), jakaa vedä-ja-pudota -toiminnolla, kopioida ja poistaa. Ne kolmesta sisäänrakennettua esiasetusta P1–P13 jäävät poistopainikkeen ulottumattomiin.

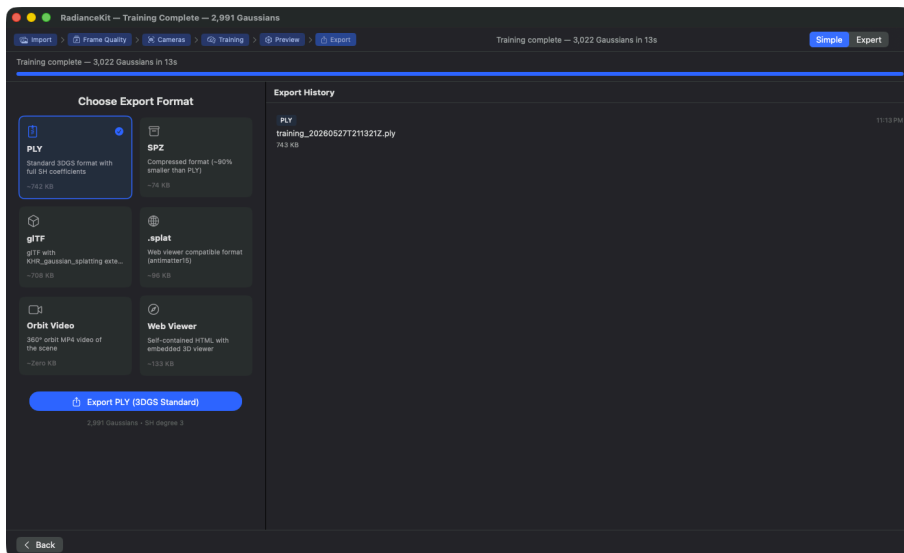
**Nyrkkisääntö:** Jos muutat esiasetuksessa jotain, jota tarvitset vielä useammin — Sky-Dome päälle, korkeampi SSIM-paino tietyille näkymäluokalle, poikkeavat iter-määrät — tallenna sitten variantti omana esiasetuksena. Näin tiedät seuraavalla ajolla heti, että se on vakiosta poikkeava kokoonpano.

## LUKU

# Luku 8 — Vientimuodot



Kuva 29: Vientimuodon valinta aloittelijatilassa — kuusi muotokorttia



Kuva 30: Vientimuotoruudukko live 5K-iter-koulutuksen jälkeen kukkakimpulla — kaikki kuusi korttia dynaamisella kokolaskennalla (PLY 742 KB valittuna, SPZ 74 KB, glTF 708 KB, .splat 96 KB, Orbit Video ~Zero KB, Web Viewer 133 KB), Vientihistoria oikealla jo tallennetulla PLY:llä

**Mitä kuvassa näkyy (2 991 gaussia, SH-aste 3, synteettinen Blender-kimppu IP-puhtaana testijoukkona):** Kokotiedot jokaisen muotokortin alla lasketaan livenä nyky-

sestä gaussien määrästä ja muoto-overheadista — ei kovakoodattua. 2 991 gaussista (SH-aste 3) syntyy näin 742 KB PLY, 74 KB SPZ (kerroin  $\sim 10\times$  pienempi kvantisoinnin ansiosta), 708 KB glTF (mukana `KHR_gaussian_splattning`-laajennus, siten lähes PLY-vastaava), 96 KB .splat (pakattu 24-tavua-per-gaussi-muoto). Orbit Video näyttää „~Zero KB”, koska koko tunnetaan vasta MP4-koodauksen jälkeen. Web Viewer (133 KB) niputtaa itsenäisen HTML-tiedoston upotetun WebGL-katsojan ja pakattujen splat-tietojen kanssa — suurempi kuin pelkkä .splat katsojan overheadin vuoksi. Vientihistoria oikealla listaa jo suoritetun PLY-viennin („training\_20260527T211321Z.ply, 743 KB, 23:13”) muotokyltillä ja näytä Finderissä -toiminnolla.

Päättynyt koulutus tuottaa gaussipilven — kokoelman muutamasta sadasta tuhannesta miljoonaan 3D-gaussijakaumasta, jotka yhdessä rekonstruoivat näkymän. RadianceKit tuntee kymmenen tapaa kirjoittaa tämä pilvi kovalevylle. Kuusi niistä on puhtaita 3D-tietomuotoja (PLY, Compressed PLY, SPZ, SOG, glTF, .splat), yksi niputtaa pilven yhdessä valmiin HTML-katsojan kanssa (Web Viewer), yksi renderöi MP4-tiedoston orbit-kamera-ajosta (Orbit Video), ja kaksi vie SfM-tuloksen (kameran sijainnit ja karkea pistepilvi) eikä gaussisisältöä uudelleenkäyttöön muissa koulutusputkissa (transforms.json + COLMAP-Workspace).

Mikä muoto on milloin oikea, riippuu tavoitteesta. Täyden tietojen arkistointiin ilman laadunmenetystä otetaan PLY. Verkkokatsojiin omalla sivustolla riittää useimmiten .splat tai sisäänrakennettu Web-katsoja. Jos tiedoston on oltava mahdollisimman pieni, kannattaa SPZ tai SOG. SfM-tuloksen uudelleenkäyttöön Nerfstudiossa, Postshotissa tai Brushissa transforms.json ja COLMAP-Workspace ovat oikeat tavat.

Kaikki vientitoiminnot ovat „Export”-valikossa sekä aloittelijatilän viimeisellä ohjatun toiminnon vaiheella. Useimmat muodot ovat täysin sandbox-yhteensopivia ja toimivat App Store -versiossa. Vain SOG vaatii ulkoisen binäärin ( `cwebp` ), joka ei välttämättä ole saatavilla App Store -versiossa — yksityiskohdat katso E4.

## E1 — PLY (.ply)

### MISSÄ

Valikkorivi → Export → 3D Formats → Export PLY... (⌘E). Aloittelijatila: Ohjatun toiminnon vaihe Vienti → Muotokortti „PLY”. **Koko:** tyypillisesti 100 % (vertailuarvo). **Yhteensopiva:** SuperSplat, PolyCam, kaikki 3DGS-katsojat.

### TEKNINEN

PLY on kanoninen tallennusmuoto 3D Gaussian Splattingille. RadianceKit kirjoittaa binäärisen little-endian-tiedoston standardoidulla 3DGS-property-asettelulla: per gaussi kolmikomponenttinen sijainti, kolme aina nollaksi asetettua normaalia, kolme DC-SH-kerrointa ( `f_dc_0..2` ) RGB-perusvärille, sen jälkeen enintään 45 muuta SH-kerrointa ( `f_rest_0..44` ) Kerbl-2023-paperin määrittelemässä transponoidussa kanavajärjestyksessä (ensin kaikki R-kanavan kertoimet, sitten kaikki G, sitten kaikki B), seuraavaksi logit-läpinäkymättömyys (raa'at pre-sigmoid-arvot), kolme log-asteikon skaalaa ja wxyz-quaternion-rotaatio. Maksimi vietävä SH-aste rajoitetaan käyttäjän toiveen ja todellisesti opitun asteen minimiin; oletus on 3 (45 rest-kerrointa). Ennen kirjoittamista hyötykuorman koko lasketaan 64-bittisinä kokonaislukuina ylivuotojen nappaamiseksi erittäin suurilla pilvillä. Tiedosto kirjoitetaan atomisesti, mikä varaa suurilla pilvillä lyhyesti kaksinkertaisen levytilan.

### LYHYESTI

Tämä on „alkuperäistiedosto”. Suurin tiedosto, korkein yhteensopivuus, ei häviöitä. Jos et tiedä, mikä muoto ottaa, ota PLY — se avautuu lähes kaikissa 3DGS-työkaluissa. Miljoonalle gaussille tämä on SH-asteesta riippuen 200–800 MB. Jos tiedosto kasvaa liian suureksi, katso E2 (pakattu PLY) tai E3 (SPZ).

## I E2 — Compressed PLY (.ply)

### MISSÄ

Valikkorivi → Export → 3D Formats → Export Compressed PLY... Aloittelijatila: Muotokortti „Compressed PLY”. **Koko:** noin 10–20 % PLY:hen nähden (5–10-kertainen pakkaus). **Yhteensopi-**  
**va:** SuperSplat, PlayCanvas-Engine, verkkopohjaiset katsojat.

### TEKNINEN

PlayCanvas-variantti PLY-muodosta chunked-kvantisoinnilla. Gaussit ryhmitellään 256:n chunkkeihin. Per chunk min/max-rajat sijainnille, skaalalle ja värille tallennetaan erikseen otsikkoon; yksittäiset gaussit viittaavat arvoihinsa suhteessa näihin rajoihin ja pakataan kukin 32 bittiin: sijainti ja skaala 11-10-11-bit-pakkauksella, rotaatio 2-10-10-10-bit „Smallest-Three”-kvaternionina, väri 8-8-8-8-RGBA:na. Korkeammat SH-kertoimet kvantisoidaan vain 8 bittiä per komponentti ( `shCoeffCount * 3` uchar per gaussi). Muoto itse on edelleen ASCII-otsikko-PLY ja siten periaatteessa validoitavissa PLY-työkaluilla, mutta vertex-propertyt on määritelty `uint`-kentiksi. SH-aste on oletuksena 0 (ei rest-kertoimia) pakkauksen maksimoimiseksi — korkeampia SH-asteita voi valita eksplisiittisesti.

### LYHYESTI

Tilaa säästävä PLY-variantti. Identtinen engine-yhteensopi-

vuus kuin tavallisella PLY:llä, mutta 5–10 kertaa pienempi. SuperSplat ja PlayCanvas lukevat sen natiivisti. Web-julkaisuun lähes aina parempi kuin tavallinen PLY. Kvantisoinnin laatuhäviö ei ole yleensä visuaalisesti havaittavissa, ellei näkymä sisällä erittäin korkeataajuuksisia yksityiskohtia.

## E3 — SPZ (.spz)

### MISSÄ

Valikkorivi → Export → 3D Formats → Export SPZ... Aloittelijatila: Muotokortti „SPZ”. **Koko:** noin 10 % PLY:hen nähden (90 % pienempi). **Yhteensopiva:** Niantic Scaniverse, Niantic Spatial Fields, MetalSplatler.

### TEKNINEN

Nianticin SPZ-v2-muoto. Sijainnit pakataan 24-bit-fixed-point-arvoina (tämä antaa noin 0,25 mm resoluution), skaalat 8-bit-kvantisoituna log-tilassa, rotaatiot 8-bit-Smallest-Three:na (v2:ssa vain xyz tallennetaan, w johdetaan dekooderissa kvaternionin normista), läpinäkymättömyydet sigmoidoituina 8-bit-arvoina. DC-SH tallennetaan SPZ-spesifisellä pakkauskaavalla ( $dc\_raw * 0.15 * 255 + 0.5 * 255$ ), korkeammat SH-vyöhykkeet 5 bitillä (vyöhyke 1) tai 4 bitillä (vyöhyke 2-3) per kerroin. Koko pakattu binääriblobi pakataan sen jälkeen standardilla gzip:llä (RFC 1952), mikä antaa gzipped-säilömuodon, jonka maagiset tavut ovat `1f 8b`. RadianceKit kutsuu tätä varten järjestelmän `gzip`:iä, koska Applen sisäänrakennettu `zlib`-API tuottaa Applen omaa kehystystä, joka ei olisi yhteensopiva Spatial Fieldsin tai MetalSplatlerin SPZ-lukijoiden kanssa. Järjestelmän `gzip` jää käynnistettäväksi myös macOS-sandboxin sisällä.

### LYHYESTI

Pienin standarditiedosto. Jos tunnet Nianticin Scaniversen — tämä on muoto, jota sovel-lus käyttää. Hyvin pieni, hyvin lataus-ystävällinen mobiilisovel-luksiin. Nianticin omassa pilvi-katsojassa (Spatial Fields) suoraan käytettävissä. Noin 90 % pienempi kuin PLY samoilla tiedoilla, ja useimmissa näkymissä optisesti tuskin erotettavissa.

## E4 — SOG (.sog)

### MISSÄ

Valikkorivi → Export → 3D Formats → Export SOG...  
Aloittelijatila: Muotokortti „SOG”. **Koko:** noin 5–6 % PLY:hen nähden (15- 20-kertainen pakkaus — pie- nin vaihtoehto). **Yhteensopiva:** PlayCanvas-Engine, SuperSplat-editori.

### TEKNINEN

„Spatially Ordered Gaussians” — PlayCanvas-muoto, joka tallentaa pilven GPU-valmiina useissa häviöttömissä WebP-kuvissa. Ensin kaikki gaus- sit lajitellaan spatiaalisesti 3D-Morton-koodilla (30-bit Z-order, 10 bittiä per akseli), mikä tuo kuville myöhempää cache-paikallisuutta renderöi- jässä. Sitten sijainnit kvantisoidaan symmetrisellä log-muunnoksella (paremman dynaamisen alueen vuoksi) 16-bittisiksi arvoiksi ja jaetaan kahteen RGBA-kuvaan ( `means_l.webp` alemmille 8 bitil- le, `means_u.webp` ylemmille). Rotaatiot koodataan Smallest-Three:na 3×8-bittisinä plus 2-bit-tilana yh- dessä RGBA-kuvassa (tila menee alfaan muodossa `252 + largest` ). Skaalat ja DC-SH kvantisoidaan kukin 256-merkkijonoisella koodikirjalla (prosentti- perusteinen kaikkien arvojen yli), indeksit menevät `scales.webp` :hen ja `sh0.webp` :hen. Viisi kuvaa plus `meta.json` , jossa koodikirjat ja rajat, paketoit- daan ZIP-tiedostoon (oma kooderi, koska sandbox estää järjestelmän `zip` :in) ja tallennetaan päätteel- lä `.sog` .

**Huomio sandbox:** SOG on ainoa muotovaihtoehto, joka vaatii ulkoisen binäärin. WebP-kooderivaihe kutsuu `cwebp` :tä osoitteesta `/usr/local/bin/cwebp` tai `/opt/homebrew/bin/cwebp`. Jos `cwebp`-binääriä ei löydy, koodi siirtyy raakaan PNG-koodaukseen — mutta: **PNG-fallback ei toimi SuperSplatissa**. App Store -versiossa arvioi saatavuus build-variantin pe- rusteella; developer-versiossa `cwebp` tulee asentaa Homebrew’n kautta ( `brew install webp` ).

### LYHYESTI

Pienin 3DGS-muoto ylipäänsä, selvästi pienempi kuin SPZ. Mut- ta: tarvitsee `cwebp` -työkalun Macillasi, koska RadianceKit itse ei pysty tuottamaan kaikkia kuvamuotoja. Asenna se kerran Homebrew’lla, sitten kaikki toi- mii. App Store -versiossa mah- dollisesti ei täysin toimiva — jos viennissä tulee PNG WebP:n si- jaan, et voi avata tiedostoa suo- raan SuperSplatissa. Kuka työ- kentelee ilman Homebrew’ta, ot- taa sen sijaan SPZ:n (E3).

## E5 — glTF (.glb)

### MISSÄ

Valikkorivi → Export → 3D Formats → Export glTF...  
Aloittelijatila: Muotokortti „glTF”. **Koko:** verrattavissa PLY:hen. **Yhteensopiva:** glTF-katsojat, joilla KHR\_gaussian\_splatting-laajennus (Khronos-Draft-standardi).

### TEKNINEN

Kirjoittaa itsensä sisältävän `.glb` -binääritiedoston (ei erillistä bin-tiedostoliitettä) KHR\_gaussian\_splatting-laajennusspesifikaation mukaisesti. Sijainnit tallennetaan tavallisina glTF- POSITION -vertex-tietoina (float3), kaikki muut attribuutit (rotatio float4:nä, skaala float3:na, läpinäkymättömyys floatina, SH-kertoimet float3 × shCoeffCount:nä) ovat lisävertex- attribuuteissa ja viitataan laajennuksen kautta. Tärkeää: glTF käyttää oikeakätistä Y-up-koordinaatistoa, COLMAP/3DGS toimii Y-down/Z-forward. Vientijä soveltaa siksi 180 asteen kiertoa X-akselin ympäri — sijainnit kirjoitetaan uudelleen muotoon  $(x, -y, -z)$ , kvaterniot sovitetaan muotoon  $(w, x, -y, -z)$ . Tämä antaa geometrisesti oikean, kätisen (ei peilatus) esityksen glTF-katsojissa. JSON- ja binääripätkät pehmustetaan 4-tavun kohdistukseen GLB-standardin vaatimusten mukaisesti.

