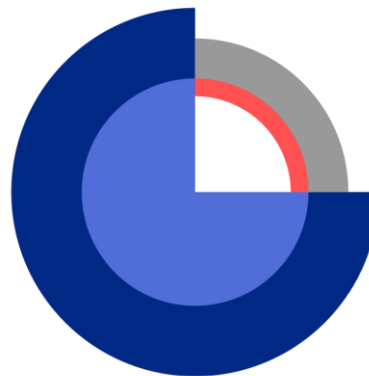




G E U S

Session:

Praktiske erfaringer med udvikling og anvendelse af statistiske beslutningsværktøjer

Foredragsholdere:

Rasmus Bødker Madsen, forsker, GEUS

Majken Caroline Looms Zibar, Lektor, KU

Mathias Busk Dahl, Phd-studerende, NIRAS/AU

Tovholder:

Thomas Mejer Hansen, Lektor, AU

Case 1

Hvordan kan geologiske processer øge vores forståelse af forureningsmønstre i undergrunden og bidrage til bedre beslutningsgrundlag?: Et eksempel fra Grindsted

Plenum:
(Hvordan) kan man sikre at en tilpas stor usikkerhed bliver tilskrevet?

Case 2

Kan sandsynligheden for sammenhængende lag mellem to boringer kvantificeres ved brug af crosshole georadar?

Plenum:
(Hvordan) kan (subjektiv) baggrundsviden beskrives kvantitativt?

Case 3

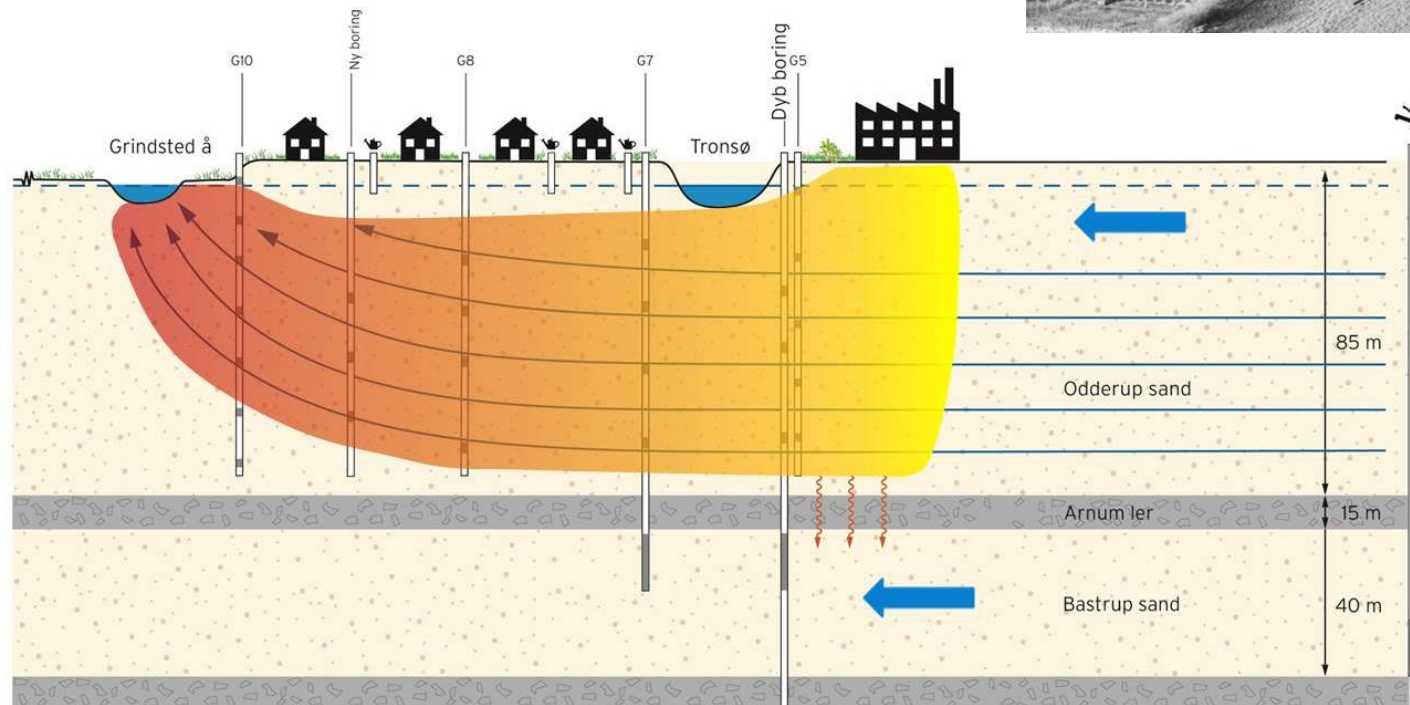
Hvor skal der pumpes vand? Statistisk modellering gør det nemt og hurtigt for brugeren at vurdere effekten af nye boringer.

Plenum:
(Hvordan) kan sandsynligheder bruges til forvaltning/lovgivning?

CASE 1:

Hvordan kan geologiske processer øge vores forståelse af forureningsmønstre i undergrunden og bidrage til bedre beslutningsgrundlag?: Et eksempel fra Grindsted

Baggrund - Grindstedværket



Aktivt siden 1914: Produktion af diverse medicin og kemikalier

Perioder med udledning af spildevand

I dag:

- Klorerede opløsningsmidler
- Barbiturater
- Sulfonamider

Forureninger med tilknytning til Grindstedværket

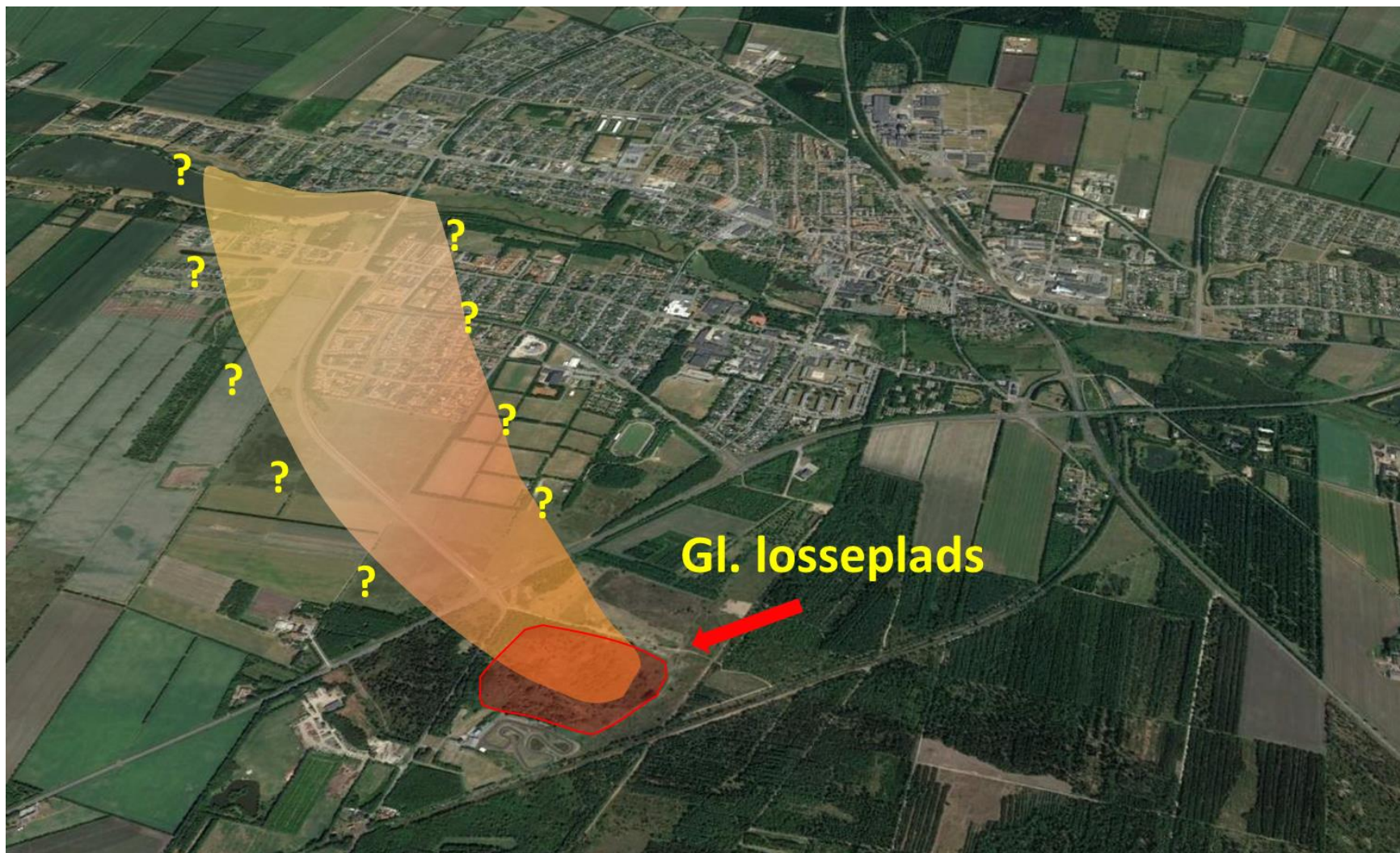
- ← Kærgård Klitplantage
- ← Grindsted/Varde Å
- ← Karlsgårde Sø
- ← Ho Bugt
- ← Nordsøen



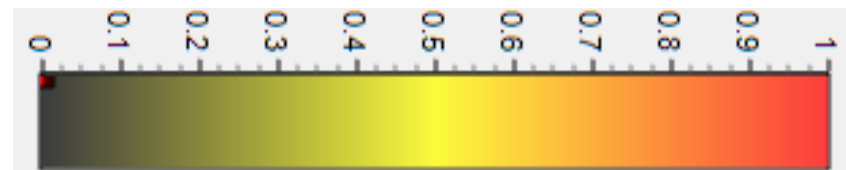
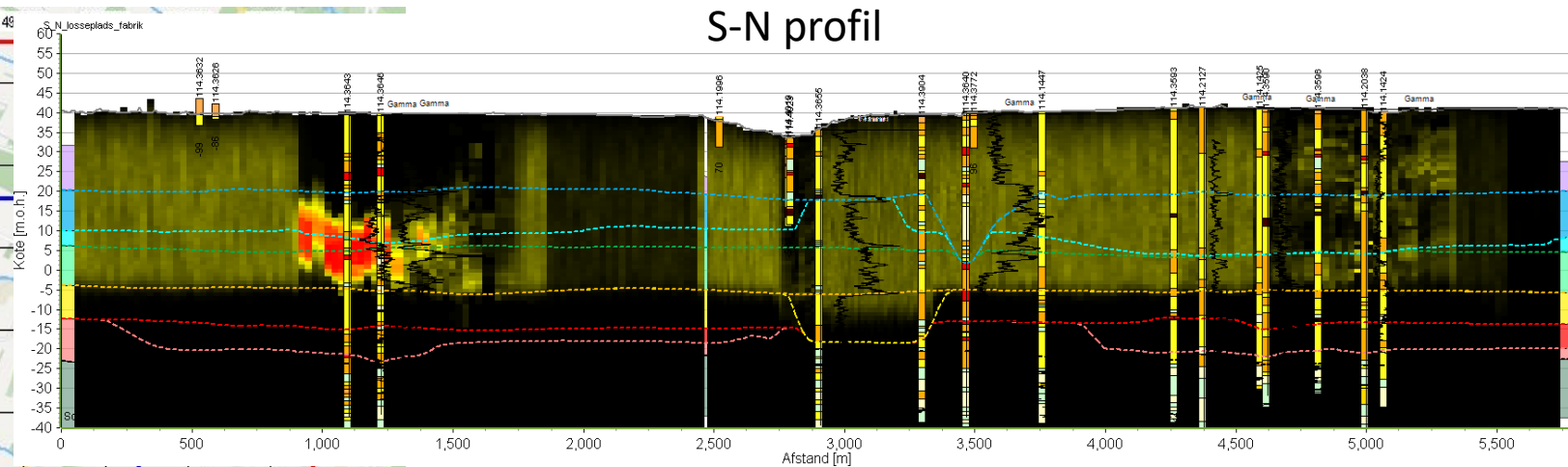
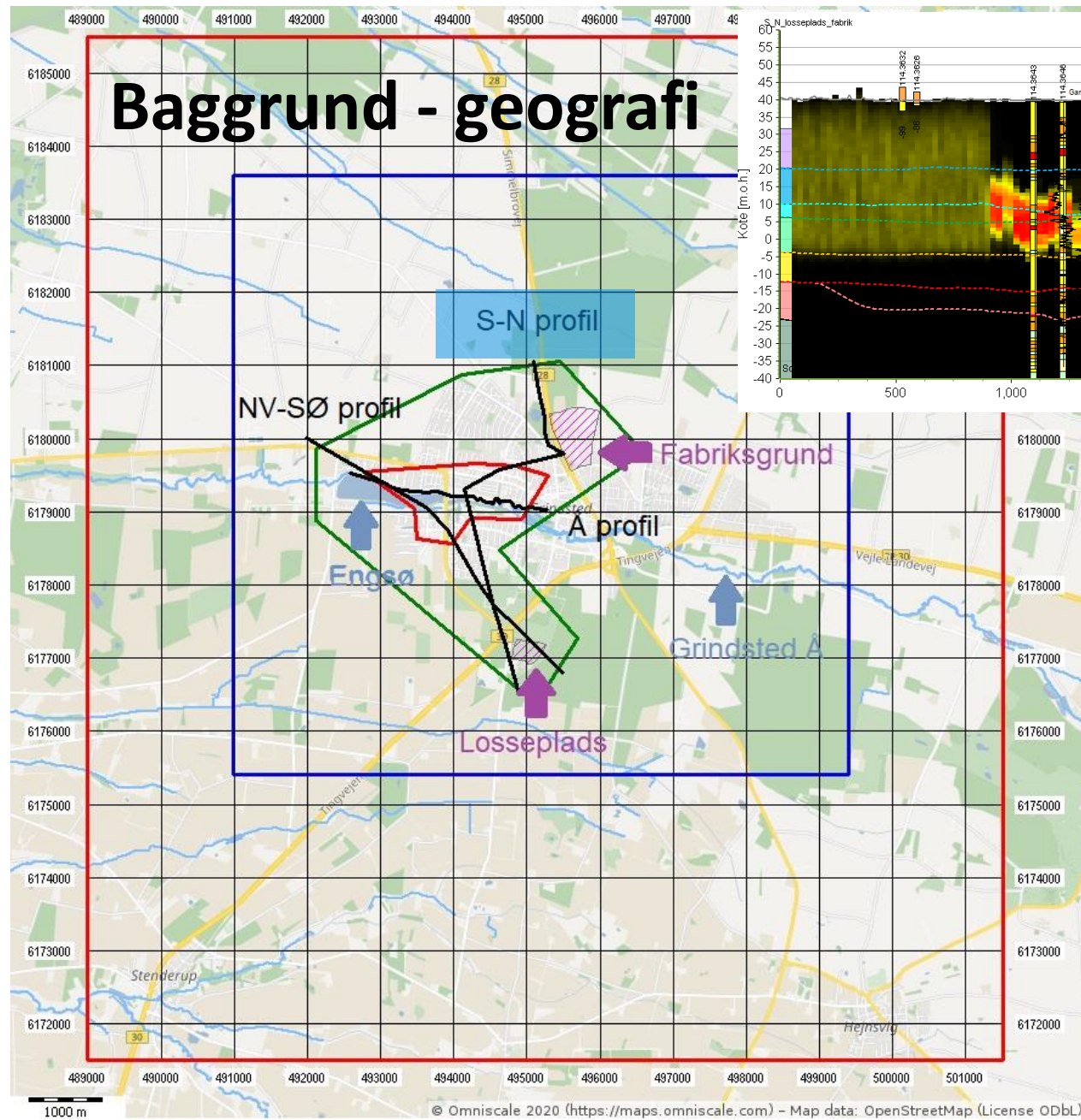
Fabriksgrunden - forureningsfane

