

Geo

SUBSURFACE EXPERTISE

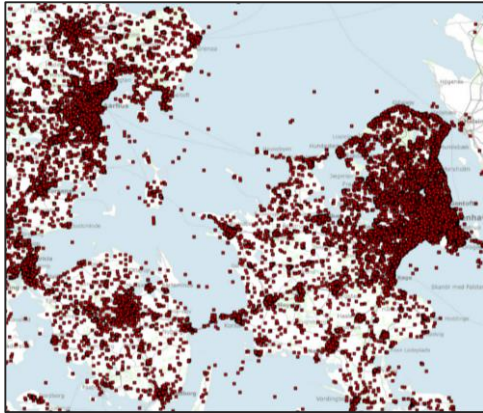
ATV Jord og Grundvand VINTERMØDET
5- 6. Marts 2024

Små digitale højopløselige geologiske 3D modeller med dynamisk udstilling af forureningsdata direkte på kort og tværsnit

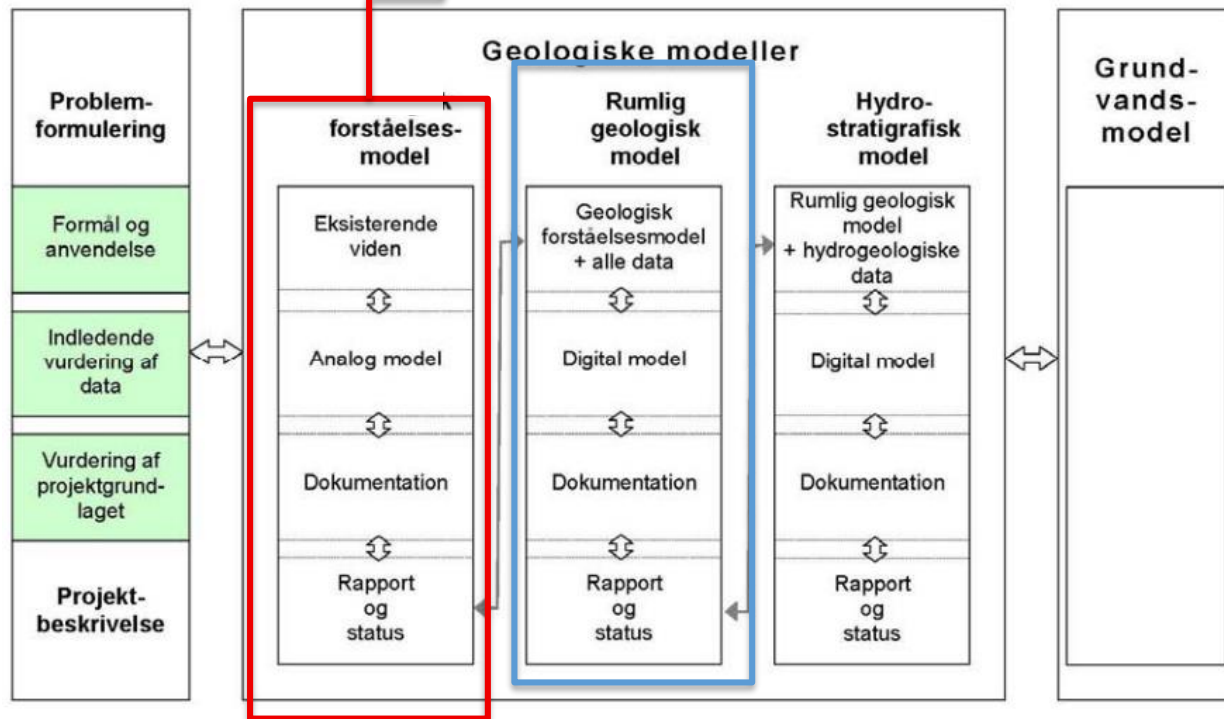
Eksempler fra Korsør brandskole og Hedeland.

Geo: **Sine Thorling Sørensen**, Knud Erik Klint, Lisa Jacobsen, Thomas Breum Andersen,
Region Sjælland: Bente Hyldegård, Nanette Schouw Christiansen

- Der produceres talløse småskala geologisk forståelsesmodeller som aldrig nyttiggøres ud over et specifikt projekt.



V2-Videregående forureningsundersøgelser



- Opstilling af forståelsesmodel
- Vurdering af vidensbehov
- Supplerende undersøgelser
- Opdatere opstilling af konceptuel model
- Risikovurdering

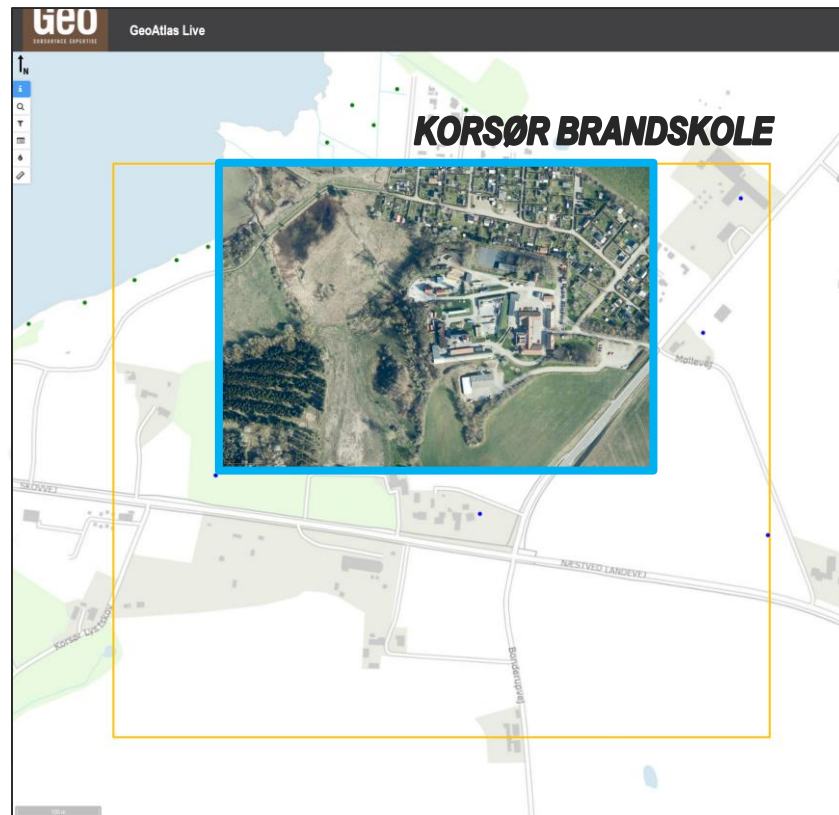
Små digitale højopløselige geologiske 3D modeller:
Skala og detaljer



- Der produceres talløse småskala geologisk forståelsesmodeller rumlige/modeller som aldrig nyttiggøres ud over et specifikt projekt.
- Disse modeller kan, hvis de digitaliseres som 3D geologiske modeller, indgå i den nationale modeldatabase for geologiske modeller (GEUS), og dermed **bruges og genbruges** til mange formål ifm. opgaveløsning af indsatser over for jord- og grundvandsforureninger herunder:
 - Identificere **vidensbehov** (optimal vurdering af yderligere undersøgelser)
 - Hurtig opdatering med nye **data** (geofysik/boringer/hydrauliske test, kemiske data)
 - Udstilling af **forureningsdata** (hurtig opdatering med nye data)
 - Inddgå i hydrauliske modeller (basis for robust **risikovurdering**)
 - Kobles med distinkte landskabstyper (opskallering og vurdering af geologisk usikkerhed) og på sigt benyttes som træningsscenerier (**maschine-learning/AI**)

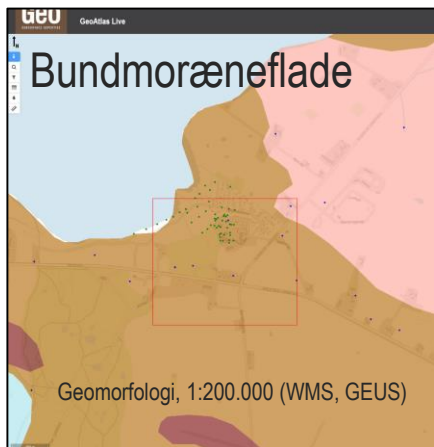
Nærværende oplæg: vise to eksempler på digitale småskala 3D modeller i GeoAtlas.

- Meget lokal model – 1 forureningssite og ca. 0,7 km²
- Høj opløsning/cellestørrelse i modellen: 5 m
- PFAS forurenede issøbakke (landskabsformsniveau)
- Tilpasset en forureningssituation/aktuel problemstilling
 - Styrke den konceptuelle model
 - Visning af forurening i vand, jord og luft
 - Risikovurdering
- Eksisterende data

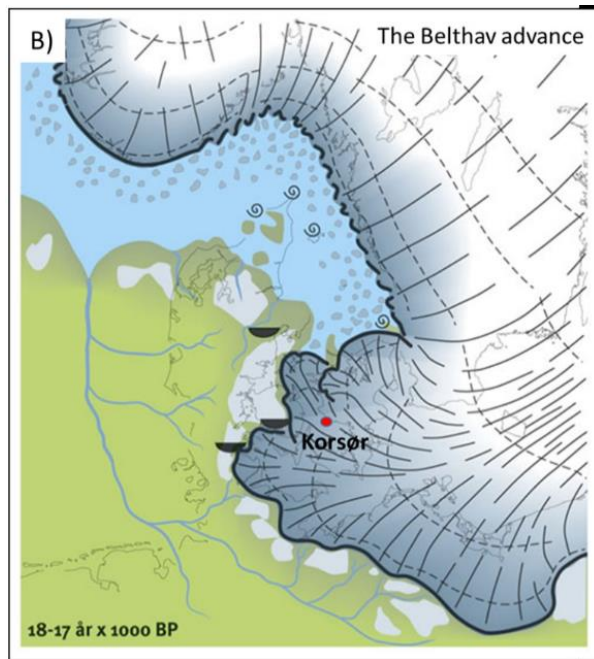


- Meget lokal model – 1 forureningssite og ca. 0,7 km²
- Høj opløsning/cellestørrelse i modellen: 5 m
- PFAS forurenede issøbakke (landskabsformniveau)
- Tilpasset en forureningssituation/aktuel problemstilling
 - Styrke den konceptuelle model
 - Visning af forurening i vand, jord og luft
 - Risikovurdering