### LYHYESTI

Virallinen Khronos-standardimuoto 3D-tiedoille, tuoreessa laajennuksessa gaussian splatseille. Etu: glTF on levinnyt kaikissa suurissa 3D-moottoreissa (Babylon.js, Three.js, Unity, Unreal). Haitta: laajennus on vuonna 2026 vielä Draft-vaiheessa, monet katsojat eivät pysty siihen vielä. Järkevä erityisesti, jos integroit splat-tietoja olemassa olevaan glTF-putkeen tai kirjoitat katsojaa, joka on jo glTF-kykyinen.

## I E6 — Splat (.splat)

### MISSÄ

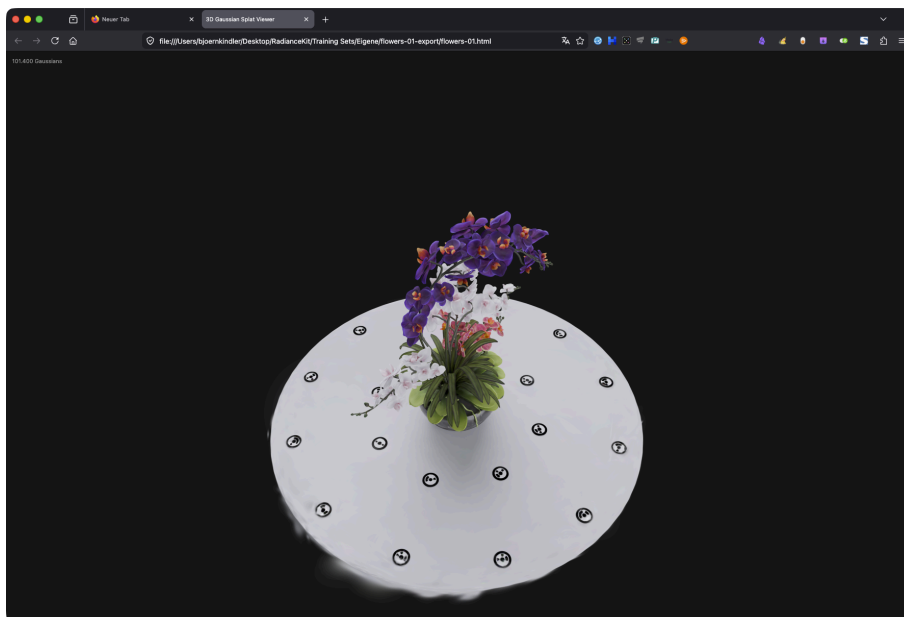
Valikkorivi → Export → 3D Formats → Export .splat... Aloittelijatila: Muotokortti „.splat”. **Koko:** tarkalleen 32 tavua per gaussi. **Yhteensopiva:** `gsplat.js`, verkkopohjaiset katsojat (antimatter15-viite), useimmat selain-3DGS-demot.

### TEKNINEN

Antimatter15- `.splat` -muoto — 32 tavua per gaussi, ei otsikkoa, ei epäsuoraa viittausta. Asettelu per merkintä: 3 × float32 sijainti (maailmankoordinaatit), 3 × float32 skaala (exp-muunnettuna sisäisen puskurin log-tilasta), 4 × uint8 RGBA-väri (DC-SH-kerroin skaalattu `SH_C0 = 0.282...` :lla ja rajattu [0,255]:een), 4 × uint8 kvaternio (w,x,y,z, normalisoitu ja koodattu muotoon `128 + 128*q` tavu-alueeseen). Vain DC-SH tallennetaan — korkeammat SH-vyöhykkeet hylätään. Tämä tekee muodosta erittäin kompaktin, mutta maksaa näkymäriippuvaiset värimuutokset, jotka esiintyvät heijastuksissa tai spekuloiduissa korostuksissa. Kirjoitusjärjestys on tarkalleen pilven indeksijärjestys (ei spatiaalista lajittelua), verkkokatsojat kuten `gsplat.js` renderöivät sen pohjalta.

### LYHYESTI

Valintamuoto, kun haluat näyttää splatin omassa verkkokatsojassa `gsplat.js` :llä. Hyvin kompakti (32 tavua/gaussi), mutta ei korkeampaa SH-astetta — siis ei kiiltäviä heijastuksia tai hienoja värimuutoksia kulmasta riippuen. Useimmissa verkkosoveluksissa ei ongelma, koska DC-väri riittää täysin ja puuttuva näkymäriippuvuus tuskin huomataan.



Kuva 31: Web Viewer avattuna Firefoxissa — kukkakimppu-splat renderoituna ympäröivillä kameramerkki-palloilla, selaintabin palkki ylhäällä näkyvissä, ei CDN-/palvelinasetelmaa tarvita. Itsenäinen `flowers-01.html` avattu suoraan Finderistä kaksoisklikkauksella oletusselaimessa — upotettu WebGL2-ohjelma renderoi gaussipilven heti, ilman verkkoa tai palvelinta. Mustat merkit kimpun ympärillä ovat koulutuskamerat, valinnaisesti näytettävissä. Hiiren veto kiertää, vieritys zoomaa.

## E7 — Web Viewer (.html)

### MISSÄ

Valikkorivi → Export → Media → Export Web

Viewer... Aloittelijatila: Muotokortti „Web Viewer“.

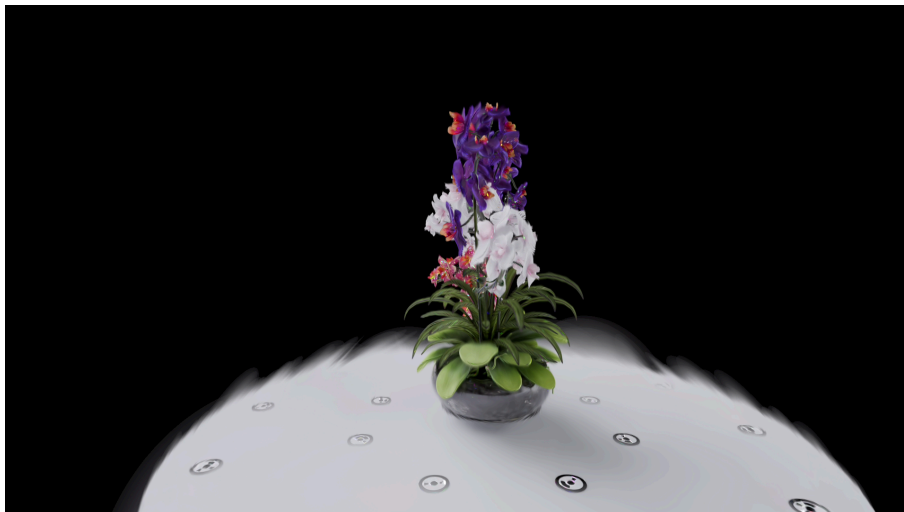
**Koko:** Splat-tiedot base64-koodattuina ( $\approx 4/3$  overhead) + noin 5 KB HTML/JS-kuori. **Yhteensopiva:** mikä tahansa moderni selain WebGL2:lla (kaikki työpöydät, iOS 15+, Android 5+).

### TEKNINEN

Niputtaa gaussipilven yhdessä täysin inline kirjoitetun WebGL2-renderöijän kanssa yhteen `.html`-tiedostoon. Ei ole CDN-riippuvuuksia, ei WASM:ää, ei toista tiedostoa. Pilvi koodataan ensin sisäisesti `.splat`-binääriksi (sama 32-tavu-logiikka kuin E6), sitten base64-upotettuna, sitten dekodattuna selaimessa `atob`:lla. Sisäänrakennettu renderöijä tekee oman WebGL2-lajittelun, hiiri-orbit-ohjauksen ja CPU-lajittelun per ruutu; koko JS-koodi (shader, matematiikka, silmukka) on nähtävissä output-HTML:ssä. Akselikonventio tallennus-renderöijä-rajalla on tarkalleen sama kuin E5:ssä: sijainti  $(x, -y, -z)$ , kvaternio  $(w, x, -y, -z)$ . Valinnaisesti voi näyttää brändäysoverlayn (Free-Tier-kytkin). Koska kaikki on inline, tiedosto toimii myös suoraan `file://`-protokollasta — ei paikallista web-palvelinta tarvita testaamiseen.

### LYHYESTI

Yksi HTML-tiedosto, jonka voit lähettää jollekulle postissa tai upottaa verkkosivulle. Kaksoisklikkaus Finderissä, ja selain näyttää näkymäsi hiiren kierrola. Ei latausta pilveen tarvita, ei toista tiedostoa, ei palvelinta. Ihanteellinen asiakasesitykseen, portfolioon, postiliitteisiin. Haitta: tiedosto kasvaa base64-koodauksen myötä noin kolmasosan suuremmaksi kuin puhdas `.splat` — erittäin suuriin näkymiin kannattaa siksi `.splat`-tiedoston erillinen hostaus yhdessä standardikatsojan kanssa.



*Kuva 32: Yksittäinen ruutu poimittu flowers-01.mp4:stä — kukkakimppu profiilirenderöinnissä, valkoinen alusta kameramerkeillä näkyvissä, musta tausta (oletusnäkymätausta, asetuksissa muutettavissa). Kamera kiertää näkymää parametrisellä radalla (elevaatio + etäisyys kiinteät, yaw pyörii), kesto tyypillisesti 6–10 sekuntia 30 tai 60 fps:llä. Ruuturesoluutio skaalattavissa 480p:stä 8K:hon VideoPresetin kautta.*

## | E8 — Orbit Video (.mp4/.mov)

### MISSÄ

Valikkorivi → Viewport → Record Turntable Video  
TAI Valikkorivi → Export → Media → Export Orbit Video.... Aloittelijatila: Muotokortti „Orbit Video” kestoliukukytkimellä 3–30 s. **Koko:** riippuu kestosta, resoluutiosta, bitratesta. **Yhteensopiva:** kaikki alustat (H.264 ja HEVC ovat Apple-standardia).

### TEKNINEN

Renderöi gaussipilven parametrissa orbit-kameraa-joa pitkin ja koodaa jokaisen ruudun AVAssetWriterin kautta MP4- tai MOV-tiedostoksi. Orbit-koonpano ohjaa pyörintäaajuutta (kierrokset), etäisyyttä, elevaatiota, FOV:ia, kestoa ja ease-in/out-kerrointa. Orbit-videon vienti kulkee RadianceKitin OMAN ForwardPassin läpi täydellä SH-evaluoinnilla — pikselintarkasti sama kuin sovelluksen sisäinen näkymä (WYSIWYG). Per ruutu maailman sovitusmatriisi (renderöijän laskema, jotta sisäiset koordinaatit kiertyvät Y-up-orbit-maailmaan) kerrotaan kameralla, jonka jälkeen sovelletaan kameran konvention peilausta (camFlip: orbit Y-up → COLMAP Y-down). Offscreen-renderöintikohde vedetään IOSurfacen kautta CVPixelBufferiksi kooderille. Kooderi tukee H.264:ää ja HEVC:tä, säädettävää bitratea ja resoluutiota 480p:stä 8K:hon. Ennen ensimmäistä ruutua renderöijä odottaa 200 ms, jotta alkuperäinen splat-lajittelu on valmis. Tämä vienti on GPU-sidonnainen — 8K:lla ja miljoonilla gausseilla renderöintiäika per ruutu on useita sekunteja, eli kokonaisrenderöintiajat 10–30 minuuttia 6 s:n videolle ovat mahdollisia.

### LYHYESTI

Valmis MP4-tiedosto, jossa kierros näkymäsi ympäri. Täydellinen sosiaaliseen mediaan, markkinointiin, esittelyihin. Voit asettaa keston (3–30 sekuntia), pyörimissuunnan ja nopeuden. Tiedosto on suoraan upotettavissa YouTubeen, Instagramiin, PowerPointiin ja kaikkialle muualle. Toimii osittain hitaasti, koska sovellus joutuu renderöimään jokaisen ruudun täysin — 8K-videolle voit varata viisi 30 minuuttia, gaussien määrästä riippuen.

## | E9 — SfM Transforms (transforms.json)

### MISSÄ

Valikkorivi → Export → Photogrammetry → Export SfM (transforms.json).... **Koko:** tyypillisesti 1–10 KB (vain sijainnit + intrinsics, ei kuvia, ei gausseja). **Yhteensopiva:** nerfstudio, Brush, gsplat, OpenSplat, Meshroom, kaikki modernit feed-forward 3DGS-kouluttajat.

### TEKNINEN

Kirjoittaa nerfstudio- `transforms.json` -muodon kameran sijaintien listalla plus jaetuilla intrinsicsillä. Per kamera view-matriisi (RadianceKitin sisäinen: World-to-Camera COLMAP-konventiossa) käännetään, sen jälkeen kameran paikalliset Y- ja Z-perusvektorit peilataan, jotta päästään nerfstudio-konventioon (OpenGL-tyyli, kamera katsoo `-Z` :n suuntaan, `+Y` on ylöspäin). Lopullinen 4x4-matriisi päättyy row-major sisäkkäisenä doubles-taulukkona `transform_matrix` -kenttään jokaiseen frameen. Intrinsics tallennetaan top-tasolla (poltoväli `x/y`, päätelmä `x/y`, kuvan leveys/korkeus, `camera_model = "OPENCV"`, plus distortion-kertoimet `k1, k2, p1, p2`) — paitsi jos vientijä tunnistaa useita erilaisia intrinsics-sarjoja, jolloin ne kirjoitetaan per frame. Kuvapolut kirjoitetaan muodossa `images/<filename>` suhteessa JSON-tiedostoon; käyttäjän on luotava sisaruskansio `images/` koulutusvalokuvilla.

### LYHYESTI

Tämä JSON-tiedosto kuvaa jokaisesta valokuvasta, missä kamera seiso ja minne se katsoi. Tiedosto yksin on pieni ja hyödytön — sitä käytetään yhdessä alkuperäiskuvien kanssa kansiossa. Nerfstudio, Brush ja muutamat muut kouluttajat lukevat juuri tätä muotoa, ja sillä voit siirtää RadianceKit-SfM-tulokset toiseen työkaluun ilman, että siellä joutuu laskemaan kameran rekonstruktion uudelleen. Säätää suurilla näkymillä tunteja.

## I E10 — COLMAP Workspace (sparse/0/)

### MISSÄ

Valikkorivi → Export → Photogrammetry → Export SfM (COLMAP Workspace).... **Koko:** kolme binääritiedostoa yhdessä tyypillisesti 4–8 MB — `points3D.bin` hallitsee (yksi rivi per sparse-pilven 3D-piste), `images.bin` ja `cameras.bin` ovat kumpikin selvästi alle 100 KB. **Yhteensopiva:** COLMAP itse, Nerfstudio, Postshot, Meshroom, kaikki työkalut, jotka odottavat COLMAP-`sparse/0/`-hakemistoa.

### TEKNINEN

Kirjoittaa standardin COLMAP-`sparse/0/`-asettelun kolmella binääritiedostolla: `cameras.bin`, `images.bin`, `points3D.bin`. Muoto-viite on virallinen COLMAP-dokumentaatio. `cameras.bin` sisältää deduplikoidun intrinsics-listan (kamerat, joilla identtiset intrinsics + kuvakoko, yhdistetään yhteen merkintään); käytetty kameramalli on `OPENCV` (malli 4), `fx/fy/cx/cy`:llä plus neljällä distortion-kertoimella `k1/k2/p1/p2`. `images.bin` listaa per kuva sijainnin `wxyz` -kvaterniona plus translaation, seurattuna kamera-ID:llä ja tiedostonimellä; ei 2D-3D-vastavuuksia tallenneta. `points3D.bin` sisältää SfM-piste-pilven, jossa sijainti, väri (0-255 RGB) ja oletusarvot reprojisoinnille ja jäljen pituudelle. Kaikki kirjoitetaan little-endianina. Uudelleentuonti RadianceKitiin toimii File-valikon kautta → „Import COLMAP/Metashape Workspace...” (katso Q3 SfM-taustaohjelmaluovussa).

### LYHYESTI

Virallinen COLMAP-muoto. Jos haluat jatkaa koulutusta Postshotissa, Nerfstudiossa tai muussa COLMAP-kykyisessä ohjelmistossa, tämä on tapa. Kolme pientä tiedostoa plus alkuperäiskuvasi, ja kohdeohjelma hyväksyy sen kuin COLMAP itse olisi ollut lähdeohjelma. Useammat ohjelmat ymmärtävät tätä kuin `transforms.json`-muotoa (E9), samalla hieman vähemmän kätevää, koska binäärinen tekstipohjaisen sijaan.