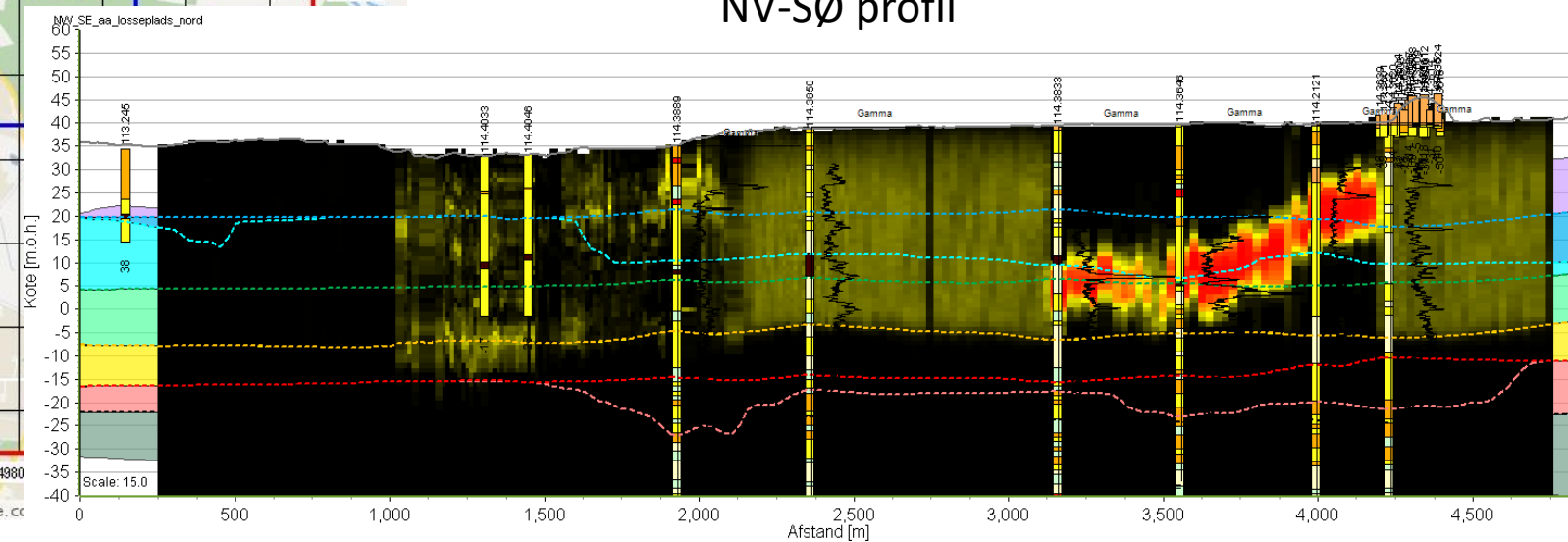
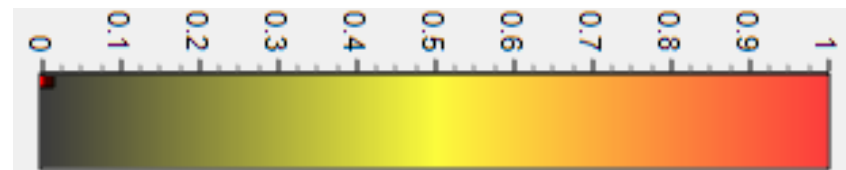
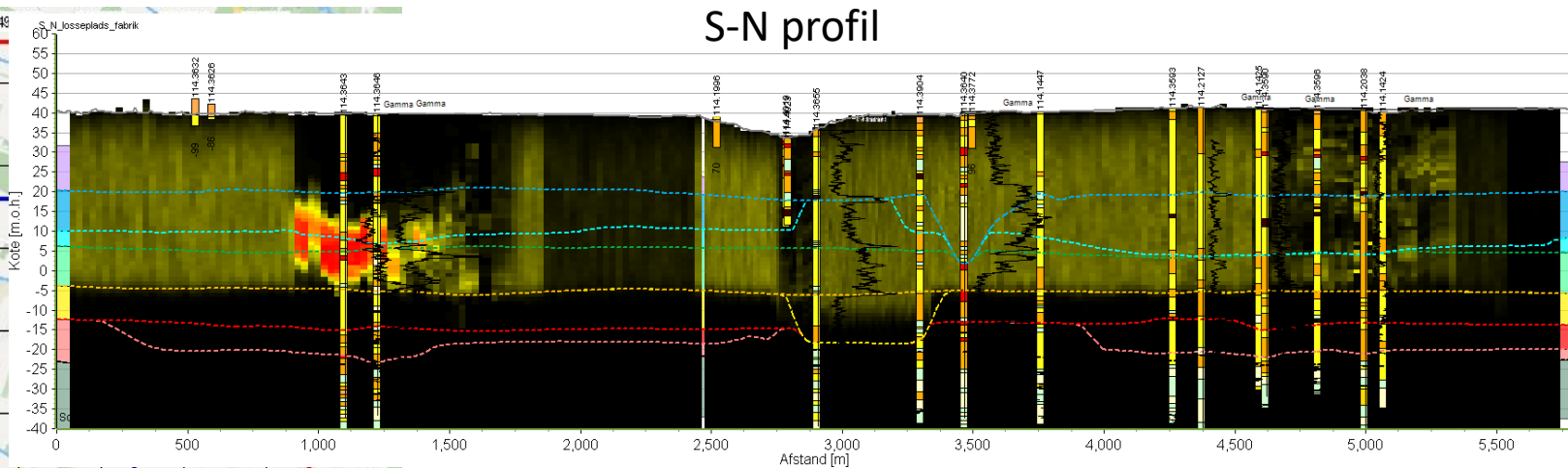
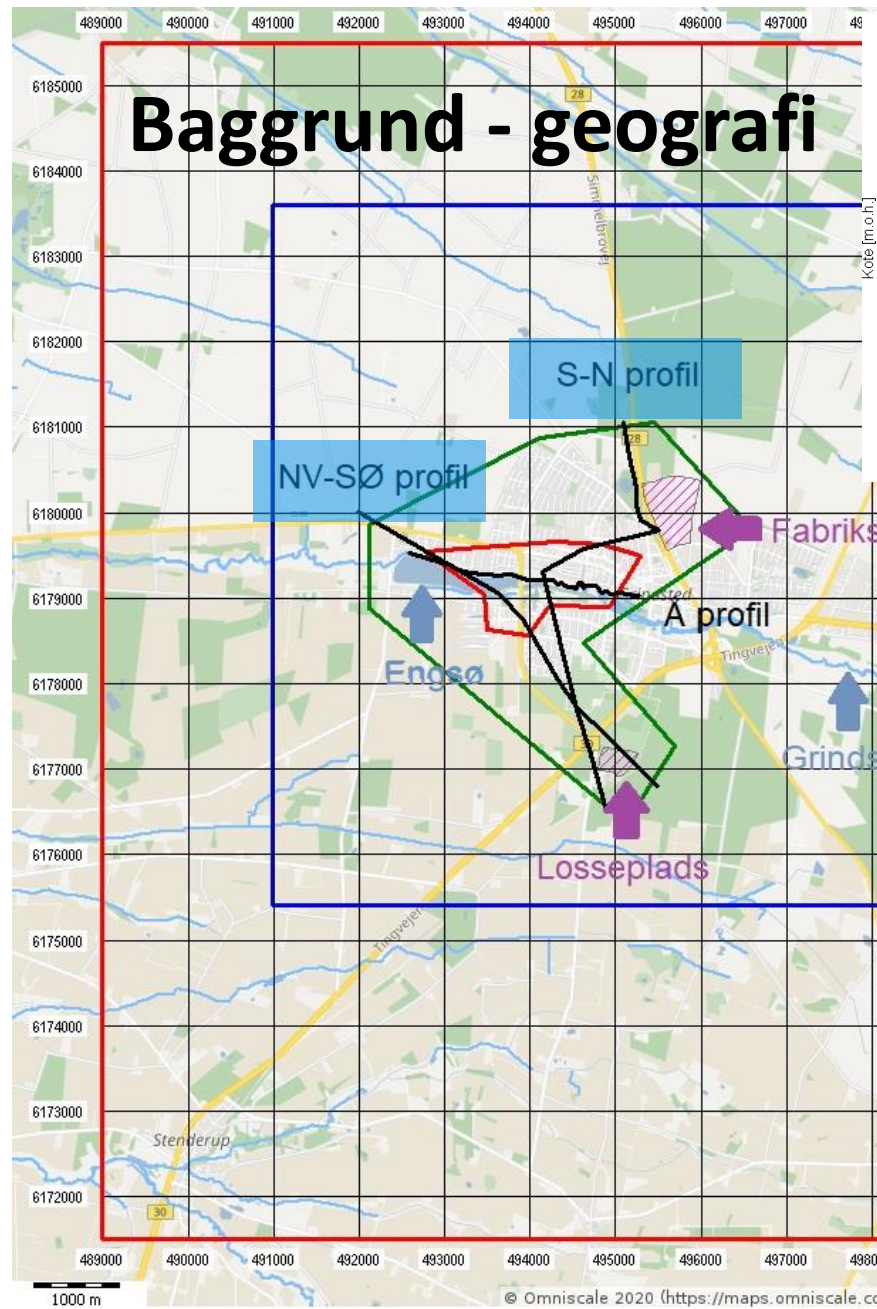


Lossepladsen - forureningsfane



? Afgrænsning af
forureningsfane er
usikker





Vejen derhen:

Samfinansieret forskningsprojekt med flere fagpersoner



- 2 geologer
- 1 geofysiker
- 1 geofysiker/geostatistiker



- 2 geologer
- 1 ingeniør



- 1 geofysiker/geostatistiker

Datagrundlag

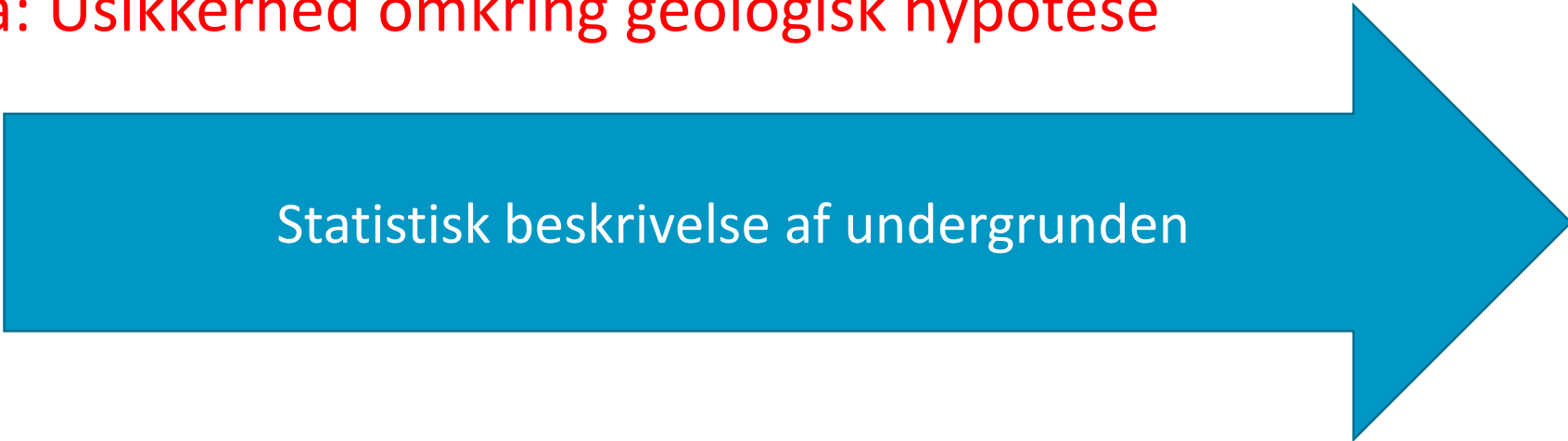


- Information fra boringer med litologisk prøvebeskrivelse
- Gammalogs
- Resistivitetslog
- Grundvandskemi
- tTEM og FloatTEM
- Grundvandspejlinger
- Øvrige data (DC-IP)
- Feltarbejde



Datausikkerhed

- Måleusikkerheder (Alle)
- Dataprocessering (Alle)
- Modelleringsfejl (Geofysik)
- Inversionsækvivalenser (Geofysik)
- Tolkningusikkerhed (litologi, gammalogs, geologisk feltarbejde)
- Ekstra: Usikkerhed omkring geologisk hypotese