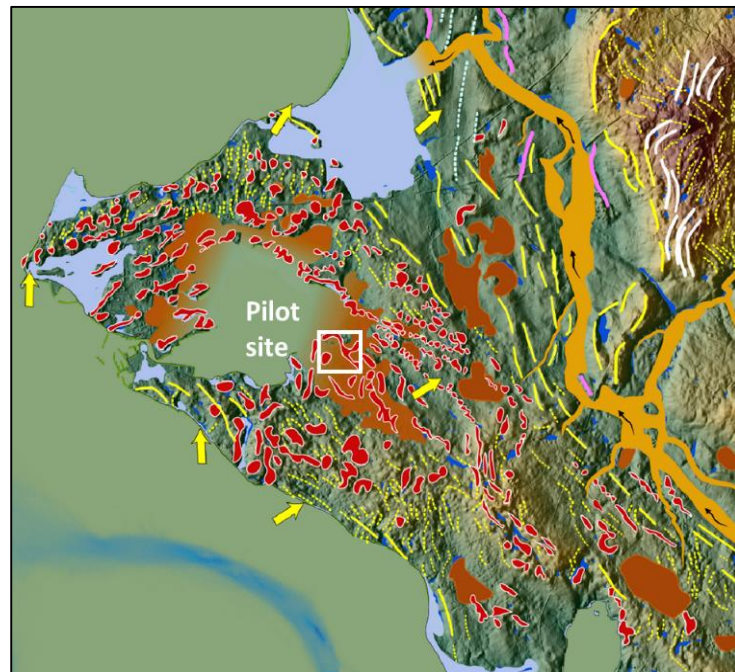




Glacialhistorik

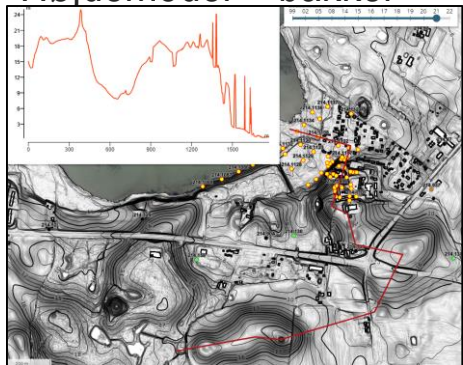


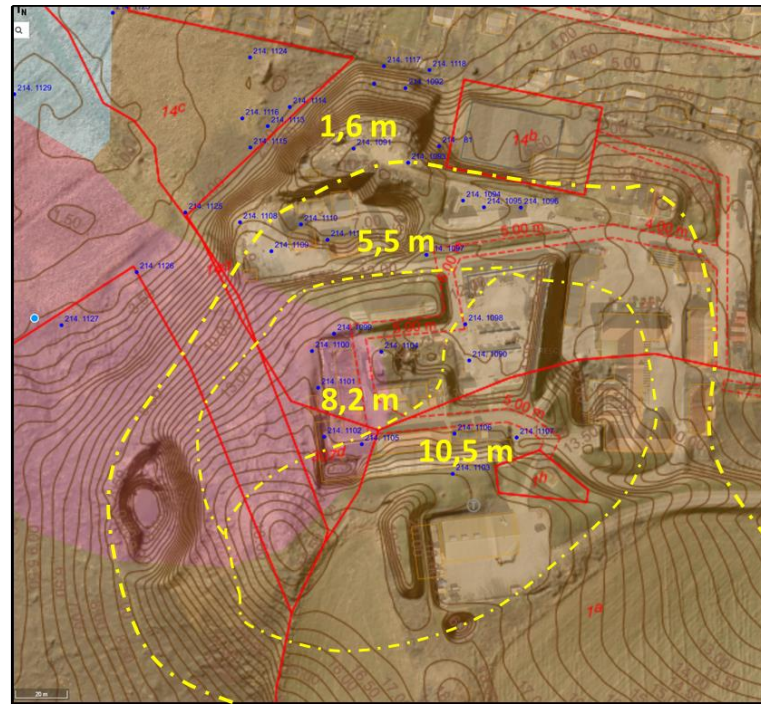
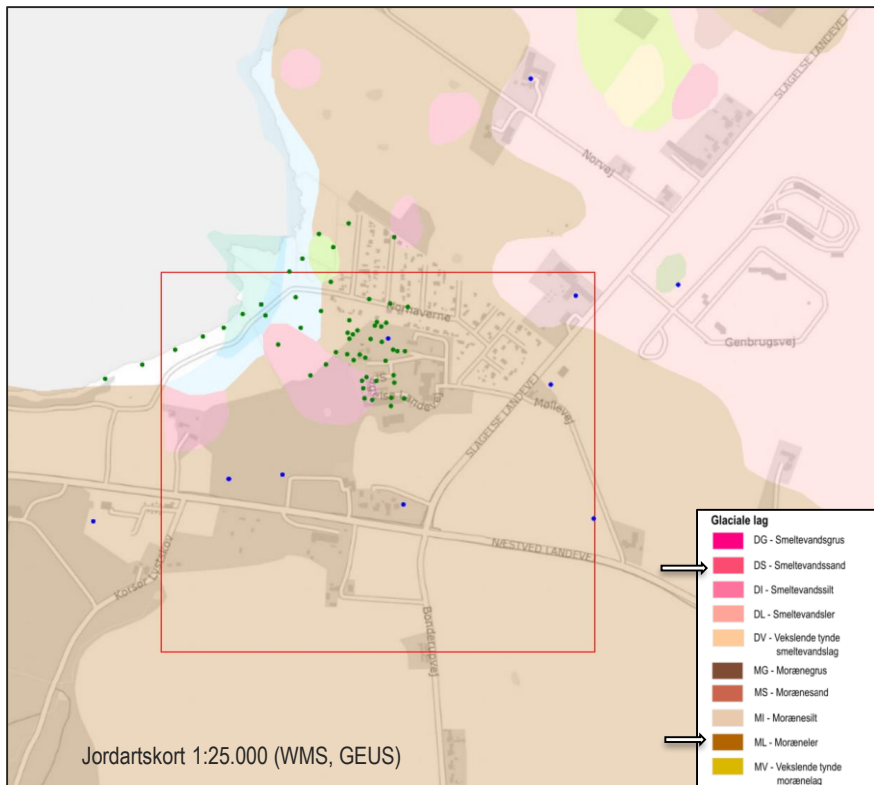
Landskab - Issøbakker



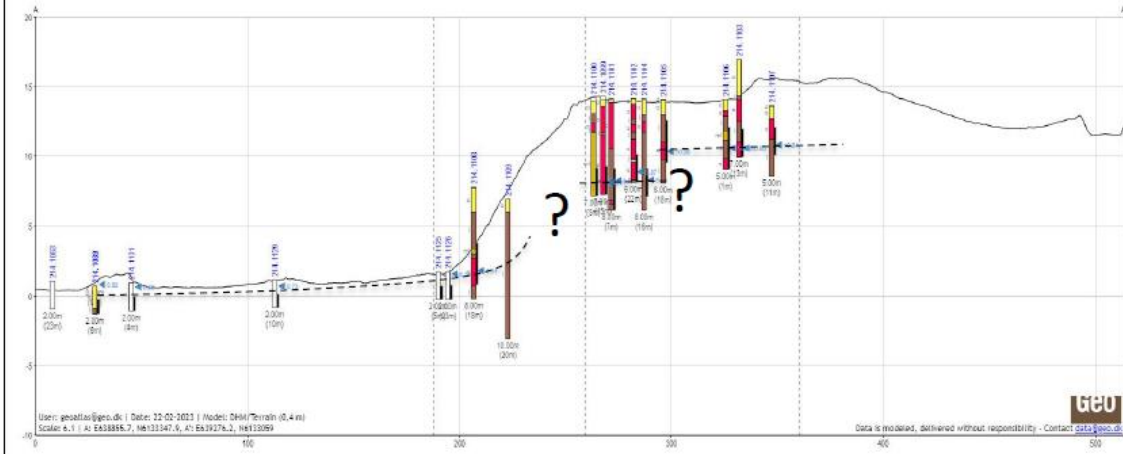
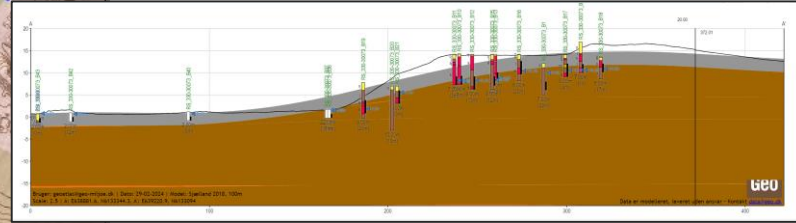
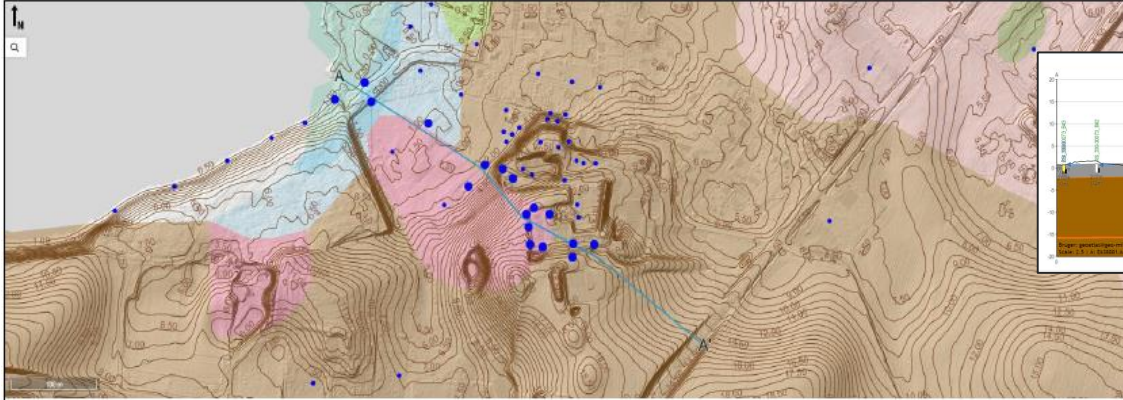
Kilde: Istiden i det danske landskab, M. Houmark-Nielsen, 2021