## Mikä muoto milloin?

Tavoite	Muoto
Verkkokatsoja omalla sivulla	E7 Web Viewer (.html)
Verkkokatsoja <code>gsp1at.js</code> :llä	E6 Splat (.splat)
Putken uudelleenkäyttö Postshotissa / Nerfstudiossa	E9 transforms.json + E10 COLMAP Workspace
SuperSplat-muokkaus	E1 PLY tai E2 Compressed PLY
Niantic Scaniverse / Spatial Fields	E3 SPZ
Maksimaalinen pakkaus	E4 SOG (cwebp vaaditaan)
Markkinointi-/sosiaalinen video	E8 Orbit Video

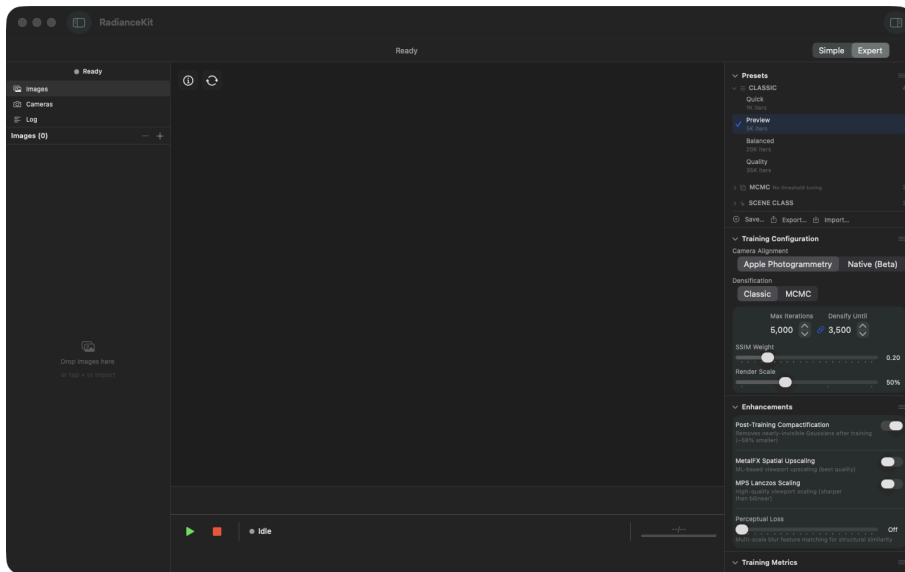
## Nopea vertailu

Muoto	Pääte	Sandbox	Koko (1M gaussia)	Paras käyttö
E1 PLY	.ply	kyllä	~250 MB	Arkisto, korkein yhteensopivuus
E2 Compressed PLY	.ply	kyllä	~40 MB	Verkko + SuperSplat
E3 SPZ	.spz	kyllä (gzip-spawn)	~40 MB	Niantic + mobiili
E4 SOG	.sog	ehdollinen (cwebp)	~20 MB	Maksimaalinen pakkaus
E5 glTF	.glb	kyllä	~250 MB	Khronos-putki
E6 Splat	.splat	kyllä	~32 MB	gsplat.js verkkokatsoja
E7 Web Viewer	.html	kyllä	~45 MB	Itsenäinen selaintiedosto
E8 Orbit Video	.mp4 / .mov	kyllä	vaihtelee	Sosiaalinen/markkinointi
E9 SfM Transforms	.json	kyllä	~5 KB	Sijaintien siirto
E10 COLMAP Workspace	hakemisto	kyllä	~4–8 MB	Sijaintien siirto binäärinä

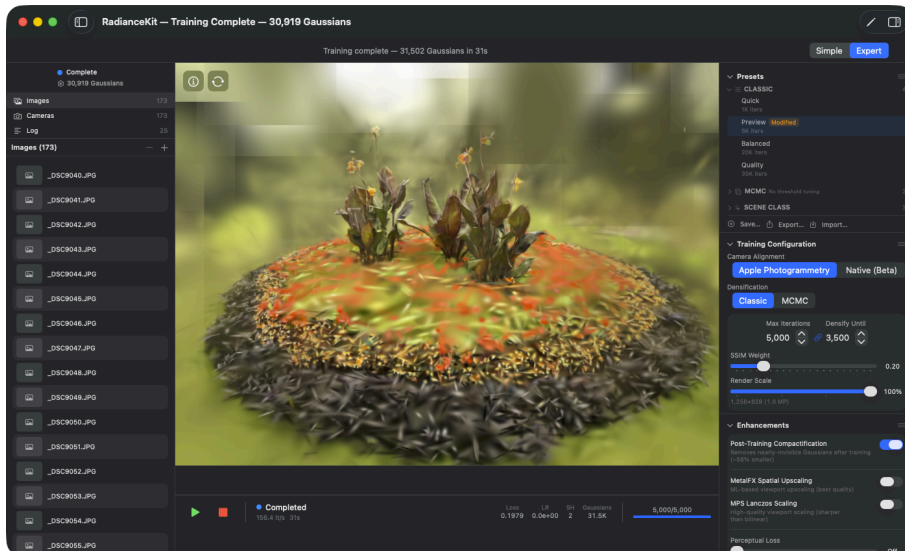
Koko-sarake on karkea ohjearvo 1 milj. gaussille SH-asteella 3. Todelliset arvot vaihtelevat näkymän pakattavuuden mukaan; SH-aste 0 pienentää PLY/glTF kertoimella 4.

## LUKU

# Luku 9 — SfM-taustahjelmat



Kuva 33: Asiantuntijatila ja Camera Alignment -valitsin Tarkastajassa (Apple Photogrammetry / Native (Beta))



Kuva 34: Tarkastaja Native (Beta) aktiivisena — Camera Alignment -valitsimen toinen vaihtoehto valittuna, kaikki muut koulutuskonfiguraation parametrit ennallaan

**MITÄ KUVASSA NÄKY** Tarkastajan Camera Alignment -valitsin on segmenttiohjain, jossa on kaksi vaihtoehtoa — Apple Photogrammetry (oletus App Store -versioissa, täysin sandbox-yhteensopiva) ja Native (Beta) (RadianceKitin oma FAST+BRIEF+GLOMAP-

putki-taustaohjelma, kehitetty vaiheessa 3.8/3.9, tilanne 2026-05). Native (Beta) on orbit-only-validoitu ja nopeampi  $\geq 1\ 000$  ruudulla kuin Apple Photogrammetry, mutta ei vielä läpäise vaiheen 3 §5 laatuporttia ( $\text{finalLoss} \leq 0.0115$ ) — siitä Beta-merkintä. Ulkoiset SfM-tulokset Metashapesta, COLMAPista tai muusta valokuvamittausohjelmasta voidaan lisäksi tuoda File-valikon kautta (Q3 COLMAP-tekstimuoto, Q6 Workspace-tuonti) — valitsin ei vaihdu, mutta tuodut sijainnit korvaavat SfM-tuloksen.

SfM tarkoittaa **Structure from Motion**. Joukosta päällekkäisiä kuvia ohjelmisto rekonstruoi jokaiselle kuvalle kameran sijainnin ja katselusuunnan yhteisessä 3D-koordinaattijärjestelmässä. Samalla syntyy karkea 3D-pistepilvi, joka alustaa Gaussian Splatting-koulutuksen. SfM-tulos on syöte varsinaiseen koulutukseen ja vaikuttaa ratkaisevasti lopulliseen kuvanlaatuun.

RadianceKit tarjoaa viisi SfM-reittiä: kaksi sovellukseen sisäänrakennettua taustaohjelmaa (Q1 Apple Photogrammetry, Q4/Q5 Native), kaksi tuontipolkua ulkoisista työkaluista (Q3 COLMAP-tekstimuoto, Q6 binaarinen Workspace-tuonti) sekä Q2 COLMAP-binääriin, joka on saatavilla vain developer-versioissa App Storen ulkopuolella. Mikä on oikea, riippuu näkymän tyypistä (orbit kohteen ympärillä, sisätila, drone-lento) sekä siitä, tarjoaako ulkoinen ohjelmisto jo rekonstruktion.

## I Q1 — Apple Photogrammetry

### MISSÄ

Expert View → Tarkastaja → Koulutuskonfiguraatio → Camera Alignment -valitsin, kohta „Apple Photogrammetry“.

### TEKINEN

Kapseloi Applen sisäänrakennetun valokuvamittauskehyksen, joka alun perin kehitettiin Object Capturea varten. Apple poimii sisäisesti piirteitä omalla suljetulla putkellaan (vaiheita ei ole julkisesti dokumentoitu), varmistaa ne usean näkymän vertailulla ja ratkaisee bundle-säädön Apple Siliconin Neural Enginellä + GPU:lla. Taustaohjelma on täysin App Store-yhteensopiva (ei ulkoista binääriä, Sandbox=true, on-device), mutta tarjoaa vain kameran sijainnit ja karkean pistepilven — ei diagnostiikkamittareita kuten jäljen pituutta tai uudelleenprojisointivirhettä. Skaalautuu Applen suosituksen mukaan muutamaan sataan kuvaan. Yli ~500 ruudulla lineaarisissa drone-lennoissa tai suurissa ulkonäkymissä on toistettavasti havaittu kaatumisia tai yksittäisten kameroiden hiljaista pudottamista.

### LYHYESTI

Tämä on yksinkertaisin tapa. Kuvat sisään, sovellus laskee. Toimii todella hyvin klassisissa kohdeskannauksissa — kun kävelet huonekalun tai veistoksen ympäri ja otat 50–200 valokuvaa. Drone-lennoissa maisemien yli tai hyvin monella kuvalla (yli 500) Applen menetelmä menee kuitenkin helposti epävakaaksi. Sellaisiin näkymiin voit kokeilla Native-taustaohjelmaa (Q4/Q5) tai laskea kameraset Metashapessa ja tuoda ne Workspace-tuonnin (Q6) kautta.

**TEHOKÄYTTÄJÄ**

Q2 COLMAP-binääri — käynnistää ulkoisen COLMAP-ohjelman aliprosessina ja on siksi **ei käytettävissä** App Store -versiossa (sandbox). Toimii vain developer-versioissa App Storen ulkopuolella. Sille laadulle, jonka COLMAP tuottaa, on App Store -versiossa Workspace-tuonti (Q3 tai Q6): laske SfM COLMAPissa tai Metashapesa ulkopuolella ja lataa tulos sisään.

**Q3 — COLMAP-tekstimuoto (Metashape / ETH3D)** **MISSÄ**

Valikko „File → Import COLMAP / Metashape Workspace...” (Cmd+⇧+I) TAI vedä-ja-pudota kansio, jossa on `sparse/0/cameras.txt`.

 **TEKNINEN**

Lukee standardoidun COLMAP-tekstiviennin — kolme tekstitiedostoa `cameras.txt`, `images.txt`, `points3D.txt` alikansiossa `sparse/0/` — ja muuntaa sisäiseksi SfM-tulosmalliksi. Sama muotomäärittely kuin COLMAP-binäärivienti, mutta ASCII-muodossa binäärin sijaan. Agisoft Metashape, RealityCapture, PolyCam ja ETH3D-vertailutesti tulostavat juuri tämän muodon. Jäsentäjä jakaa kameramallien tunnistuksen binääri-jäsentäjän kanssa (kaikki yleiset mallit: SIMPLE\_PINHOLE, PINHOLE, OPENCV, OPENCV\_FISHEYE, FULL\_OPENCV). Kestävä kommenttirivejä ja tyhjiä rivejä vastaan. Skaalautuu testeissä ~1 400 kameraan (ETH3D Tunnel) ilman ongelmia.

 **LYHYESTI**

Jos olet jo työskennellyt Metashapen, RealityCapturen tai muun kaupallisen valokuva-3D-ohjelmiston kanssa ja vienyt tuloksen — voit ladata tämän viennin suoraan RadianceKitiin ilman, että sovellus itse joutuu laskemaan uudelleen. Säästät tunteja odotusaikaa. Lataa vain koko kansio File-valikon kautta tai vedä se ikkunaan.

## I Q4 — Native SfM (inkrementaalinen)

### MISSÄ

Expert View → Tarkastaja → Koulutuskonfiguraatio → Camera Alignment -valitsin, kohta „Native (Beta)”. Inkrementaalinen on tämän taustaohjelman oletustila — Tarkastajassa ei ole erillistä mapper-valitsinta. CLI:n kautta tila voidaan asettaa eksplisiittisesti komendoilla `--native-sfm` tai `--sfm-mapper incremental`.

### TEKNINEN

Oma GPU-kiihdytetty toteutus koko SfM-putkesta: FAST+BRIEF-piirteet TAI SuperPoint+LightGlue CoreML:n kautta ( `--coreml-features` ), seuraavaksi Hamming-KNN-vertailu, RANSAC-perusmatriisi, jäljenrakennus, alkuparin valinta, two-view-bootstrap (F→E plus DLT), ahne inkrementaalinen mapper PnP-rekisteröinnillä ja usean näkymän triangulaatiolla sekä lopullinen bundle-säätö Schur-pelkistetyllä Levenberg-Marquardtilla, Huber-häviöllä ja analyttisillä Jacobiaaneilla Cholesky-ratkaisun yli. Täysin App Store -yhteensopiva: ei ulkoista binääriä, `Sandbox=true`. Vaiheessa 3.10 toimitetulla R2-romahduksen tunnistimella: jos sovellus rekisteröi alle 60 % syöteruuduista tai `points-per-camera`-aste putoaa alle 13, vaihdetaan automaattisesti globaaliin mapperiin (Q5). Empiirisesti puhdas orbit-/turntable-näkymissä; yleisemmällä liikkeellä (drone-lento, sisätilat monimutkaisella geometrialla) onnistumisaste on matalampi — tunnistin nappaa kuitenkin nämä tapaukset. Skaalautuu luotettavasti ~200 kameraan, enemmän huomattavasti pidemmällä ajoajalla.

### LYHYESTI

Applen vahvuudet (App Store -yhteensopiva, nopea orbiteille) sekä lisäksi diagnostiikkaarvot. Toimii erityisen hyvin, kun kävellet Object Capturen tapaan motiivin ympäri. Monimutkaisemmissa otoksissa (drone-lento tai olohuone) RadianceKit tunnistaa automaattisesti, että tämä ei onnistu, ja hyppää globaaliin menetelmään. Merkitty „Beta”, koska on vielä koestuksessa — vakiosuositus on edelleen Apple Photogrammetry yksinkertaisiin kohdeskannauksiin ja Workspace-tuonti (Q3 tai Q6) vaativiin ulkoasetelmiin.

## I Q5 — Native SfM (globaali)

### MISSÄ

Kutsutaan automaattisesti, kun inkrementaalinen mapper (Q4) laukaisee romahduksen tunnistimen (alle 60 % syöteruuduista rekisteröity tai points-per-camera-aste alle 13). Manuaalisesti pakotettavissa vain CLI:n kautta `--sfm-mapper global`. Tarkastajassa globaali menetelmä ei ole tavoitettavissa erillisen valitsimen kautta — sovellus päättää itse, milloin vaihtaa.

### TEKINEN

Globaali variantti natiivista putkesta. Ensin piirteiden poiminta + vertailu kuten Q4, sitten suhteellisen poseen arviointi kaikille varmennetuille pareille, seuraavaksi rotation-averaging (synkronoi kaikki kameran kierrot maailmankoordinaatistossa) ja translation-averaging (LSQR-perustainen matriisivapaalla harvalla muotoilulla suurten kameramäärien kokonaislukuylivuodon välttämiseksi). Skaalautuu periaatteessa ~5 000 kameraan, käytännössä laadultaan heikentynyt muutaman sadan kameran yläpuolella — vaiheen 3.8 §5 hyväksymisportin mittausta K-1351:llä antoi finalLoss 0.07 tavoitellun 0.0115:n sijaan. Käsitellään „fallback-tasona”: tulee käyttöön, kun inkrementaalinen mapper degeneroituu, mutta sitä ei itseään tarkasteta uudelleen laadun suhteen.

### LYHYESTI

Natiivin moottorin plan-B-polku. Kutsutaan automaattisesti, kun nopeampi inkrementaalinen polku epäonnistuu. Tuottaa käyttökelpoisen tuloksen, mutta erityäin suurissa tai vaikeissa näkymissä se on harvoin niin tarkka kuin se, minkä saat Metas-hapestasta tai ulkoisesta COLMAP-asennuksesta. Jos Native tulee vakiotyönkulutoksesi, kannattaa tällaisissa tapauksissa kiertää Workspace-tuonnin (Q3 tai Q6) kautta.

## I Q6 — Metashape / COLMAP-text-workspace-tuonti (vaihe Q7)

### MISSÄ

File-valikko → „Import COLMAP / Metashape Workspace...” (Cmd+⇧+I). Vedä-ja-pudota kansio, jossa on `sparse/0/cameras.{bin,txt}` ja `images/`.

