

Fra 3D bygeologisk model til hydrogeologisk model

Tom Martlev Pallesen, geolog, I•GIS A/S.
Email: tmp@i-gis.dk

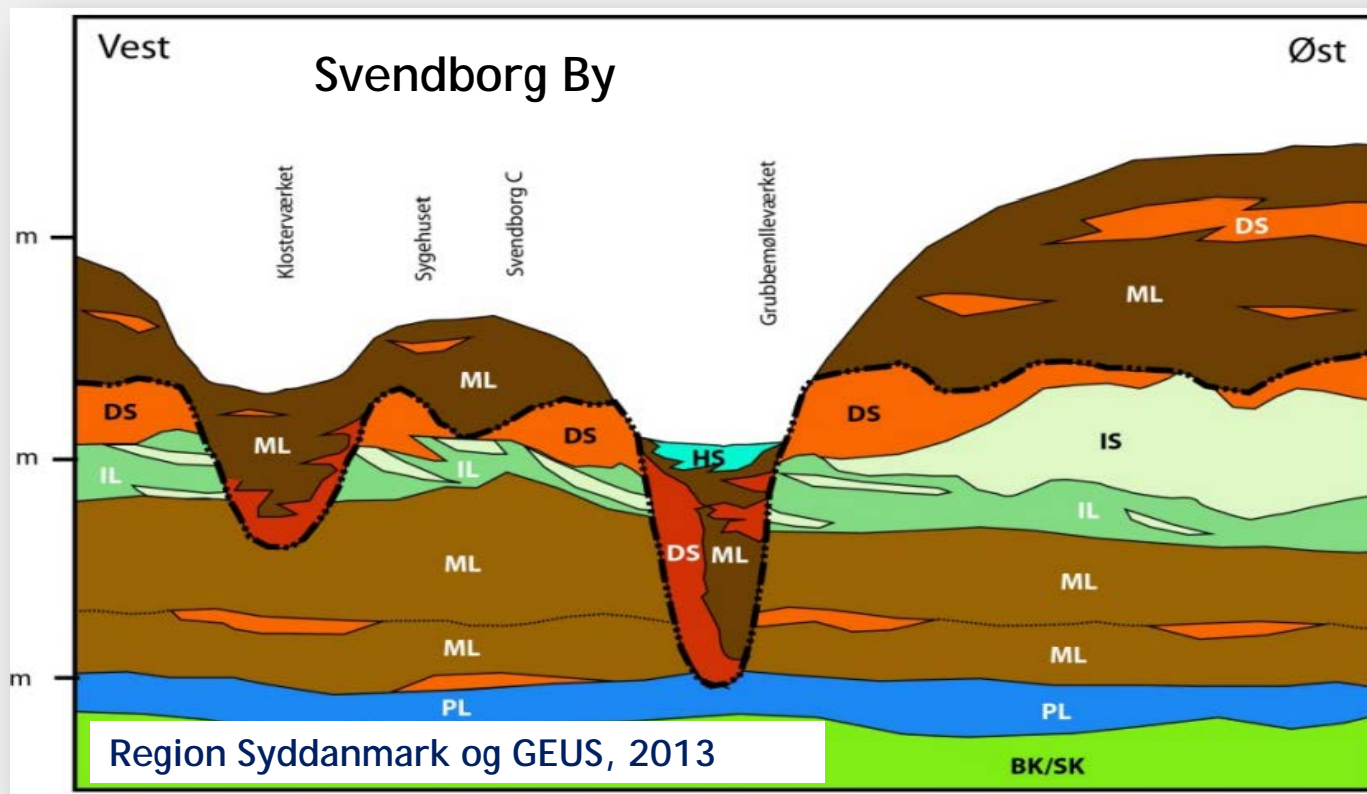
Tirsdag 23. oktober 2018.
Claus Bergs Gade 7, 5000 Odense C.
Tema: Terrænnært grundvand - i byen og på landet



Geologi i byområder.

Det moderne byrum er interessant set fra mange forskellige sider. Kendskabet til de geologiske forhold i byområder er vigtigt i forhold til bl.a.

- udvikling og planlægning af byrummet - såvel over som under jorden
- grundvandsressourcerne i byområder
- vurderinger af konsekvenser af klimaændringer
- design af LAR-løsninger
- meget andet...



Fra 3D bygeologisk model til hydrogeologisk model

Udgangssituation ("ligevægt"):

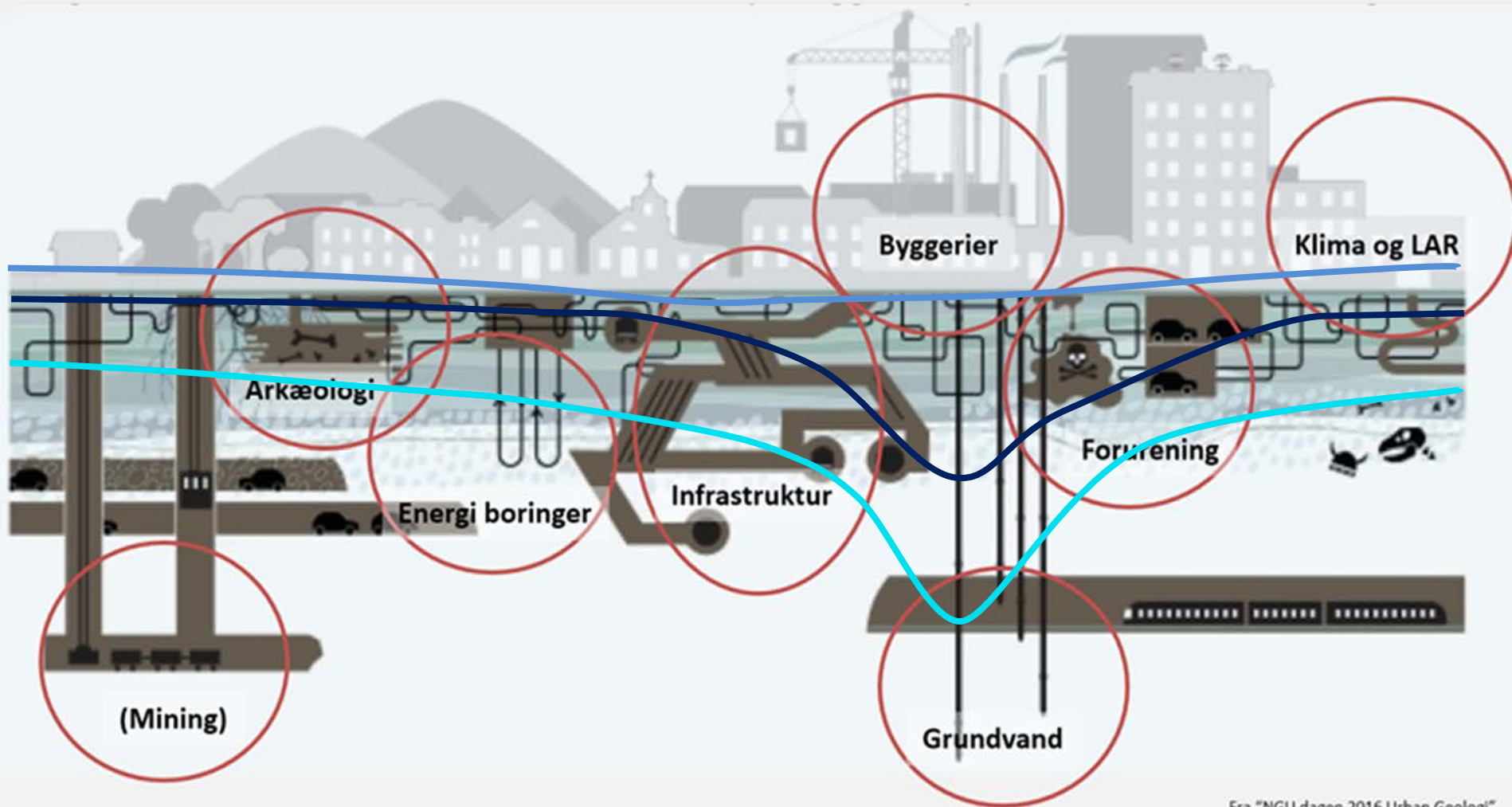
Forhold omkring fundering, dræning m.m. indarbejdet i det "oprindelige" bymiljø.