Høidemodel - bakker



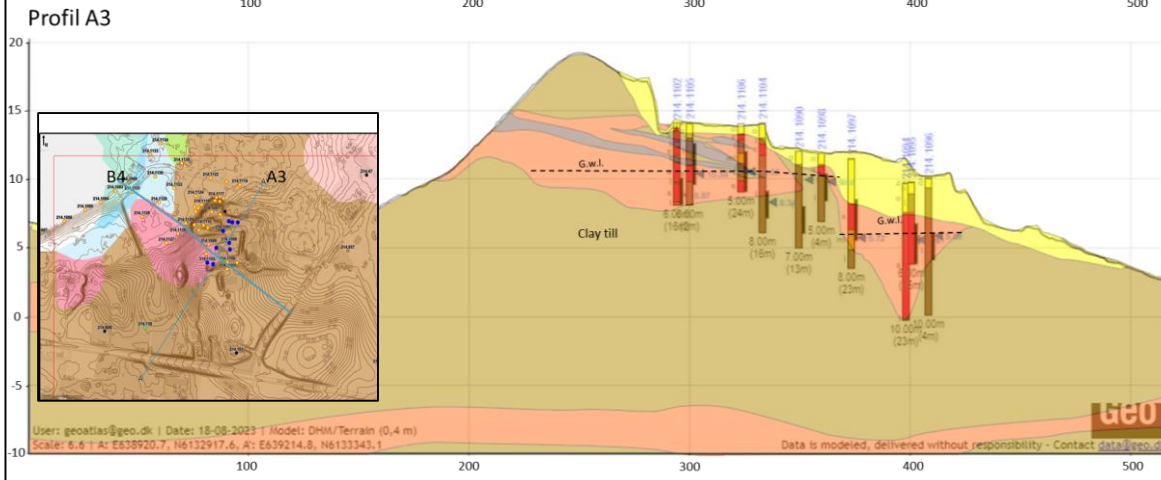
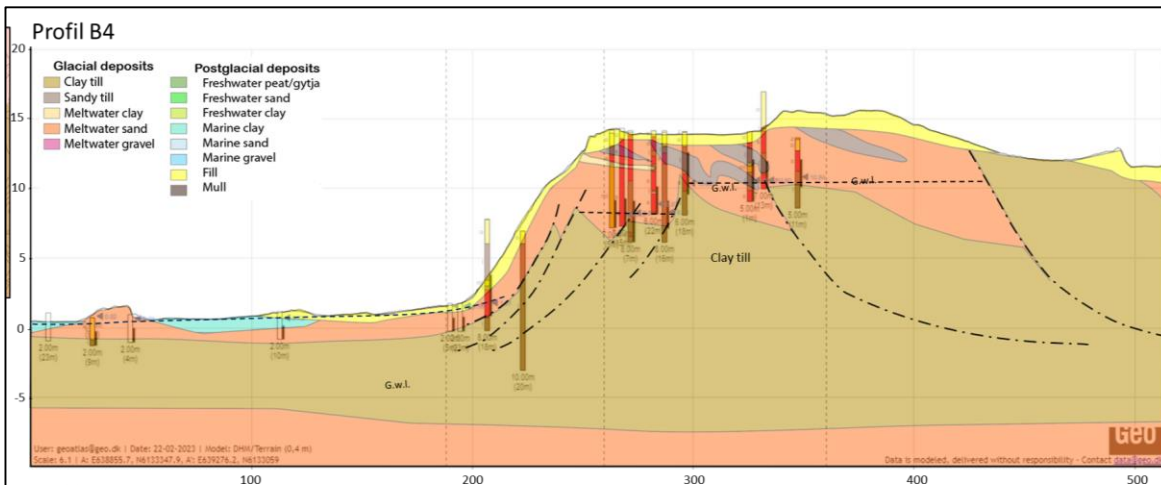


Eksisterende model og ny model



Samlet granskning af eksisterende data:

- Boringer og geologiske korttemaer
- Sandmagasiner i forskellige niveauer – Gvspejl i flere niveauer
- Viden om dannelse og deformation af issøbakkter



Drift log		Side 1 af 1		Kortkode: 617		Titel: BSK		GEO	
Projekt: 202379		Start dato:		Geografisk koordinat:		Geografisk koordinat:			
Kortkode: 617		Tilfælde: BSK		Tilfælde: BSK		Tilfælde: BSK			
Drift	Geoteknik	Description and geological setting							
0.0		Bak, sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
0.5		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
1.0		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
1.5		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
2.0		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
2.5		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
3.0		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
3.5		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
4.0		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
4.5		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
5.0		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
5.5		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
6.0		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
6.5		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
7.0		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
7.5		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
8.0		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
8.5		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
9.0		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
9.5		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							
10.0		Sandsigt, lys, fine stene, udelukkende i GCF-pose							

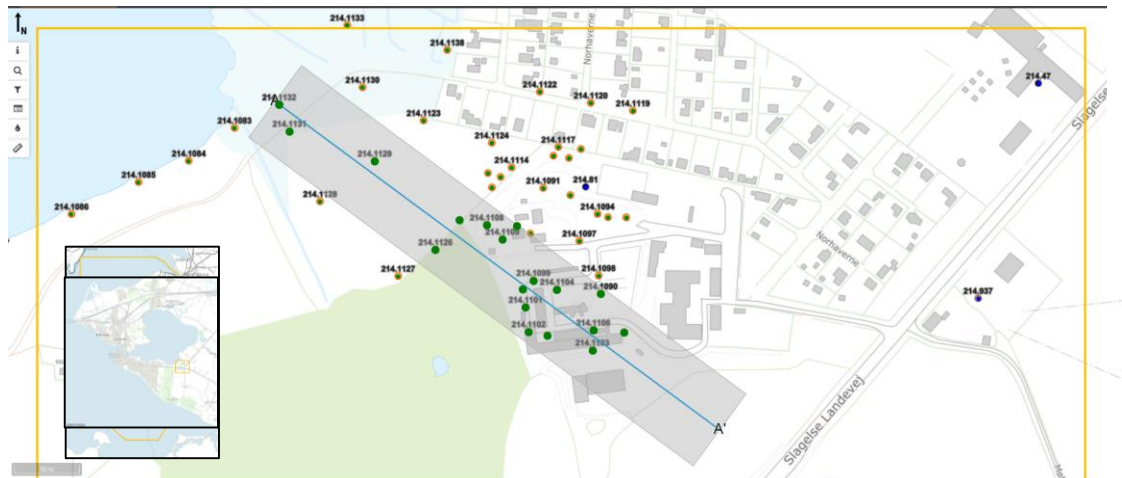
Supplerende boring:
"Flow-tills og
issøsedimenter"

Overblik over eksisterende modeller

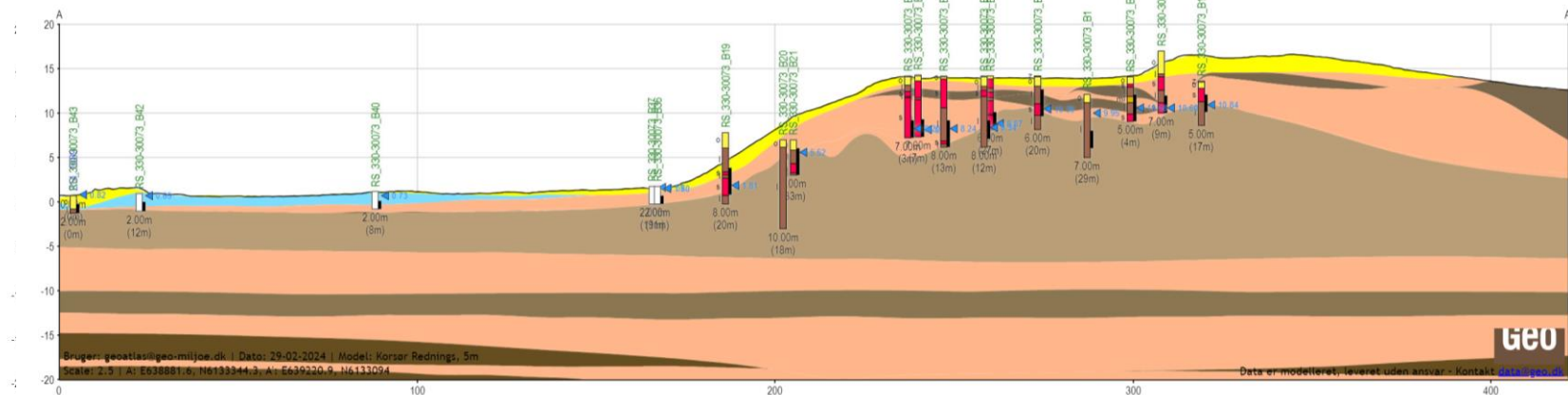
Sjælland 2018,
100m

Sjælland 2021,
100m

Korsør rednings,
5m

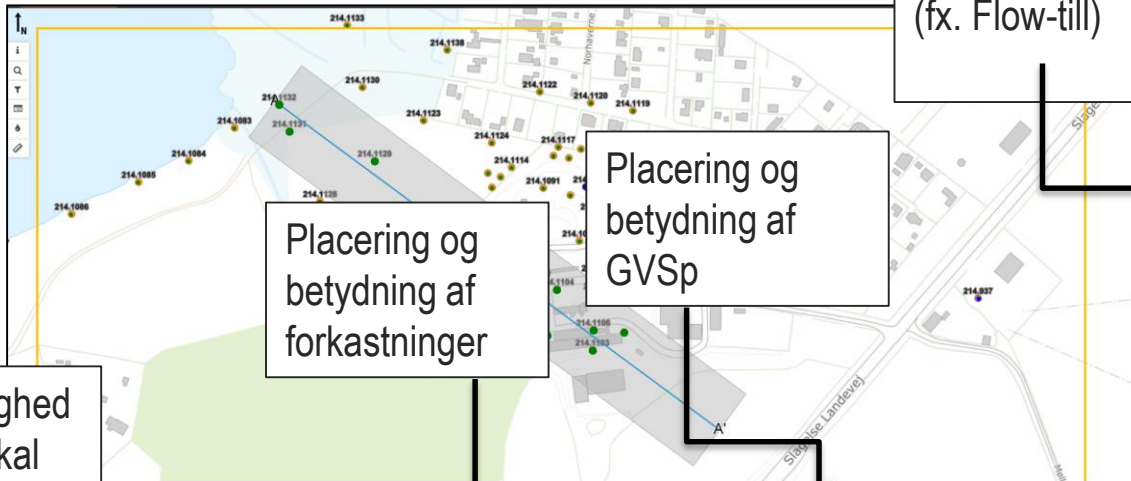


- L01 Fyld
- L02 Postglacial
- L03 Sand Smeltevandssand
- L03a Morænesand 1_0a
- L03b Sand 1_0b
- L03c Morænesand 1_0c
- L03d Sand 1_0d
- L04 Morænesand 1_0a
- L05 Sand 1 Smeltevandssand
- L06 Ler 2 Bæltthavs isfremstød
- L07 Sand 2 Smeltevandssand
- L08 Ler 3 Basal till
- L09 Sand 3 Smeltevandssand
- L10 Ler 4 Flowtill
- L11 Sand 4 Smeltevandssand
- L12 Ler 5 Basal till