### TEKNINEN

Tunnistaa automaattisesti, vastaako vedä-ja-pudota tai avauspaneelilla valittu kansio yhtä kolmesta COLMAP-workspace-asettelusta (`sparse/0/`, `sparse/` tai juuri) ja onko rekonstruktio binäärinen (`cameras.bin`) vai tekstimuotoinen (`cameras.txt`). Binäärinen polku käyttää COLMAP-binäärijäsentäjää, tekstipolku ETH3D-lataajaa — molemmat tuottavat saman SfM-tulosmallin, ja putken loppuosa (tuo kuvat, käynnistä MCMC-koulutus) on agnostinen lähteen suhteen. Kuvat avataan sovelluksen sandbox-kirjanmerkkijärjestelmän kautta `security-scoped`, joten tuonti toimii myös App Store -versiossa. Erityisesti tarkoitettu tilanteeseen „Metashape-vienti ilman rekonstruktion uudelleenlaskentaa”. File-valikon kohdassa mainittu tunnistus varoittaa sovelluksen lokissa, jos valittu kansio ei ole tunnistettavissa oleva workspace.

### LYHYESTI

Aivan erityisesti Metashape-käyttäjien toiminto. Jos sinulla on Metashapen tai RealityCapturen lisenssi ja olet tehnyt kameran rekonstruktion siellä, voit vain vetää vientikansion tänne ja aloittaa koulutuksen heti. Säätää suurissa näkymissä useita tunteja laskenta-aikaa, koska RadianceKit ei silloin tee SfM:ää itse.

## Mikä taustaohjelma milloin?

Skenaario	Suositteltu taustaohjelma
Kohdeskannaus, 50–200 valokuvaa	Q1 Apple Photogrammetry
Suuri ulkokuva / drone / >500 kuvaa	Q6 Workspace-tuonti (laske Metashapessa tai COLMAPissa, lataa sitten)
Metashape/RealityCapture-vienti olemassa	Q6 Tuonti (ei SfM:ää tarvita)
ETH3D / akateeminen COLMAP-tekstijoukko	Q3 COLMAP-tekstituonti
Tiukasti App Store -yhteensopiva + orbit-näkymä	Q4 Native inkrementaalinen
Q4 epäonnistuu	Q5 Native globaali (automaattisesti)
ETH3D-vertailutestin tiedot	Q3 (autotest precomputed)

## Nopea vertailu

Taus- taohjel- ma	App Store	Sand- box	Ulkoinen binää- ri	Paras käyttö	Maks. ~kamerat
Q1 Apple PG	✓	✓	—	Orbit-koh- de	~300
Q2 COL- MAP Bi- nary	✗ (vain de- veloper- build)	—	colmap/glomap	Suuri ulko- kuva	~5 000
Q3 COL- MAP- teksti- tuonti	✓	✓	—	Bench rigs	~1 500
Q4 Nati- ve inkre- mentaali- nen	✓	✓	—	Orbit-koh- de	~200
Q5 Na- tive glo- baali	✓	✓	—	Q4-fall- back	~1 351
Q6 Works- pace- tuonti	✓	✓	—	Metasha- pe-uudel- leenkäyttö	per lähde

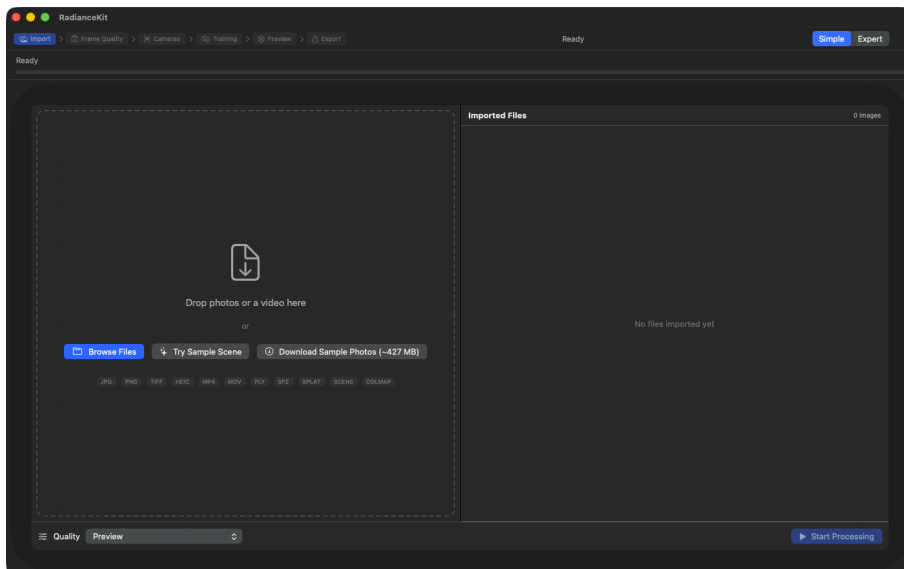
## LUKU

## Luku 10 — Aloittelijatila

Aloittelijatila (engl. Simple Mode, Cmd+1) on ohjattu työnkulku kaikille, jotka rekonstruoivat 3D Gaussian Splatting -kohtauksen ensimmäistä kertaa. Sen sijaan, että näytettäisiin sivupalkki täynnä Tarkastajan kenttiä, sovellus opastaa neljän vaiheen läpi: ensin tuodaan kuvia tai video ja valitaan laadun esiasetus, sitten suoritetaan käsittely (SfM + koulutus), jonka jälkeen valmista kohtausta voi tarkastella 3D-esikatselussa, ja lopuksi se viedään haluttuun muotoon. Kapea edistymispalkki ikkunan yläreunassa näyttää jatkuvasti, missä vaiheessa olet.

Verrattuna asiantuntijatilaan (Cmd+2), joka näyttää kaikki ohjauspaneelit samanaikaisesti, aloittelijatila piilottaa käyttämättömät vaihtoehdot, antaa validointivaroituksia liian vähistä tai huonoista kuvista ja tarjoaa kussakin vaiheessa vain ne painikkeet, jotka ovat nykyisessä tilassa järkeviä. Voit vaihtaa milloin tahansa aloittelija- ja asiantuntijatilaa välillä (Cmd+1 / Cmd+2), ja koko tila – tuodut kuvat, valittu esiasetus, käynnissä oleva koulutus, valmis pistepilvi – säilyy ja on heti saatavilla toisessa tilassa.

### Z1 — Tuonti (kuvien ja esiasetuksen valinta)



Kuva 35: Aloittelijatila, vaihe 1 — tyhjä pudotusalue ennen kuvien tuontia, ylhäällä polkunavigaatio (Tuonti → Kuvanlaatu → Kamerrat → Koulutus → Esikatselu → Vienti), muototunnisteet JPG/PNG/TIFF/HEIC/MP4/MOV/PLY/SPZ/SPLAT/SCENE/COLMAP

**MITÄ KUVASSA NÄKYY** Polkunavigaatio (Tuonti aktiivinen) näyttää nelivaiheisen työnkulun. Vasemmalla pudotusalue, jossa on kolme toimintakehotusta: "Selaa tiedostoja" (NSO-

penPanel), "Kokeile esimerkkikohtausta" (mukana tuleva demo), "Lataa esimerkkikuvat (427 MB)" (Mip-NeRF360 flowers -osajoukko). Alla olevat muototunnisteet luettelevat kaikki hyväksytyt tiedostotyypit. Oikealla "Tuodut tiedostot" -laskuri "0 kuvaa" ja tyhjä tila "Ei tiedostoja tuotu vielä". Alhaalla laadunvalitsin (oletus: Esikatselu) ja "Aloita käsittely" (pois käytöstä, kunnes kuvia on tuotu).

Ensimmäinen vaihe on antaa sovellukselle kuvamateriaalia. Tämä tapahtuu vetämällä ja pudottamalla suureen, katkoviivalla merkittyyn kenttään keskellä, "Selaa tiedostoja" -painikkeella tai napsauttamalla mukana toimitettua esimerkkikohtausta. Oikealle ilmestyy luettelo kaikista tuoduista kuvista resoluutioineen ja tiedostokokoineen; alhaalla olevasta kelluvasta työkalupalkista valitset laadun esiasetuksen ja käynnistät prosessin "Aloita käsittely" -painikkeella. Validointivaroitukset (punainen, jos kuvia on < 3 tai < 10, oranssi, jos 10–19) osoittavat, odottaako sovellus järkevää rekonstruktioita vai ei.

### C-01 ProgressIndicator (vaiheen ilmaisim)



#### MISSÄ

Työnkulun yläpuolella, aina näkyvässä.



#### TEKNINEN

Näyttää vaakasuoran edistymispalkin koko prosessin (Kuvanlaatu → SfM → Koulutus) ajan vaihejaolla: Kuvanlaatu vie 0–5 % (vaihe 3.11, hyvin lyhyt), SfM vie 0–30 % palkista, Koulutus 30–100 %. Vieressä on tilateksti ja vaihekohtainen prosenttinäyttö ("SfM 41 %", "Koulutus 12 500/20 000"), jotta käyttäjät eivät tulkitse näennäistä taantumista "41 % SfM → 25 % Koulutus" virheeksi – palkki näyttää koko prosessin edistymisen, ei alivaiheen. ETA-laskenta alkaa, kun riittävästi koulutusnopeutta on mitattu (tyypillisesti ensimmäisten 100 iteraation jälkeen). Sama näyttö on käytössä myös asiantuntijatilassa Tarkastajan yläpuolella.



#### LYHYESTI

Kapea palkki yläreunassa on karttasi työnkulun läpi. Se ei ainoastaan kerro, mitä sovellus tekee juuri nyt (kohdistaa kameroita, koulutus käynnissä, ...), vaan myös kuinka pitkällä se on kokonaisuudessaan. Jako on tarkoituksella tehty niin, että kameroiden laskenta vie palkin ensimmäisen kolmanneksen ja varsinaisen koulutus kaksi viimeistä kolmannesta – muuten näyttäisi siltä, että edistyminen olisi SfM:n jälkeen yhtäkkiä palannut nolnaan. Voit siis rentoutua, sillä vilkaisu palkkiin riittää näkemään karkean vaiheen. Vieressä oleva teksti kertoo, oletko SfM-vaiheessa (esim. "SfM 41 %") vai koulutuksessa (esim. "Koulutus 12 500/20 000"), jotta numerot eivät hämmennä. Jos ETA-arviota ei näy, koulutus on vasta alussa – sovellus tekee arvion vasta, kun se on mitannut riittävästi nopeutta.

**C-03 DropZoneView (vedä ja pudota -alue)** **MISSÄ**

Tuontivaiheen vasen puoli, suuri katkoviivalla merkitty suorakulmio symbolilla. Näytetään aloittelijatilassa tekstillä "Pudota kuvia tai video tähän".

 **TEKNINEN**

Pudotusalue, joka saa symbolin hyppäämään lyhyesti ja värjää taustan, kun vedettävät kohteet leijuvat kentän yllä. Hyväksyy JPG, PNG, TIFF, HEIC, MP4, MOV, PLY, SPZ, .splat, .radiancescene-paketit ja hakemistot. Pudotuksen reititys tyyppin mukaan: kuvat kerätään ja lajitellaan, videot käynnistävät kuvien poimintapolun, Splat-tiedostot avaavat suoraan esikatselun, Scene-paketit luetaan. Hakemistot luetteloidaan ja kaikki sisältämät kuvat tuodaan. Turvallisuuden piiriin kuuluvat kirjanmerkit hiekkalaatikko-yhteensopivaa käyttöä varten otetaan oikein käyttöön ja vapautetaan. Ei-tuettuja tiedostopäätteitä näytetään varoitusbannerina 5 sekunnin ajan.

 **LYHYESTI**

Suuri katkoviivalla merkitty kenttä on ensimmäisen vaiheen pääohjain. Vedä siihen yksinkertaisesti valokuvia, video tai kokonainen kansio – sovellus ottaa kaiken, minkä se tunnistaa, ja jättää loput huomiotta. Kun kenttä muuttuu siniseksi ja symboli hyppää lyhyesti, sovellus on tunnistanut vedon. Päästä irti, ja tuonti alkaa heti: kuvat siirtyvät oikealla olevaan luetteloon, videot käynnistävät automaattisesti kuvien poimintavaiheen, ja jo koulutetut `.ply` / `.spz` / `.splat` -tiedostot avaavat suoraan esikatselun. Jos muoto ei sovi lainkaan (esim. PDF tai BMP), yläreunaan ilmestyy lyhyt ilmoitus – sovellus ei niele tuntematonta materiaalia hiljaa.

**C-05 Selaa tiedostoja -painike** **MISSÄ**

Pudotusalueen sisällä, näkyvä painike.

 **TEKNINEN**

Painike, joka avaa macOS:n tiedostovalintaikkunan, jossa on monivalinta ja tiedostotyyppit JPG, PNG, TIFF, MP4, MOV, kansiot sekä sovelluksen oma Scene-muoto. Tulos-URL-osoitteet ovat turvallisuuden piirissä ja ne välitetään samojen tuontipolkujen kautta kuin vedä ja pudota -toiminto. Jos käyttäjä valitsee kansion, se luetteloidaan rekursiivisesti kuvien löytämiseksi.

 **LYHYESTI**

Jos vedä ja pudota -toiminto on sinulle epämukava, napsauta tätä painiketta ja navigoi macOS:n tiedostovalintaikkunassa valokuvia. Voit valita useita tiedostoja samanaikaisesti (Cmd-napsautus yksittäisiin kuviin) tai valita kokonaisen kansion – sovellus etsii sitten kansioista rekursiivisesti kaikki tuetut kuvatyyppit. Tämä on erityisen kätevää, jos kuvasi ovat sisäkkäisissä alikansioissa (esim. "kuvauspäivä1/", "kuvauspäivä2/") – pääkansion napsauttaminen riittää. Toiminnallisesti painike tekee täsmälleen saman kuin vedä ja pudota; valitse vain sinulle sopivampi tapa.

**C-06 Kokeile esimerkkikohtausta -painike****MISSÄ**

Pudotusalueen sisällä, näkyvissä vain, jos sovelluspaketti sisältää esimerkkikohtausta ja kuvia/splatteja ei ole vielä tuotu.

**TEKNINEN**

Näkyvä vain, jos (a) sovelluspaketissa on `sample-scene.splat`, `.spz` tai `.ply` JA (b) kuvia/videoita ei ole vielä tuotu eikä pistepilveä ole olemassa. Napsautettaessa lataa valmiin pistepilven (suosii pienintä muotoa – `.splat` 3 MB, `.spz` 1.4 MB, varalla `.ply`) ja asettaa 400 ms:n jälkeen kovakoodatut kamera-arvot kukkakohtausta alkuperäisistä metatiedoista esteettisesti järkevän aloitusperspektiivin saavuttamiseksi.

**LYHYESTI**

Jos käynnistät sovelluksen ensimmäistä kertaa ja haluat vain nähdä, mitä lopulta syntyy – napsauta tästä. Tämä avaa valmiiksi koulutetun kukkakohtausta, jota voit heti kääntää ja viedä ilman, että sovelluksen tarvitsee laskea mitään. Kamera on esiasetettu esteettisesti järkevään aloitusperspektiiviin, joten näet heti jotain kaunista. Täydellinen tapa kokeilla 3D-ohjausta ja vientivaihetta riskittömästi ennen omien kuvien käyttöä. Heti kun tuot omia kuvia, painike katoaa automaattisesti – se näytetään vain, kun projekti on täysin tyhjä.

**C-07 Lataa esimerkkikuvat -painike****MISSÄ**

Pudotusalueen sisällä, "Kokeile esimerkkikohtausta" -painikkeen vieressä; samat näkyvyys ehdot.

**TEKNINEN**

Käynnistää latauksen (repo [github.com/bkindler/radiancekit-sample-photos](https://github.com/bkindler/radiancekit-sample-photos)), joka lataa noin 427 MB:n edestä 960 täyden resoluution kuvaa ja syöttää ne sovellukseen. Latauksen aikana painike on pois käytöstä. Edistyminen näkyy ylemmässä edistymispalkissa "Ladataan X %" omana vaiheenaan, koska tämä vaihe säilyttää oman 0–100 %:n asteikkonsa eikä mene päällekkäin myöhemmän SfM-vaiheen kanssa.