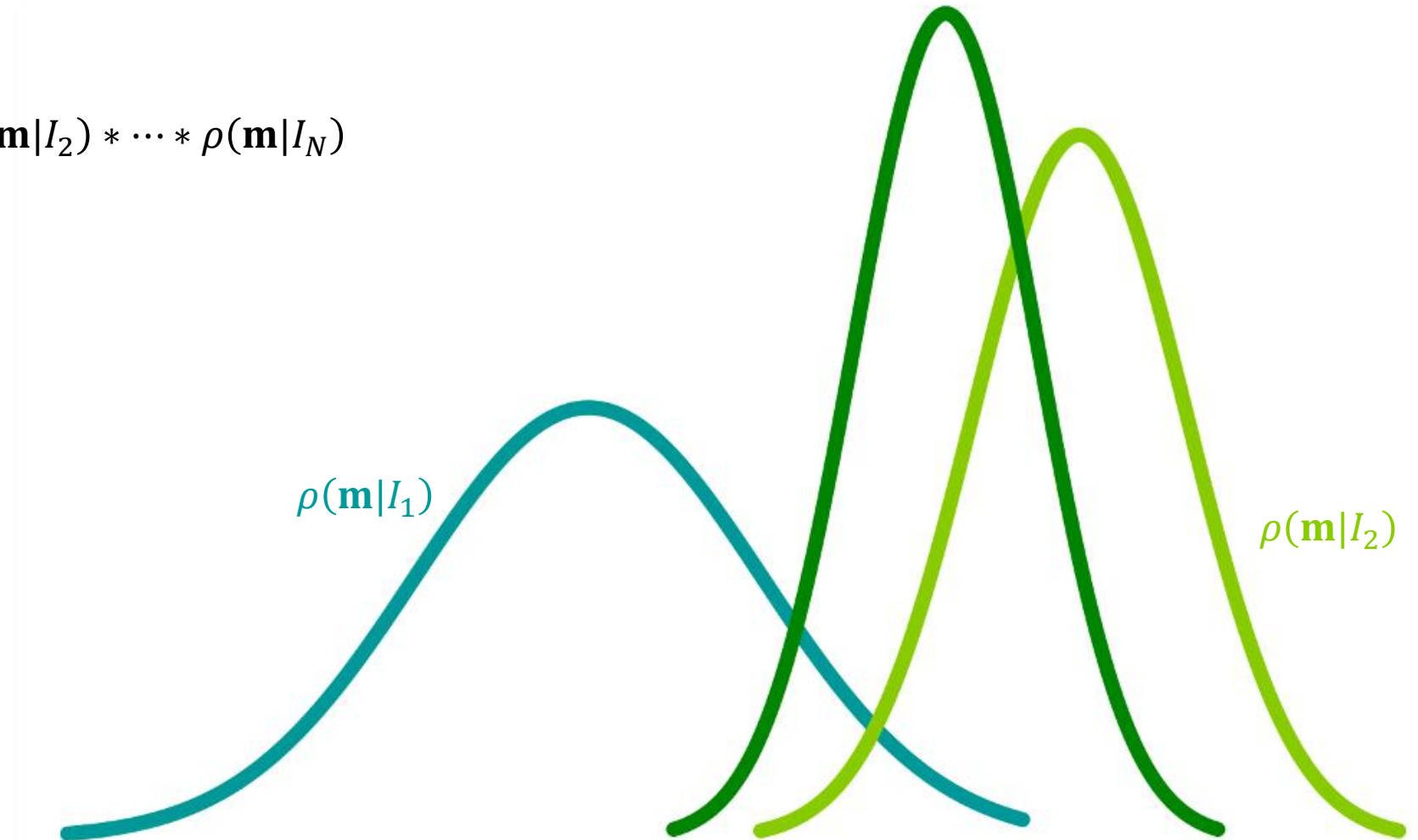


Statistisk beskrivelse af undergrunden

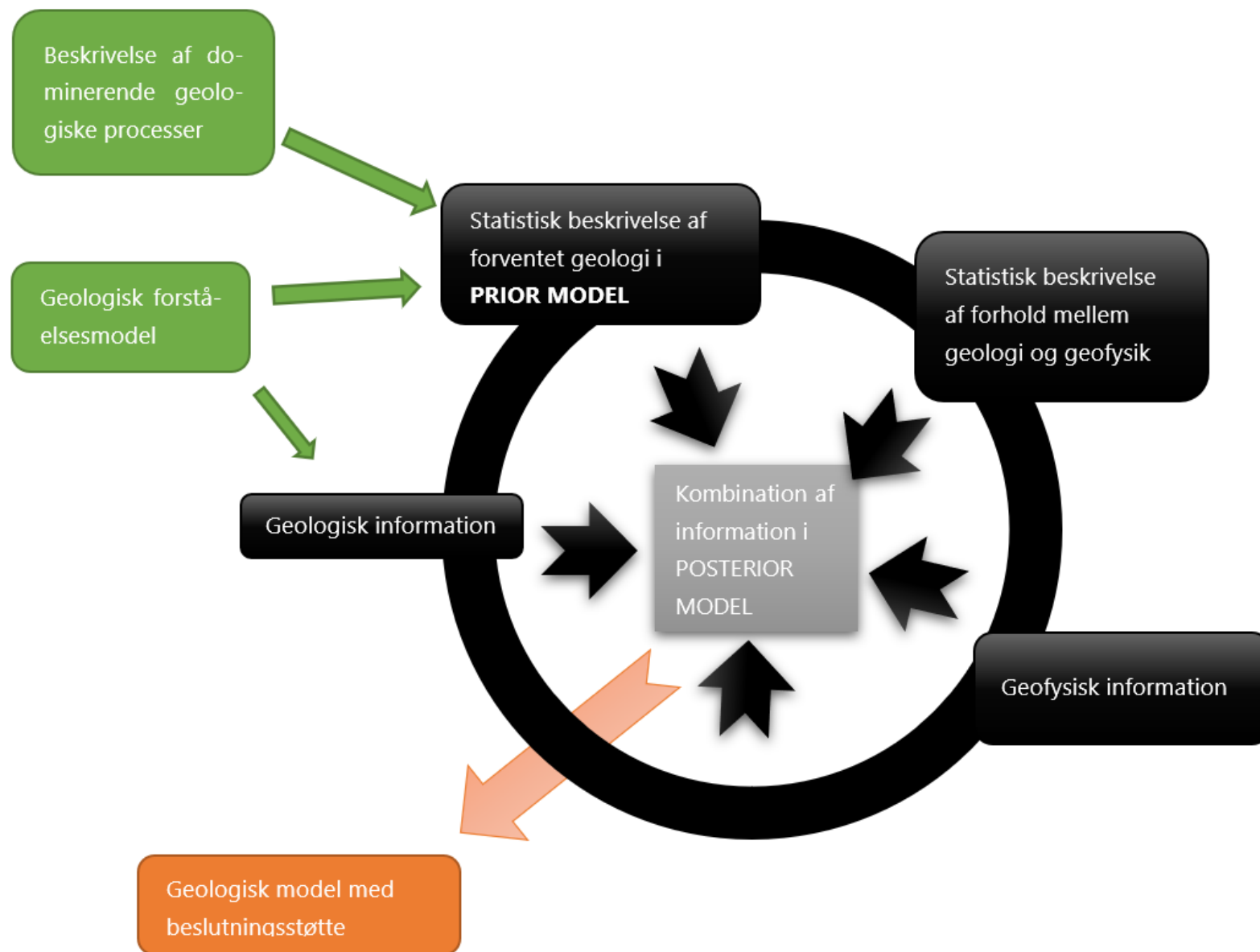
Statistisk dataintegration

$$\rho_{tot}(\mathbf{m}) = \rho(\mathbf{m}|I_1) * \rho(\mathbf{m}|I_2)$$

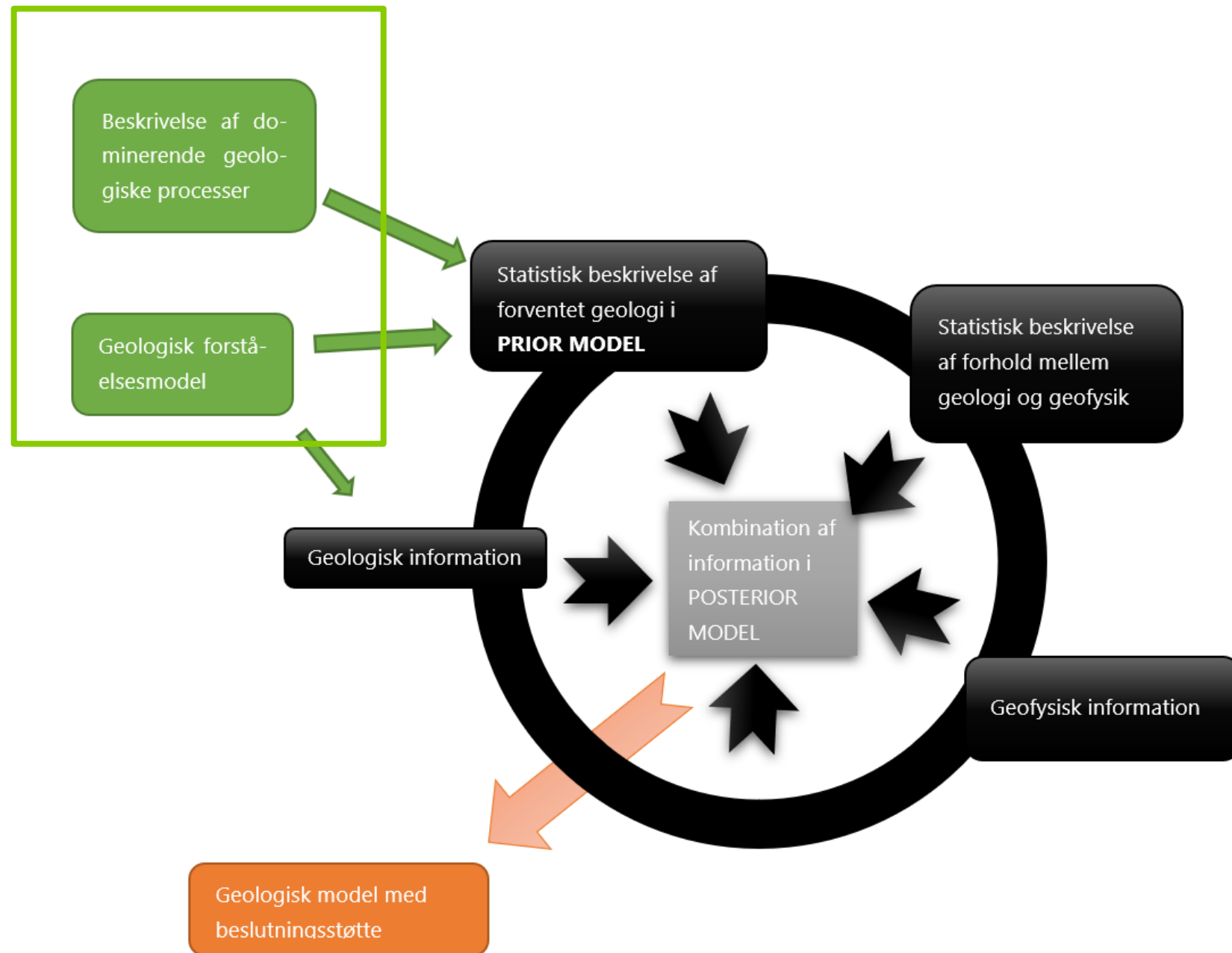
$$\rho_{tot}(\mathbf{m}) = \rho(\mathbf{m}|I_1) * \rho(\mathbf{m}|I_2) * \dots * \rho(\mathbf{m}|I_N)$$



Principskitse



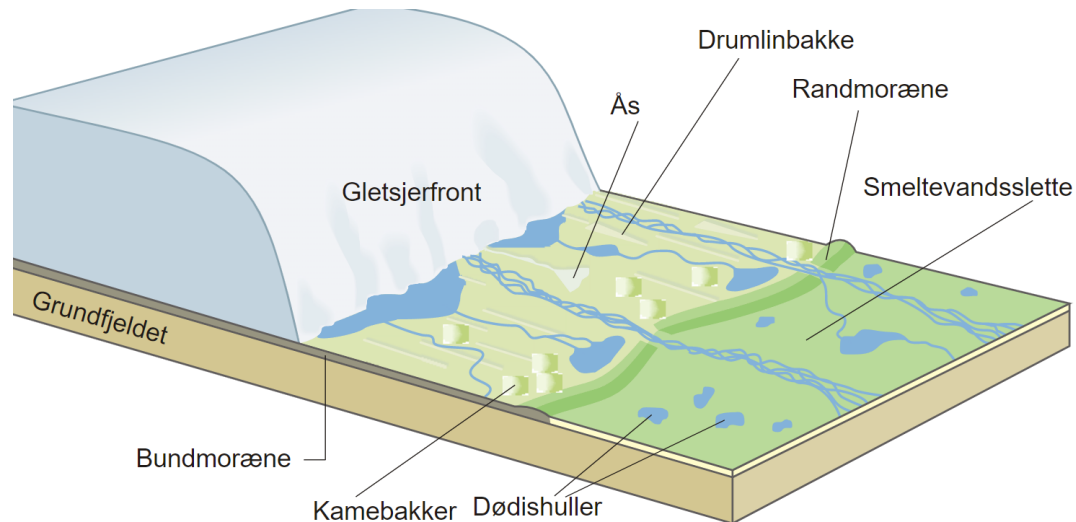
Principskitse



Geologisk ramme

Kvartær:

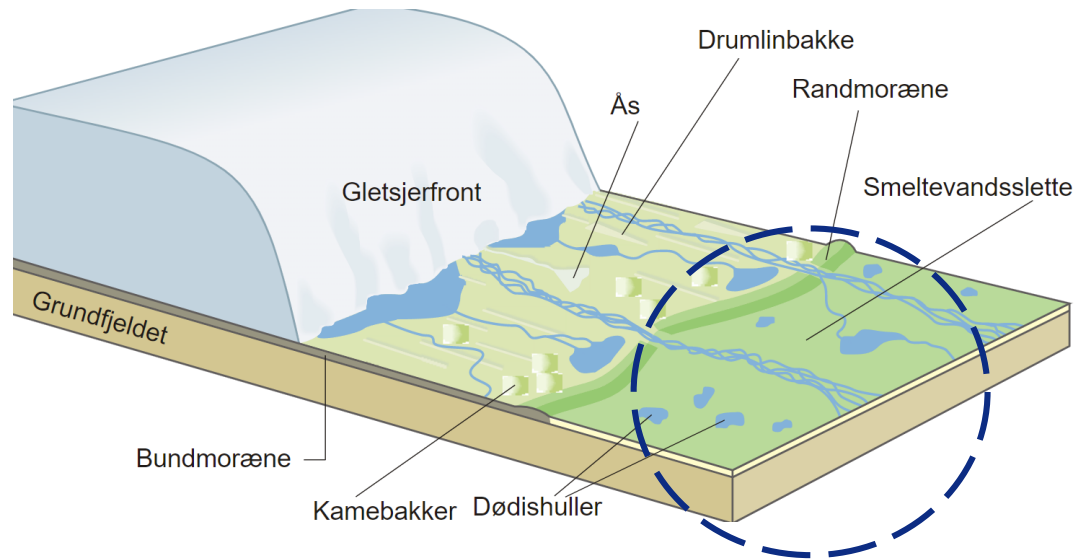
- Primært smeltevandssand aflejret på proglaciale smeltevandssletter.
- Pletvise moræneaflejringer
- Yngre ferskvandssedimenter
- Begravet dal



Geologisk ramme

Kvartær:

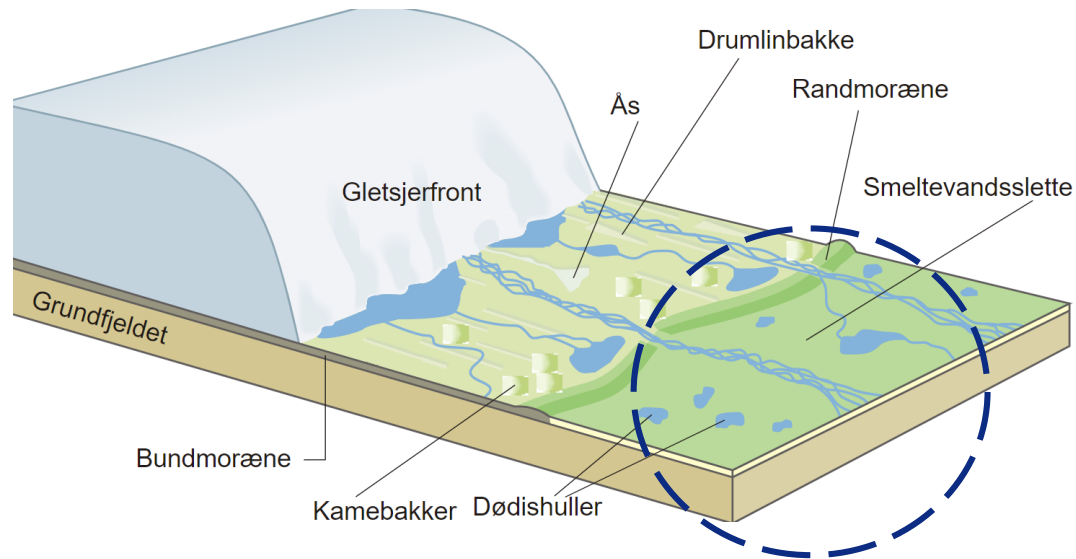
- Primært smeltevandssand aflejret på proglaciale smeltevandssletter.
- Pletvise moræneaflejringer
- Yngre ferskvandssedimenter
- Begravet dal



Geologisk ramme

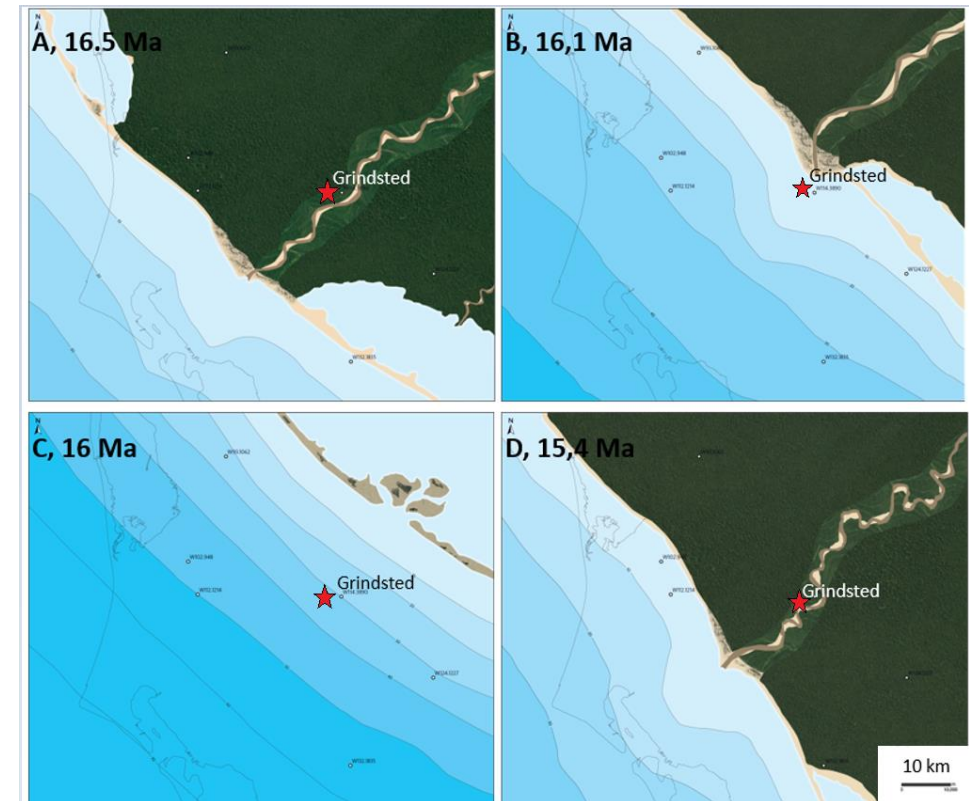
Kvartær:

- Primært smeltevandssand aflejret på proglaciale smeltevandssletter.
- Pletvise moræneaflejringer
- Yngre ferskvandssedimenter
- Begravet dal

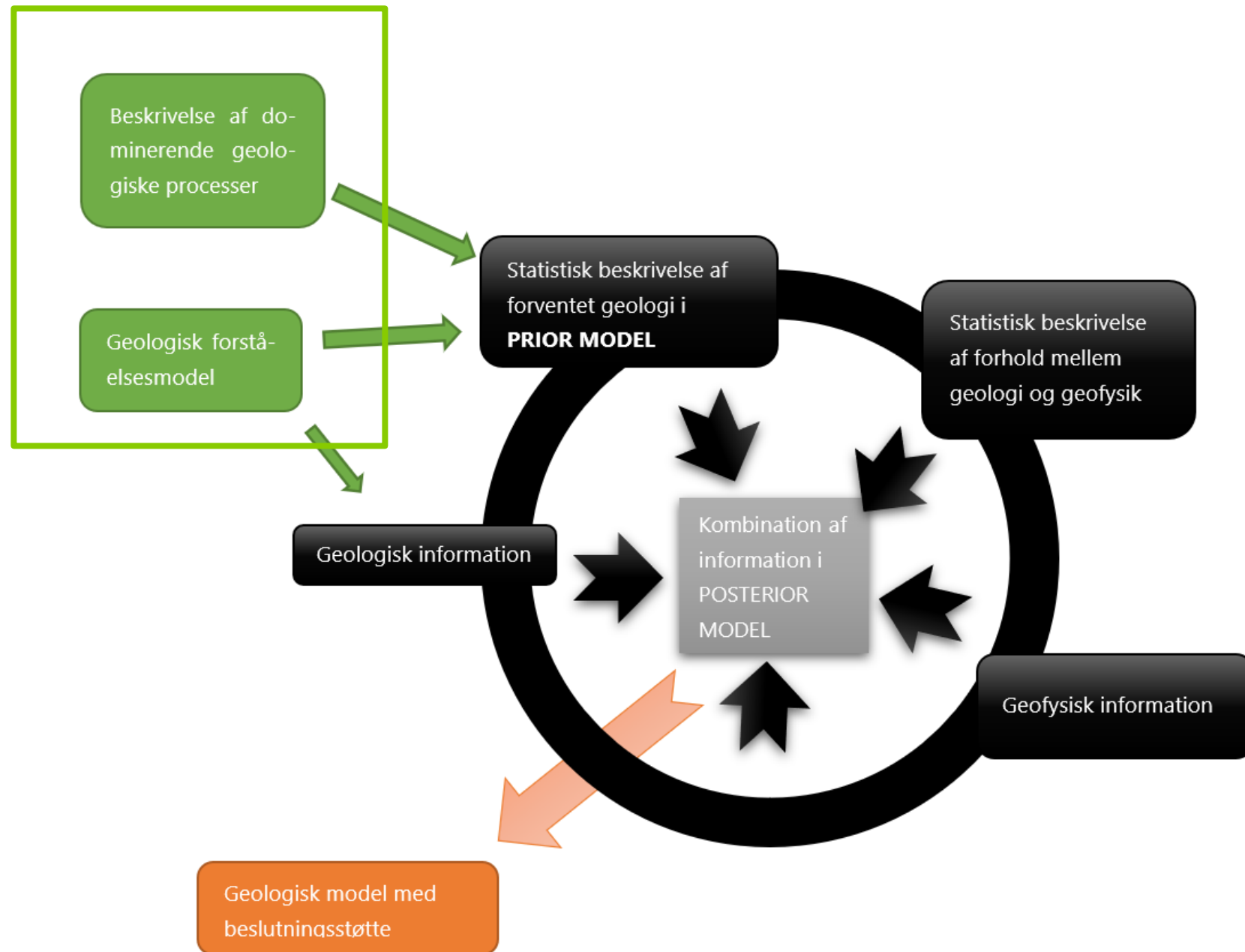


Miocæn:

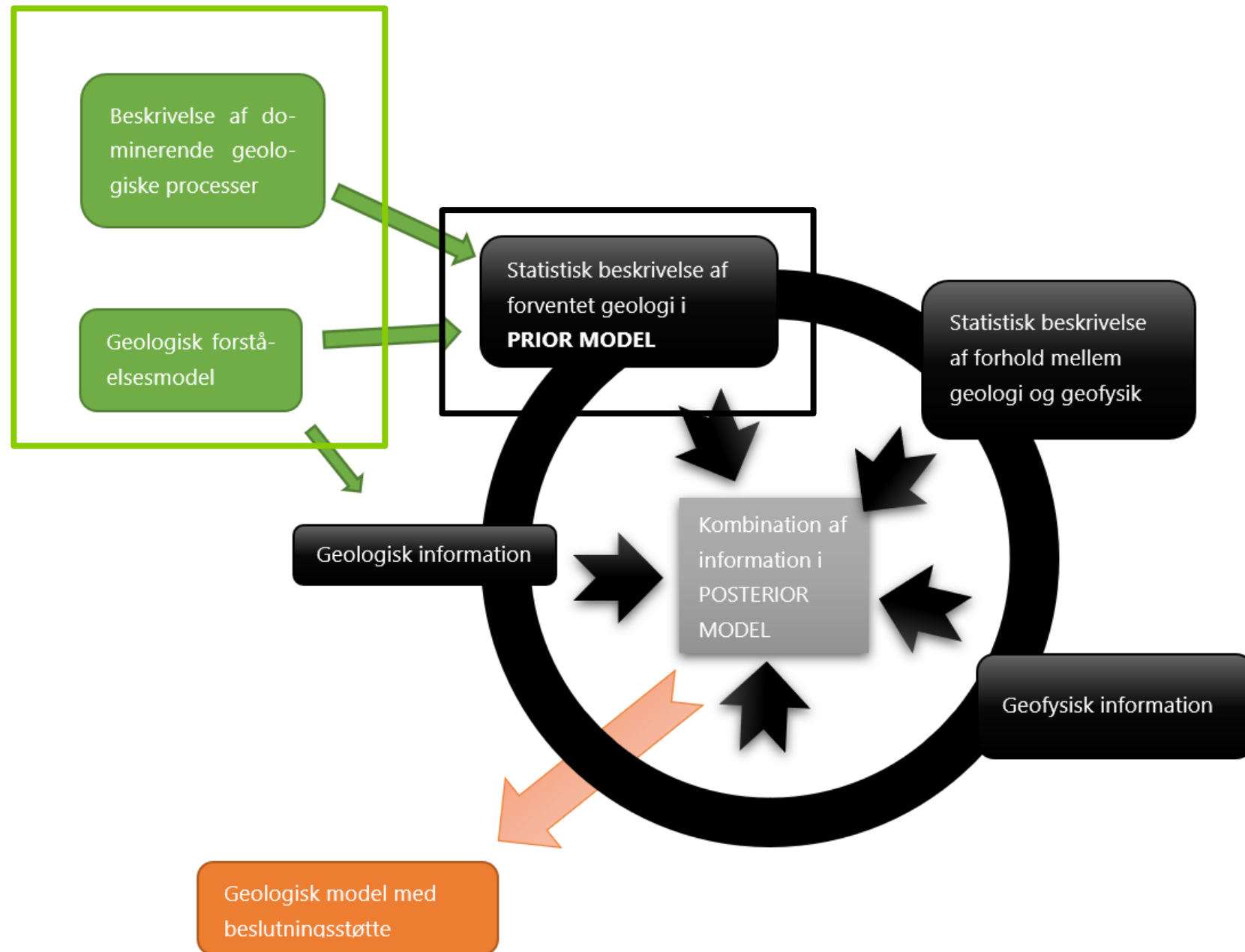
- Aflejringsmønstre styret af globale havspejlsændringer
- 2 overordnede sekvenser
 - offshore → strandplansafsætninger og flodkanalsedimenter