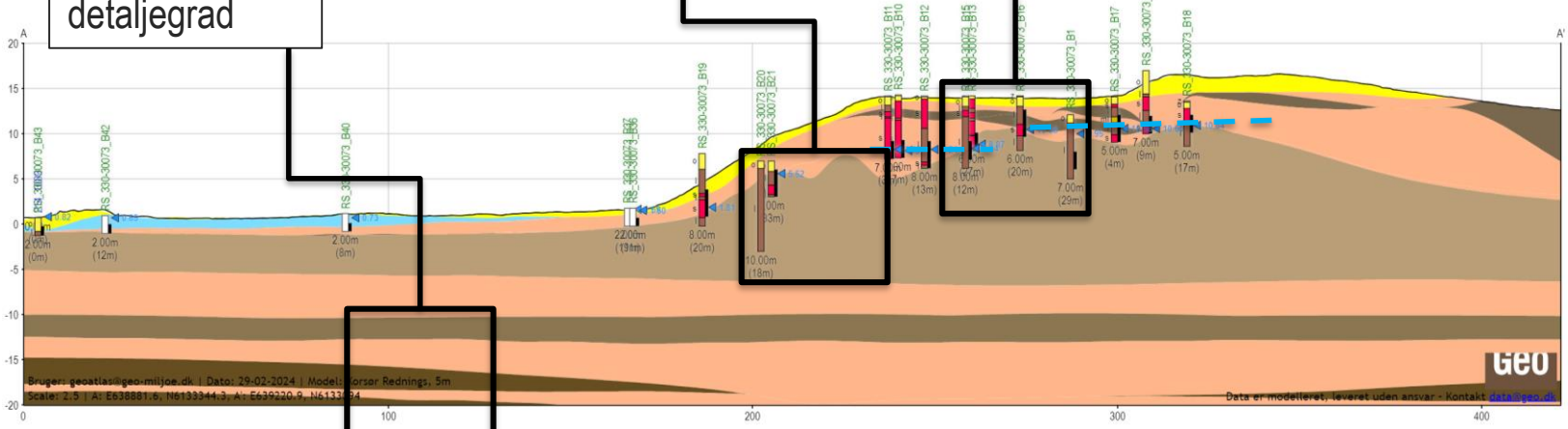
Flere lag og
tolkning af disse
(fx. Flow-till)

Korsør
redningstation, 5m
(2023)



- L01 Fyld
- L02 Postglacial
- L03 Sand Smeltevandssand
- L03a Morænesand 1_0a
- L03b Sand 1_0b
- L03c Morænesand 1_0c
- L03d Sand 1_0d
- L04 Morænesand 1_0a
- L05 Sand 1 Smeltevandssand
- L06 Ler 2 Bælthavs isfremstød
- L07 Sand 2 Smeltevandssand
- L08 Ler 3 Basal till
- L09 Sand 3 Smeltevandssand
- L10 Ler 4 Flowtill
- L11 Sand 4 Smeltevandssand
- L12 Ler 5 Basal till

Højopløslighed
– større lokal
detaljegråd



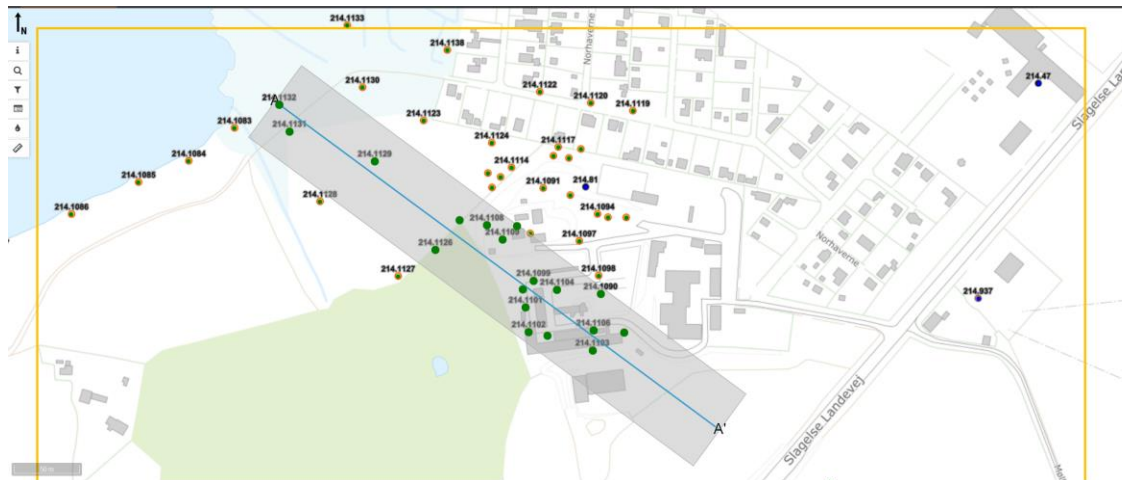
Bruger: geoatl@geo-miljø.dk | Dato: 29-02-2024 | Model: Korsør Rednings, 5m
Scale: 2:3 | A: E638881.6, N6133344.3, A: E639220.9, N6133344.4

Geo
Data er modelleret, leveret uden ansvar - Kontakt dat@geo.dk

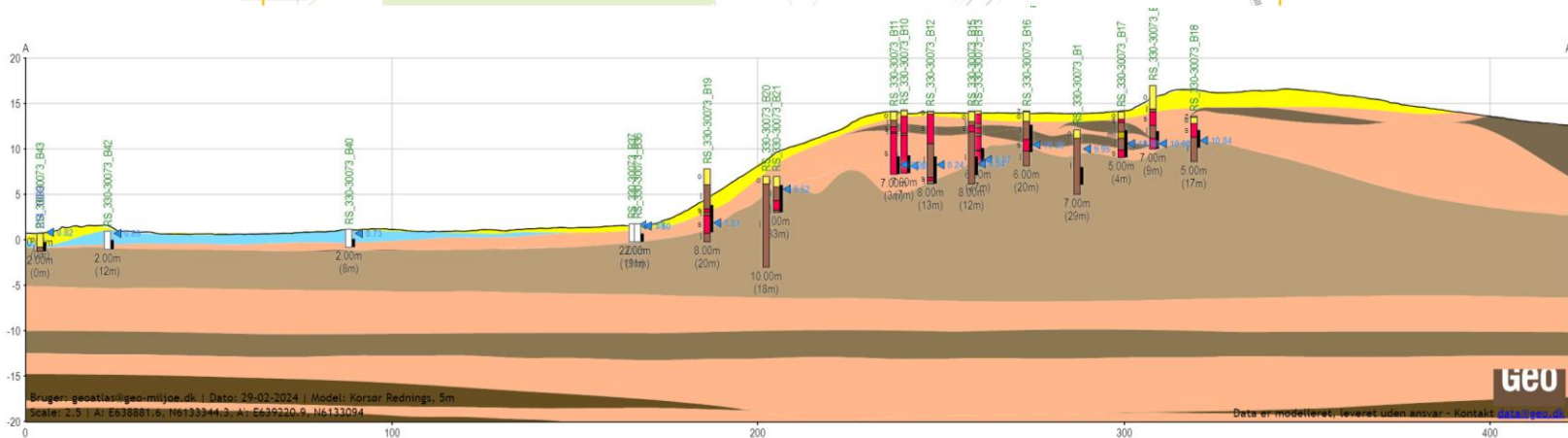
Dynamisk udstilling af PFAS data direkte i modellen