**LYHYESTI**

Aivan kuten esimerkkikohtausta, mutta lopputuloksen sijaan saat lähtökuvat. Näin voit itse käydä läpi koko prosessin ja nähdä, kuinka kauan SfM ja koulutus todella kestävät Macillasi. Lataus on suuri (noin puoli DVD-levyä = 427 MB), mutta se tapahtuu vain kerran – sen jälkeen kuvat ovat paikallisesti ja voit käynnistää prosessin uudelleen niin usein kuin haluat eri esiasetuksilla. Latauksen aikana ylempi edistymispalkki näyttää nykyisen lataustilan prosentteina, joten voit arvioida, milloin se alkaa. Vinkki: käytä tähän nopeaa WLAN-tai kaapeliverkkoa – muuten 427 MB:n lataus kestää.

### C-09 Laatuasetusten valitsin



MISSÄ

Tuontinäkymän kelluva alapalkki, vasemmalla käynnistyspainikkeen vieressä.



TEKNINEN

Ohjain, jossa on "Laatu"-otsikko, ryhmittelee saavilla olevat esiasetukset kategorioittain (Classic / MCMC / Custom). Sisäänrakennetut esiasetukset ryhmitellään kategorian mukaan; osioiden otsikot on kovakoodattu. Mukautetut esiasetukset näkyvät vain, jos niitä on olemassa. Lukittu tila: esiasetukset, jotka eivät ole ilmaislistalla (Quick + Preview), saavat nimeensä "🔒"-jälkiliitteen, jos käyttäjä ei ole osstanut sovellusta; valittaessa valitsin palaa Preview-tilaan ja avaa automaattisesti ostoikkunan. Valittaessa esiasetus otetaan käyttöön, mikä korvaa koko koulutuskonfiguraation.

#### LYHYESTI

Täällä valitset, kuinka tarkasti ja kuinka kauan sovelluksen tulee laskea. "Quick" ja "Preview" ovat käytettävissä ilman ostoa ja antavat ensimmäisen tuloksen muutamassa minuutissa – ihanteellinen tapa testata, ovatko kuvasi ylipäätään järkeviä. "Balanced" ja "Quality" vaativat täysversion ja tuottavat huomattavasti siistimpiä malleja, mutta kestävät tunteja minuuttien sijaan. MCMC on toinen strategia, joka selviää vähemmällä Gausspisteillä – hyvä, jos haluat myöhemmin viedä mallin kompaktisti tai julkaista sen verkossa. Premium-esiasetukset tunnustat pienestä lukkosymbolista nimen vieressä; jos napautat sellaista ilman lisenssiä, valitsin palaa Preview-tilaan ja ostoikkuna avautuu automaattisesti. Nyrkkisääntö: aloita aina Preview-tilalla, katso tulos ja päätä sitten, kannattaako pidempi ajo.

### C-10 Aloita käsittely -painike



MISSÄ

Tuontinäkymän kelluva alapalkki, oikealla esiasetusvalitsimen vieressä.



TEKNINEN

Painike, joka pysyy harmaana, kunnes kuvia tai video on tuotu. Napsautettaessa käynnistää prosessin ja vaihtaa tilakoneen järjestykseen Kuvanlaatu → SfM → Koulutus. Painikkeella itsellään ei ole muuta tilaa; käynnissä oleva käsittely näkyy sen sijaan erillisenä käsittelynäkymänä.

#### LYHYESTI

"Aloita"-painike. Niin kauan kuin se on harmaa, syötekuvia tai video puuttuu. Heti kun olet vetänyt kuvia sisään, se aktivoituu ja voit napsauttaa sitä käynnistääksesi SfM:n ja koulutuksen peräkkäin. Siitä eteenpäin sovellus hoitaa koko prosessin ja päädyt automaattisesti käsittelynäkymään (Z2). Sinun ei tarvitse napsauttaa mitään muuta – vasta koulutuksen päätyttyä sovellus siirtyy takaisin esikatseluun (Z3). Jos muutat mielesi, voit silti peruuttaa milloin tahansa Cancel-painikkeella.

### C-11 Videon näytteenoton liikusäädin



MISSÄ

Oikeanpuoleinen kuvaluettelo, näkyvissä vain, kun video (kuvien sijaan) on tuotu.



TEKNINEN

Liikusäädin 0.5 fps – 30 fps 0.5:n askelin. Muutettaessa kuvatiheys päivitetään ja lisäksi lasketaan kohdekuvien määrä (vähintään 10) tiheydestä ja videon pituudesta. Liikusäädin on kuvaluettelon ulkopuolella, koska luetteloelementit estäisivät liikusäätimien hiiritapahtumia. Liikusäätimen alla näkyvät lasketut kohdekuvat ("247 kuvaa") ja videon pituus ("1m23s video"). Työkaluvihje varoittaa: "Tiheyden kaksinkertaistaminen kaksinkertaistaa kuvien määrän ja lisää SfM-aikaa 100%."

#### LYHYESTI

Jos olet tuonut kuvien sijaan videon, tämä liikusäädin päättää, kuinka monta yksittäistä kuvaa sovellus poimii videosta. Enemmän kuvia = parempi laatu, mutta lineaarisesti enemmän laskentaaikaa. 30 sekunnin kiertovideoille 5 fps (150 kuvaa) on hyvä alku; minuutin mittaisissa otoksissa 3 fps riittää usein. Säätimen alla sovellus näyttää reaaliajassa, kuinka monta kuvaa nykyisellä asetuksella saadaan – näin näet heti, osutko järkeväälle 100–300 kuvan alueelle. Jos tulos on huono, vedä säädintä oikealle ja yritä uudelleen; kuvataajuuden kaksinkertaistaminen kuitenkin myös karkeasti kaksinkertaistaa SfM-keston.

### C-12 Tyhjennä kaikki -painike



MISSÄ

Oikeanpuoleinen kuvaluettelo, alhaalla oikealla; näkyvissä vain, kun kuvia on tuotu.



TEKNINEN

Punainen painike. Napsautus avaa vahvistusikkunan, jonka otsikko on "Tyhjennetäänkö kaikki tuodut tiedostot?" ja viesti "N kuvaa poistetaan.". Vahvistus tyhjentää kaikki tuodut kuvat/videot, väliaikaishakemistot, pistepilven, koulutustilan, SfM-tuloksen ja kaikki välimuistit; vaihe palaa takaisin tuontiin. Peruutettaessa kaikki säilyy. Dialogi on konfiguroitu tuhoamattomaksi oletuspoluksi (tuhoava painike merkitty punaisella).

#### LYHYESTI

Jos haluat aloittaa kokonaan alusta, napsauta tästä. Vahvistuskysymys ilmestyy, koska poistaminen hylkää kaikki nykyiset tuonnit, mukaan lukien mahdollisesti jo lasketut kamerat ja koulutustulokset – et voi kumota sitä. Järkevää, jos haluat vaihtaa valitun kuvamateriaalin kokonaan tai päästä eroon vanhasta projektista ennen uuden aloittamista. Huomaa: yksittäisen kuvan poistaminen tapahtuu oikealla olevasta luettelosta (katso seuraava kohta), ei tällä painikkeella. Tiedostoja kiintolevyllä ei poisteta – sovellus vain unohtaa viittaukset niihin.

**C-13 Tiedostolista ForEach (yksittäisen kuvan poisto)**

MISSÄ

Oikeanpuoleinen kuvaluettelo, jokainen merkintä.



TEKNINEN

Luettelo tuoduista kuvista, joissa on pyyhkäisy poistamista varten. Jokaisella kuvalla on rivi, jossa on kuvake, tiedostonimi, resoluutio ("1920 × 1080") ja tiedostokoko (muotoiltu KB/MB). Resoluutio tulee metatietovälimuistista, joka täytetään asynkronisesti kuvien otsikoista, jotta käyttöliittymä ei jumiudu. Poistotoiminto tarjoaa macOS-tyypillisen pyyhkäisy-poiston (ohjauslevyn pyyhkäisy vasemmalle rivillä) sekä näppäimistön Delete-näppäimen valitulla rivillä. Huomautus: laajennettu kuvanpoistopolku, jossa on erillinen miinuspainike, askelpalautin ja Cmd-Z kumoamista varten, on lisätty *vain asiantuntijatilaa* projektinavigaattoriin – aloittelijatilassa pysytään pyyhkäisy-poistossa.



LYHYESTI

Oikealla oleva luettelo näyttää jokaisen tuodun kuvan resoluution ja tiedostokoon – kätevää nähdä yhdellä silmäyksellä, oletko sekoittanut korkean ja matalan resoluution materiaalia. Poistaaksesi yksittäisen kuvan, pyyhkäise sitä kahdella sormella vasemmalle ohjauslevyllä – kuten iOS Mailissa – tai valitse se ja paina Delete. Sovellus ei poista itse tiedostoa; se vain poistaa sen nykyisestä projektista. Jos tarvitset oikean miinuspainikkeen tai Cmd-Z-kumoamisen, vaihda asiantuntijatilaa (Cmd+2), jossa se on saatavilla projektinavigaattorissa. Aloittelijatilassa pyydytään tarkoituksella yksinkertaisessa pyyhkäisykuviossa.

**C-15 Validointivaroitukset (3-tasoinen järjestelmä)**

MISSÄ

Kuvaluettelon alla, Tyhjennä kaikki -painikkeen yläpuolella.



TEKNINEN

Kolme peräkkäistä kynnystä, jotka perustuvat tuotujen kuvien määrään (aktiivinen vain, kun kuvia on eikä videota): - < 3 kuvaa: punainen banneri (punainen kahdeksankulmio), teksti "Vähintään 3 kuvaa vaaditaan. Kameran kohdistusta ei voida laskea vähemmällä kuvilla." - 3–9 kuvaa: punainen banneri, teksti "Alle 10 kuvalla SfM usein epäonnistuu ja koulutettu kohta pyrkii ylisovittumaan [...]. Vähintään 15–20 kuvaa suositellaan; 30+ kohteiden kaappauksiin." - 10–19 kuvaa: oranssi banneri (varituskolmio), teksti "Toimiva, mutta laatu yleensä paranee 20+ kuvalla ja hyvällä peitolla kohtauksen ympärillä."

20 kuvan jälkeen banneri katoaa. Kynnysarvot on kovakoodattu ja perustuvat empiirisiin 560+ koulutuskokeeseen.



LYHYESTI

Sovellus tarkastelee, kuinka monta kuvaa olet tuonut, ja antaa sinulle värillisen arvion. Punainen tarkoittaa: tämä ei todennäköisesti onnistu – joko SfM ei voi laskea kameroita tai koulutus ylisovittuu liian vähään materiaaliin. Oranssi tarkoittaa: saattaa onnistua, mutta älä odota huipulaatua, koska algoritmi löytää vähän päällekkäisyyttä kuvien välillä. Ei banneria tarkoittaa: hyvät edellytykset, sinulla on tarpeeksi materiaalia. Jos haluat todella siistejä malleja, tavoittele vähintään 30–50 tasaisesti jaettua kuvaa kohteeksi ympäriltä – ulkohtauksissa tai suurissa tiloissa mielellään huomattavasti enemmän. Voit aloittaa varoituksesta huolimatta, mutta älä ylläty, jos SfM keskeytyy ilman kommenttia tai malli näyttää reikäiseltä.

**C-16 COLMAP-työtilan tunnistus** **MISSÄ**

Kansiota pudotettaessa – ei näkyvää painiketta, vaan tunnistuslogiikka.

 **TEKNINEN**

Kansiota pudotettaessa tarkistetaan, onko siinä jokin kolmesta kanonisesta työtila-asettelusta: `sparse/0/cameras.bin`, `sparse/cameras.bin` tai suoraan `cameras.bin` juuressa. Jos näin on, oletusarvoinen kuvien luettelointi keskeytetään ja sen sijaan avataan modaalinen hälytys, joka kysyy käyttäjältä, käytetäänkö olemassa olevaa rekonstruktioita vai lähetetäänkö kuvat uudelleen Apple Photogrammetryn kautta. Sama polku myös tekstitiedostomuotoisille työtiloille (`cameras.txt`) ja ETH3D-vienneille. Katso lisätietoja luvusta 9, taustajärjestelmän Q6. Toimii aloittelijatilassa samalla tavalla kuin asiantuntijatilassa.

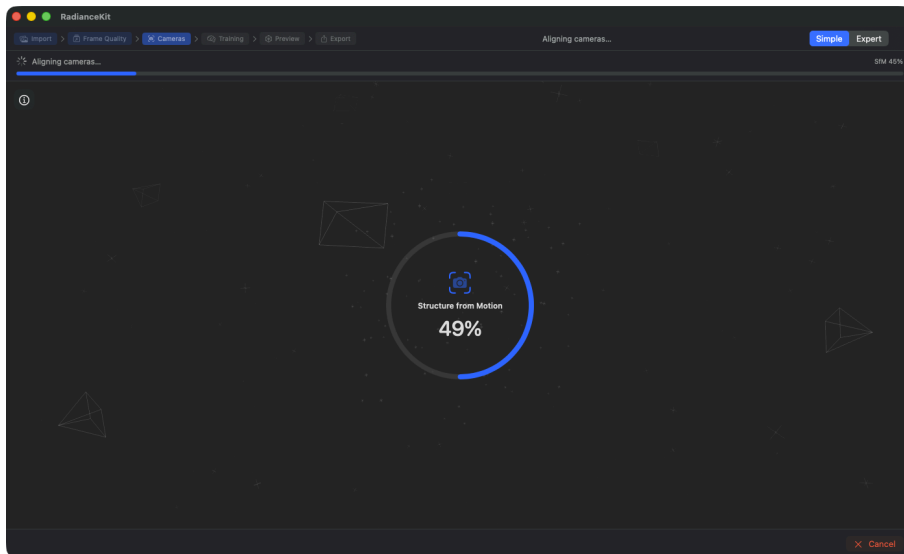
 **LYHYESTI**

Jos olet aiemmin työskennellyt Metashapen, RealityCapturen tai COLMAPin kanssa ja olet jo suorittanut kameroiden laskennan siellä, voit yksinkertaisesti vetää vientikansion tänne. RadianceKit tunnistaa sisällöstä automaattisesti, että kyseessä on COLMAP-työtila (se tarkistaa `sparse/0/`, `cameras.bin` ja vastaavat), ja kysyy, haluatko käyttää valmiista laskentaa vai laskea sen itse uudelleen. Valmiin laskennan käyttäminen säästää suurissa kohtauksissa tuntien odotusajan, koska SfM ohitetaan kokonaan – koulutus alkaa heti. Myös tekstitiedostomuotoiset työtilat (`cameras.txt`) ja ETH3D-viennit tunnistetaan. Tämä toiminto on saatavilla sekä aloittelija- että asiantuntijatilassa; lisätietoja on luvussa 9, taustajärjestelmän Q6:ssa.

**Milloin seuraavaan vaiheeseen?**

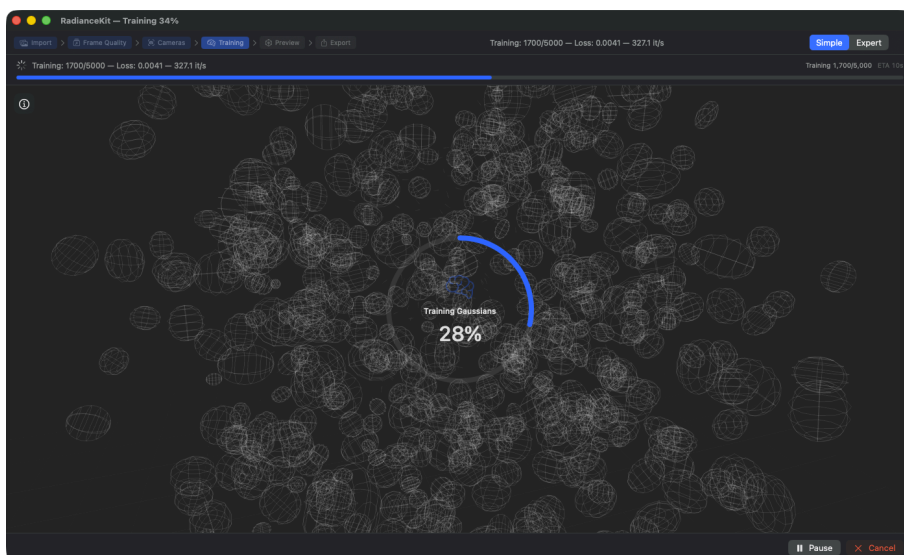
Voit napsauttaa "Aloita käsittely", kun (a) vähintään yksi kuva tai video on tuotu ja (b) validointibanneri on oranssi tai kadonnut. Punaisella bannerilla sovellus antaa sinun aloittaa, mutta voit todennäköisesti keskeyttää käsittelyn heti. Suositus: vähintään 20 kuvaa, teräviä, selkeällä päällekkäisyydellä peräkkäisten kuvien välillä, kaikki suunnilleen samalta etäisyydeltä kohteesta. Valitse ennen aloittamista esiasetus, joka sopii aikabudjettiisi – 30 kuvalla ja Quick-esiasetuksella olet valmis muutamassa minuutissa, Quality-esiasetuksella se kestää pikemminkin 1–2 tuntia.