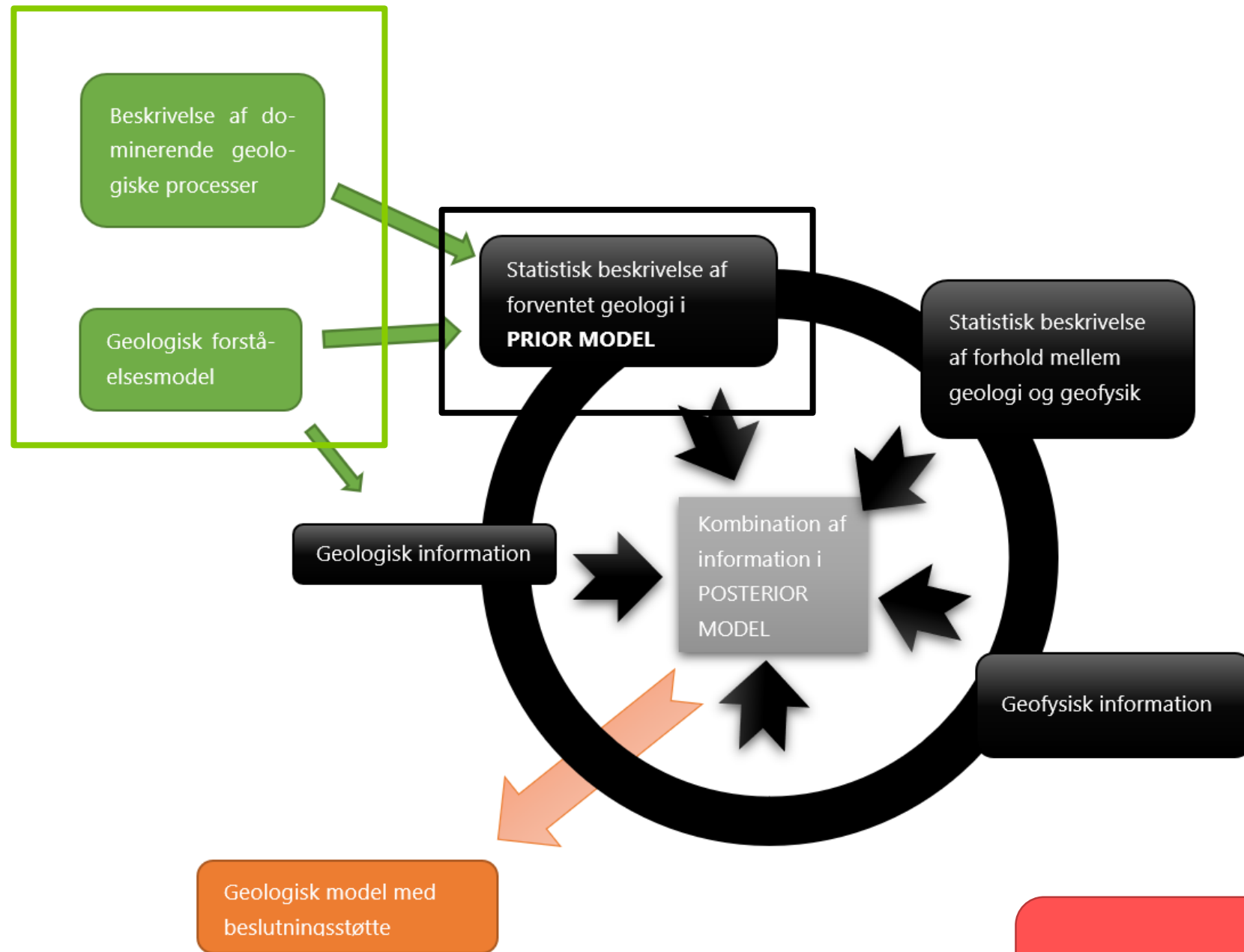
Principskitse



Principskitse

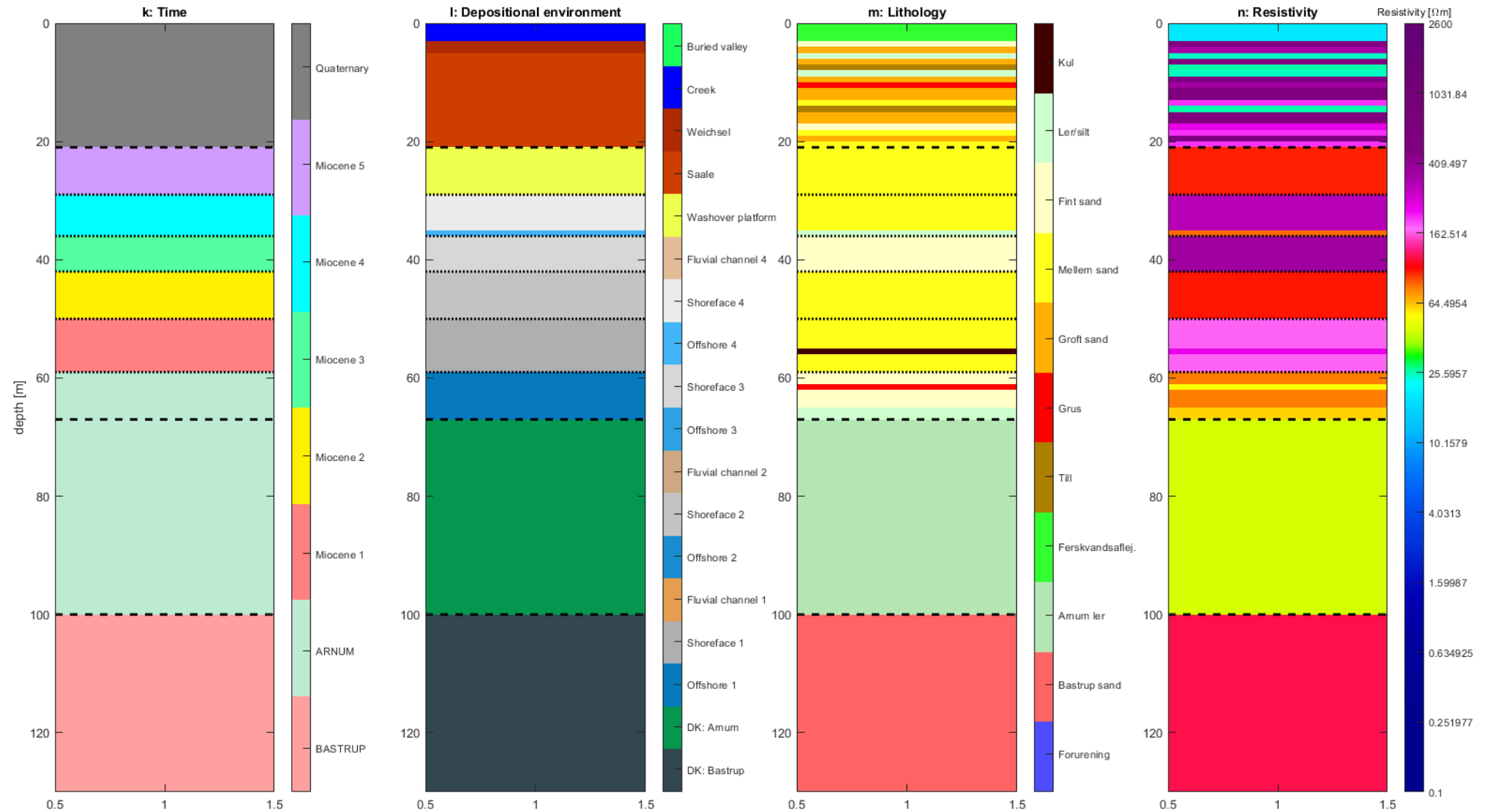


Principskitse

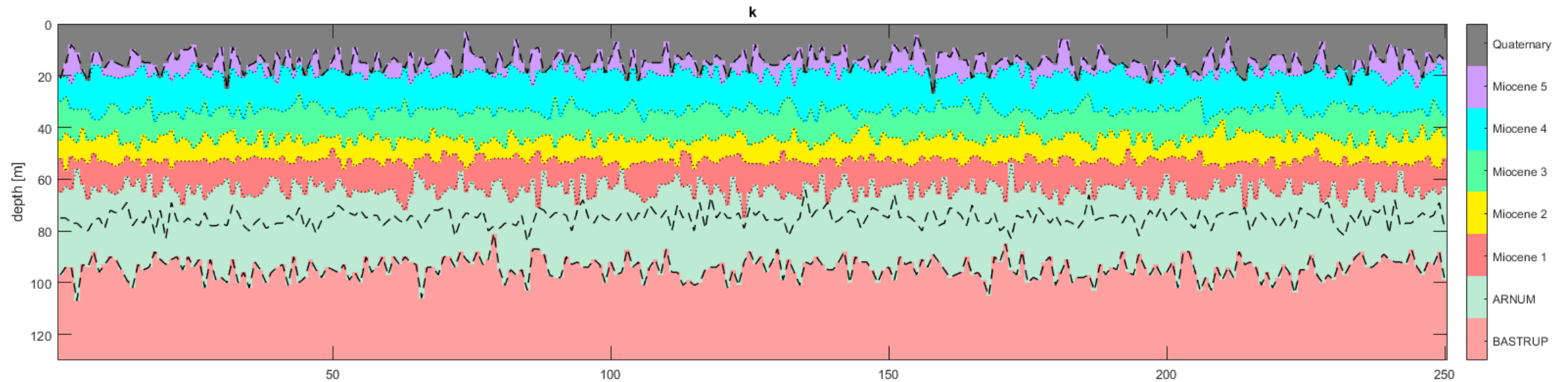


Majken

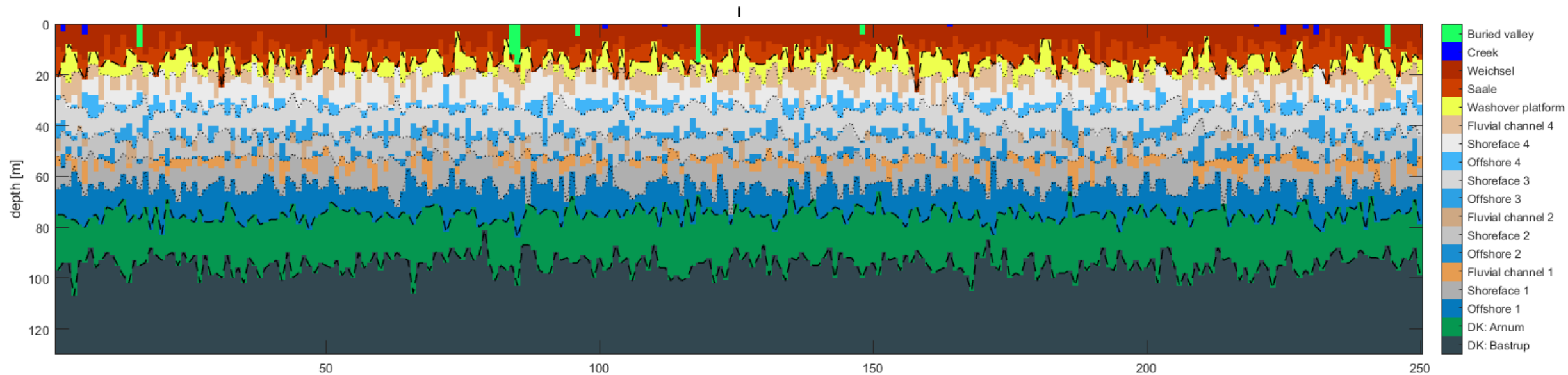
Kvantificeret (/oversat) viden



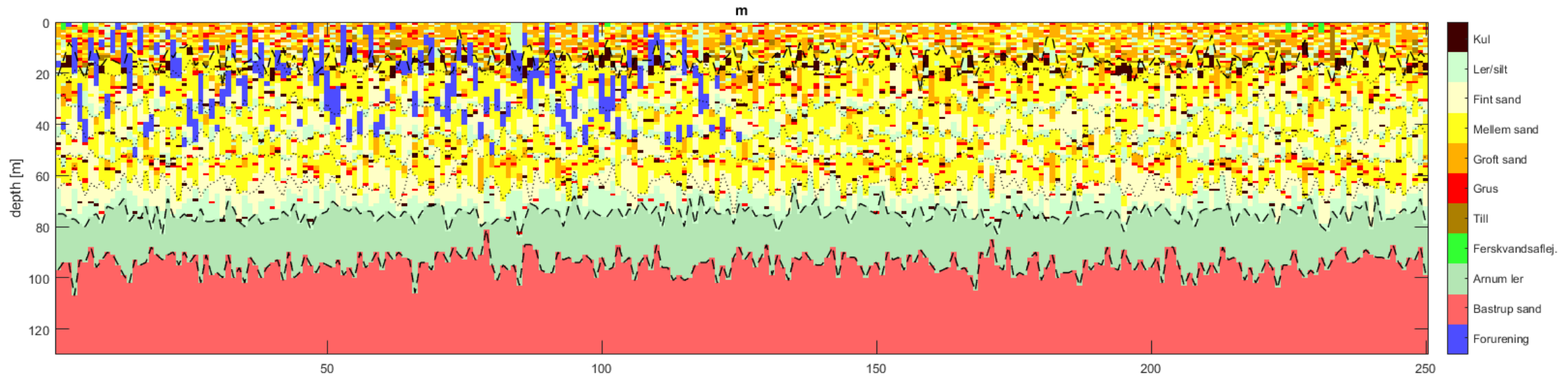
1D Prior - Tider



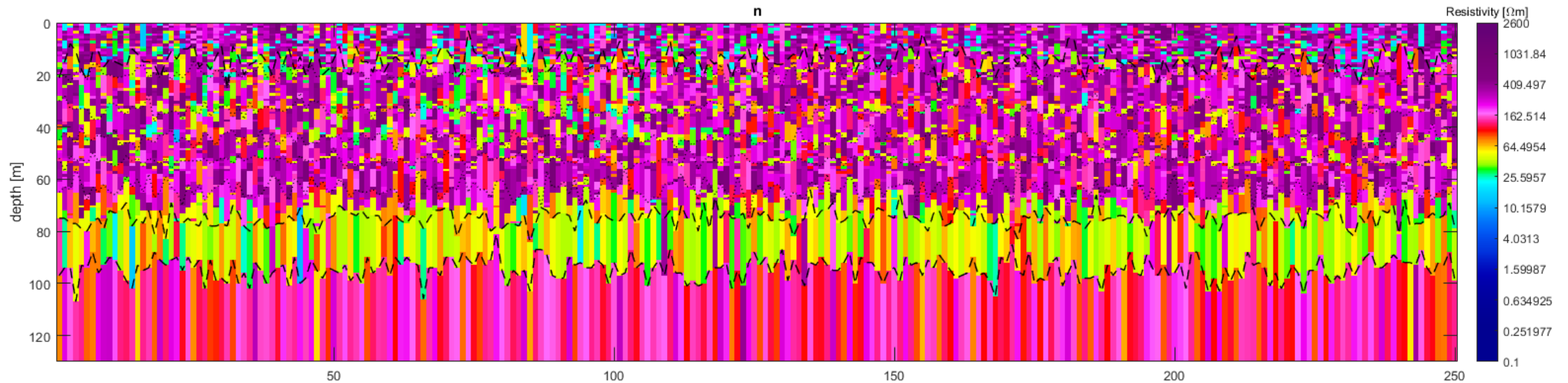
1D Prior - Miljøer



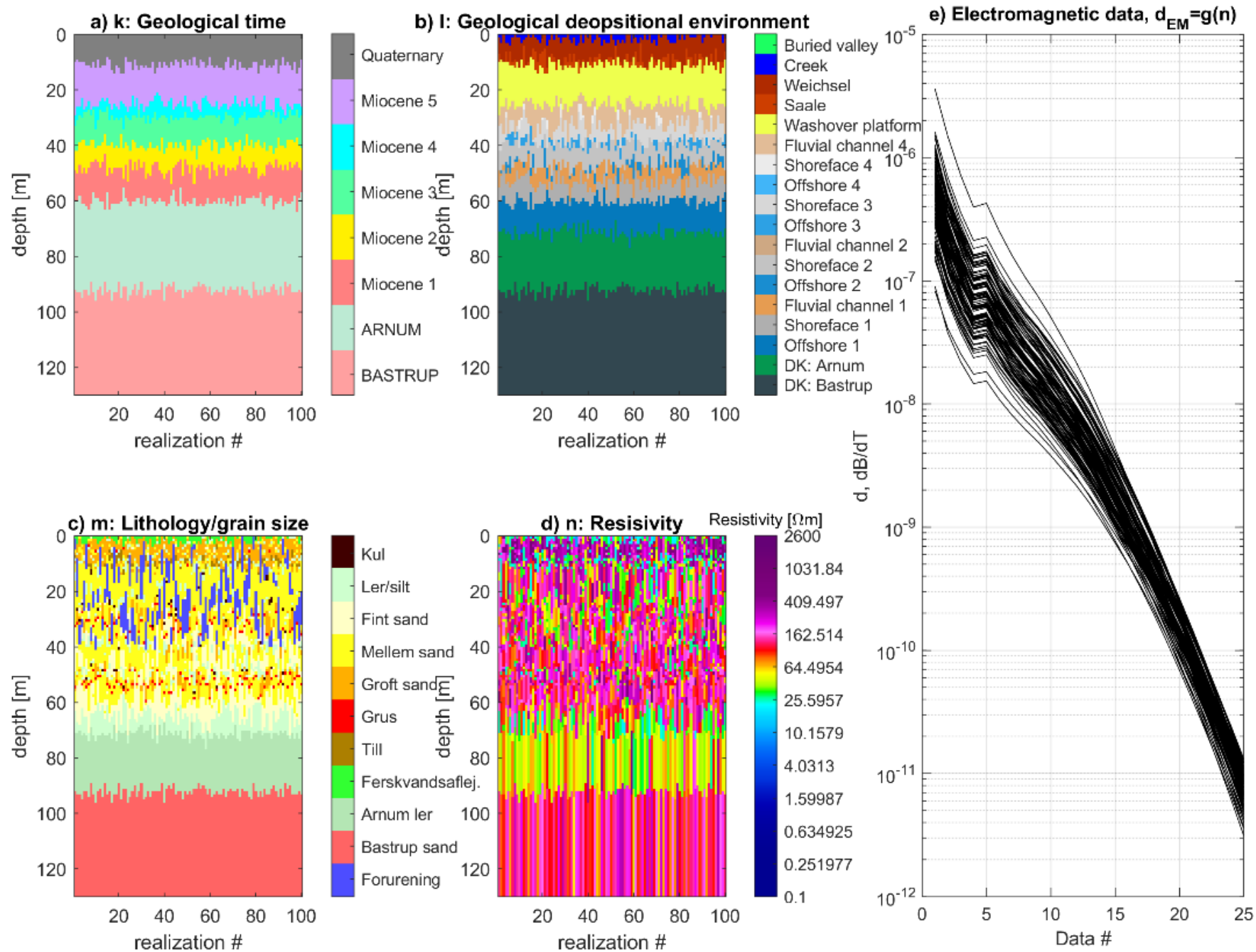
1D Prior – Sedimenter



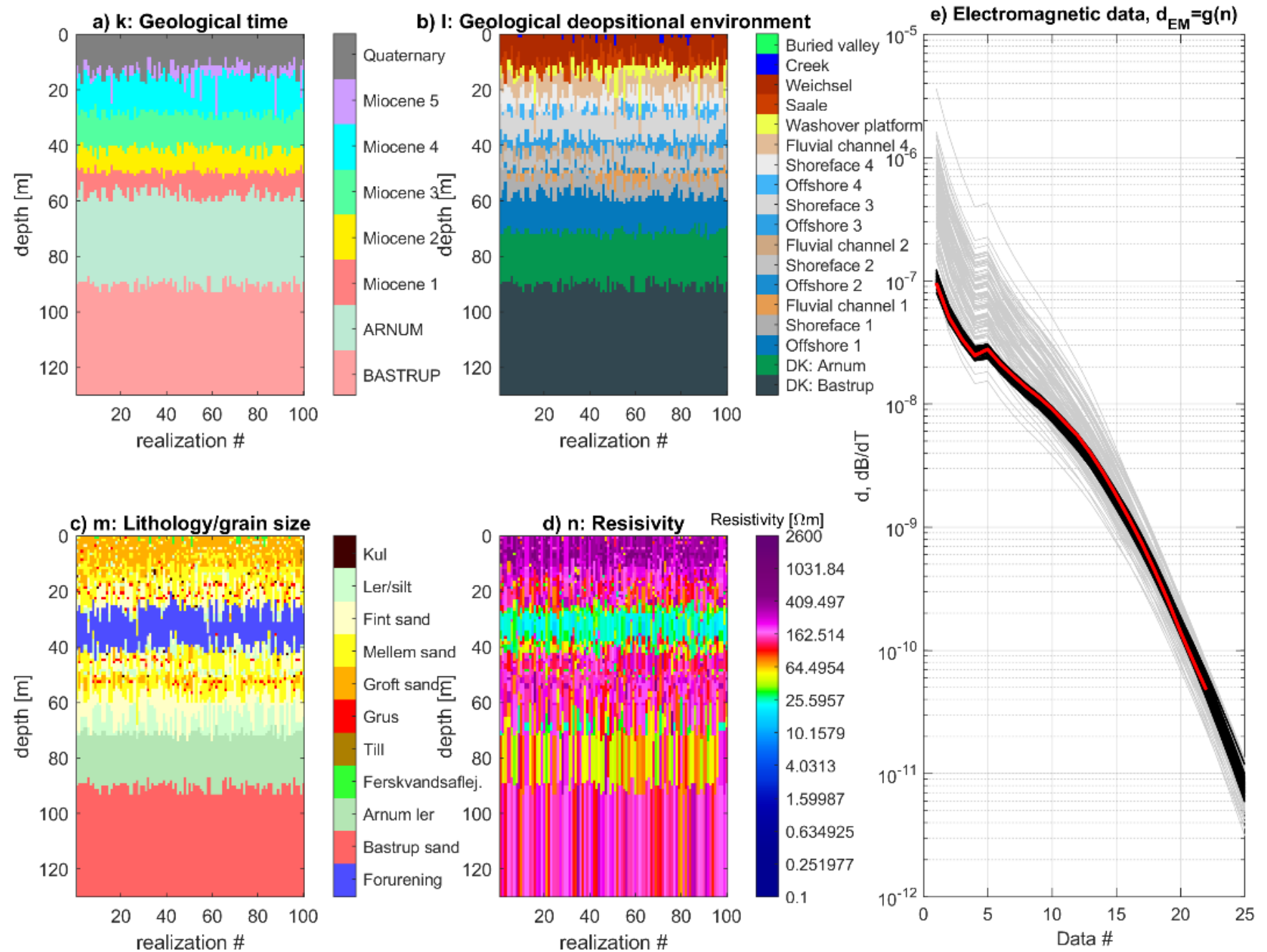
1D Prior – Resistiviteter



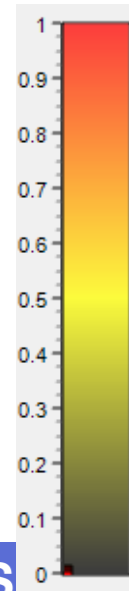
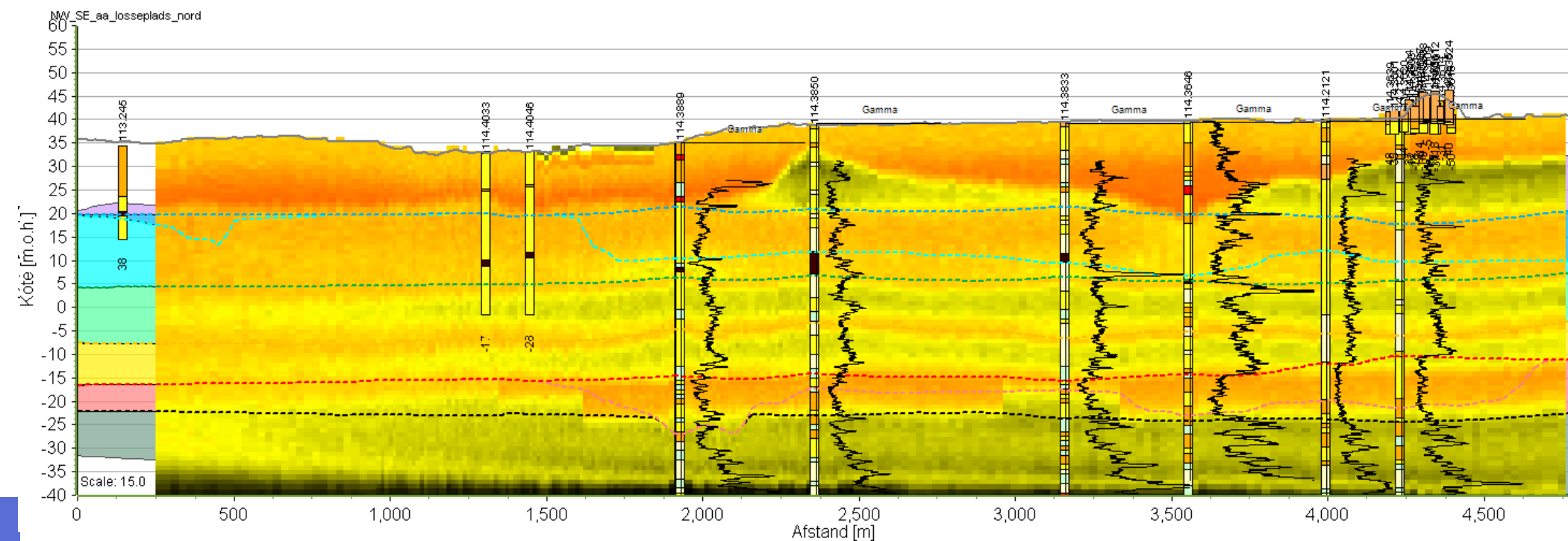
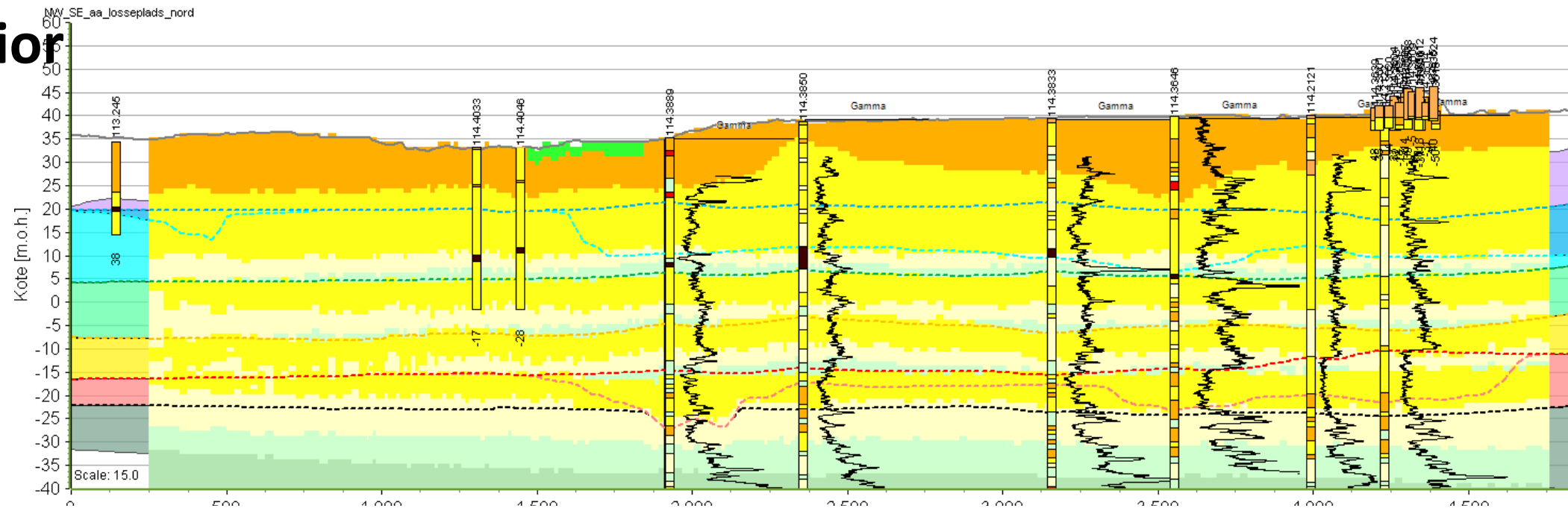
Prior + Forward