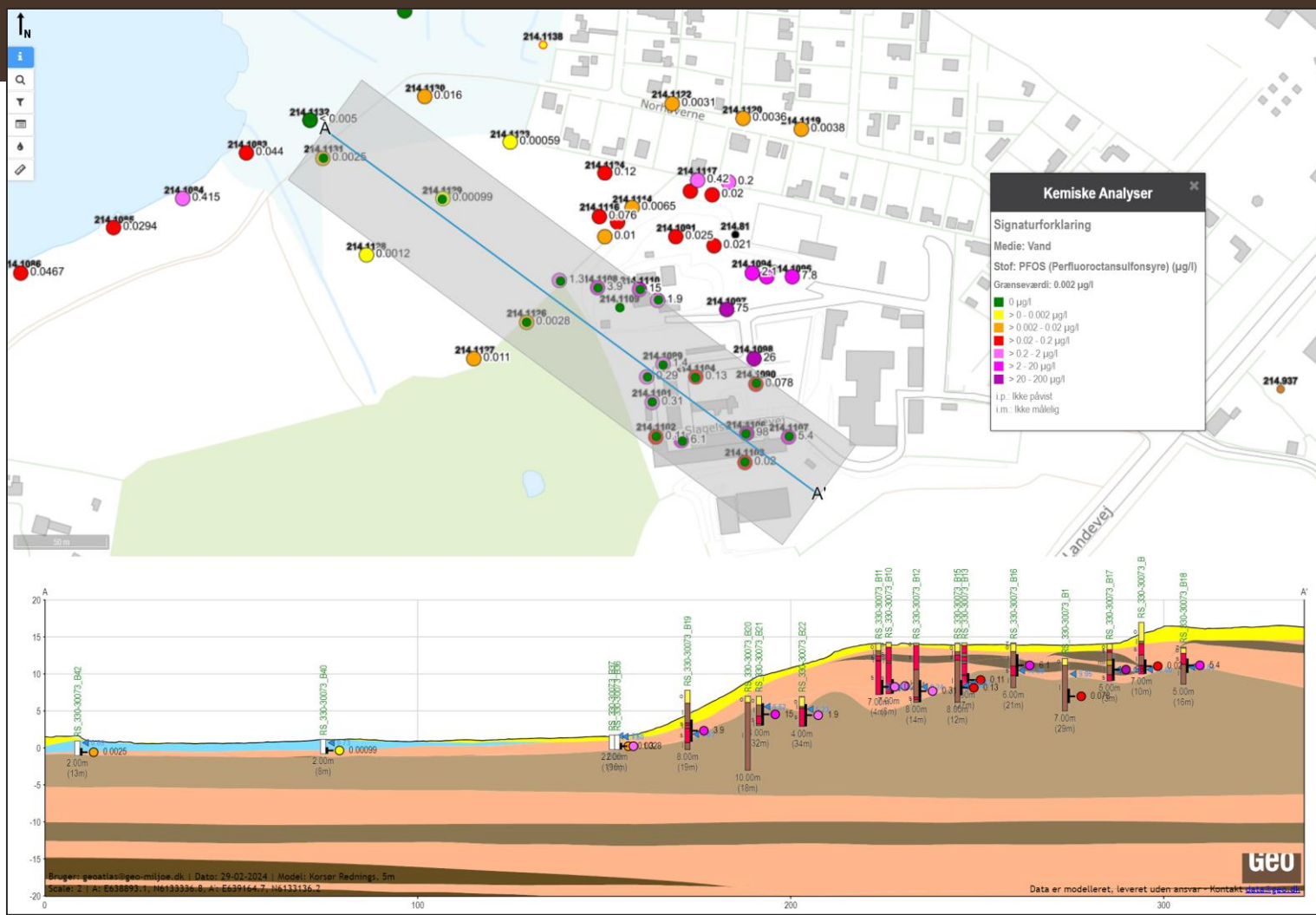


Korsør rednings,
5m

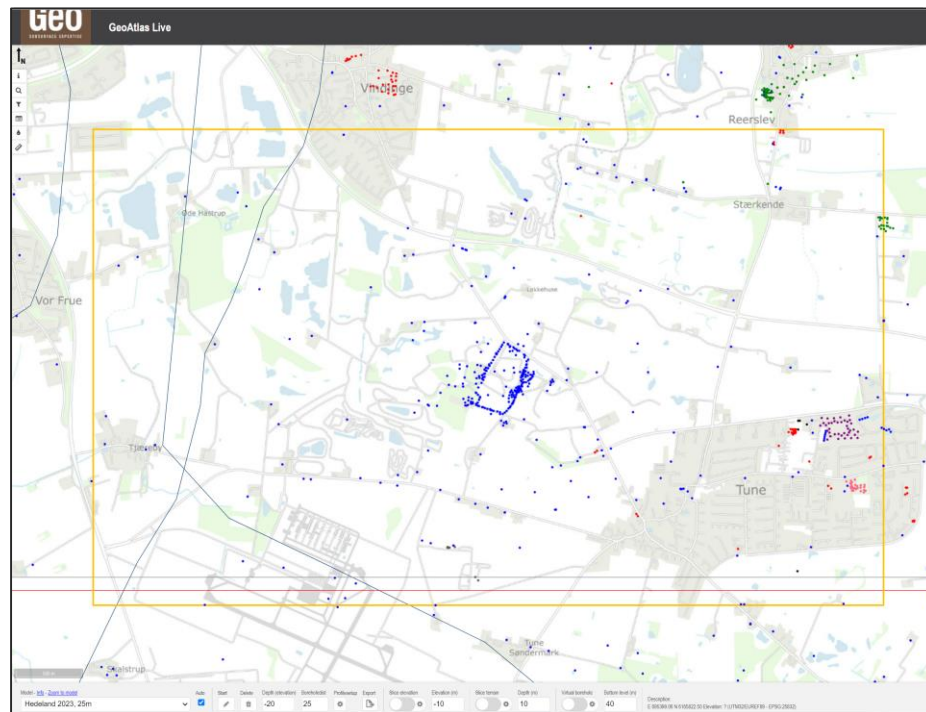


- L01 Fyld
- L02 Postglacial
- L03 Sand Smeltevandssand
- L03a Morænesand 1_0a
- L03b Sand 1_0b
- L03c Morænesand 1_0c
- L03d Sand 1_0d
- L04 Morænesand 1_0a
- L05 Sand 1 Smeltevandssand
- L06 Ler 2 Bælthavs isfremstød
- L07 Sand 2 Smeltevandssand
- L08 Ler 3 Basal till
- L09 Sand 3 Smeltevandssand
- L10 Ler 4 Flowtill
- L11 Sand 4 Smeltevandssand
- L12 Ler 5 Basal till





- **Risikovurdering for et grundvandsopland med mange komplekse forureningskilder**
- Hedeland - Eksempel på forurenede deponier i bortgravet råstofvindingsområde (**11 stk. V2-kortlagte lokaliteter**)
- Lokal - regional model (ca. 30 site og **22 km²**)
- Opløsning/cellestørrelse i modellen: **25 m**
- Mange geologiske lag ned til de primære magasiner (maksimal stratigrafi = **23 lag**)
- Opstillet model ifm. risikovurdering af grundvandsressource samt skitseforslag til afværgeprogram (**eksisterende data**)

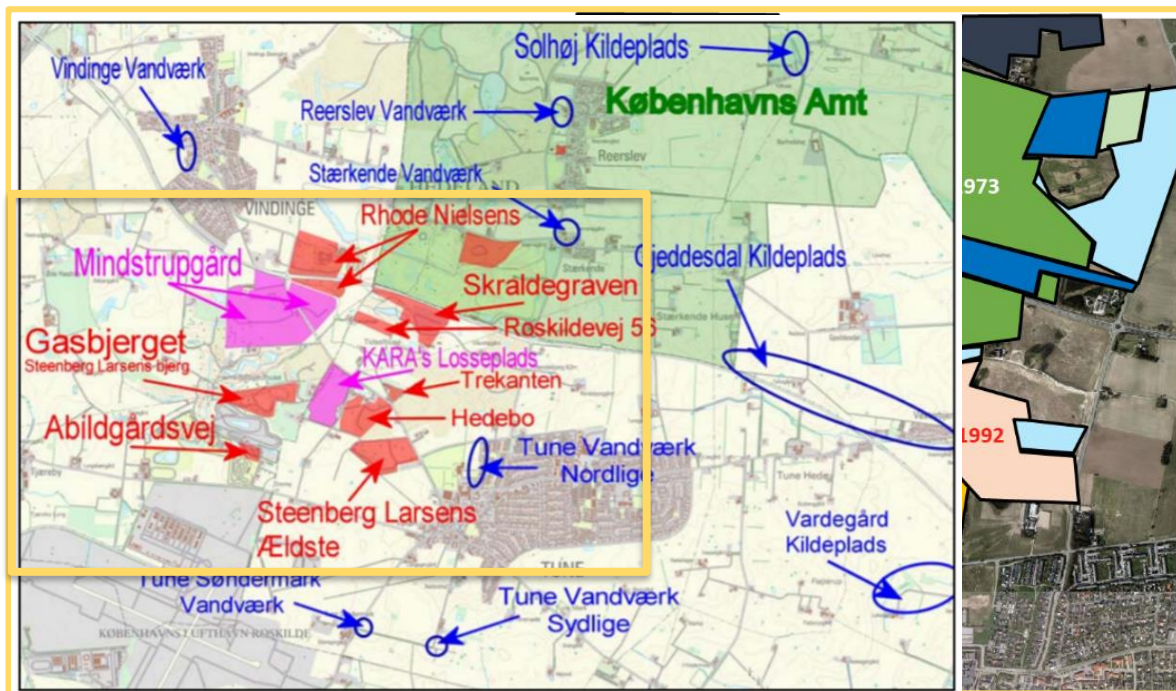


Historik

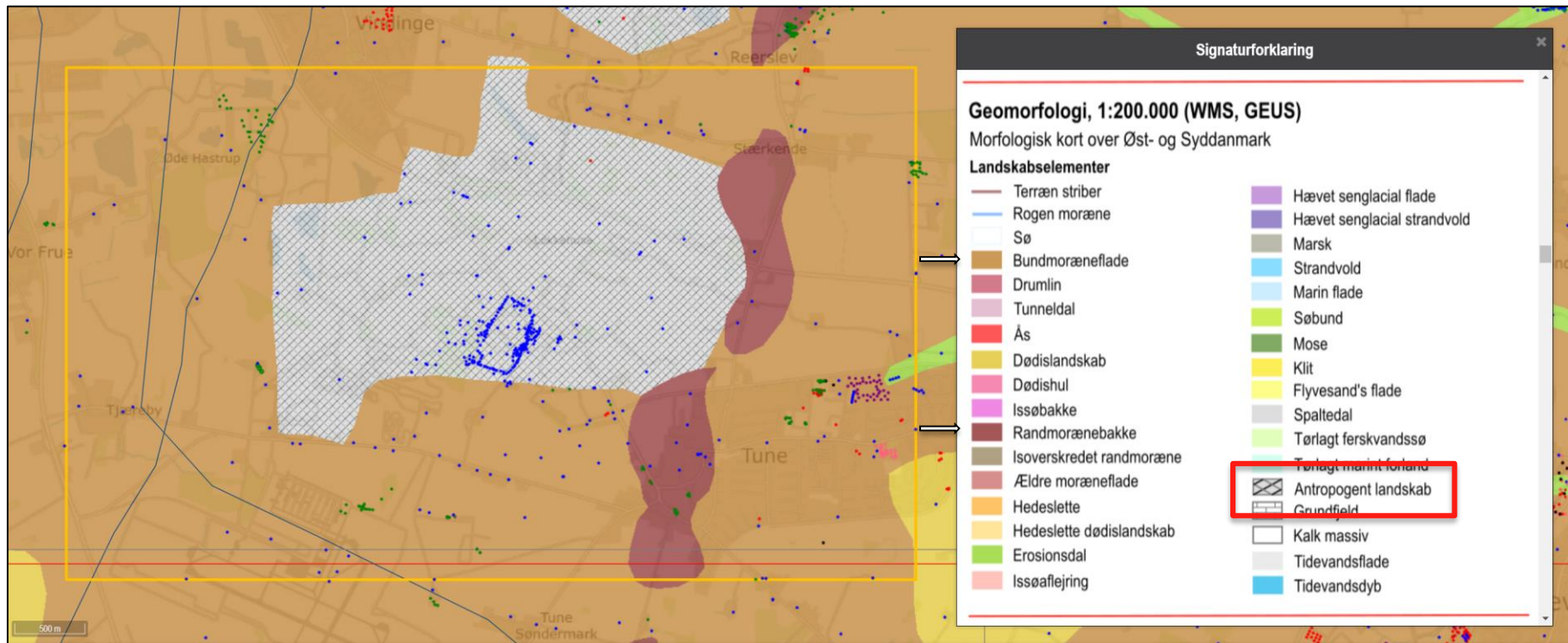
- Råstofindvinding
- Opfyld -> Lossepladser
-> stor fyldubredelse
- Kortlægninger og påvist forureninger



Kildepladser og deponier med potentielle forureningskilder i området. (Roskilde Amt 2005).

