

ATR6 Hydrogeologi

Hydrogeologisk notat - Fortkvarteret

Revision	Dato	Beskrivelse	Udarbejdet	Fagkontrolleret	Godkendt

This document has been prepared by Norconsult as a part of the assignment identified in the document. Intellectual property rights to this document belongs to Norconsult. This document may only be used for the purpose stated in the contract between Norconsult and the client and may not be copied or made available by other means or to a greater extent than the intended purpose requires.

1 Topografiske og geologiske forhold

Terrænoverflade i borepunkterne er beliggende mellem kote +1.8 og +2.0 m DVR90. Af Danmarks Højdemodel fra SDFE kortviser ses, at det aktuelle område generelt er beliggende mellem kote +0.5 og +2,50 m DVR90. Som det fremgår af Figur 1 er topografien relativ flad beliggende mellem kote +1.8 og +2.0 m DVR90 i det meste af projektområdet. Mod sydøst er der et hul hvor topografien falder til kote +0.5 m DVR90.

Af jordartskort 1:25.000 udarbejdet af GEUS er de overfladenære jordarter for det aktuelle byggefelt klassificeret som postglaciale marine aflejringer af sand og grus.

De geologiske forhold er beskrevet på baggrund af geotekniske borer, udført af Norconsult /Norconsult 2024: Engvej/Jorisvej, København S Engbyen – Fortkvarteret. Geoteknisk rapport/.

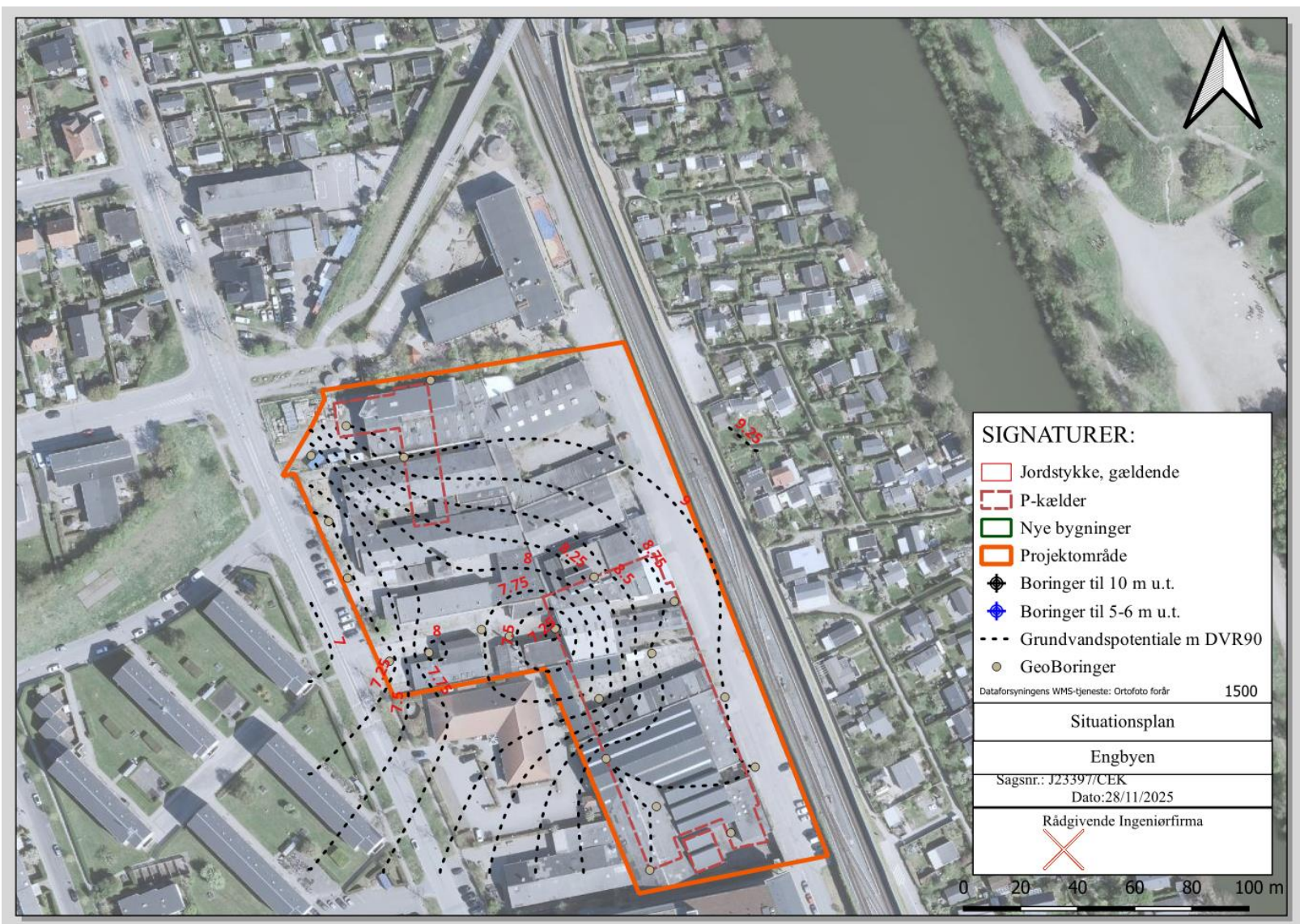
De terrænnære jordbundsforhold er karakteriseret ved øverst 1-3 meter fyldaflejringer, derunder 6-7 meters glaciale aflejringer. Kalken træffes i en dybde af 7-9 meter under terræn, hvilket svarer til omkring kote -5 - 7 m DVR90. Derudover er i mange af borerne fundet et sandlag af op til 1 meters tykkelse i dybden 2-4 meter under terræn.