## Z2 — Käsittely (SfM + koulutus)



Kuva 36: Z2 SfM-vaihe – vaihekuva "Structure from Motion" 41 %:lla suuressa ympyrässä, ylempi tilapalkki "SfM 25 %", Peruuta-painike alhaalla oikealla

**SfM-vaihe (kamerat kohdistetaan):** Suuri edistymisympyrä näyttää alivaiheen edistymisen (tässä 41 % käynnissä olevasta Apple Photogrammetry -sessiosta). Tilateksti "Kohdistetaan kameroita..." ylhäällä vasemmalla. Polkunavigaatio merkitsee "Kamerat" aktiiviseksi vaiheeksi. Ylempi tilapalkki näyttää koko prosessin edistymisen (25 %) – SfM vie palkin ensimmäisen puoliskon. Taustalla leijuvat rautalankakamerat viittaavat siihen, että asentoja arvioidaan.



Kuva 37: Z2 Koulutusvaihe – vaihekuva "Training Gaussians" 6 %:lla, live-mittarit ylhäällä (Koulutus: 400/5000 – Loss: 0.1642 – 138.7 it/s), ETA 33s, Tauko/Peruuta alhaalla

**Koulutusvaihe (Gauss-pisteitä optimoidaan):** Alivaiheen kuvake vaihtuu "Training Gaussians" -tilaan, prosenttiluku laskee valitun esiasetuksen iteraatioita (tässä 400 / 5 000 Preview-esiasetukselle = 8 % vaiheesta). Live-mittaririvi näyttää Loss-arvon (0.1642), iteraatiot sekunnissa (138.7 it/s) ja ETA:n (33 s). Koko prosessin edistyminen

kiipeää 50 %:sta 100 %:iin tämän vaiheen aikana. Tauko-painike (SfM-vaiheen pelkän Peruuta-painikkeen sijaan) mahdollistaa jatkamisen myöhemmin; Peruuta hylkää koulutustuloksen ja palaa Z1:een.

Kun prosessi on käynnissä, sovellus piilottaa tuontinäkyvän ja näyttää koko näytön käsittelynäkyvän. Keskellä on suuri edistymisympyrä (220 × 220 pikseliä), jossa on vaihekuvake, tilateksti ja prosenttiluku; taustalla hienovarainen splat-animaatio symboloi käynnissä olevaa laskentaa. Ylhäällä vasemmalla voidaan näyttää infopaneeli, joka näyttää live-mittareita koulutuksesta ja SfM:stä. Alhaalla on Tauko/Jatka, Peruuta ja virhetilanteessa Yritä uudelleen -painike.

### C-18 SplatTrainingView (tausta-animaatio)

#### MISSÄ

Koko näytön tausta edistymisympyrän takana, piilotettu keskeytyksen tai virheen sattuessa.

#### TEKNINEN

Koristeellinen animaatio, joka renderöi kasvavan määrän pieniä animoituja splat-hiukkasia prosessin edistymisen (0...1) mukaan. Lähde on laskettu edistymisarvo, joka kuvaa SfM-vaiheet 0–0.2:een ja koulutuksen 0.2–1.0:aan (Kuvanlaatu 0–0.05). Tämän ansiosta splatit "rakentuvat" näkyvästi koulutuksen edetessä. Puhtaasti koristeellinen – näyttö ei näytä nykyisen koulutuksen todellisia välituloksia (se olisi live-esikatselu asiantuntijatilassa). Peruutuksen tai virheen sattuessa se piilotetaan ja vain tilaympyrä jää näkyviin.

#### LYHYESTI

Taustalla pyörii pieni tanssivien pisteiden animaatio, jotta näyttö ei näytä niin tyhjältä laskennan aikana. Tämä ei ole oikea 3D-mallisi – sen näet vasta koulutuksen jälkeen vaiheessa Z3. Animaatiolla on kuitenkin sama sävy, joten voit arvioida karkean tiivistymisasteen perusteella, kuinka pitkällä koulutus on. Alussa näkyvissä on vain muutama piste, loppua kohti tausta täyttyy huomattavasti tiheämmin – kaunis visuaalinen indikaattori ympyrän prosenttinäytön lisäksi. Jos animaatio häiritsee sinua (esim. koska haluat työskennellä taustalla samanaikaisesti), voit vaihtaa asiantuntijatilaan, jossa se poistuu.

**C-19** Suuri edistymisympyrä

MISSÄ

Käsittelynäkökuvan keskellä, 220 × 220 pikseliä.



TEKNINEN

Kaksi päällekkäin renderöityä rengasta: ulompi himmeä seurantarengas, sisempi täytetty edistymisrengas korostus- tai punaisella viivalla (punainen virheen sattuessa). Ympyrän sisällä vaihekuvake (aivot koulutukselle, kamera SfM:lle, filmi videokuvan poimintaan, kimallukset kuvanlaadulle), vaiheen otsikko ja live-animoitu prosenttiluku 32 pisteen pyörästetyllä fontilla. Kuvake sykkii kevyesti, kun käsittely on aktiivinen. Näyttö interpoloi pehmeästi kohti nykyistä todellista edistymistä 30 Hz:n ajastimella – jatkuvalla ryömimisellä (0.0003/kehys) plus suhteellisella osuudella (4 % erosta) ja pehmeällä katolla, joka asettuu 80 %:iin seuraavasta odotetusta virstanpylvästä (SfM:lle kovakoodatusta virstanpylvästaulukosta). Näin edistyminen näyttää sujuvalta, vaikka todelliset SfM-päivitykset saapuisivat vain muutamana sekunnin välein.

**LYHYESTI**

Suuri ympyrä keskellä on päänäyttösi, kun sovellus laskee. Se täyttyy pehmeästi, vaikka todelliset laskentapäivitykset tulisivat vain muutaman sekunnin välein – tämä antaa sinulle tunteen, että jotain tapahtuu, sen sijaan että tuijottaisit minuuttitolkulla jäätynyttä prosenttilukua. Keskellä oleva symboli vaihtuu sen mukaan, poimitaanko parhaillaan kuvia (filmikuvake), kohdistetaanko kameroita (kamerakuvake) vai koulutetaanko Gauss-pisteitä (aivokuvake). Prosenttiluku viittaa nykyiseen osavaiheeseen – koko prosessin näet kapeasta palkista yläreunassa. Virheen sattuessa rengas muuttuu punaiseksi sinisen sijaan, ja kuvake lakkaa sykkimästä, joten huomaat heti, että jotain on mennyt pieleen.

**C-22** Info-painike (näytä mittarit)

MISSÄ

Käsittelynäkökuvan ylävasemmalla, 32 × 32 pikseliä.



TEKNINEN

Yksinkertainen painike materiaalistaustalla. Kytkee infopaneelin päälle tai pois. Kuvake vaihtuu infoympyrän ääriviivan ja täytetyn infoympyrän välillä, kun se on aktiivinen. Pehmeä häivytysoanimaatio. Työkaluvihjeessä "Näytä yksityiskohtaiset käsittelymittarit".

**LYHYESTI**

Oletusarvoisesti näyttö on tarkoituksella siisti – näet aluksi vain suuren edistymisympyrän. Jos olet teknisesti kiinnostunut käyttäjä ja haluat tietää tarkemmin, mitä tapahtuu (mikä iteraatio, kuinka suuri Loss, kuinka monta Gauss-pistettä), napsautta i-symbolia ylhäällä vasemmalta. Pieni paneeli avautuu alhaalta ja näyttää kaikki live-arvot. Uusi napsautus piilottaa sen jälleen. Asetus ei ole pysyvä – jokaisen uuden koulutusajon alussa paneeli on jälleen piilotettu, mikä on tarkoituksellista, jotta aloittelijoita ei pelotella.

**C-23 Info-paneeli (live-mittarit)****MISSÄ**

Käsittelynäkyvän alavasemmalla, näkyvissä vain, kun `showProcessingInfo == true`.

**TEKNINEN**

Kaksisarakkeinen paneeli erittäin ohuella materiaali-taustalla. Vasen sarake: vaihekohtaiset tietorivit – SfM:lle tilateksti ja prosentti; koulutukselle iteraatio, yhdistetty Loss, L1-Loss, D-SSIM-Loss, Gauss-pisteiden määrä (oranssilla värillä), nopeus (it/s), kulunut aika, laskettu ETA, SH-aste ja oppimismen nopeus. Oikea sarake: tilateksti, aikatietomerkkijono, sisäinen Loss-kaavio (katso C-28) ja löydettävyyssvinkki (katso C-32). Kaikki arvot luetaan koulutustilasta, joka päivitetään jokaisella koulutustikillä.

**LYHYESTI**

Infopaneeli näyttää kaikki live-arvot, jotka asiantuntijatilassa olisivat pysyvästi Tarkastajan sivupalkissa: nykyinen iteraatio, Loss-arvo (pienempi = parempi), Gauss-pisteiden määrä, nopeus, arvioitu jäljellä oleva aika, SH-aste ja oppimismen nopeus. Oikealla puolella on lisäksi pieni Loss-käyrä, joka kertoo yhdellä silmäyksellä, eteneekö koulutus oikeaan suuntaan. Jos koulutus tuntuu hitaalta, vilkaisu tänne auttaa – Loss, joka ei enää laske, tai ETA, joka ei enää pienene, viittaavat ongelmiin. Jos Loss räjähtää (muuttuu yhtäkkiä valtavaksi) tai näyttää NaN, koulutus on muuttunut epävakaaksi ja peruutus + uudelleenyritys tai toiseen esiasetukseen vaihtaminen on järkevää.

**C-25 Tauko/Jatka-painike****MISSÄ**

Alanavigointipalkki, näkyvissä vain koulutusvaiheen aikana (EI SfM:n aikana) ja niin kauan kuin käsittely on käynnissä.

**TEKNINEN**

Reunustettu painike. Kutsuu tilan mukaan Tauko- tai Jatka-toimintoa. Teksti vaihtuu "Tauko" (taukokuvakkeella) ja "Jatka" (toistokuvakkeella) välillä. SfM-vaiheen aikana painiketta ei näytetä, koska Apple Photogrammetry ei tunne tauko-semantiikkaa. Taukotila säilyttää iteraation, Gauss-tilan ja optimoijan momentin täysin – Jatka jatkaa siitä, mihin aiemmin pysähdyttiin.

**LYHYESTI**

Koulutuksen aikana voit keskeyttää sen milloin tahansa ja jatkaa myöhemmin. Järkevää, jos haluat välillä tehdä Macillasi jostain muuta, mikä vaatii paljon GPU:ta – esim. videonleikkausta, pelitestausta tai renderöintivientiä toisesta sovelluksesta. Napsauta Tauko, tee asiiasi, napsauta Jatka, ja koulutus jatkuu täsmälleen siitä, mihin se jäi. Iteraatiolaskuri, Gauss-pisteiden määrä ja optimoijan momentti säilyvät täysin, taukotila ei maksa sinulle mitään laadussa. SfM-vaiheen aikana tauko ei ole käytettävissä – Apple Photogrammetry ei tunne pysäytystoimintoa, joten hätätilanteessa sinun on käytettävä Peruuta-toimintoa.

**C-26 Peruuta-painike**

Alanavigointipalkki, näkyvässä käsittelyn aikana (SfM tai koulutus).



Punainen reunustettu painike. Avaa vahvistusikkunan, jonka otsikko on "Pysäytetäänkö ja hylätäänkö edistyminen?", painikkeet "Hylkää edistyminen" (tuhoava) ja "Jatka suoritusta" (Peruuta). Vahvistuksen jälkeen peruutustunniste asetetaan, koulutustehtävä lopetetaan, SfM-aliprosessi lopetetaan tarvittaessa ja yhteenvetorivi keskeytystilalla kirjoitetaan JSONL-lokiin. Toisin kuin tauolla, koulutuspuskurit ja tila hylätään.

**LYHYESTI**

Peruuta-painike. Toisin kuin tauko, tämä on lopullista – jos haluat aloittaa uudelleen sen jälkeen, käsittely alkaa alusta, ja kaikki jo koulutetut iteraatiot ovat menetetty. Järkevää, jos olet valinnut väärän esiasetuksen, koulutus on aivan liian hidasta tai sovellus tuottaa selvästi roskaa etkä halua odottaa. Ennen varsinaista peruutusta sovellus kysyy vielä vahvistusikkunassa, jotta et vahingossa menetä tuntien laskenta-aikaa. Jos haluat vain keskeyttää hetkeksi, käytä mieluummin taukoa.

**C-27 Yritä uudelleen -painike**

Alanavigointipalkki, näkyvässä, kun prosessi on epäonnistunut (SfM-tila alkaa "SfM epäonnistui" tai koulutus on virhetilassa).



Korostuspainike. Käynnistää koko prosessin uudelleen. Ennen käynnistystä tarkistetaan, onko tuotuja kuvia/videoita vielä olemassa. Aiemmat virhelokit säilyvät JSONL-hakemistossa; uusi ajo kirjoittaa uuden lokitiedoston nykyisellä aikaleimalla.

**LYHYESTI**

Jos SfM tai koulutus keskeytyy virheilmoitukseen, voit yrittää uudelleen tästä. Joskus se auttaa, koska monissa vaiheissa (RANSAC, Densification) on satunnaisia osia ja toinen yritys voi onnistua siinä, missä ensimmäinen epäonnistui. Koko prosessi käynnistyy sitten uudelleen alusta – SfM ja koulutus, uudessa JSONL-lokitiedostossa. Jos toinenkin yritys epäonnistuu, ongelma on yleensä syötekuvissa (liian vähän, liian vähän päällekkäisyyttä, liike-epäterävyyttä, huono valaistus); palaa silloin takaisin ja vaihda materiaalisi. Vinkki: katso samalla koulutuslokeja (Help → Open Training Logs), siellä kerrotaan yksityiskohtaisemmin, missä kohdassa ongelma tarkalleen oli.

**C-28 Sisäinen Loss-kaavio****MISSÄ**

Infopaneelissa, oikea sarake, näkyvissä vain koulutuksen aikana, kun historia ei ole tyhjä.

**TEKNINEN**

Kompakti piirtoalue (40 pikseliä korkea), piirtää Loss-historian 1 pikselin viivana korostusvärillä. Tiedot suodatetaan äärellisiin arvoihin (NaN-suojaus epävakaille koulutuksille). Min/Max lasketaan koko historian perusteella – kaavio siis zoomaa automaattisesti arvoalueelle. Viimeinen Loss-arvo on kaavion oikeassa yläkulmassa. Itse historia rakennetaan sovelluksen tilassa jokaisella koulutustikillä (tyypillisesti 100 iteraation välein).

**LYHYESTI**

Pieni Loss-käyrä, joka näyttää yhdellä silmäyksellä, "konvergoituuko" koulutus (viiva laskee oikealle) vai onko se jumissa tai räjähtämässä (viiva tasainen tai nouseva). Terveessä koulutuksessa viiva laskee aluksi jyrkästi ja tasaantuu sitten – tämä on odotettu kulku, samanlainen kuin puolittumiskäyrä. Kaavio zoomaa automaattisesti nykyiseen arvoalueeseen, joten pienetkin parannukset koulutuksen lopussa pysyvät näkyvissä. Jos viiva ampaisee yhtäkkiä ylös tai jäätyy, se on hyvä merkki siitä, että jokin on vialla – joko materiaali on ongelmallista tai toinen esiasetus olisi sopivampi. Kaavion löydät infopaneelistä, jonka saat näkyviin ylävasemmalla olevasta i-symbolista.

**C-32 Löydettävyyssvinkki (asiantuntijatilalla huomautus)****MISSÄ**

Infopaneelissa, oikea sarake alhaalla, näkyvissä vain koulutuksen aikana JA aloittelijatilassa.

**TEKNINEN**

Pieni rivi silmäkuvakkeella ja kuvatekstillä "Vaihda asiantuntijatilaa (⌘2) nähdäksesi live-splat-esikat-selun", hillityllä sävyllä ja 10 pisteen fontilla. Ei interaktiivinen elementti, vain huomautus. Ei reagoi napsautukseen – käyttäjän on todella painettava `Cmd+2` tai napsautettava valikkoa `Mode` → `Expert Mode`.