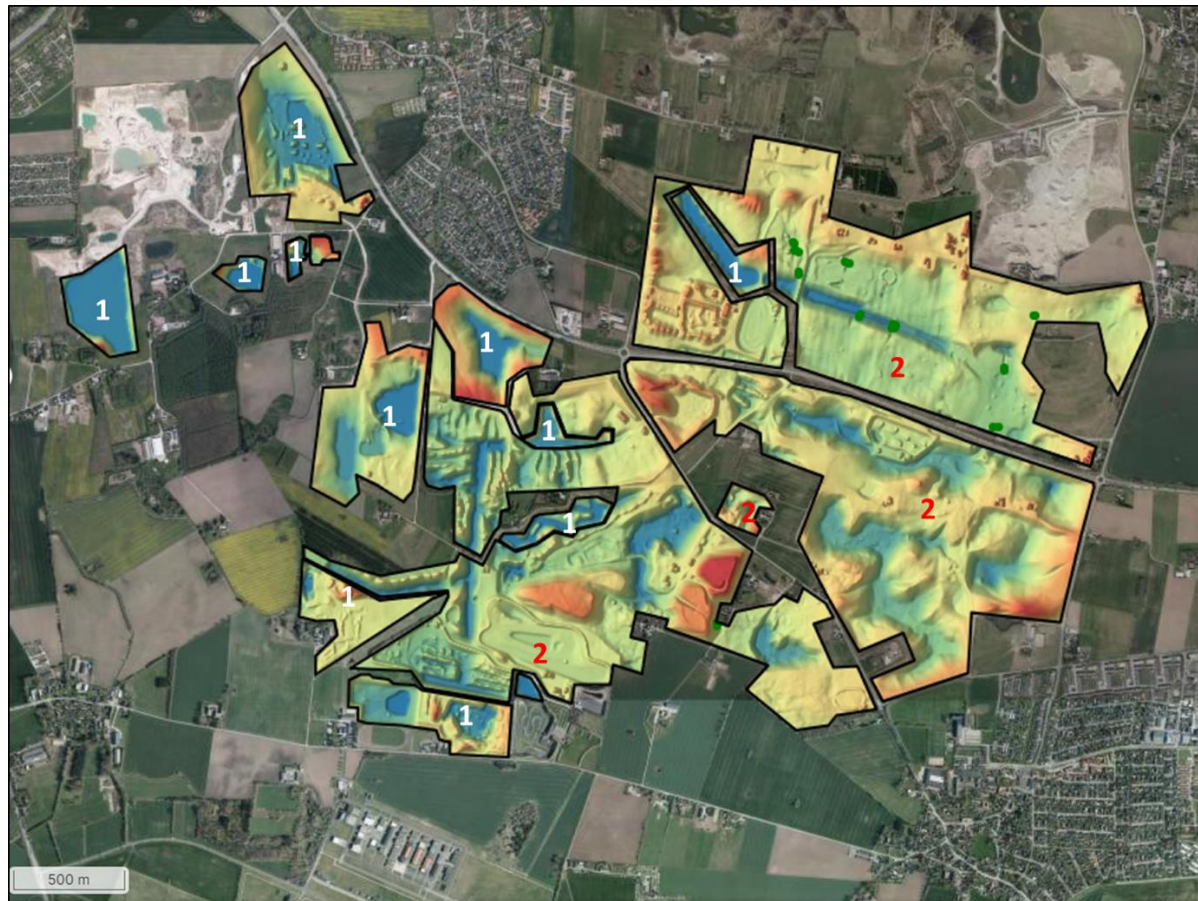


Råstofindvinding i undersøgelsesområdet fra 1960 til 2014



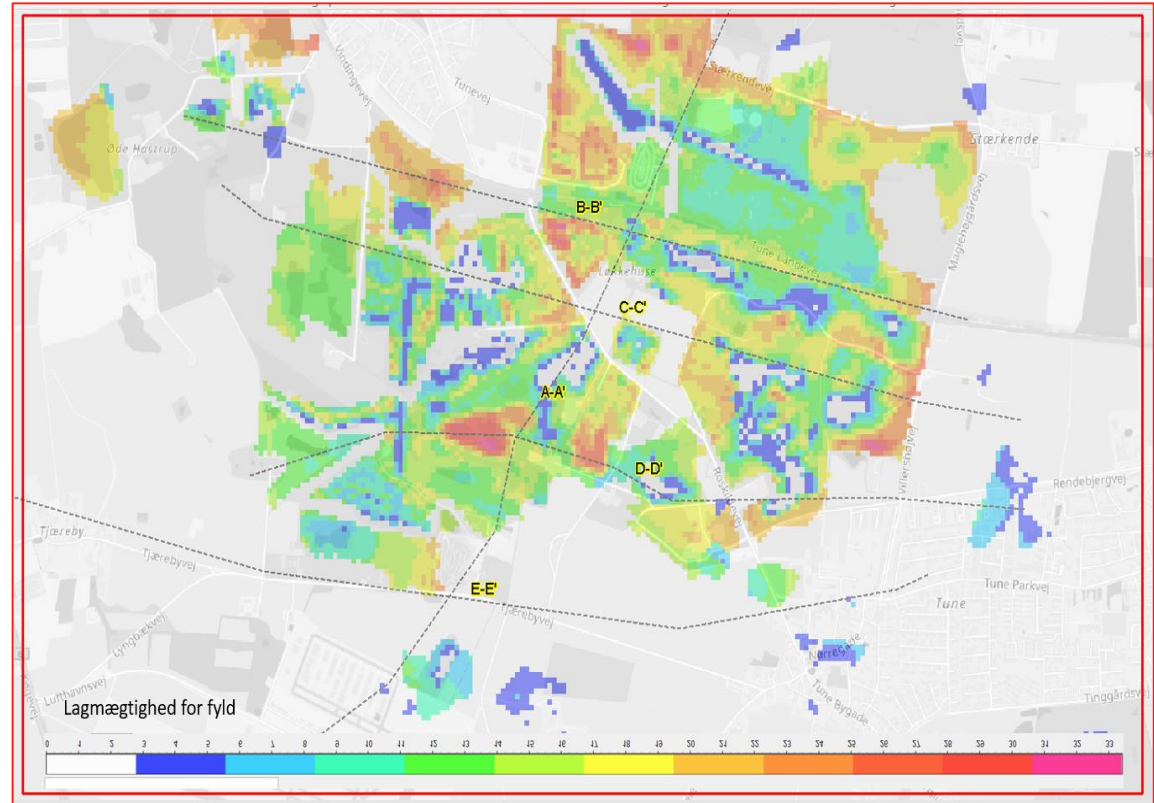
Fyld

- Udbredelse af råstofgrave med nuværende topografi. Områder markeret med 1 er tolket med udgravning under grundvandsspejlet ned til lerlaget Ler 4 imens områder markeret med 2 er tolket som primært gravet over grundvandsspejlet

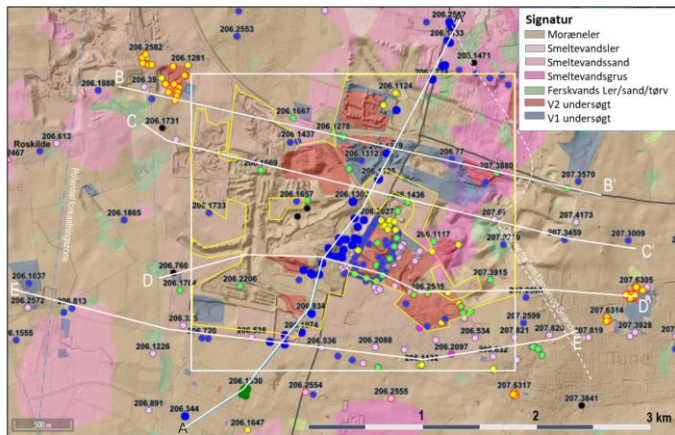


Fyld

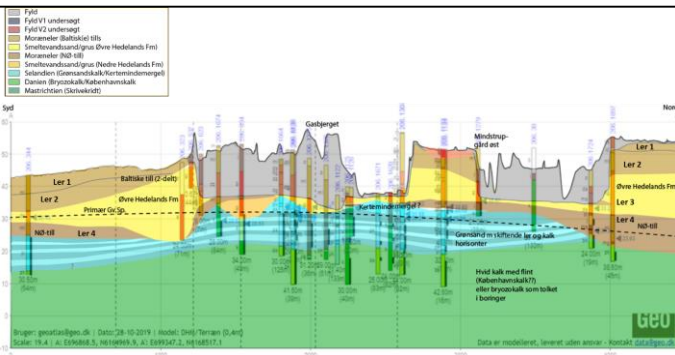
- Udbredelse af råstofgrave med nuværende topografi. Områder markeret med 1 er tolket med udgravning under grundvandsspejlet ned til lerlaget Ler 4 imens områder markeret med 2 er tolket som primært gravet over grundvandsspejlet
- Lagmægtighed (isopach) kort for fyldlaget i fokusområdet. Udbredelsen af laget er skarpt afgrænset i forhold til områderne med intakt geologi.