Øget oppumpning ("ubalance1"):

- Arkæologi
- Fundering (organiske aflejringer)
- Klima - LAR

Ophørt oppumpning ("ubalance2"):

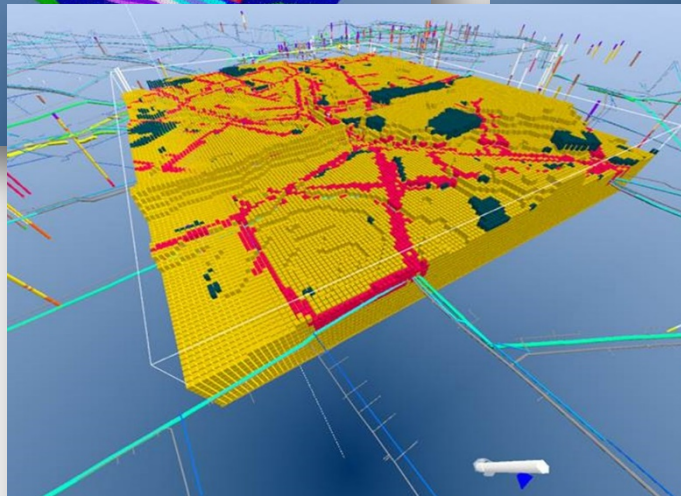
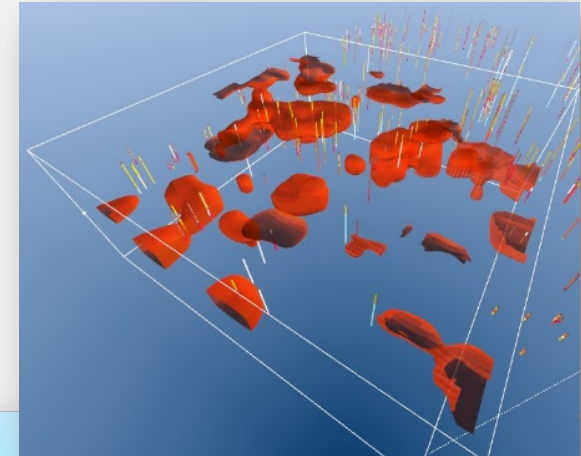
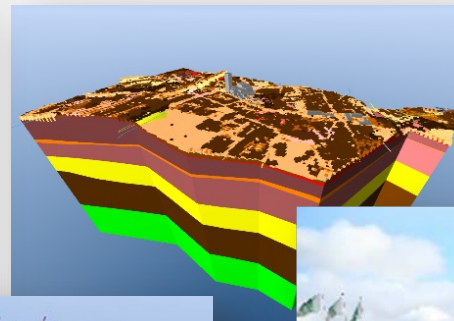
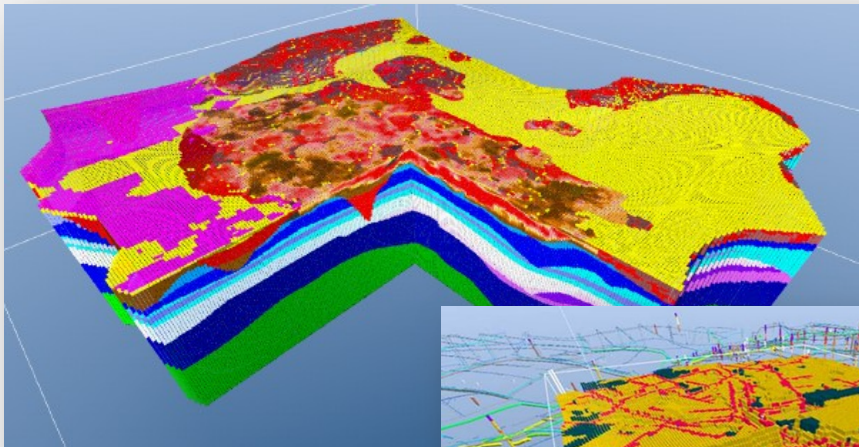
Artesisk magasin
Klima – LAR
Jordforurening mobiliseres
Terrænnær infrastruktur oversvømmes



Hvad er en 3D bygeologisk model?

Det er en model der beskriver de geologiske forhold:

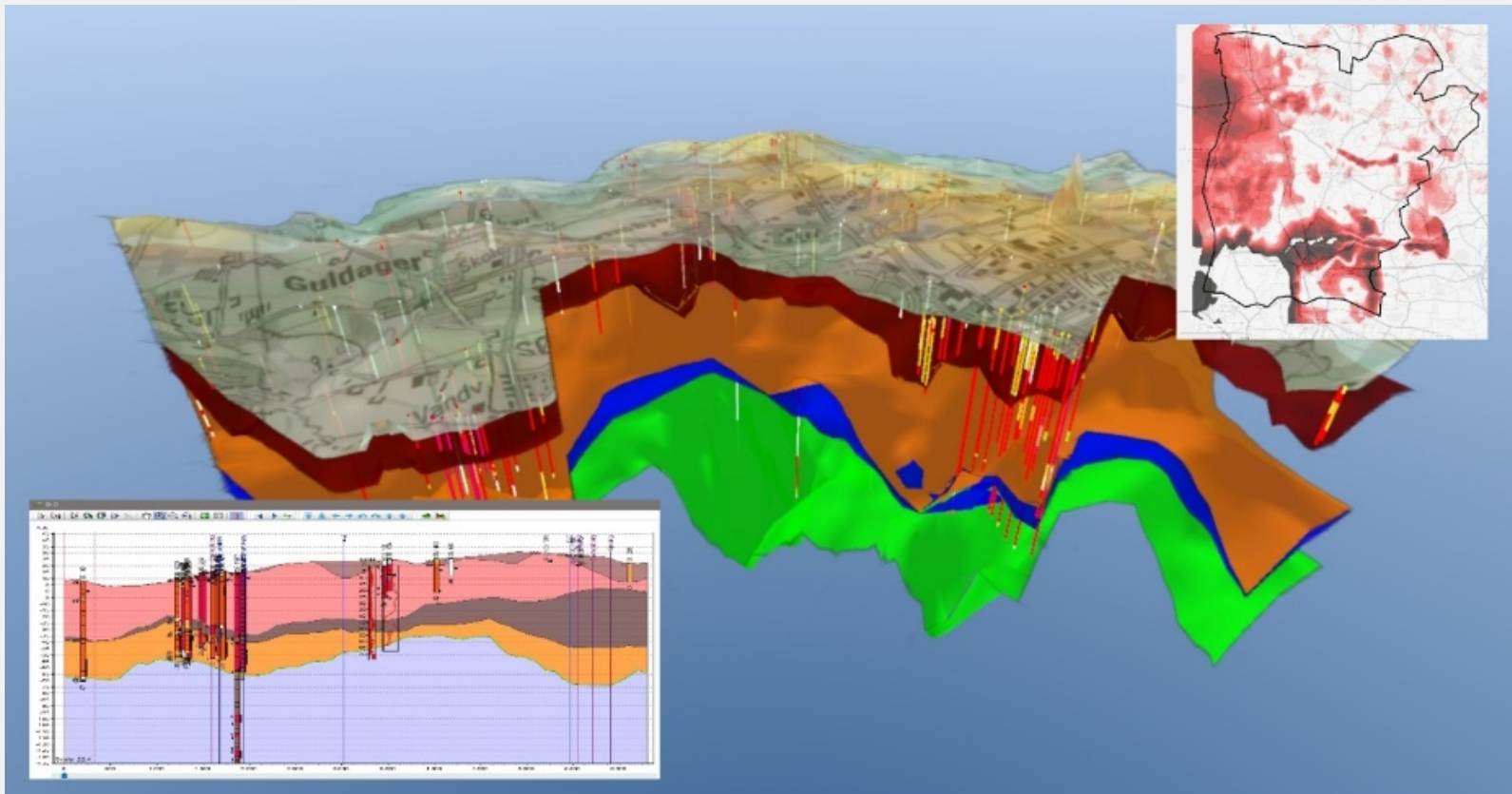
- Særligt i de øvre jordlag
- Forskellige lithologityper i lag og enheder.
- Udbredelse og afgrænsninger af lag.
- Inkluderer det antropogene lag, herunder strukturer i undergrunden.
- Kan inkludere relevant viden (f.eks. beliggenhed af forurenede grunde).
- Kan anvendes i byplanlægningen.