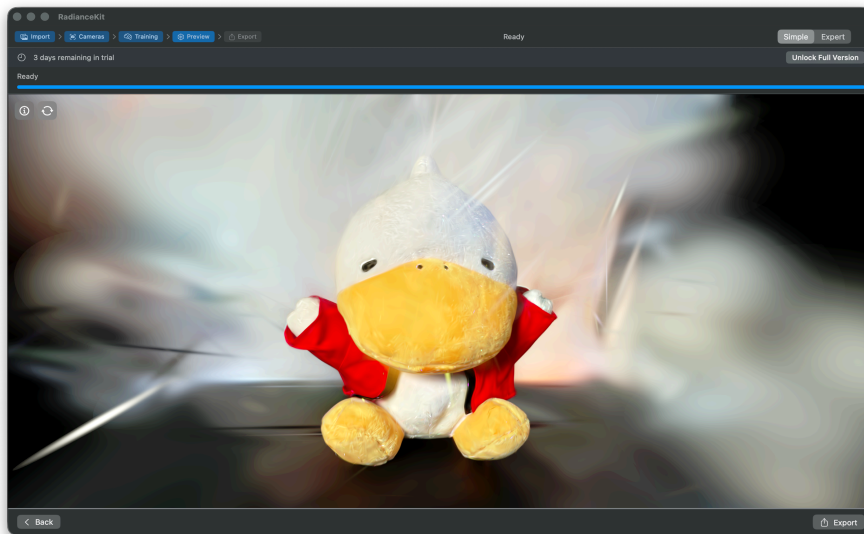
**LYHYESTI**

Hienovarainen vihje siitä, että asiantuntijatilassa voit nähdä 3D-mallisi nykyisen välivaiheen live-näkyvässä koulutuksen aikana. Aloittelijatilassa tämä on tarkoituksella piilotettu, jotta käyttöliittymä pysyy rauhallisena – mutta monet käyttäjät eivät edes tiedä tämän toiminnon olemassaolosta, joten vihjaamme siihen täällä kevyesti. Paina `Cmd+2`, ja koulutus jatkuu taustalla, samalla kun voit katsoa, kuinka mallisi rakentuu silmiesi edessä. Tämä on myös hyvä työkalu arvioida jo muutaman tuhannen iteraation jälkeen, onko tuloksesta tulossa jotain, vai kannattaako keskeyttää ja aloittaa alusta. `Cmd+1` vie sinut milloin tahansa takaisin aloittelijänäkökuvään.

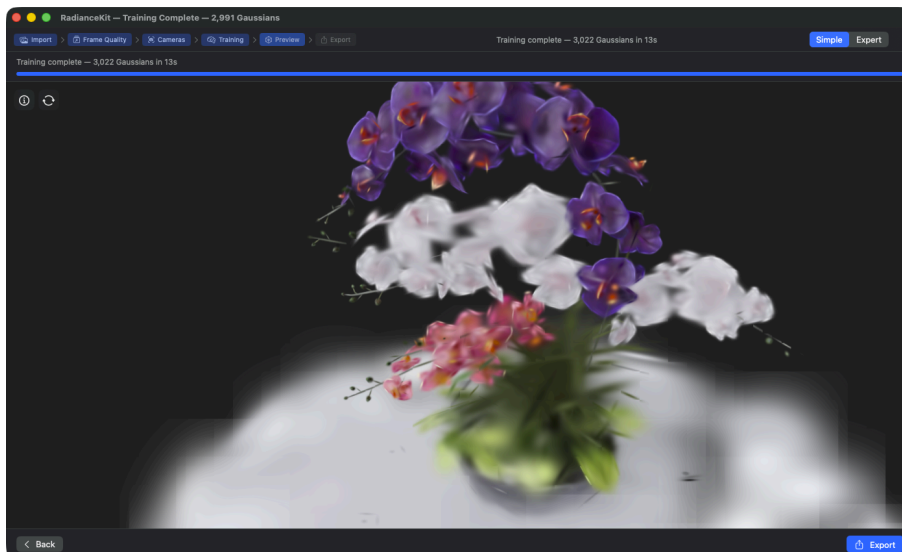
## Milloin seuraavaan vaiheeseen?

Sovellus siirtyy automaattisesti vaiheeseen Z3 (esikatselu), kun koulutus on onnistuneesti päättynyt – sinun ei tarvitse napsauttaa mitään. Alanavigointipalkki vaihtuu silloin Tauko/Peruuta-painikkeista Takaisin-painikkeeseen (takaisin tuontiin) ja Vie-painikkeeseen (eteenpäin vientiin). Virhetilanteessa (punainen virheilmoitus, vaihekuvake on X) ilmestyy sen sijaan Yritä uudelleen, ja sinun on päätettävä, aloitatko uudelleen vai palaatko Takaisin-painikkeella tuontiin muuttamaan kuvamateriaalia.

## Z3 — Esikatselu (3D-mallin kääntäminen)



Kuva 38: Aloittelijatilan esikatseluvaihe 3D-katseluohjelmalla



Kuva 39: Z3 Esikatselu koulutuksen päätyttyä – Bjoernin Blender-kimppu rekonstruoitu, ylätunniste näyttää "Koulutus valmis – 3 022 Gauss-pistettä 13 sekunnissa", Takaisin- ja Vie-painikkeet alhaalla

**MITÄ KUVASSA NÄKYÄÄ** Polkunavigaatio merkitsee "Esikatselu" aktiiviseksi vaiheeksi. Koko näytön 3D-näkymä renderöi valmiiksi koulutetun kukkakimppukohtauksen (synteettinen Blender-testisetti Bjoernilta, 60 kuvan osajoukko 960 puolipallon muotoisesta kamerasta). Ylätunnisteen tilapalkki: "Koulutus valmis – 3 022 Gauss-pistettä 13 s" – antaa lopullisen Gauss-pisteiden määrän ja koulutusajan. Veto näkymässä pyörittää kameraa (kierto/kallistus); vierityspyörä zoomaa katselusuuntaan. "Takaisin"-painike (alhaalla vasemmalla) palaa Z2:een jatkamista tai uudelleenajoa varten; "Vie"-painike (alhaalla oikealla, ensisijainen) siirtyy eteenpäin Z4:ään.

Koulutuksen päätyttyä sovellus siirtyy automaattisesti esikatseluun. Täällä näet valmiin Gaussian Splatting -mallisi koko näytön Metal-näkymässä ja voit kääntää, zoomata ja panoroida sitä hiirellä ja ohjauslevyllä. Näkymän yläosassa on pieni paneeli, jossa on kameran ohjaimet ja tietoja – automaattinen kierto, koulutustilastot, nollauspainike. Ennen seuraavaa vaihetta (vienti) on suositeltavaa tarkastella mallia eri kulmista varmistaaksesi, että rekonstruktio on siisti.

### C-36 SplatViewportView (3D-päänäkymä)

#### MISSÄ

Esikatseluvaiheen koko näytön tausta.

#### TEKNINEN

Metal-pohjainen 3D-näkymä, joka renderöi valmiin pistepilven. Renderöijä on RadianceKitin OMA ForwardPass-rasteroija – sama, joka renderöi splatit jo koulutuksen aikana – joten se on aitoa WYSIWYG:iä (mitä koulutetaan, näytetään ja viedään täsmälleen samalla tavalla). Laattapohjainen renderointiputki, jossa on järjestyksestä riippumaton läpinäkyvyys. Jos renderöijää ei voida alustaa (esim. koska Metal ei ole saatavilla järjestelmässä), näytetään sen sijaan musta tausta "Metal ei saatavilla" -tekstillä. Näkymä jättää turva-alueen huomiotta, joten malli ulottuu ikkunan reunaan asti.

#### LYHYESTI

Päänäkymä. Täällä näet valokuvastasi rekonstruoidun valmiin 3D-mallisi, joka renderöidään GPU:lla reaaliajassa. Napsauta ja vedä vasemmalla hiiren painikkeella kääntääksesi. Vierityspyörällä tai kahden sormen ohjauslevyn eleellä voit zoomata. Oikealla hiiren painikkeella tai Cmd+vedolla voit panoroida. Malli koostuu kymmenistä tuhansista puoliläpinäkyvistä 3D-ellipsoideista ("Gauss-pisteistä"), jotka rekonstruoivat kohtauksesi fotorealistisesti – jokaisella on sijainti, suunta, muoto ja väri, jotka koulutus on oppinut. Harvinaisessa tapauksessa, että Macisi ei tue Metalia, näet sen sijaan mustan taustan ja ilmoituksen – RadianceKit vaatii ehdottomasti Metal-yhteensopivan GPU:n.

**C-37 CameraControlsOverlay (ohjauspaneeli)****MISSÄ**

Näkymän yläpuolella, leijuvana.

**TEKNINEN**

Kompakti käyttöliittymäpaneeli, jossa on painikkeet automaattiselle kierrolle (levysoitin), kameran nol-laukselle, taustan valinnalle (harmaa/musta/valkoi-nen), kuvakaappauksen tallentamiselle, infopaneelin vaihtamiselle. Sitoutuu kameran parametreihin (etäi-syys, atsimuutti, elevaatio, kohde, FOV) ja ohjaa automaattista levysoitinta. Koulutuksen aikana (kun käyttäjä haluaa nähdä näkymän asiantuntijatilassa) paneeli näyttää lisäksi kompaktin koulutustilarivin.

**LYHYESTI**

Pieni leijuva palkki mallin yläpuo-lella. Täällä voit käynnistää au-tomaattisen kierron (malli pyörii itsestään, hyvä kuvakaappauksil-le ja lyhyille demoille), nollata kameran takaisin alkuasentoon (jos olet eksynyt), vaihtaa taus-taa (harmaa neutraalille, musta maksimaaliselle kontrastille, val-koinen vaaleille malleille) ja ottaa suoraan kuvakaappauksia, jotka tallennetaan kansioon /Pictures. Kätevää, jos haluat näyttää tie-tyn yksityiskohdan tietystä kul-masta ilman, että sinun tarvitsee viedä koko mallia. Automaattinen kierto on myös hyvä testi sille, näyttääkö malli yhtä hyvältä kai-kilta puolilta vai onko sillä "sut-tuinen puoli", joka on syntynyt puuttuvien kuvien vuoksi.

**C-38 Vie-painike (navigointipalkki)****MISSÄ**

Alanavigointipalkki vaiheessa Z3.

**TEKNINEN**

Korostuspainike, jossa on teksti "Vie" ja jakokuvake. Napsautus käynnistää siirtymisen Z4:ään. Ennen si-tä ylempi näkymä tarkistaa, onko täysversio avattu – jos ei, vientinäkymän sijaan näytetään lukitusnäky-mä (katso U-06).

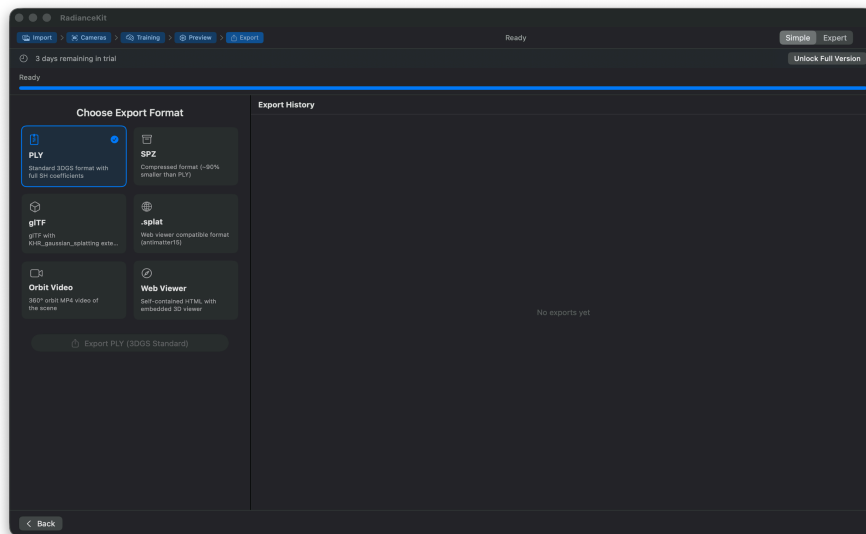
**LYHYESTI**

Jos olet tyytyväinen tulokseen, napsauta Vie ja pääset viimei-seen vaiheeseen, jossa valitset muodon ja tallennat. Ilman os-tettua täysversiota päädyt sen sijaan näytön lukitukseen, jos-sa on avausohje ja ostopainike – sovellus ei yritä tyrkyttää si-nulle täysversiota, mutta vienti on yksi premium-ominaisuusis-ta. Kun olet suorittanut oston, sovellus jatkaa suoraan avatussa tilassa ja pääset tuttuun vienti-näkymään. Jos muutat mielesi, voit palata Takaisin-painikkeel-la esikatseluun ja jatkaa mallin kääntämistä.

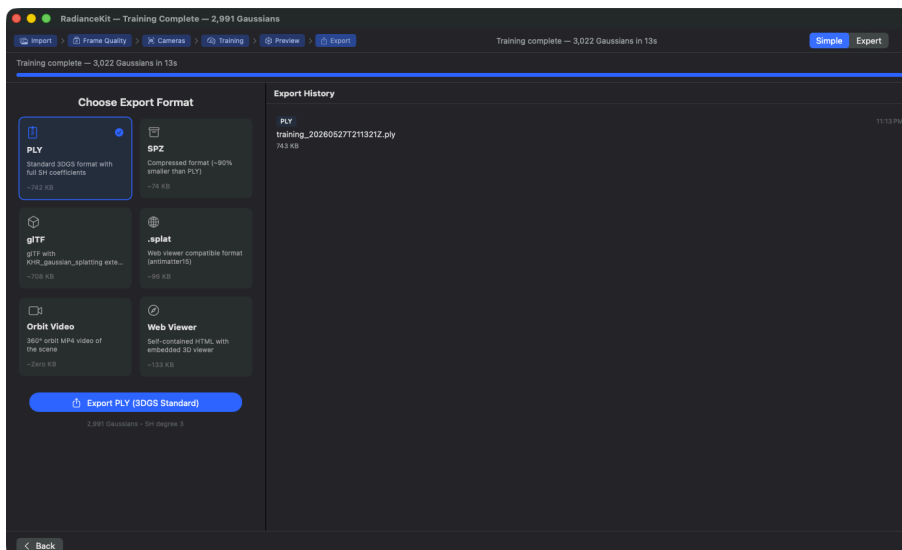
## Milloin seuraavaan vaiheeseen?

Ennen vientiä, käännä mallia kerran ympäri ja tarkista: Ovatko kaikki alueet, jotka olet kattanut syötekuvissasi, olemassa? Onko ilmassa leijuvia "floater"-pisteitä (vapaasti ilmassa leijuvia Gauss-pistepilviä)? Näyttääkö tausta/taivas siistiltä vai suttuiselta? Vakavat ongelmat voidaan korjata vain uudelleenkolutuksella – joko useammilla kuvilla, toisella esiasetuksella tai asiantuntijatilassa floater-vähennysasetuksilla.

## Z4 — Vienti (muodon valinta ja tallennus)



Kuva 40: Aloittelijatilalla vientivaihe muotokorteilla



Kuva 41: Z4 Vientikortit – 6 muotoa (PLY 742 KB valittu, SPZ 74 KB, glTF 708 KB, .splat 96 KB, kiertovideo, verkkokatselin 133 KB), vientihistoria-sivupalkki oikealla jo viedyllä PLY-tiedostolla

**MITÄ KUVASSA NÄKYY** Polkunavigaatio merkitsee "Vienti" aktiiviseksi vaiheeksi. Vasemalla korttiruudukko "Valitse vientimuoto", jossa on kaikki kuusi vaihtoehtoa: PLY (standardi 3DGS, 742 KB, täysillä SH-kertoimilla – tässä esivalittu sinisellä rastilla), SPZ (pakattu 3DGS-muoto, 90 % pienempi kuin PLY, 74 KB), glTF (KHR\_gaussian\_splatting-laajennuksella, 708 KB), .splat (yhteensopiva antimatter15-verkkokatselimen kanssa, 96 KB), kiertovideo (360°-MP4 kohtauksesta, reaaliaikainen koon laskenta), verkkokatselin (itsenäinen HTML, jossa on upotettu 3D-katselin, 133 KB). Kokotiedot lasketaan reaaliajassa nykyisestä Gauss-pisteiden määrästä ja muodon ylläpitokustannuksista. Oikealla "Vientihistoria" luettelee jo valmistuneet viennit muototunnisteella, tiedostonimellä ja aikaleimalla – napsautus paljastaa Finderissa. Ensisijainen toimintakehotus alhaalla vasemmalla: "Vie PLY (3DGS-standardi)" Gauss-alaotsikolla "2 991 Gauss-pistettä · SH-aste 3".