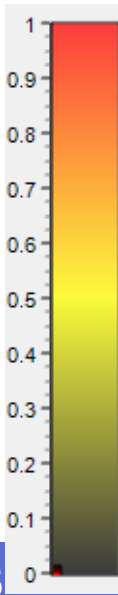
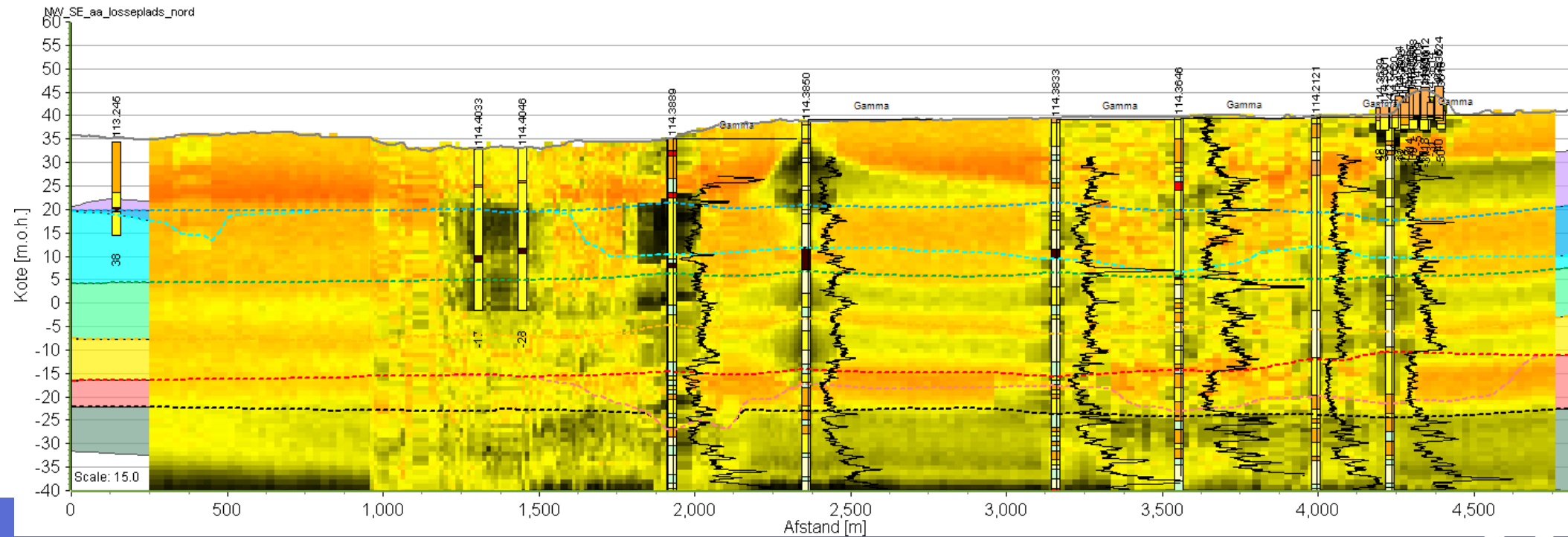
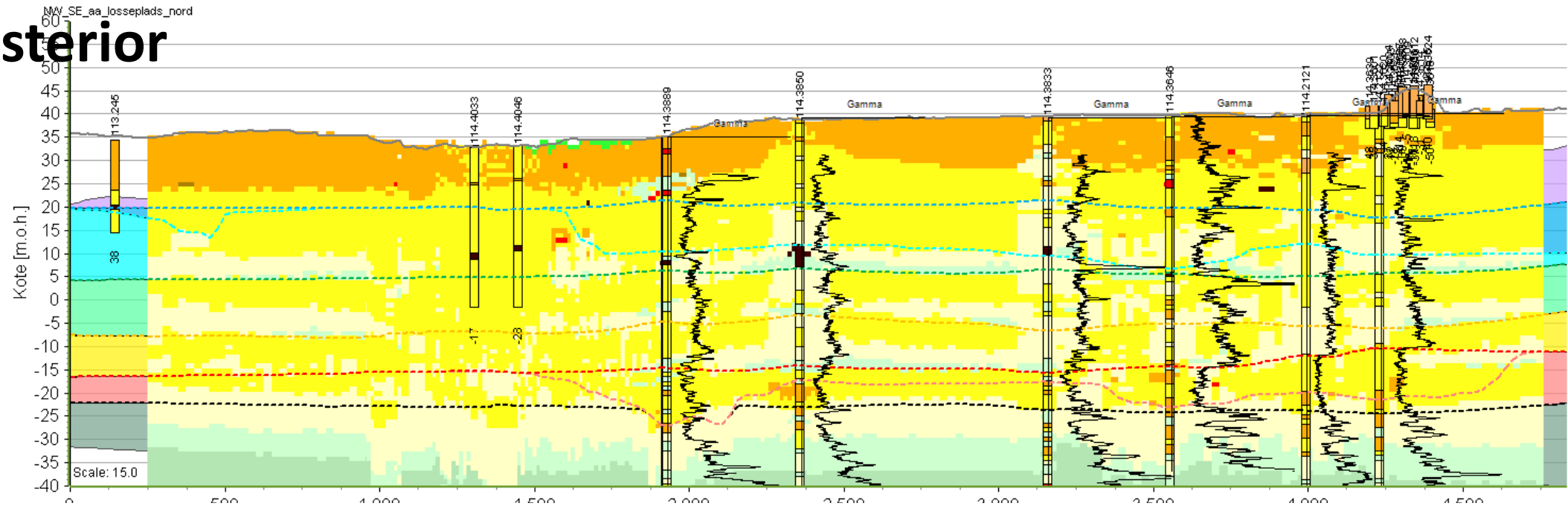
Posterior ("Filtreret prior")



Prior

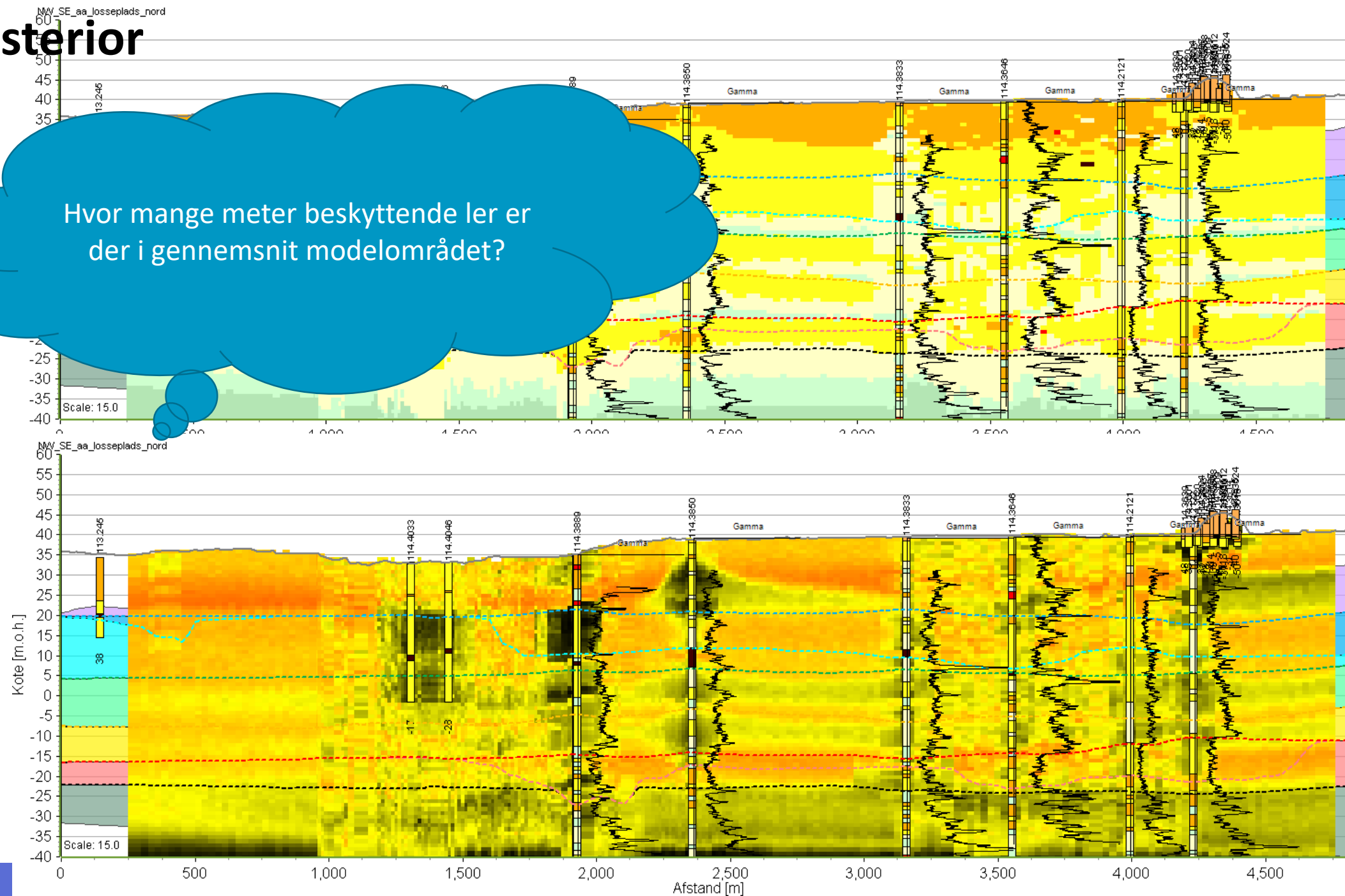


Posterior



Posterior

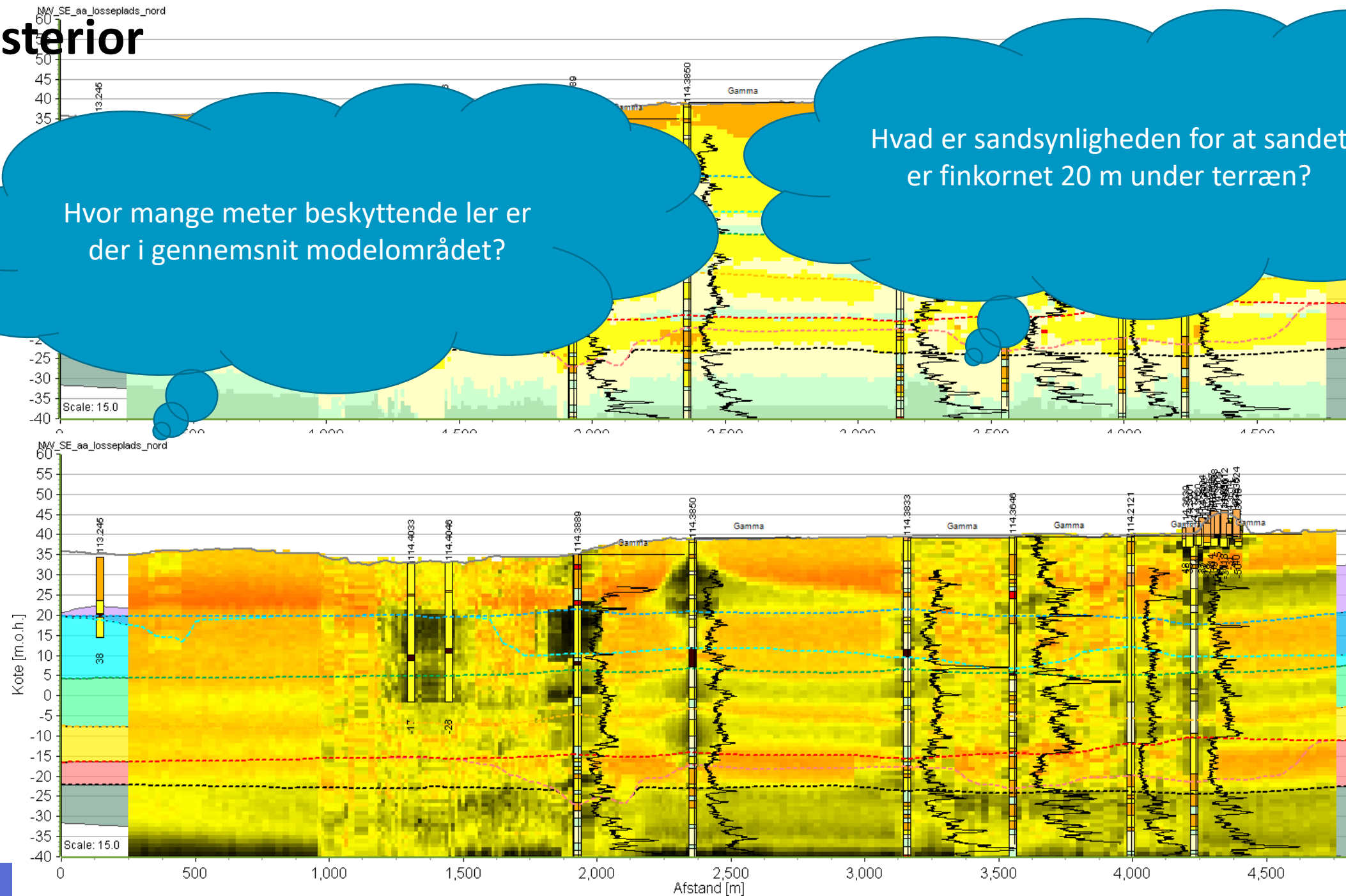
Hvor mange meter beskyttende ler er der i gennemsnit modelområdet?



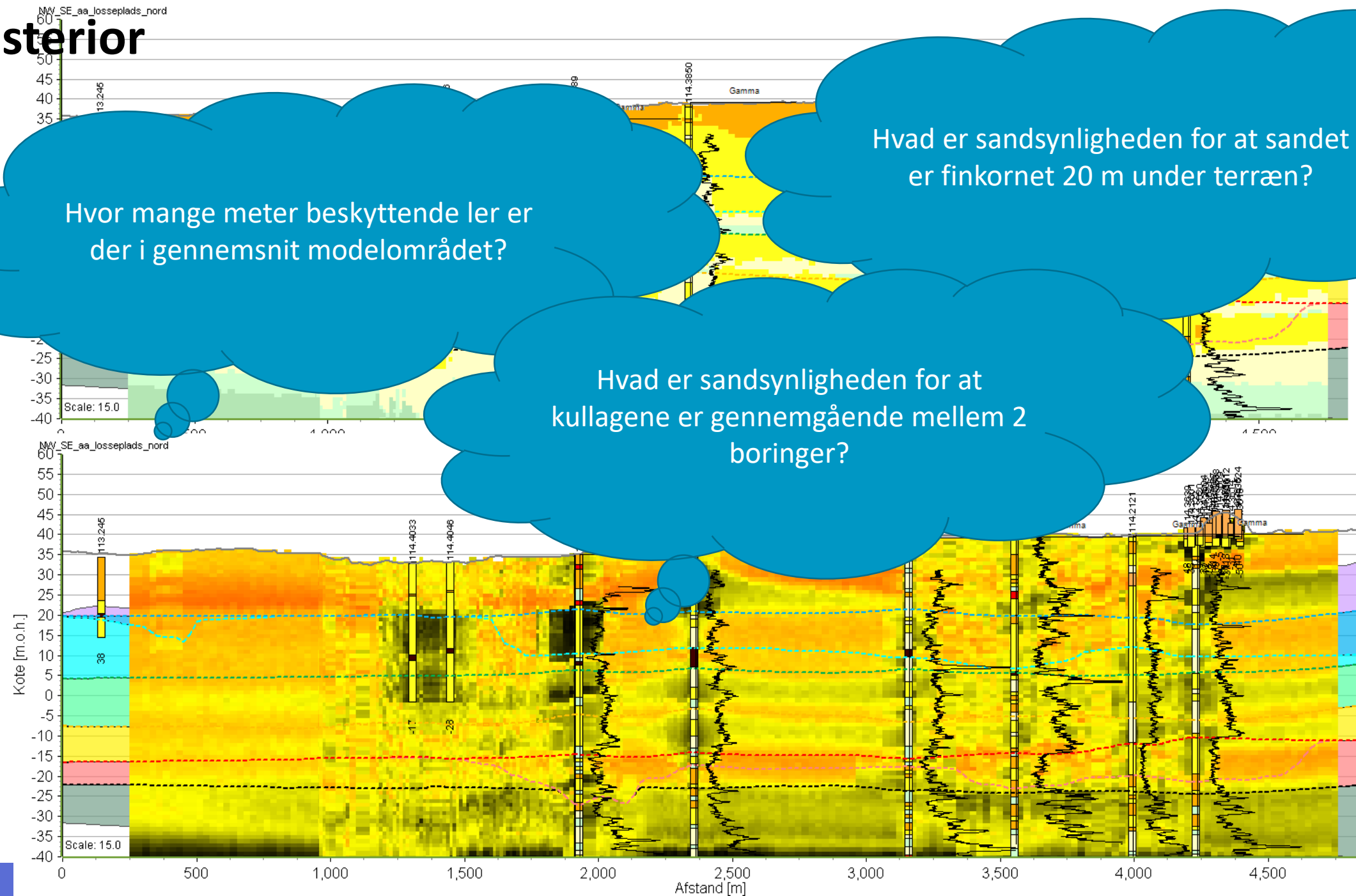
Posterior

Hvor mange meter beskyttende ler er der i gennemsnit modelområdet?

Hvad er sandsynligheden for at sandet er finkornet 20 m under terræn?