Hvad er en hydrogeologisk model?

Det er en model der beskriver jordlagenes strømningsmæssige egenskaber.

- Hovedlithologier med fokus på hydrauliske egenskaber, evt. på tværs af stratigrafi.
- Inddeling i aquiferer og aquitarder.
- Hvis lagmodel: Isopachkort - magasiner, dæklag og sårbarhedsbetragtninger.
- Den kan anvendes til strømningsberegninger.
- Magasinspecifikke potentialekort m.m.

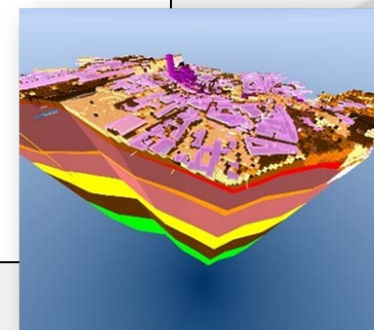
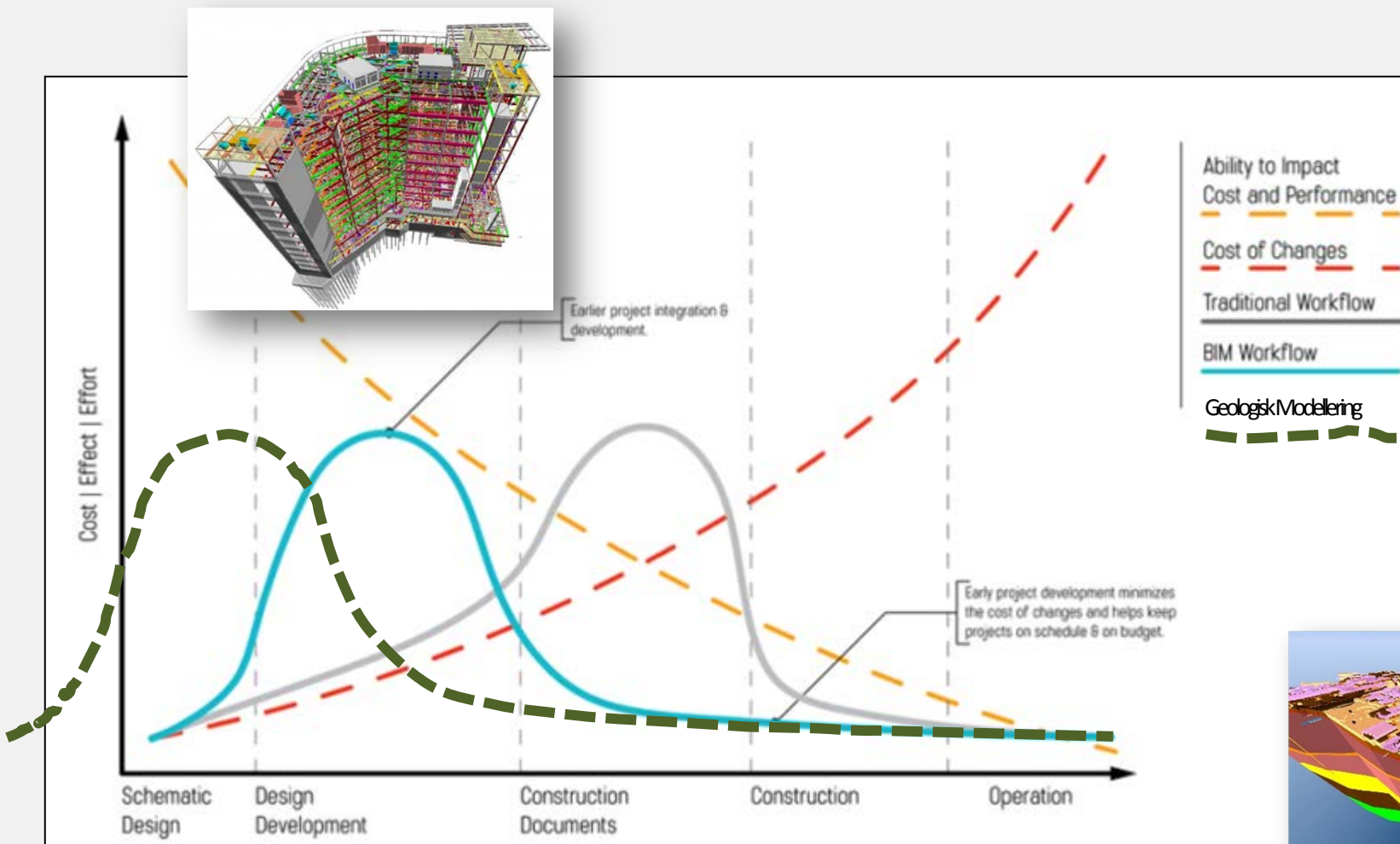


Så geologiske modeller vigtige da de kan bruges til

- at *identificere* områder med blødbundsaflejringer
- *input* til hydrologiske modeller
- håndtering af den samlede *vandbalance* (fra overfladenært til dybt grundvand samt overfladevand)
- *scenarieberegninger* - fremtidssikrede og tilgodese usikkerheder
- løbende *opdatering* når ny viden kommer til, hvorved *konsekvenser* for vandbalancen kan vurderes (oversvømmelser, drænering, andet)
- *planlægning* af fremtidig byudvikling, da infrastruktur kan implementeres og model holdes ajour
- *risikovurderinger* i forbindelse med håndtering af jordforureninger og andet
- udpegning af potentielt *nedsivningsegnete* områder
- meget andet...

BIM modeller (Bygnings Informations Modellering):

Mere viden -> bedre planlægning -> reduktion af omkostninger.



Dataindsamling og forståelsesmodel

Model-opstilling

Design og planlægning (infrastruktur, byggerier m.m.)