Viimeisessä vaiheessa valitut kuudesta vientimuodosta (PLY, SPZ, glTF, .splat, kiertovideo, verkkokatselin) 2-sarakeisesta korttiruudukosta, napsautat Vie ja valitset tallennuspaikan macOS-dialogissa. Oikealla on historia kaikista aiemmista vienneistä – korttia valittaessa jokaisen kortin alla näytetään heti arvioitu tiedostokoko, joten voit suosia esimerkiksi SPZ:tä, jos haluat julkaista verkossa (pieni), ja PLY:tä, jos haluat tuoda toiseen ohjelmistoon (SuperSplat, Postshot, Blender-laajennuksen kautta) (suuri ja täydellinen).

### C-39 2-sarakeinen muotoruudukko

#### MISSÄ

Vientivaiheen vasen pääsivu.

#### TEKNINEN

Korttiruudukko, jossa on kaksi joustavaa saraketta ja 12 pisteen väli. Iteroi aloittelijajätilassa tarjottavien muotojen yli – suodatettu osajoukko täydestä muotolistasta, joka sisältää vain 6 tärkeintä muotoa: PLY, SPZ, glTF, .splat, kiertovideo, verkkokatselin. Compressed-PLY ja SOG tarjotaan VAIN asiantuntijajätilassa.

#### LYHYESTI

Korttiruudukko, jossa on 6 muotoa, jotka ovat relevantteja aloittelijajätilassa: PLY (standardimuoto muille 3D-työkaluille), SPZ (pakattu versio verkkoon), glTF (virallinen Web3D-standardi), .splat (antimatter15-verkkokatselimele), kiertovideo (valmis MP4 esitelyä varten) ja verkkokatselin (itsenäinen HTML-tiedosto upotetulla 3D-soittimella). Näillä katat 90 % käyttötapauksista. Jos tarvitset jonkin harvinaisemman muodoista (Compressed-PLY tai SOG äärimmäiseen pakkaamiseen), vaihda asiantuntijajätilaan, jossa kaikki 8 muotoa ovat saatavilla. Kompakti valikoima tässä on tarkoituksellinen, jotta aloittelijat eivät hämmenny moninaisuudesta.

**C-40 Muotokortti-painike****MISSÄ**

Jokainen kortti ruudukossa.

**TEKNINEN**

Yksinkertainen painike korttiasettelulla: kuvake (esim. asiakirjavetoketju PLY:lle, arkistolaatikko SPZ:lle, videokuvake kiertovideoille) ylhäällä, muodon nimi otsikkona, kuvausteksti (lyhennetty 2 riviin), sen alla arvioitu tiedostokoko (laskettu reaaliajassa muodosta, Gauss-pisteiden määrästä ja SH-asteesta ja muotoilu KB/MB). Napsautettaessa muoto valitaan. Valittu kortti saa korostustaustan, korostusreunuksen ja rastikuvakkeen oikeassa yläkulmassa. Työkaluvihje on muodon kuvaus.

**LYHYESTI**

Yksi kortti per muoto. Napsauta yhtä, se korostetaan korostusvärillä ja rastilla, ja alla oleva vientipainike mukauttaa tekstinä ("Vie PLY", "Vie SPZ" jne.). Jokainen kortti näyttää sopivan symbolin, nimen, kahden rivin lyhyen selityksen ja arvioitun tiedostokoon nykyisellä koulutustuloksellasi. Koko auttaa sinua valitsemaan järkevästi – jos haluat lähettää tuloksen sähköpostitse, valitse pienin versio (yleensä SPZ tai .splat); jos haluat jatkaa työkentelyä toisessa 3D-ohjelmistossa, valitse paras yhteensopivuus (tyypillisesti PLY). Kun viet hiiren kortin päälle, työkaluvihje näyttää yksityiskohtaisemman kuvauksen, jos muotojen väliset erot ovat sinulle epäselviä.

**C-41 Videon keston liukusäädin****MISSÄ**

Muotoruudukon alla, näkyvissä vain, kun videomuoto on valittu (kiertovideo tai sosiaalisen median video).

**TEKNINEN**

Liukusäädin 3–30 sekuntia 1 sekunnin askelin, sitoutuu videon pituuteen sovelluksen tilassa. Maksimileveys 300 pikseliä. Näytetään vain, kun videomuoto on valittu. Muissa kuin videomuodoissa liukusäädin poistetaan kokonaan näkymästä – ei hukattua tilaa.

**LYHYESTI**

Jos valitset vienniksi kiertovideon, voit määrittää sen pituuden täällä. 3 sekuntia = erittäin nopea kierto, 30 sekuntia = hidas, rauhallinen kierto mallisi ympäri. Sosiaalisen median keloille (Instagram, TikTok) 6–10 sekuntia on yleensä ihanteellinen – tarpeeksi pitkä mallin esittelyyn, tarpeeksi lyhyt, jotta katsojat eivät kyllästy. Esityksissä tai portfoliovideoissa voit hyvin käyttää 15–20 sekuntia. Liukusäädin ilmestyy vain, kun videomuoto on valittu; tiedostomuodoissa, kuten PLY tai SPZ, se olisi hyödytön ja on piilotettu.

**C-42 Vie-painike**

Muotoruudukon alla (ja keston liikusäätimen alla, jos video on valittu).



Suuri korostuspainike. Teksti: "Vie {muodon nimi}", jakokuvake. Napsautettaessa avataan macOS:n tallennusdialogi muotoon sopivalla päätteellä ja oletustiedostonimellä "scene.{ext}"; vahvistuksen jälkeen vienti kirjoitetaan valittuun URL-osoitteeseen. Pois käytöstä, jos koulutustulosta ei ole tai vienti on jo käynnissä.

**LYHYESTI**

Napsauta, valitse tallennuspaikka macOS-dialogissa, valmis – sovellus kirjoittaa tiedoston valitussa muodossa valittuun paikkaan. Oletusnimi on "scene.{pääte}" (esim. "scene.ply" tai "scene.spz"), voit muuttaa sitä dialogissa mielesi mukaan ennen tallentamista. Painike on harmaa, kunnes koulutustulosta ei ole (tämän ei pitäisi koskaan tapahtua täällä, koska muuten et olisi edes vientivaiheessa) tai toinen vienti on jo käynnissä. Kun vienti on käynnissä, sen alle ilmestyy edistymisnäyttö; sovellus pysyy käytettävissä, joten voit jo valmistella seuraavaa vientiä.

**C-43 Viennin edistymispalkki**

Vie-painikkeen alla, näkyvissä vain viennin aikana.



Edistymisnäyttö, maksimileveys 300 pikseliä, alla kuvateksti "Viedään... N %". Arvo kulkee 0:sta 1:een ja päivitetään kirjoituksen aikana – PLY:llä 10 000 Gauss-pisteen paloina, SPZ:llä kerran kvantisoinnin jälkeen, kiertovideolla kuva-intervalleina.

**LYHYESTI**

Viennin aikana näet edistymisen kapeana palkkina ja prosenttinäytönä. PLY on yleensä valmis sekunneissa, koska tiedosto kirjoitetaan yksinkertaisesti binääriseen. SPZ kestää hieman kauemmin, koska tiedot kvantisoidaan ja pakataan. Kiertovideo on aikaa vievin vienti – tässä jokainen yksittäinen kuva renderöidään uudelleen; resoluutiosta ja pituudesta riippuen tämä voi kestää minuutin tai kauemmin. Viennin aikana sovellus pysyy käytettävissä, joten voit jo valmistella seuraavaa muotoa tai jatkaa napsauttelua näkyvässä.

**C-44** Vientivirheen näyttö

MISSÄ

Edistymispalkin alla, näkyvissä vain, jos viimeisimmässä viennissä tapahtui virhe.



TEKNINEN

Punainen rivi varoituskuvakkeella ja virhetekstillä. Punainen 8 %:n taustan peittävyys, pyöristetyt kulmat. Maksimileveys 400 pikseliä. Yleisiä virhesyitä: SOG odottaa `cwebp` :tä järjestelmän PATH-muuttujassa (ei App Store -yhteensopiva); kirjoitusvirhe täydellä levyllä; hiekkalaatikkovirhe tallennuskohteissa sallitun alueen ulkopuolella.

**LYHYESTI**

Jos vienti epäonnistuu, tähän ilmestyy punaisella lyhyt selkokielinen kuvaus ongelmasta. Yleensä syy on ilmeinen – ei tilaa levyllä, ei kirjoitusoikeuksia kohdekansioon tai kohde hiekkalaatikon sallittujen alueiden ulkopuolella. Erityisesti SOG-muodossa voi käydä niin, että `cwebp` puuttuu järjestelmästä; tässä tapauksessa SOG ei ole käytettävissä ja sinun on vaihdettava SPZ:hen. Jos virheilmoitus on epäselvä, katso lokihakemistoa (Help → Open Training Logs), siellä kerrotaan yksityiskohtaisemmin, mikä meni pieleen. Epäselvissä tapauksissa auttaa, kun valitset toisen tallennuspaikan – esim. työpöydän.

**C-46** Vientihistorialista

MISSÄ

Vientivaiheen oikea puoli.



TEKNINEN

Luettelo vientihistoriasta (tallennetaan pysyvästi JSON-muodossa UserDefaultsiin, ylläpidetään jokaisen onnistuneen viennin jälkeen). Jokainen rivi näyttää muotomerkin (pieni, korostusvärinen), aikaleiman (HH:mm), tiedostonimen (lyhennetty 1 riviin) ja muotoillun tiedostokoon. Rivin napsauttaminen avaa Finderin valitulla tiedostolla. Tyhjä tila: "Ei vientiä vielä".

**LYHYESTI**

Luettelo aiemmista vienneistä – muoto, kellonaika, tiedostonimi, koko, kronologisessa järjestyksessä. Napsauta riviä, ja tiedosto näytetään korostettuna Finderissa ilman, että sinun tarvitsee itse navigoida kansioiden läpi. Kätevää, jos tarvitset viimeisintä vientiä tuntia myöhemmin etkä enää muista, minne tallensit sen – historia muistaa sen. Jos et ole koskaan vienyt mitään, täällä on ystävällinen ilmoitus "Ei vientiä vielä". Luettelo säilyy sovelluksen uudelleenkäynnistysten yli, koska se on tallennettu UserDefaultsiin.

**C-48 Historian pikavalikko (hiiren oikea napsautus)**

Hiiren oikea napsautus historiarivillä.



Pikavalikko jokaisessa luettelomerkinnässä, jossa on kaksi toimintoa: "Näytä Finderissa" (avaa Finderin valitulla tiedostolla, kuten yksinkertainen napsautus) ja "Kopioi polku" (asettaa koko tiedostopolun tekstinä leikepöydälle). Jälkimmäinen on hyödyllinen vedä ja pudota -toiminnossa muihin sovelluksiin tai komentoriville siirtämiseen.

**LYHYESTI**

Hiiren oikea napsautus historia-merkinnässä avaa pienen valikon, jossa on kaksi toimintoa. "Näytä Finderissa" tekee saman kuin tavallinen napsautus – avaa Finderin valitulla tiedostolla, jotta näet sen heti. "Kopioi polku" asettaa koko tiedostopolun leikepöydälle, jotta voit liittää sen esimerkiksi terminaalikomentoihin, muihin sovelluksiin tai muistiinpanoon. Erityisen kätevää, jos haluat välittää viennin jollekin tai avata sen toisessa ohjelmassa, joka toimii polun syötöllä. Toiminnallisesti pieni, mutta hyödyllinen yksityiskohta, joka perustuu Mac-tyypillisiin käyttökuviin.

**Milloin työnkulku on valmis?**

Onnistuneen viennin jälkeen sinulla on 3D-mallisi tiedostona levyllä ja historia näyttää uuden merkinnän. "Valmis"-painiketta ei ole – voit liittää niin monta vientiä eri muodoissa kuin haluat ilman uudelleen koulutusta. Jos haluat palata esikatseluun (esim. tarkistaaksesi kameran perspektiivin uudelleen), käytä alanavigointipalkin Takaisin-painiketta. Jos haluat aloittaa kokonaan uuden kohtauksen, palaa Takaisin-painikkeella Z1:een ja käytä siellä Tyhjennä kaikki -toimintoa tai Tiedosto → Uusi projekti (Cmd+⇧+N).

**Vaihto asiantuntijatilaan**

Paina milloin tahansa Cmd+2 tai valitse Mode → Expert Mode ( M8 ). Koko tila säilyy: tuodut kuvat, valittu esiasetus, käynnissä oleva tai valmis koulutus, valmis pistepilvi, vientihistoria, jopa nykyinen vaihe. Asiantuntijatilassa nelivaiheisen näkymän sijaan näytetään koko Tarkastajan sivupalkki kaikilla noin 150 ohjauspaneelilla. Erityisesti: projektinavigaattori (katso luku 2) tarjoaa laajennetut kuvatoiminnot (miinuspainike, askelpalauttimella poisto, Cmd-Z-kumoaminen, Quick Look -esikatselu), live-esikatselun näkymässä koulutuksen aikana sekä kaikki Loss-, MCMC-, Densification- ja Mip-Splatting-parametrit. Cmd+1 vaihtaa takaisin aloittelijatilaan – myöskään tämä ei menetä mitään tilaa.

## Usein kysytyt kysymykset

### Miksi Aloita käsittely -painikkeeni on harmaa?

Et ole vielä tuonut kuvia tai videota. Vedä vähintään yksi tiedosto pudotusalueelle tai käytä "Selaa tiedostoja" -painiketta. Heti kun oikealla oleva kuvaluettelo sisältää vähintään yhden merkinnän, painike aktivoituu. (Vain 1–2 kuvalla se käynnistyy, mutta SfM keskeytyy heti virheeseen – katso punainen validointibanneri.)

### Miksi Vie-painikkeeni on lukittu?

Aloittelijatilassa on kaksi vaihetta: (a) Jos koulutusprosessi ei ole vielä valmis ja sinulla ei ole tulosta, painike on pois käytöstä – sinun on ensin suoritettava Z2. (b) Jos et ole vielä ostanut täysversiota (`PurchaseManager.hasAccess == false`), näet vientinäköymän sijaan lukitusnäköymän, jossa on lukkosymboli ja "Avaa täysversio" -painike, joka avaa ostoikkunan. Quick- ja Preview-esiasetukset mahdollistavat koulutuksen ilmaiseksi, mutta vienti on premium-ominaisuus.

### Miksi en voi valita esiasetusta?

Voit valita sen – mutta jos napautat premium-esiasetusta (Balanced, Quality, MCMC-versiot) ilman ostettua täysversiota, valitsin palaa automaattisesti Preview-tilaan ja ostoikkuna avautuu. Quick ja Preview ovat ainoat ilmaiseksi käytettävät esiasetukset.

### Miksi pudotusalueeni on tyhjä ja katkoviivalla harmaa, vaikka vedän sinne kuvia?

Todennäköisesti UTI-tyyppivirhe. Sovellus hyväksyy JPG, PNG, TIFF, HEIC, MP4, MOV sekä sovelluksen omat Splat-muodot. Muita kuvamuotoja (BMP, GIF, WebP, RAW-muodot) EI tunnisteta. Jos olet varma, että kuvatyyppisi pitäisi olla tuettu, tarkista tiedostopääte – sovellus perustuu ensisijaisesti päätteeseen, ei tiedoston sisältöön.

### Miksi SfM kestää niin kauan, vaikka minulla on vain 30 kuvaa?

Apple Photogrammetry ei skaalaudu lineaarisesti – joissakin kuva-asetelmissa (sisätilat monimutkaisilla tekstuureilla, liike-epäterävyys, huono valaistus) se kestää huomattavasti kauemmin kuin kuvien määrä antaisi olettaa. Jos SfM on 10+ minuutin jälkeen 30 kuvalla edelleen jumissa, keskeytä ja yritä uudelleen paremmalla materiaalilla, tai vaihda asiantuntijatilaan ja kokeile COLMAP/Native-SfM:ää (`Cmd+2` → Tarkastaja → Kameran kohdistus).

### Mistä löydän koulutuslokini?

Help → Open Training Logs (`Cmd+⇧+L`). Tämä avaa `~/Documents/RadianceKit/Logs/`. Jokainen koulutussessio kirjoittaa oman JSONL-tiedoston, jonka tiedostonimessä on aikaleima – ensimmäinen rivi on konfiguraatio, sen jälkeen tulee edistymisrivi 100 iteraation välein, viimeinen rivi on yhteenveto lopullisella Loss-arvolla ja onnistumistun- nisteella.



## KOLOFONI

*Ladottu SF Pro -fontilla · Koodi SF Mono -fontilla ·  
Typst 0.14 · 22. June 2026*

© 2026 Bjoern Kindler · Bischofshofener Str. 9, 82008 Unterhaching, Saksa

Made with ❤️ in Unterhaching