Posterior

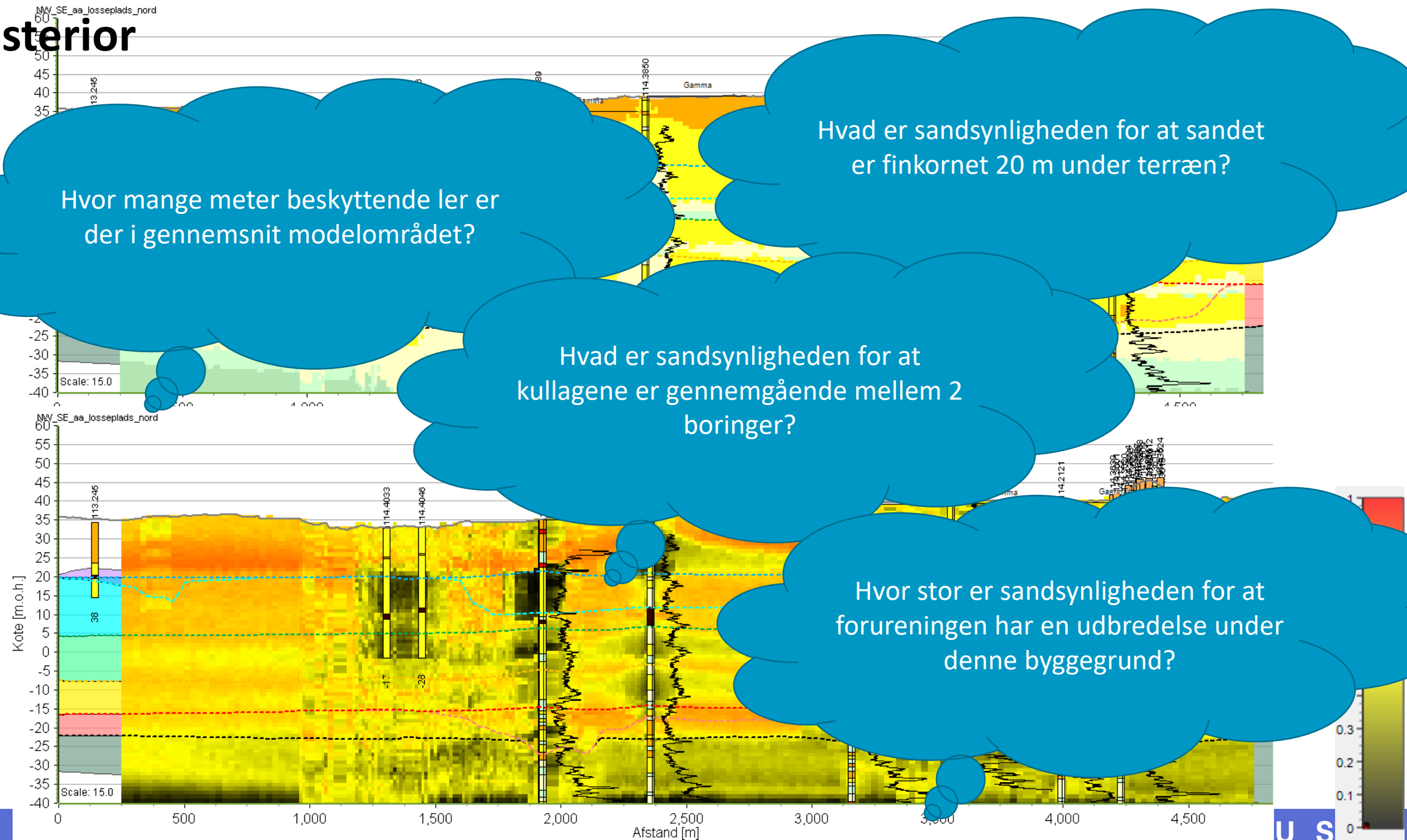


Hvor mange meter beskyttende ler er der i gennemsnit modelområdet?

Hvad er sandsynligheden for at sandet er finkornet 20 m under terræn?

Hvad er sandsynligheden for at kullagene er gennemgående mellem 2 boreriger?

Posterior



Posterior

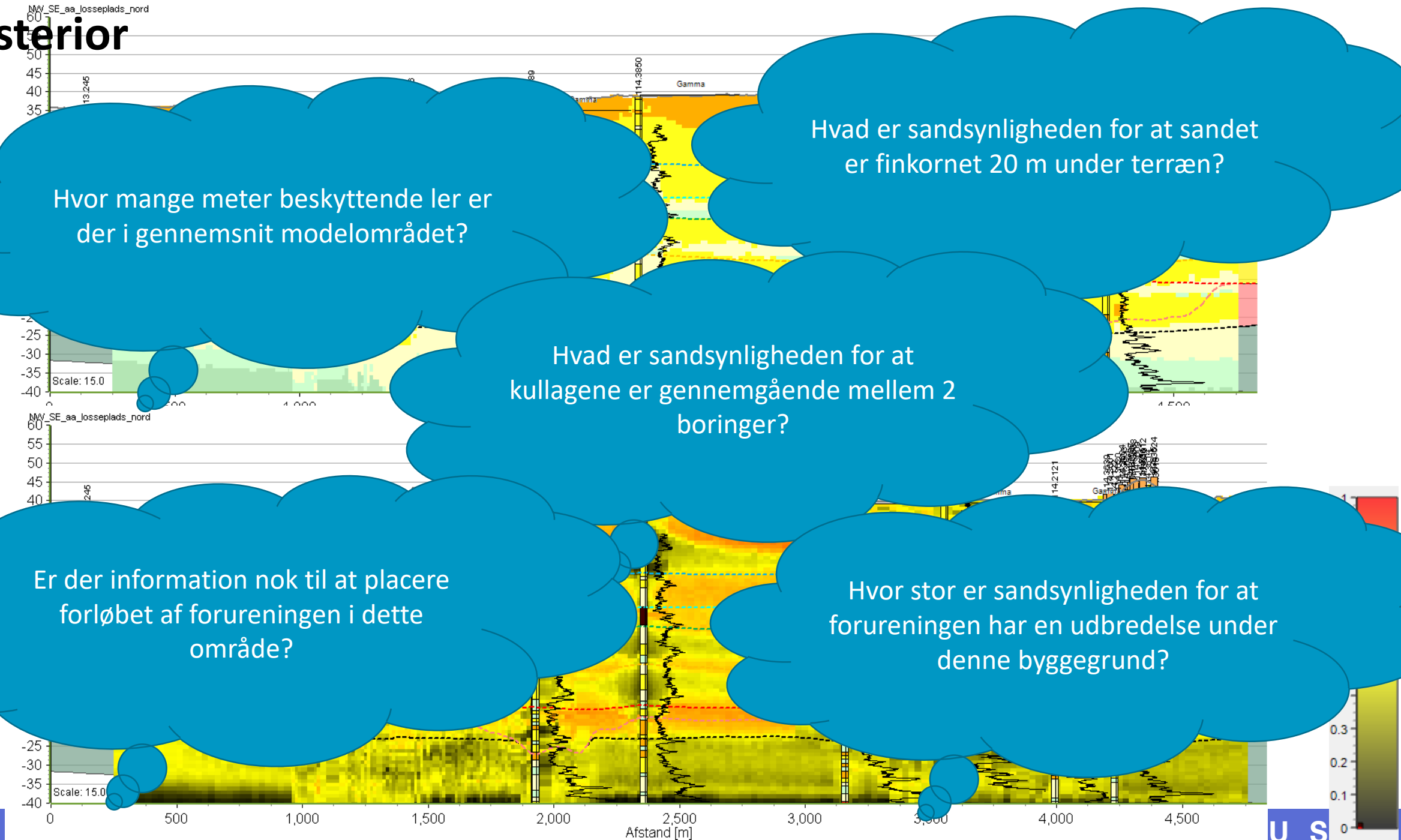
Hvor mange meter beskyttende ler er der i gennemsnit modelområdet?

Hvad er sandsynligheden for at sandet er finkornet 20 m under terræn?

Hvad er sandsynligheden for at kullagene er gennemgående mellem 2 borer?

Er der information nok til at placere forløbet af forureningen i dette område?

Hvor stor er sandsynligheden for at forureningen har en udbredelse under denne byggegrund?



Posterior

Hvor mange meter beskyttende ler er der i gennemsnit modelområdet?

Hvad er sandsynligheden for at sandet er finkornet 20 m under terræn?

Hvad er sandsynligheden for at kullagene er gennemgående mellem 2 borer?

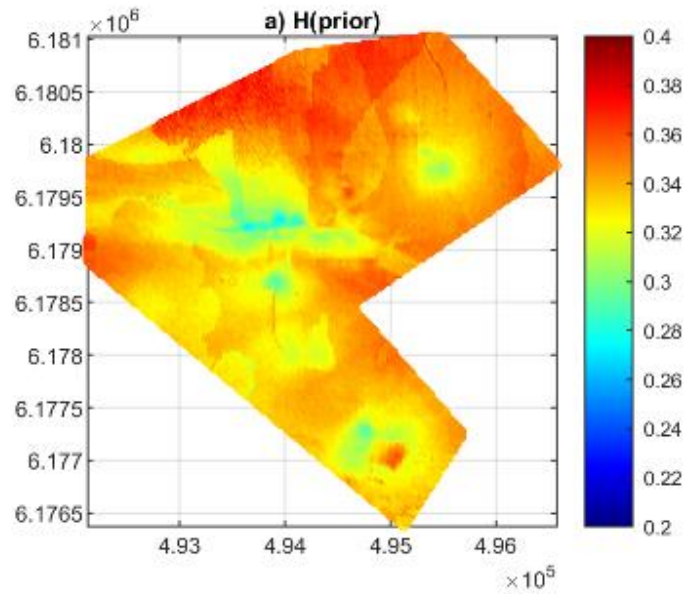
Er der information nok til at placere forløbet af forureningen i dette område?

Hvor stor er sandsynligheden for at forureningen har en udbredelse under denne byggegrund?