Udførelses-fase

Drift

Fra 3D bygeologisk model til hydrogeologisk model

Atmos

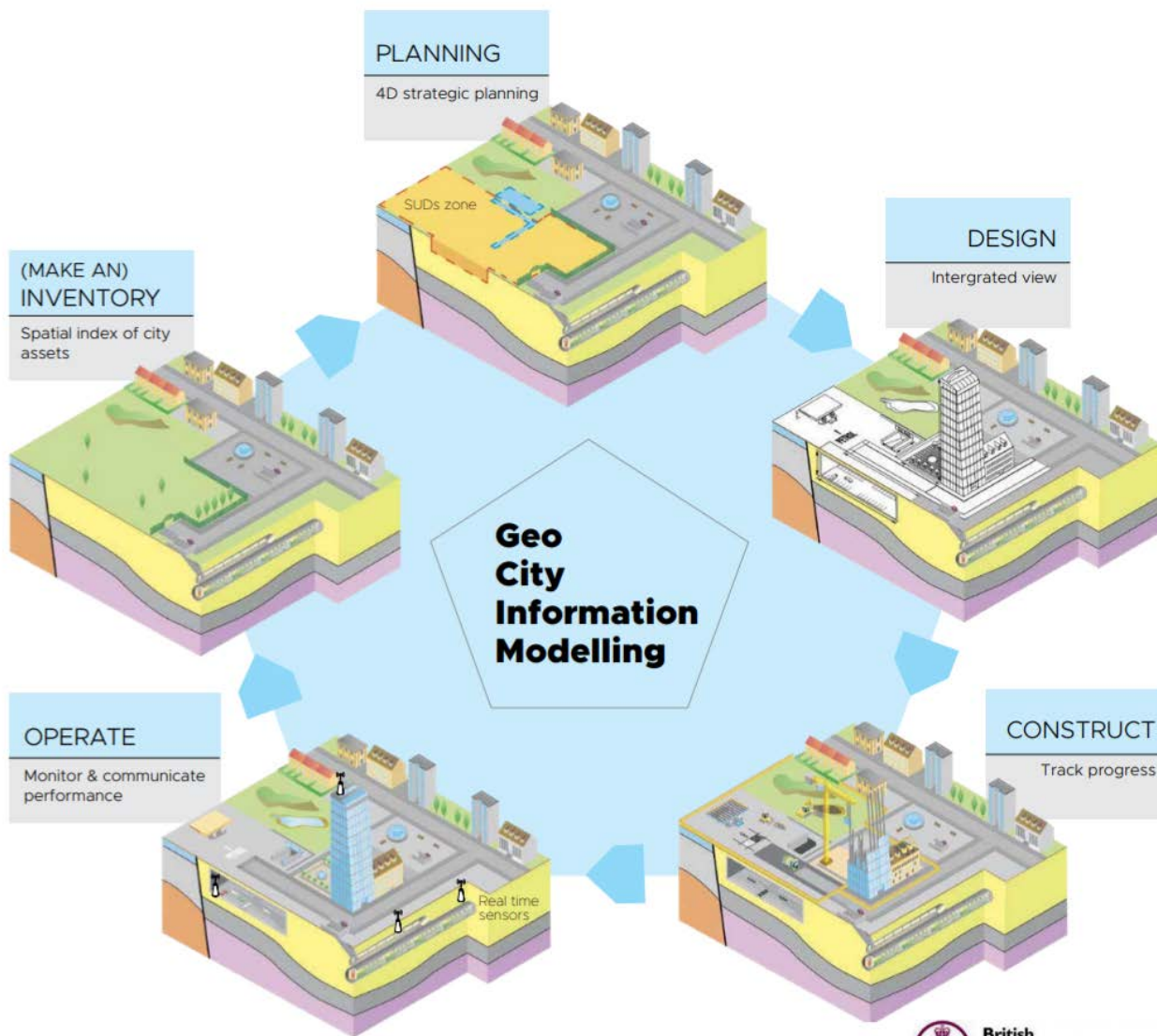
Byg

Jordov

Forsyningssel

tunneller, menneskesk

Geo



GeoCIM information flow cycle.

gn af det
erræn,
.

nd

pogenet

Anvendelse af geologiske modeller kan spare tid og penge, og sikre optimale løsninger!



Modellering af overfladenær geologi og fyldlag i byområder er kompleks. Det skyldes bl.a.:

- Ofte stor geologisk variabilitet.
- Mange menneske-påførte ændringer i den oprindelige geologi - ofte lang historik.
- Ønske om stor detaljegrad i modellerne.
- Derfor fokus på metode- og værktøjsudvikling!



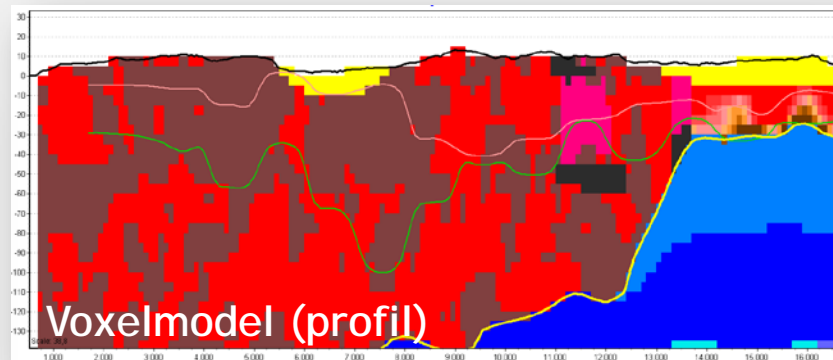
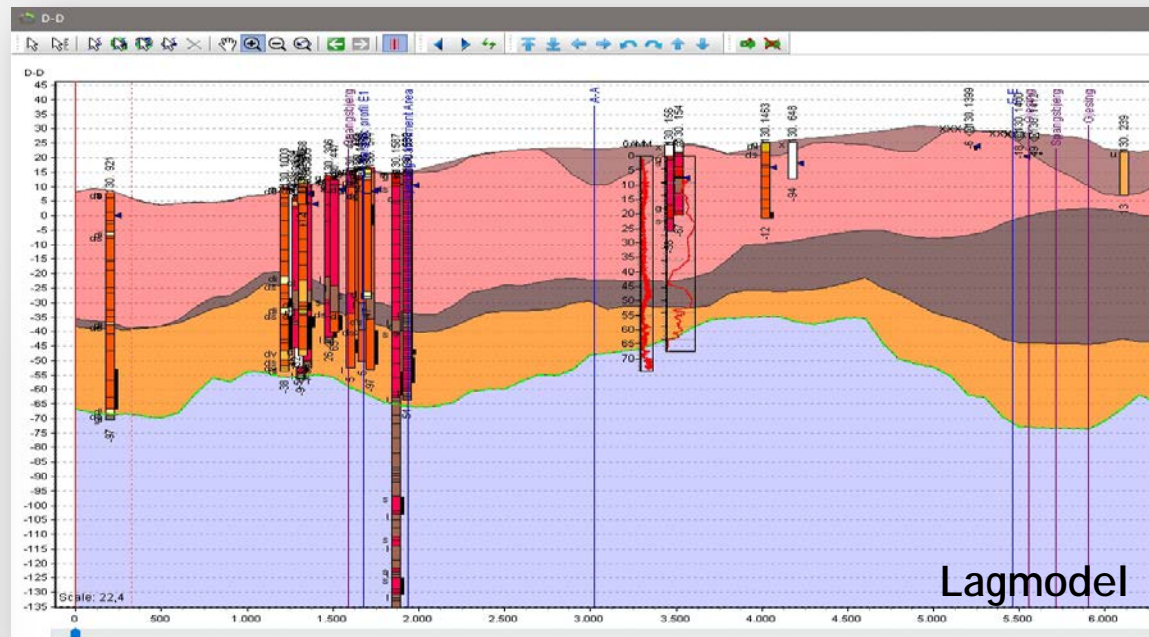
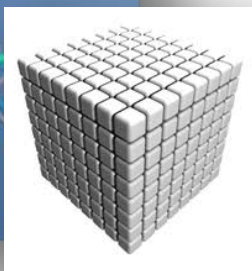
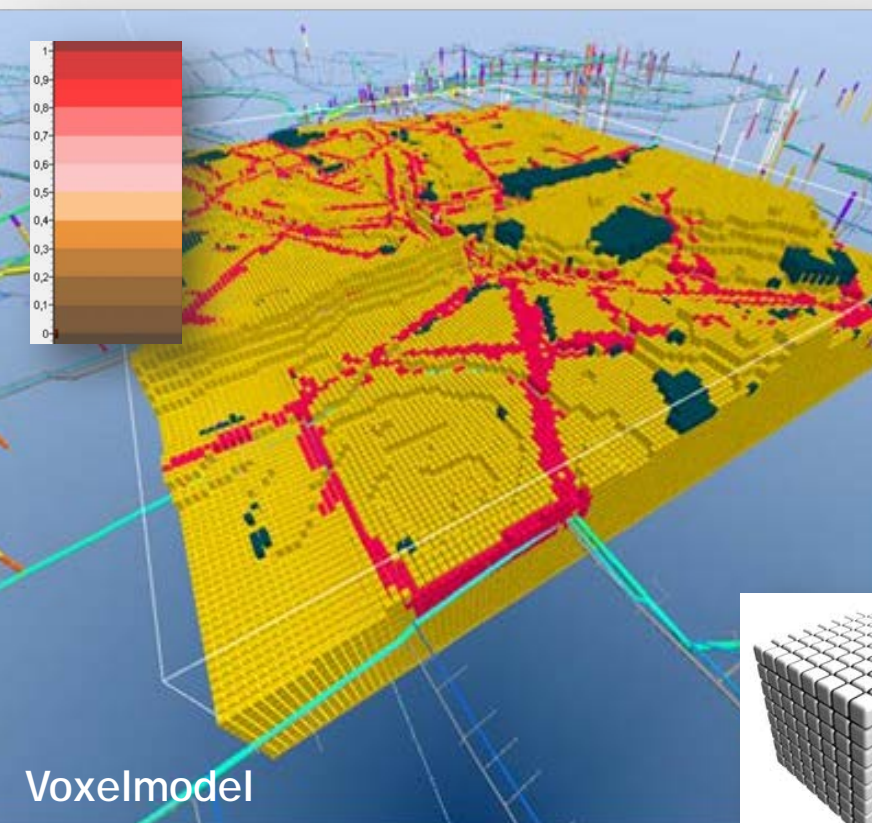
Udvikling af metode og værktøjer – nogle eksempler.