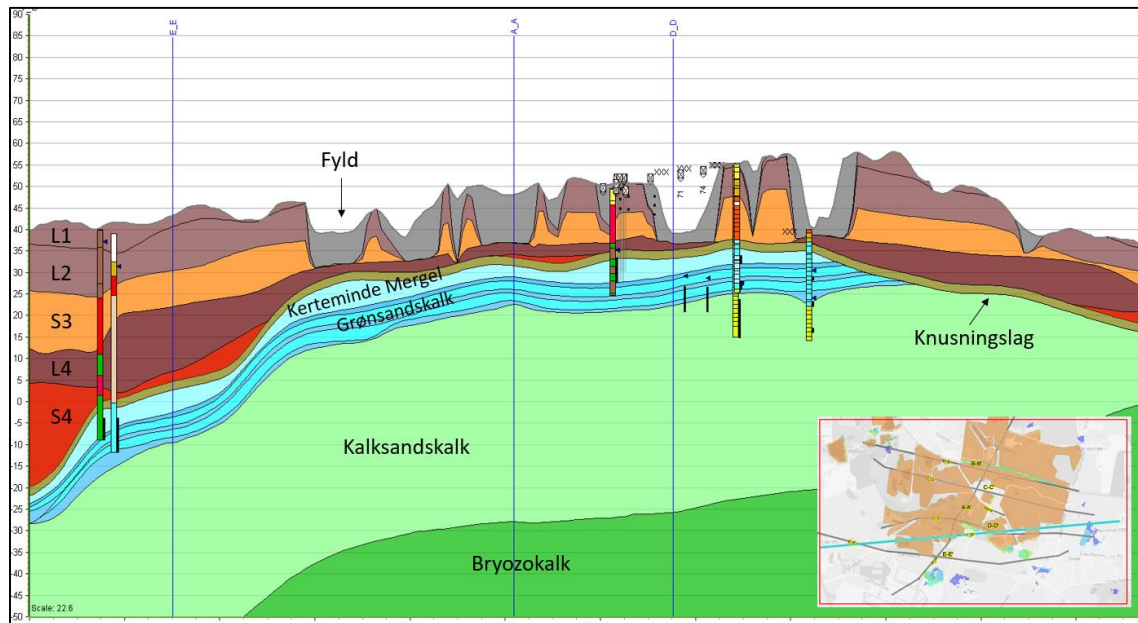
Opstilling af geologisk konceptuel forståelsesmodel



Placering af tolkede tværsnit til opstilling af 3-D geologisk model



Forståelsesprofil: Tværsnit A-A' igennem den centrale del af fokusområdet med angivelse af lagdelingen og placering af råstofgrave og deponier. Tolket på Danmarks højdemodel (0,4)



Profil i den geologiske model for Hedeland trukket vest-øst gennem den sydlige del af modellen, hvor **fyldlag** samt store dele af den **kvartære** og **prækvartære** lagfølge er repræsenteret. Bemærk interpolationen af fyldlaget med stejle sider i graveområderne og med basis i Ler4. Bemærk ligeledes kanalstrukturer i Sand4, der er nederoderet i Selandien-lagene, flere steder til nær Top kalksandskalk. Kanalerne tolkes udviklet over forkastninger i prækvartæret og der kan her være udviklet en hydraulisk kontakt fra Sand4 til kalken.

Kronologi	nr.	Navn_Hydrostrati	Sedimentologi	Navn_Fm	Bemærkninger
	0	Terræn			25m terrænmodel
Recent	1	Fyld_1			Tolkes ej i denne fase
	2	Fyld_2			Tolkes ej i denne fase
	3	Fyld_3	Alle litologier		Generelt til Top L4
	4	Membran	Ler		Standardtykkelse 0.2m
Kvartær	5	Sand_0	Sand/Ler	Toplag	
	6	Ler_1	Moræneler	Bælthav_Till	
	7	Sand_1	Smeltevandssand		
	8	Ler_2	Moræneler	Østjyske_Till	
	9	Sand_2	Smeltevandssand	Øvre_Hedeland_Fm	
	10	Ler_3	Moræneler	Midtdanske_Till	
	11	Sand_3	Smeltevandssand	Nedre_Hedeland_Fm	
	12	Ler_4	Moræneler	Midtdanske_Till	
	13	Sand_4	Smeltevandssand		Prækvartærgrænse
	14	K_0	Knusningslag	Glaciotektonit	Standardtykkelse 2m
15	KM	Kalk_Ler	Kertemindemergel		
16	KS_1	Kalk_sand	Grønsands_sand	Standardtykkelse 2m	
17	KL_1	Kalk_ler	Grønsands_ler	Standardtykkelse 1m	
Selandien	18	KS_2	Kalk_sand	Grønsands_sand	Standardtykkelse 2m
	19	KL_2	Kalk_ler	Grønsands_ler	Standardtykkelse 1m
	20	KS_3	Kalk_sand	Grønsands_sand	Standardtykkelse 2m
	21	KL_3	Kalk_ler	Grønsands_ler	Standardtykkelse 1m
Danien	22	DK_kalk_1	Kalksand	Kalksands_Kalk	Standardtykkelse 50m
	23	DK_kalk_2	Bryozokalk	Bryozokalk	Standardtykkelse 50m
Kretassisk	24	SK_1	Skrivekridt	Skrivekridt	

Digital 3D- geologisk model

- Lagmodel GEOScene-3D ver. 12.0.0.72.
- Data
 - Forståelsesmodeller. konceptuel geologi,
 - Boringer
 - Geofysik
 - Temakort (terræn, kortlægninger, otho mm.)
 - Region Sjællands GEOGIS2020 database + Jupiter

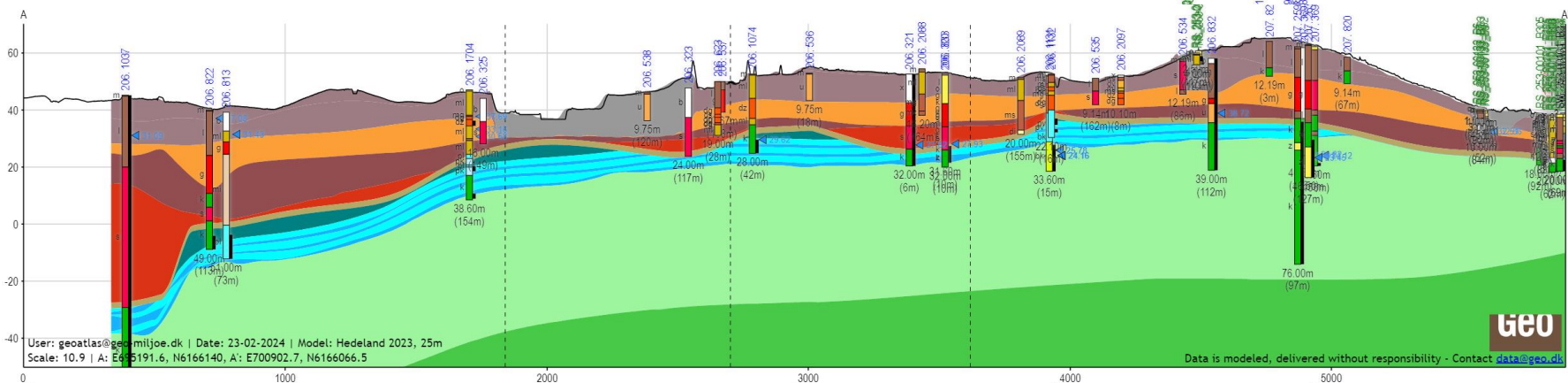
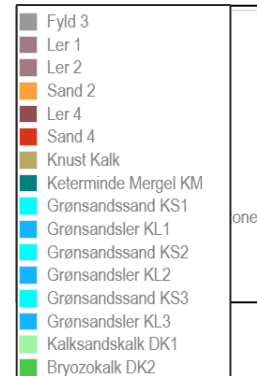
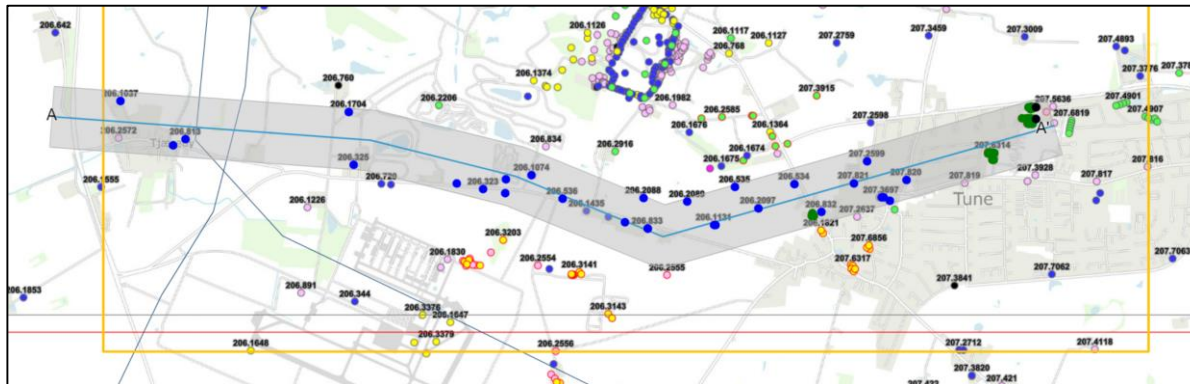
Maksimal stratigrafi for den geologiske model for Hedeland, der omfatter i alt 23 lag, der tolkes litostratigrafisk såvel som hydrostratigrafisk.

Overblik over eksisterende modeller

Sjælland 2021,
100m

København, 25 m

Hedeland 25 m



Overblik over ny højopløselig model

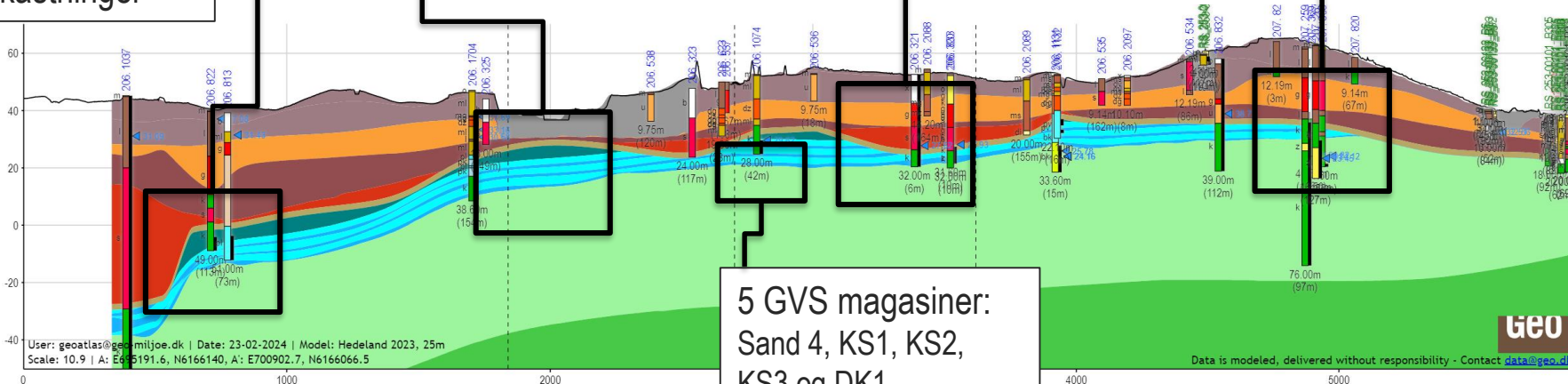
Fokus på forureningsspredning og input til fremtidig modellering