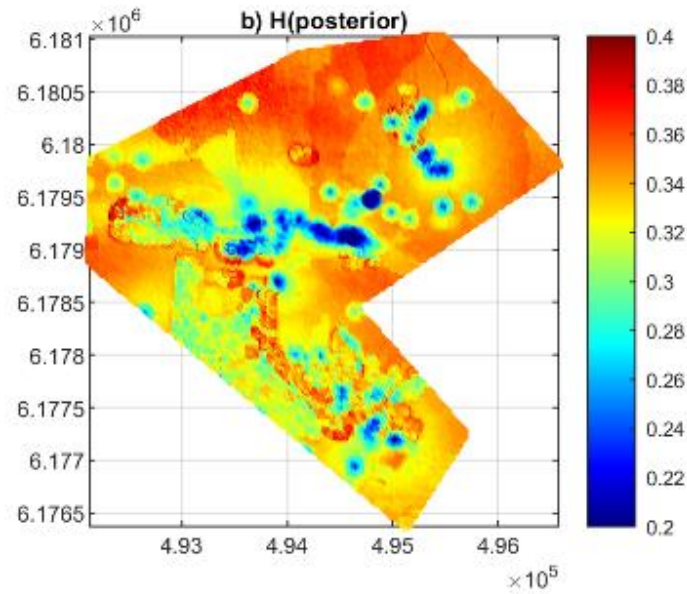
Mathias

Opdatering af information

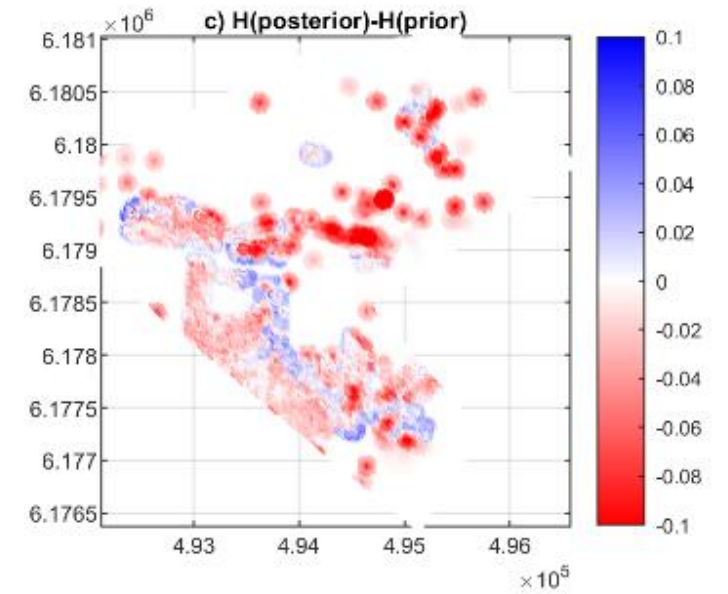
Prior



Posterior

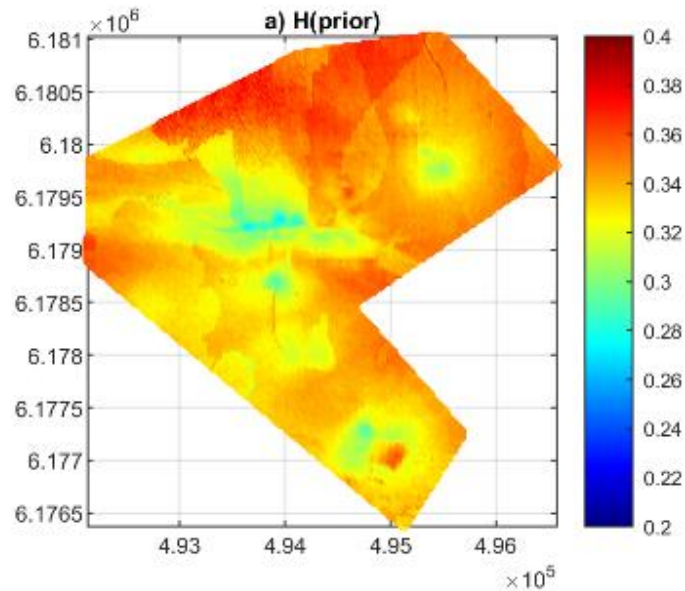


Difference

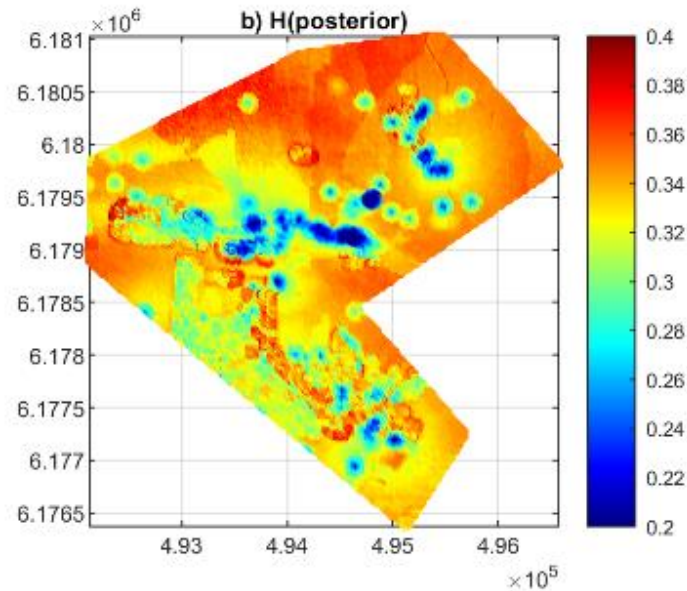


Opdatering af information

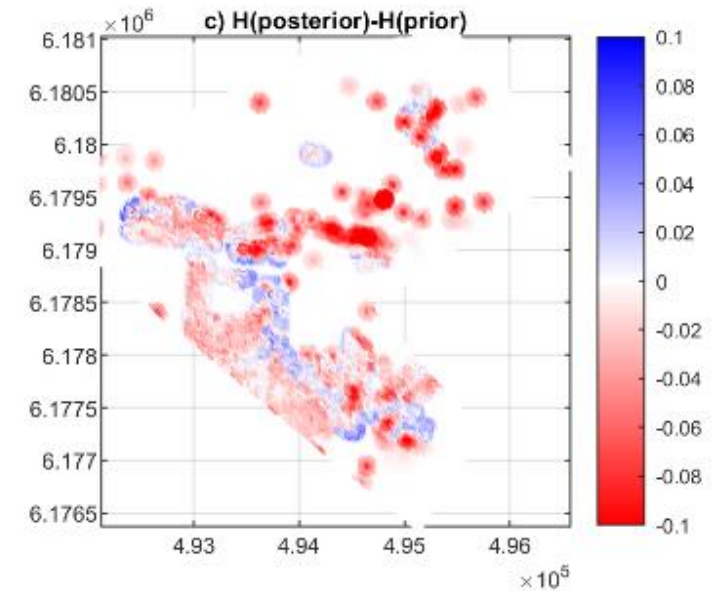
Prior



Posterior



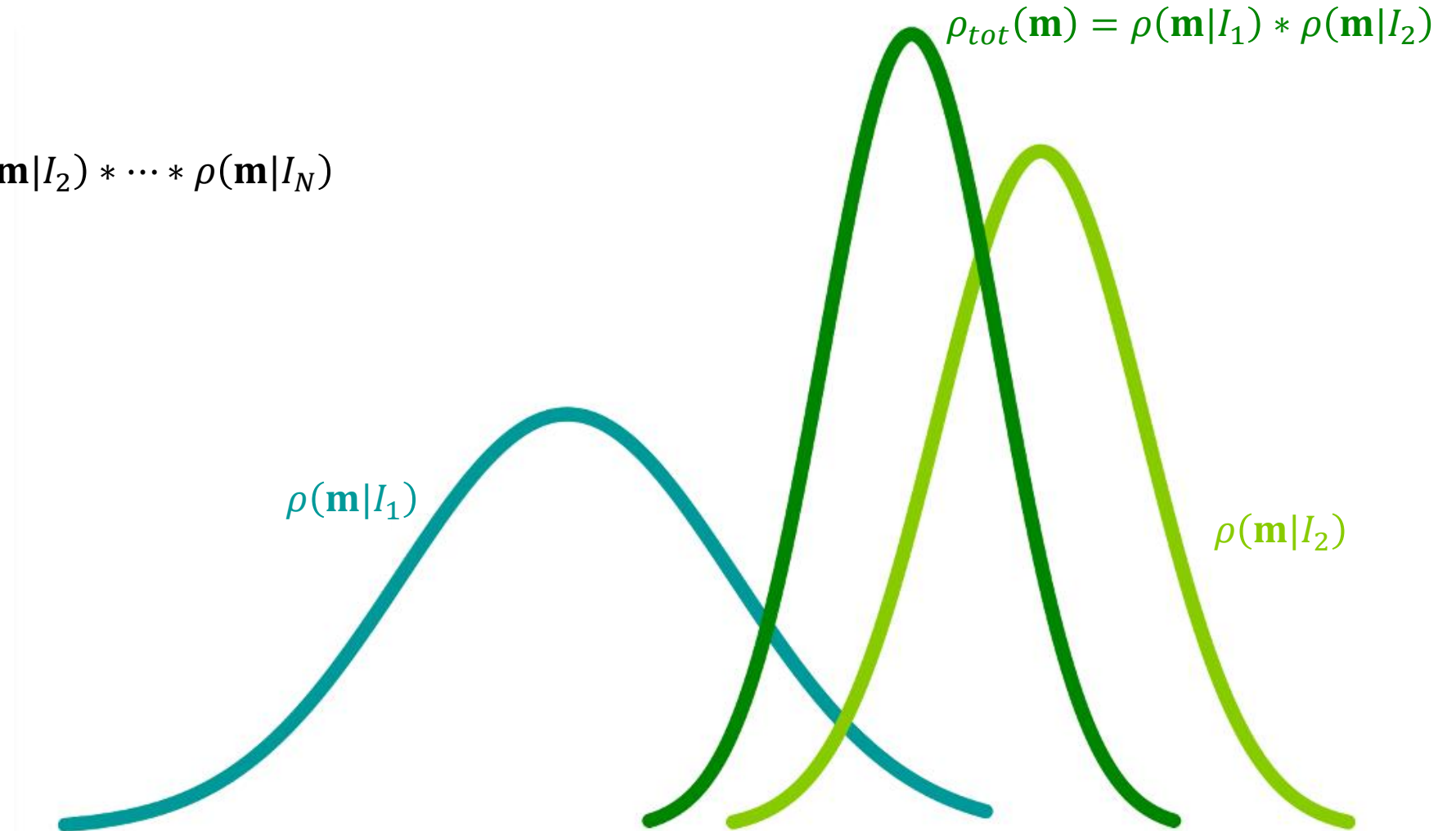
Difference



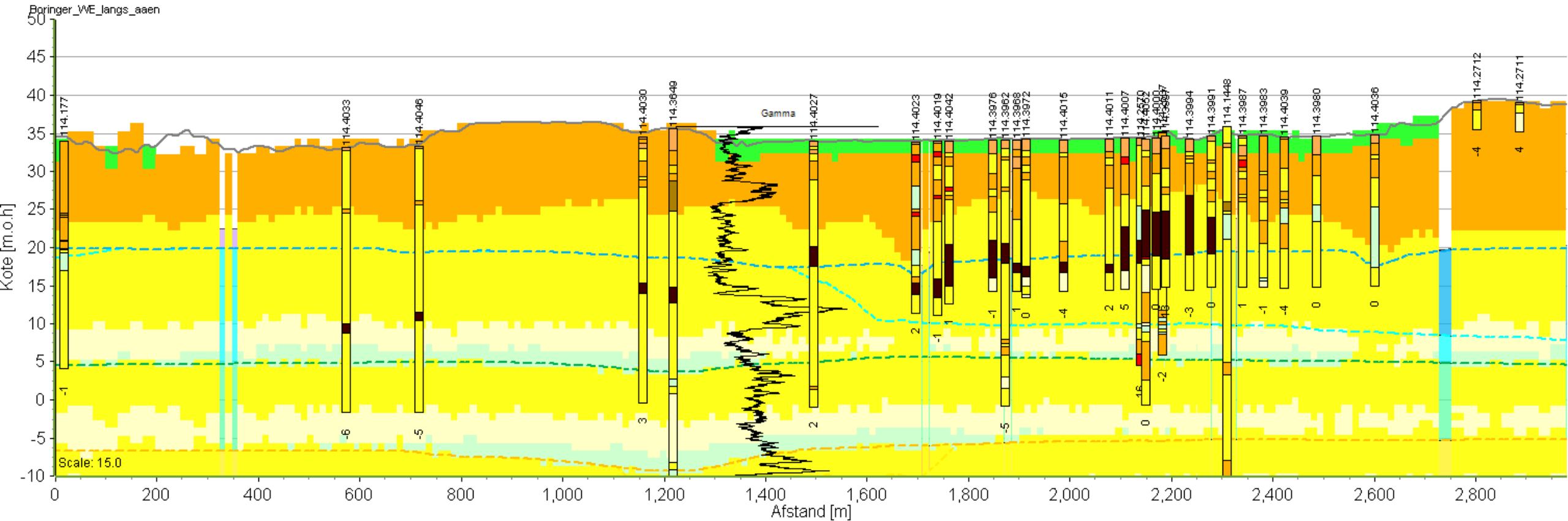
- Informationskilder for sikre?
 - Er vores geologiske forståelse komplet?
 - Er oversættelsen optimal?
 - Er der større datausikkerhed end vi forventer?

(Hvordan) kan man sikre at en tilpas stor usikkerhed bliver tilskrevet?

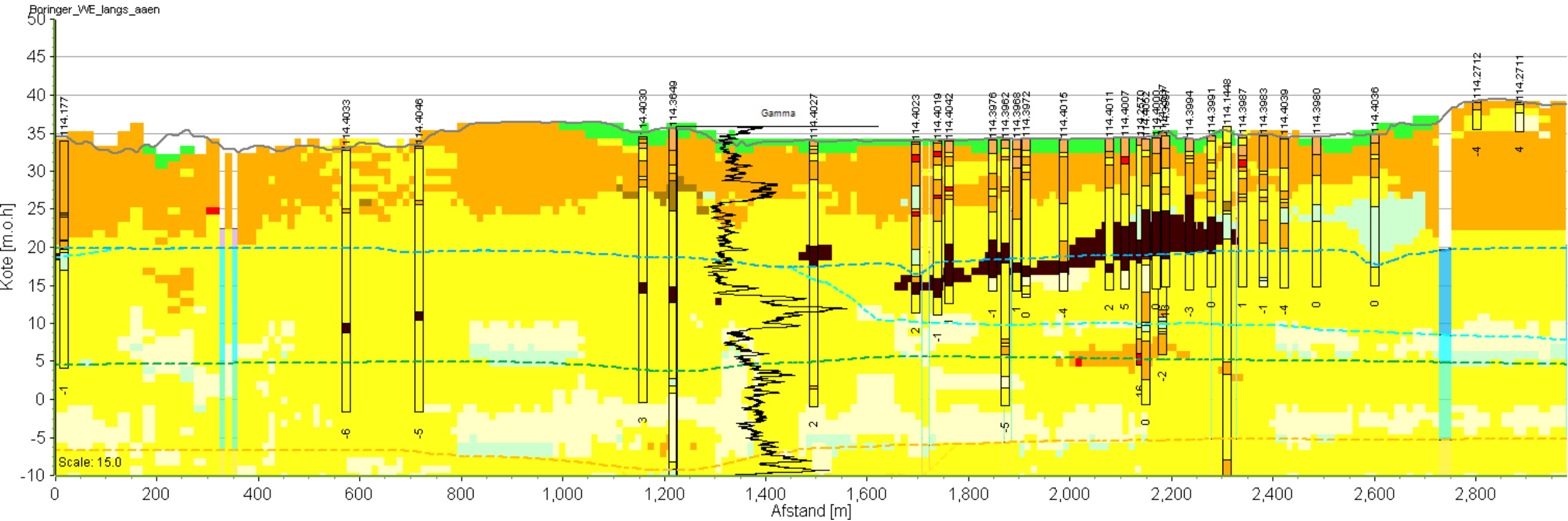
$$\rho_{tot}(\mathbf{m}) = \rho(\mathbf{m}|I_1) * \rho(\mathbf{m}|I_2) * \dots * \rho(\mathbf{m}|I_N)$$



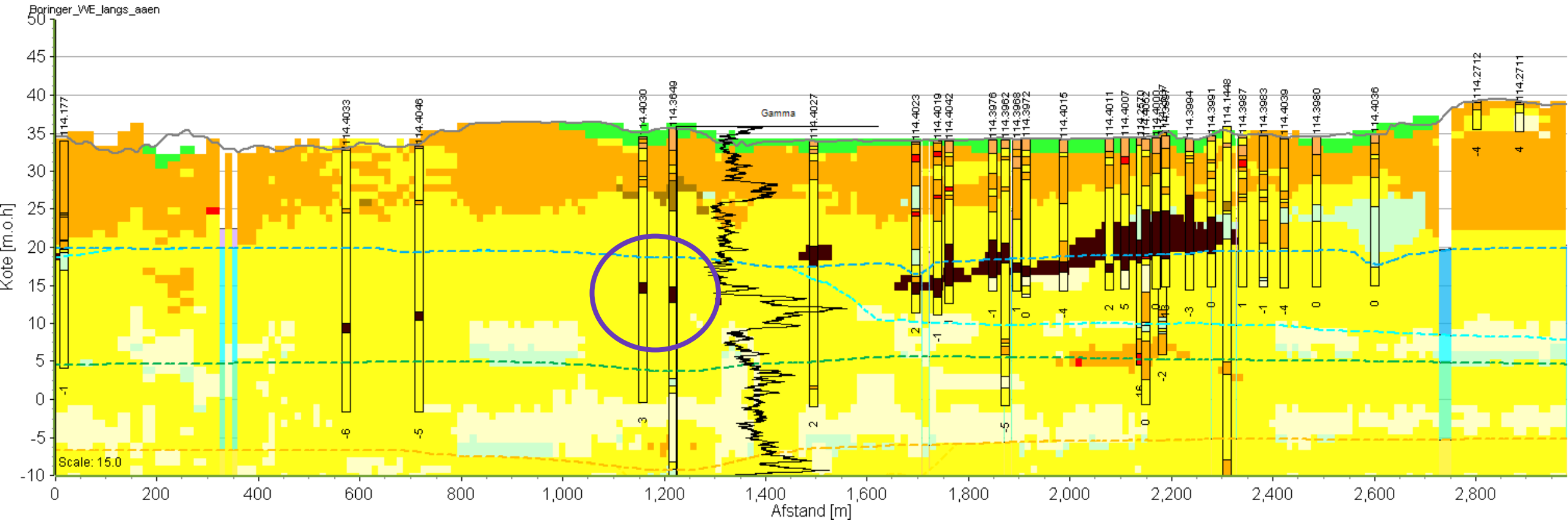
m-prior, mode



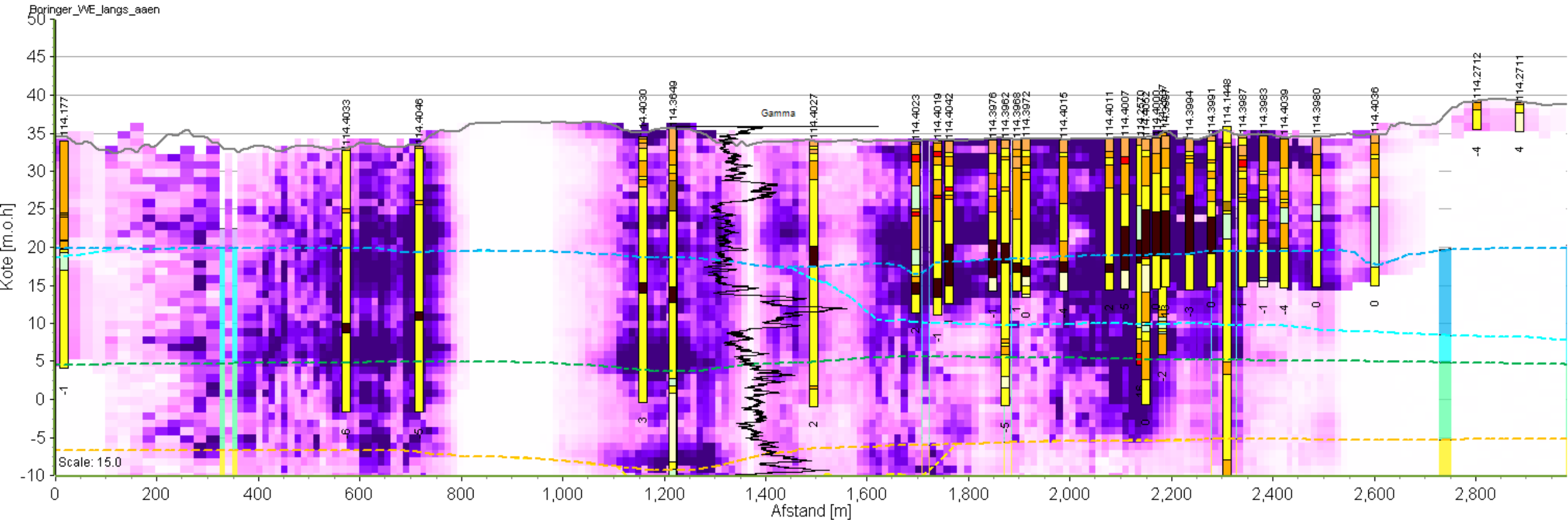
m-posterior, mode



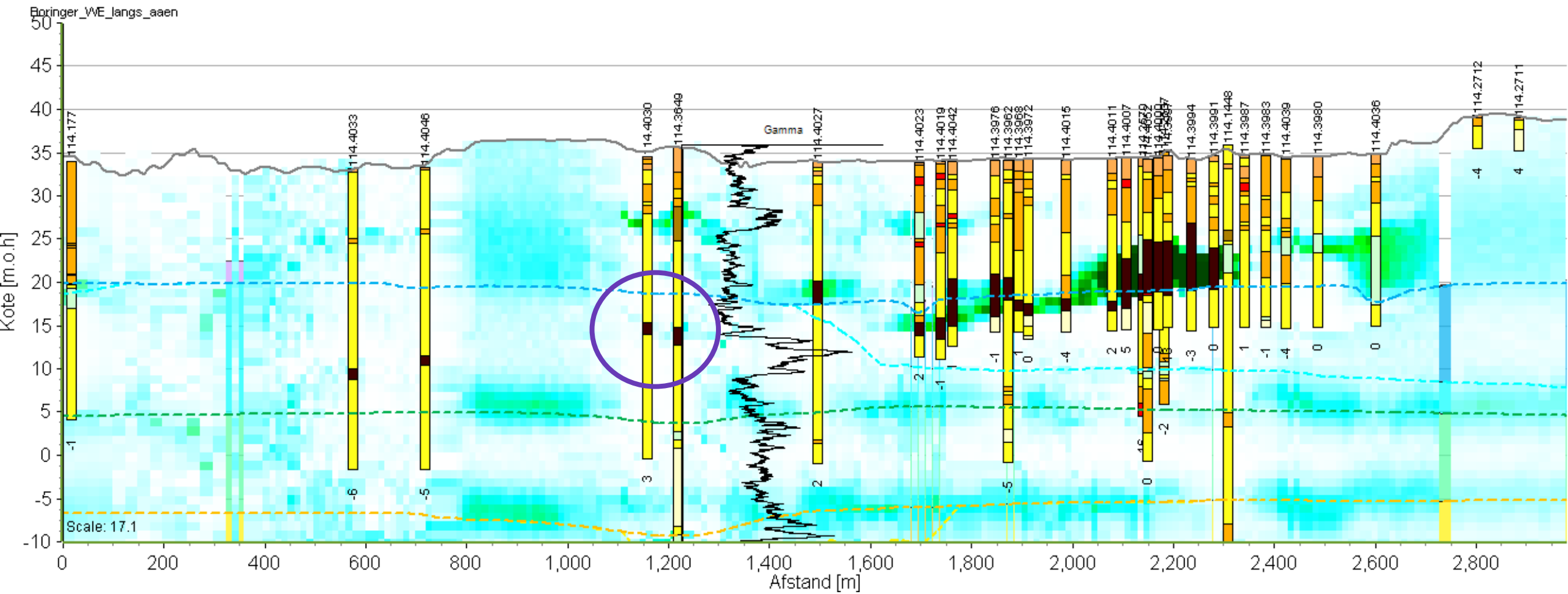
m-posterior, mode



Kullbach-Leibler difference



Sandsynlighed for finkornet sediment



Middelresistivitet