- Thomas B. Thriges Gade, Odense. 2015. (Metodeudvikling. VTU)
- Skibshuskvarteret, Odense. 2016. (Metodeafprøvning)
- MAGIC. 2018. (metodeudvikling. Eurostars)

- Region Syddanmark - et praktisk eksempel på anvendelse af en 3D geologisk bymodel/hydrogeologisk model i ressourceprioriteringen (jordforurening).

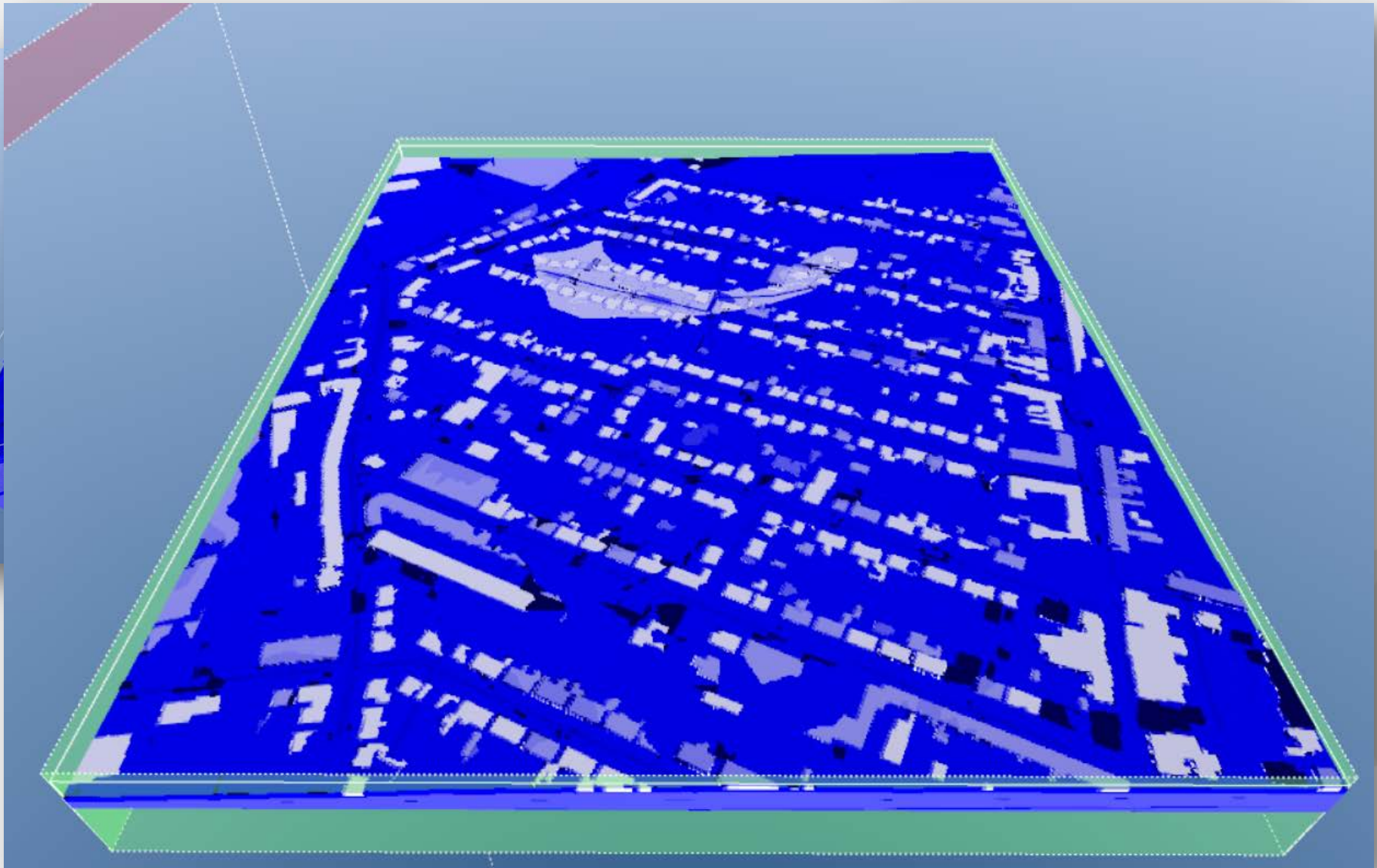
Thomas B. Thriges Gade (metodeudvikling. Inkl. modelværktøjer)

Dataindsamling og databehandling
Modellering af sand-ler forhold.
Kombineret lag- og voxelmodel.



Skibshuskvarteret (metodeafprøvning. Planlægning og etablering af LAR i villakvarter)