Betydning og opdeling af lerhorisonter i grønsandskalk

Betydning af begravede dale

Betydning af udbredelse/erosin af grønsandskalk

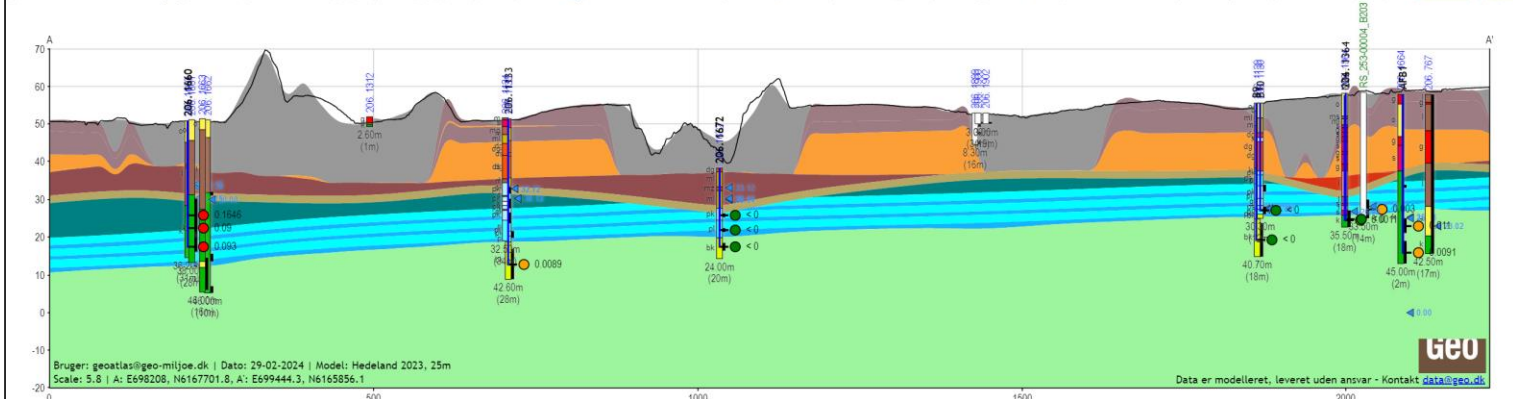
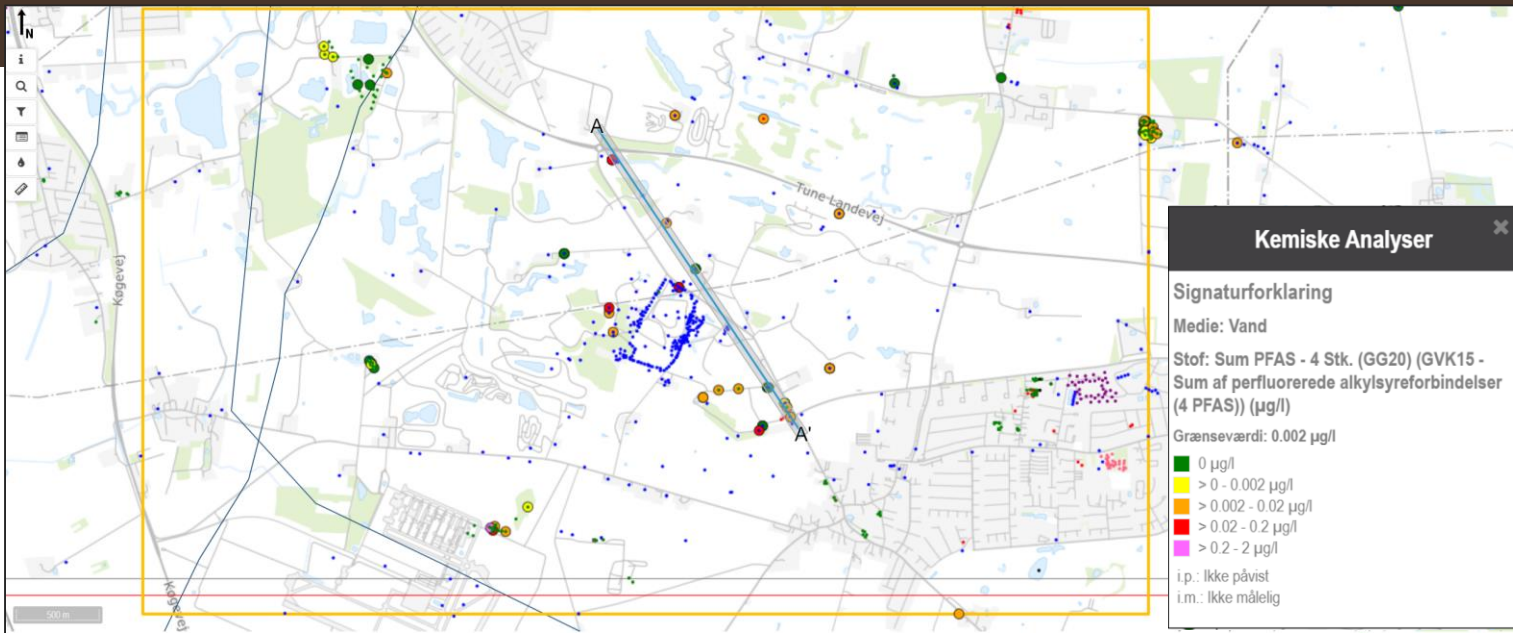
Placering og betydning af forkastninger



Visning af forureningsdata

GG20

Reg. Sjælland

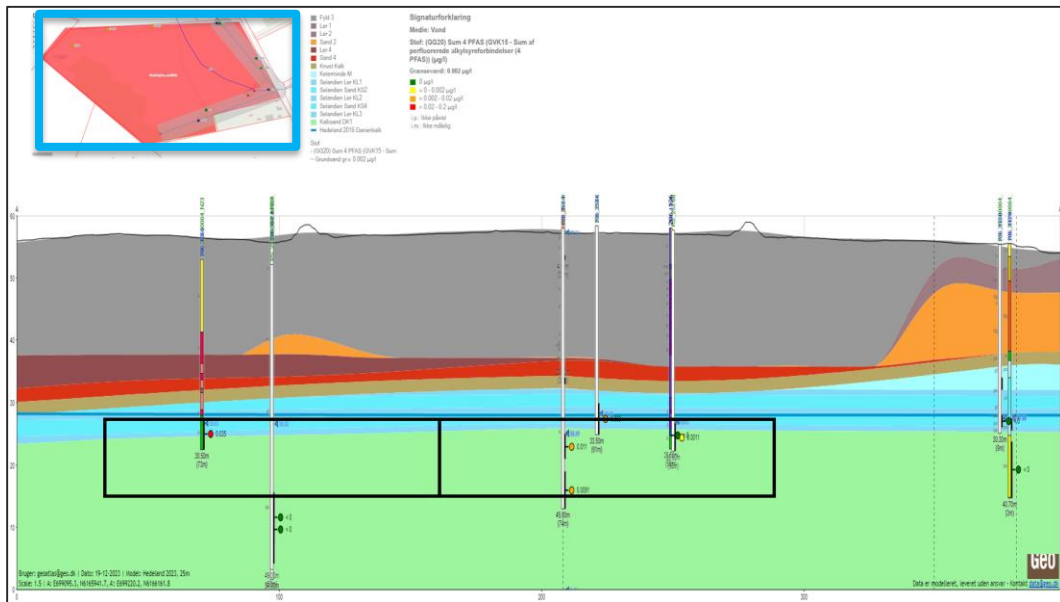


Eksempel: sum 4 PFAS

- Prøver udtaget fra det primæregrundvand
- GV hastighed 500m/år og porøsitet 0,3
- Tværsnit 100 m x 10 m

- Flux(tværsnit 1): 100 m • 10 m • 500 m/år • 0,035 µg/l • 0,3 ~ 5,3 g/år.
- Flux(tværsnit 2): 100 m • 10 m • 500 m/år • 0,005 µg/l • 0,3 ~ 0,8 g/år.
- i alt ca. 6 g/år.
- Der er ikke tilstrækkeligt antal analyser nedstrøms de andre depoter til at estimere forureningsfluxen med PFAS.

Hydrostratigrafisk model -> hydraulisk model



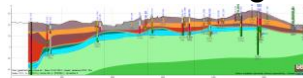
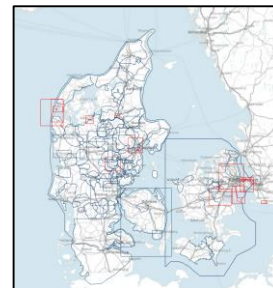
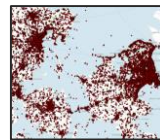
Snit med forurening med Sum 4 PFAS. Grundvandspotentiale for det primære grundvandsmagasin er også vist.



Forurening med Sum 4 PFAS. Grundvandspotentiale for det primære grundvandsmagasin er også vist.

- Der produceres talløse småskala geologisk forståelsesmodeller rumlige/modeller som aldrig **nyttiggøres** ud over et specifikt projekt
- Disse modeller kan, hvis de **digitaliseres** som 3D geologiske modeller, fx indgå i den nationale modeldatabase for geologiske modeller (GEUS), og dermed hurtigt **genbruges** til mange formål ifm. opgaveløsning af indsatser over for jord- og grundvandsforureninger herunder:
 - Identificere **vidensbehov** (optimal vurdering af yderligere undersøgelser)
 - Hurtig **opdatering** med nye **data** (geofysik/boringer/hydrauliske test, kemiske data)
 - Udstilling af **forureningsdata** (hurtig opdatering med nye data)
- Kan indgå i hydrauliske modeller og styrke grundlag for **risikovurderinger** på forureningsager
- Kobles med distinkte landskabstyper (opskallering og vurdering af geologisk usikkerhed) og evt. benyttes som træningsscenarier (**maschine-learning/AI**)
- Korsørmodellen og Hedelandsmodellen er to eksempler, der demonstrerer hvad digitale højopløselige 3D småskala modeller bl.a kan.

Vision



Geo

SUBSURFACE EXPERTISE

TAK FOR
OPMÆRKSOMHEDEN

Kontakt:
Sine Thorling Sørensen
sts@geo.dk



Region
Hovedstaden

REGION
Sjælland