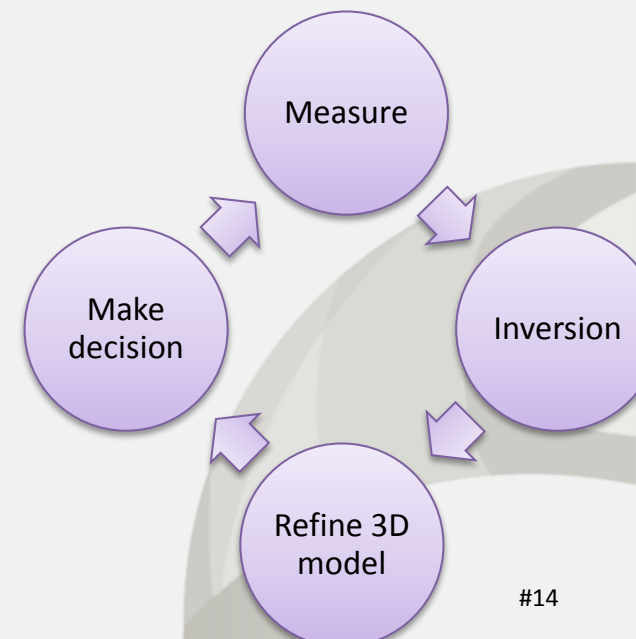
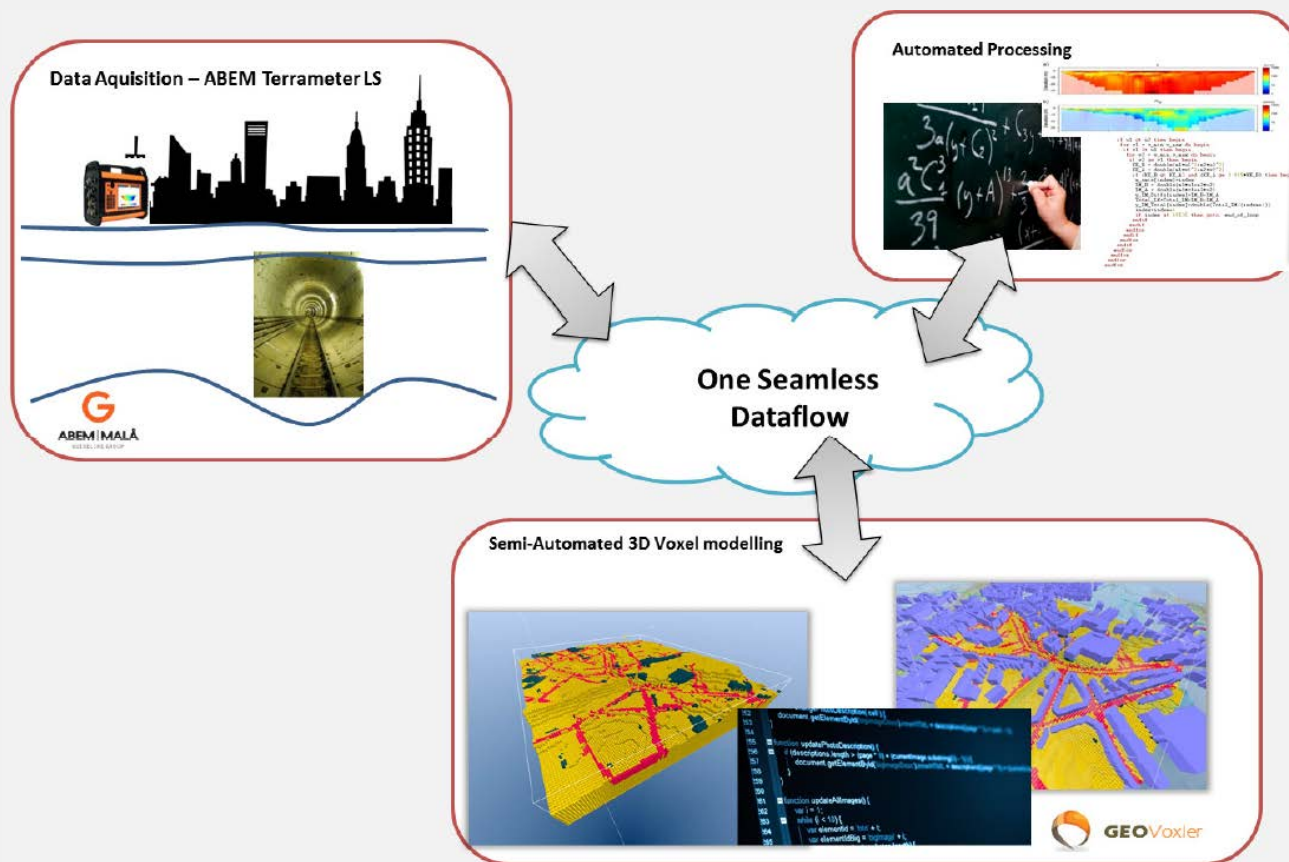
Modellering af anslåede og målte hydrauliske ledningsevner. Litteratursøgning (K-værdier).



MAGIC - Mapping Geology In Cities (metodeudvikling)

Mål: Nemmere (dynamisk) arbejdsgang fra geofysisk dataindsamling i felten til processing til tolkning til kvalificeret beslutningsgrundlag.

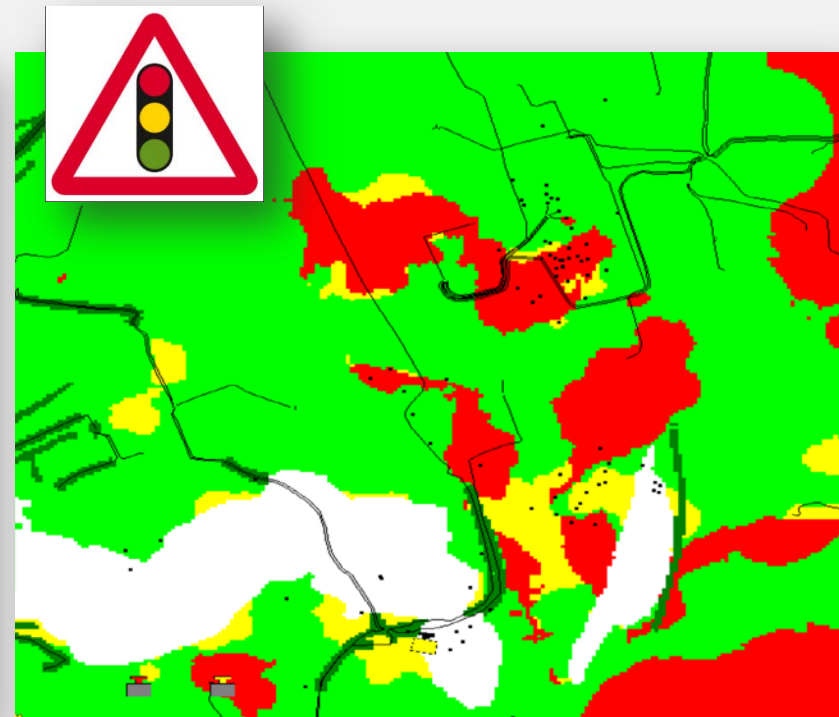
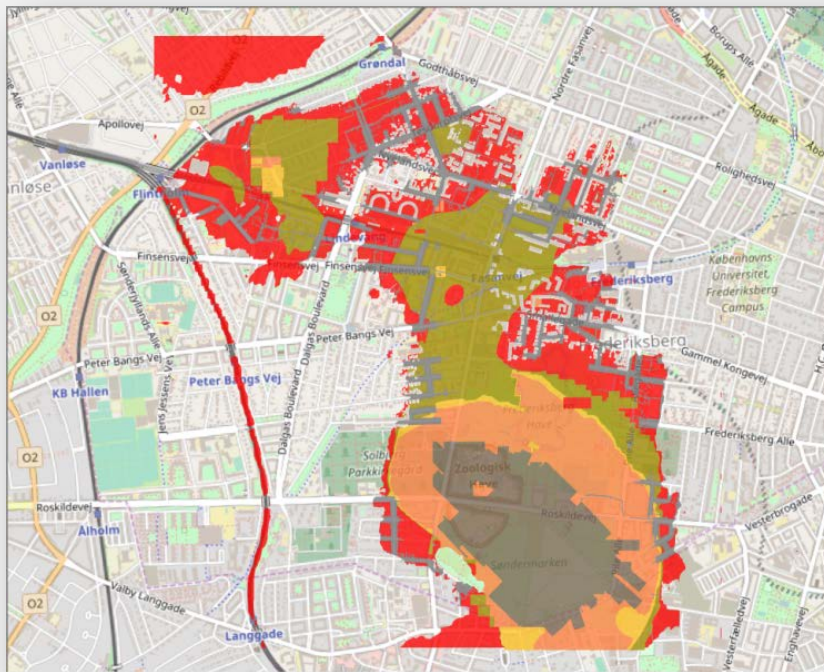
Modellering af lithologi på baggrund af geofysik (MEP) og boringer. Datalagring på Cloud, deling af data via WEB-services (MAGIC Maps).



MAGIC - Mapping Geology In Cities (metodeudvikling)

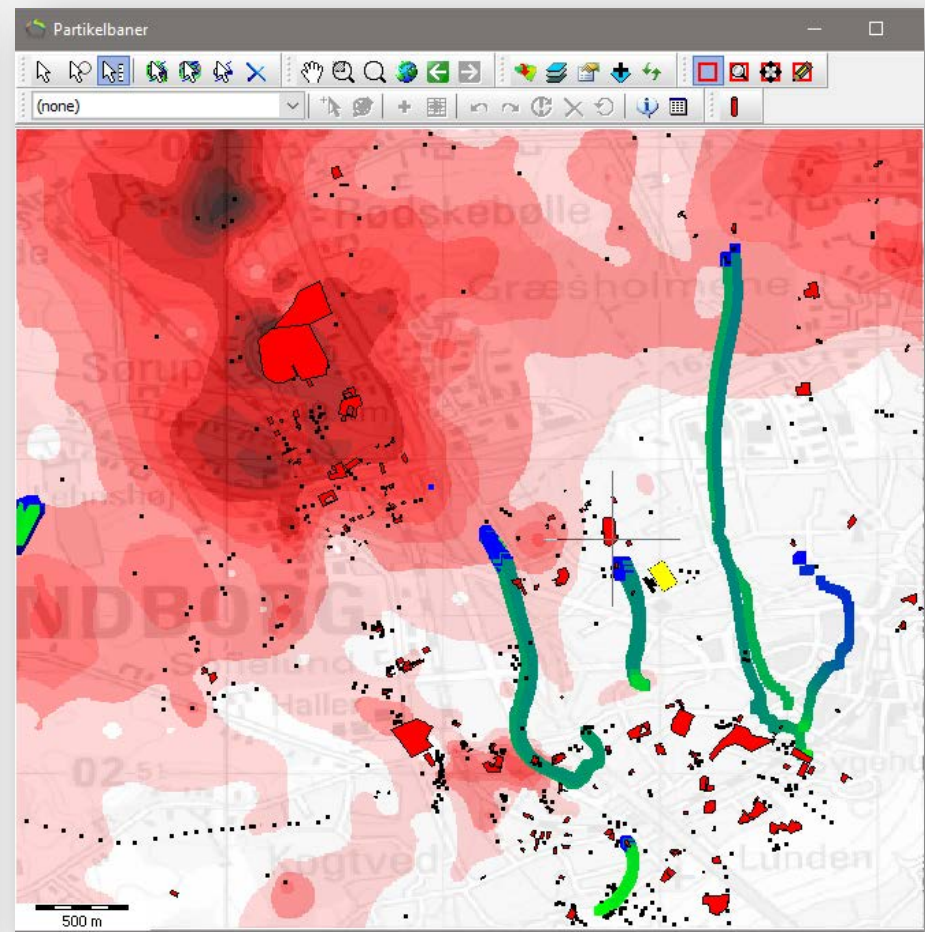
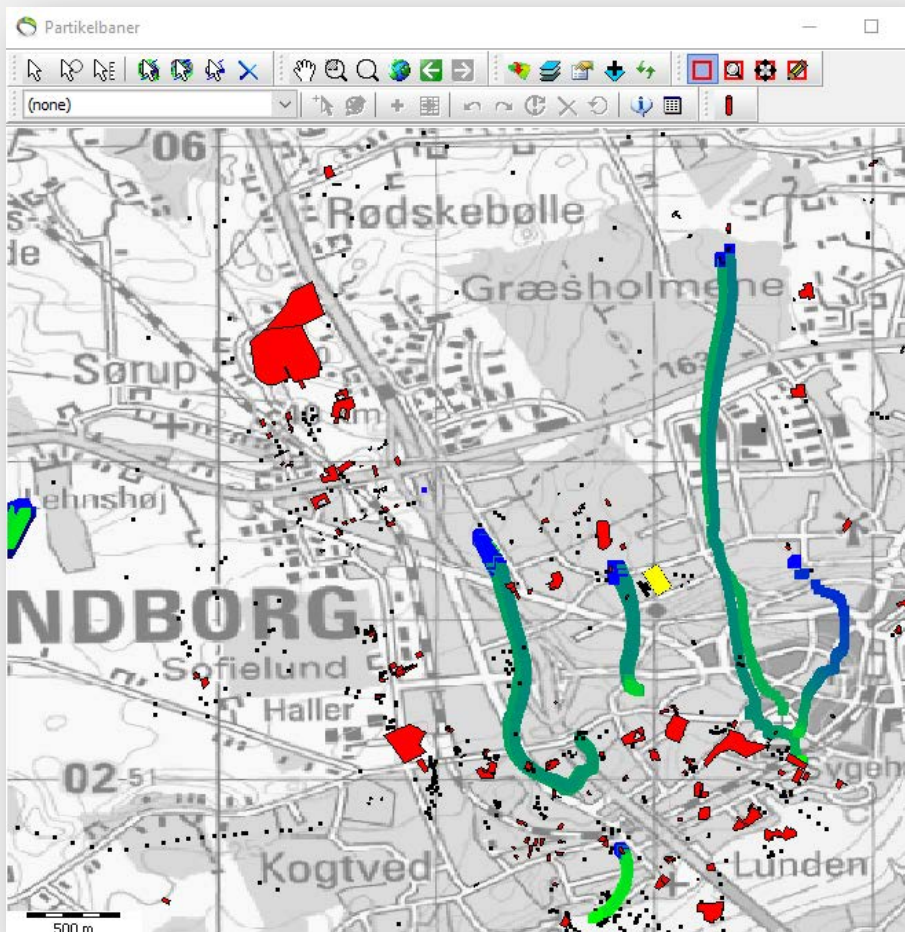
MAGIC Maps.

- Hvor kan man bygge (jordbundsforhold)?
- Hvor kan der infiltreres overfladevand.
- Hvor kan jeg...?



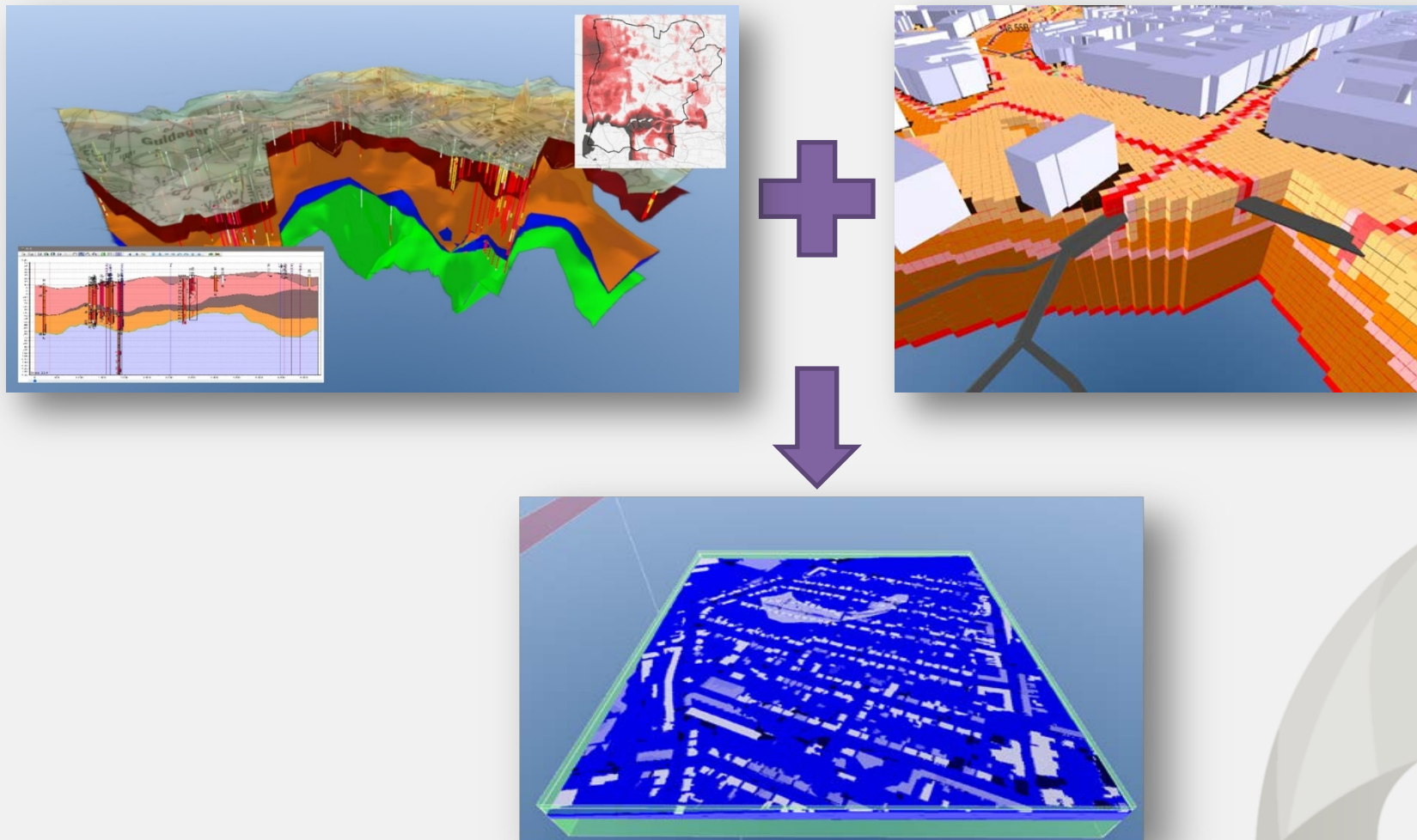
Region Syddanmark - Forurenede grunde. Prioritering af indsats.

Hydrostratigrafisk model → hydrologisk model → partikelbaneberegninger ← hydrostratigrafisk model



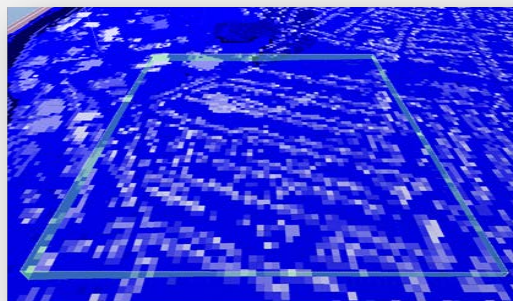
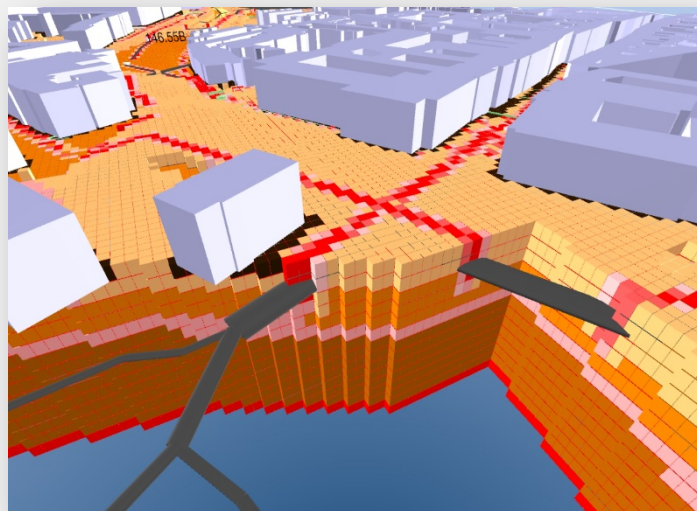
Hvor er vi så i dag?

- Vi har de overordnede rammer.
- Vi har metoderne, værktøjerne og til dels formidlingsplatformene.
- Vi kan forfine regionalmodeller og kombinere lokal- og regionalmodeller.

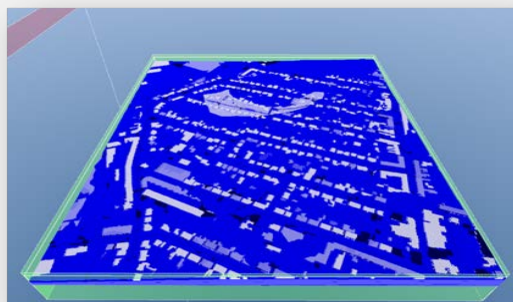


Hvor er vi så *ikke* i dag?

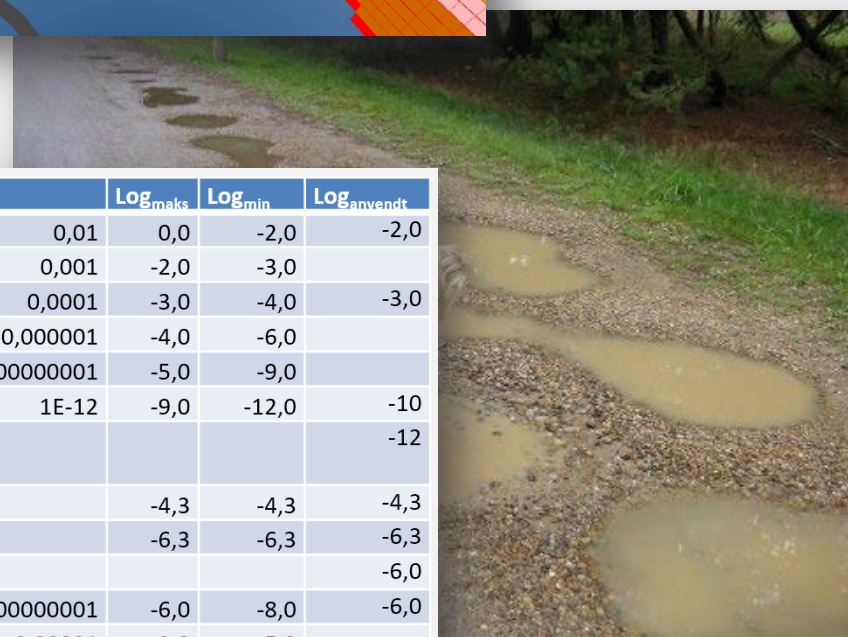
- Vi mangler viden (om data).
- Der er mange forskellige dataejere.
- Vi mangler erfaring.
- ! Databehandling kan være tidskrævende.
- ! Usikkerhederne på særligt hydrauliske parametre er meget store.
- ! Modeller anvendes ikke dynamisk.



Hvilken er bedst...



Lithologi	K _{Maks}	K _{min}	Log _{maks}	Log _{min}	Log _{anvendt}
Grus	1	0,01	0,0	-2,0	-2,0
Grovkornet sand	0,01	0,001	-2,0	-3,0	
mellemkornet sand	0,001	0,0001	-3,0	-4,0	-3,0
finkornet sand	0,0001	0,000001	-4,0	-6,0	
silt	0,00001	0,000000001	-5,0	-9,0	
ler	0,000000001	1E-12	-9,0	-12,0	-10
Impermeable lag (kældre)					-12
Moræneler, 0-3 mut	0,00005		-4,3	-4,3	-4,3
Moræneler, >3 mut	0,0000005		-6,3	-6,3	-6,3
Morænesand					-6,0
limnisk materiale (gytje)	0,000001	0,00000001	-6,0	-8,0	-6,0
svagt humificeret tørv	0,01	0,00001	-2,0	-5,0	
moderat humificeret tørv					-6,0
tørv	0,00001	0,0000001	-5,0	-7,0	
stærkt humificeret tørv	0,0000001	0,00000001	-7,0	-8,0	-7,0



Tak for opmærksomheden