De geologisk forhold fremgår endvidere af 4 geologiske profiler vist i bilag 1.



Figur 1 Terrænkoten

Et kort over dybden til kalken er vist på Figur 2. Som det fremgår af kortet, falder dybden til kalkoverfladen mod øst, dog med nogle centrale variationer. Dybden falder fra ca. 7 meter i øst til 9 meter i vest.

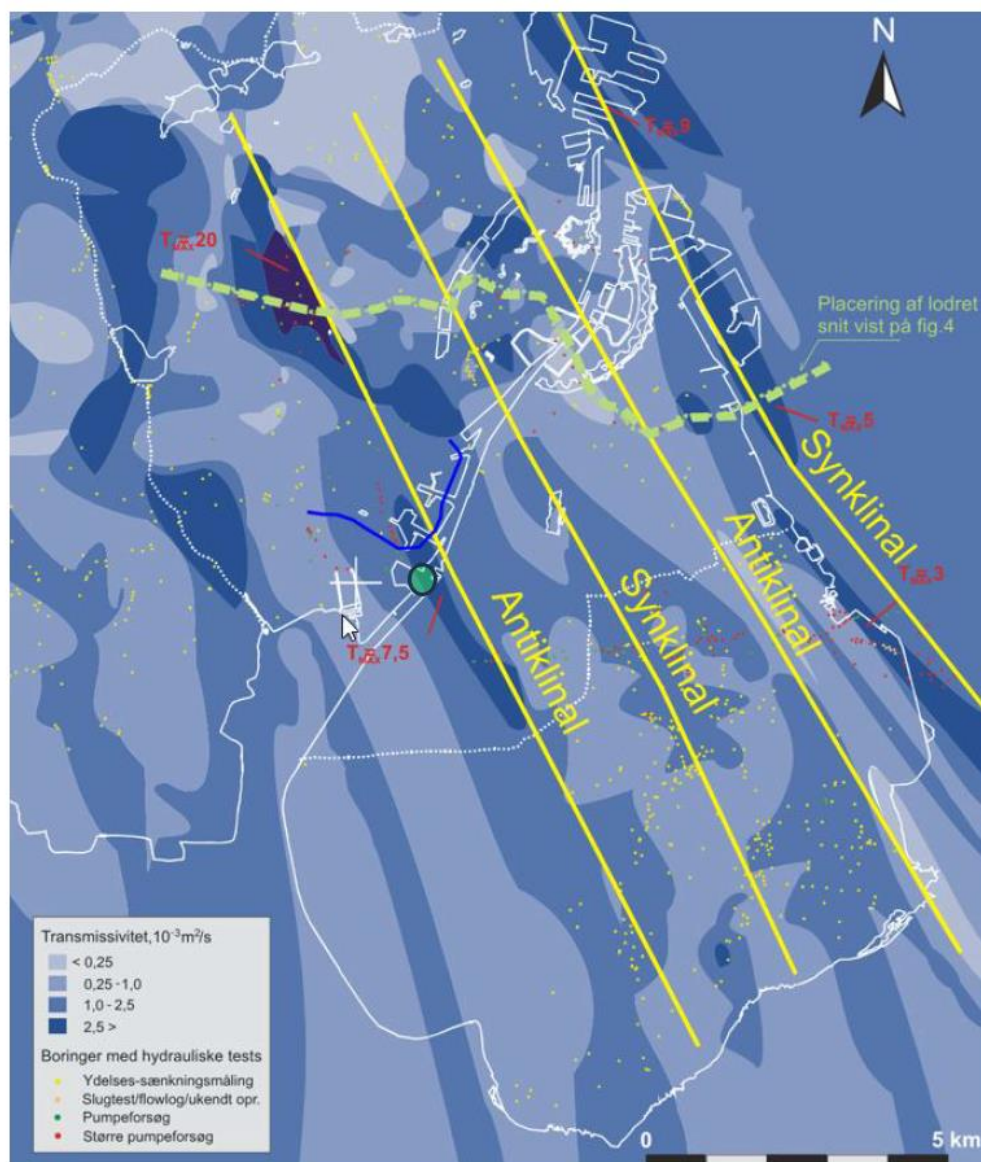


Figur 2 Kort over dybden til kalken

2 Hydrogeologiske forhold

Det mest væsentlige i forhold til projektet er det terrænnære grundvandsspejl og grundvandsspejlet i kalken. Beliggenheden af de nuværende vandspejle er meget vigtige i forhold til planlægning af selve anlægsfasen, mens de projekterede fremtidige vandspejle er meget vigtige i forhold til den fremtidige sikring af byggeriet.

Et kort over transmissiviteten i kalken er vist på Figur 3. Som det fremgår af kortet, er transmissiviteten



Figur 3 Transmissivitet kort for kalken ved København og Amager / e-6/

stærkt korreleret til beliggenheden af antiklinaler og synklinaler. Som det endvidere fremgår af kortet, er projektområdet beliggende i randen af en synklinal, hvor der potentielt kan være en høj transmissivitet. Ifølge

kortet kan transmissiviteten være højere end 0.01 m²/s, der er dog ikke nogen lokale målinger til at bekræfte dette.

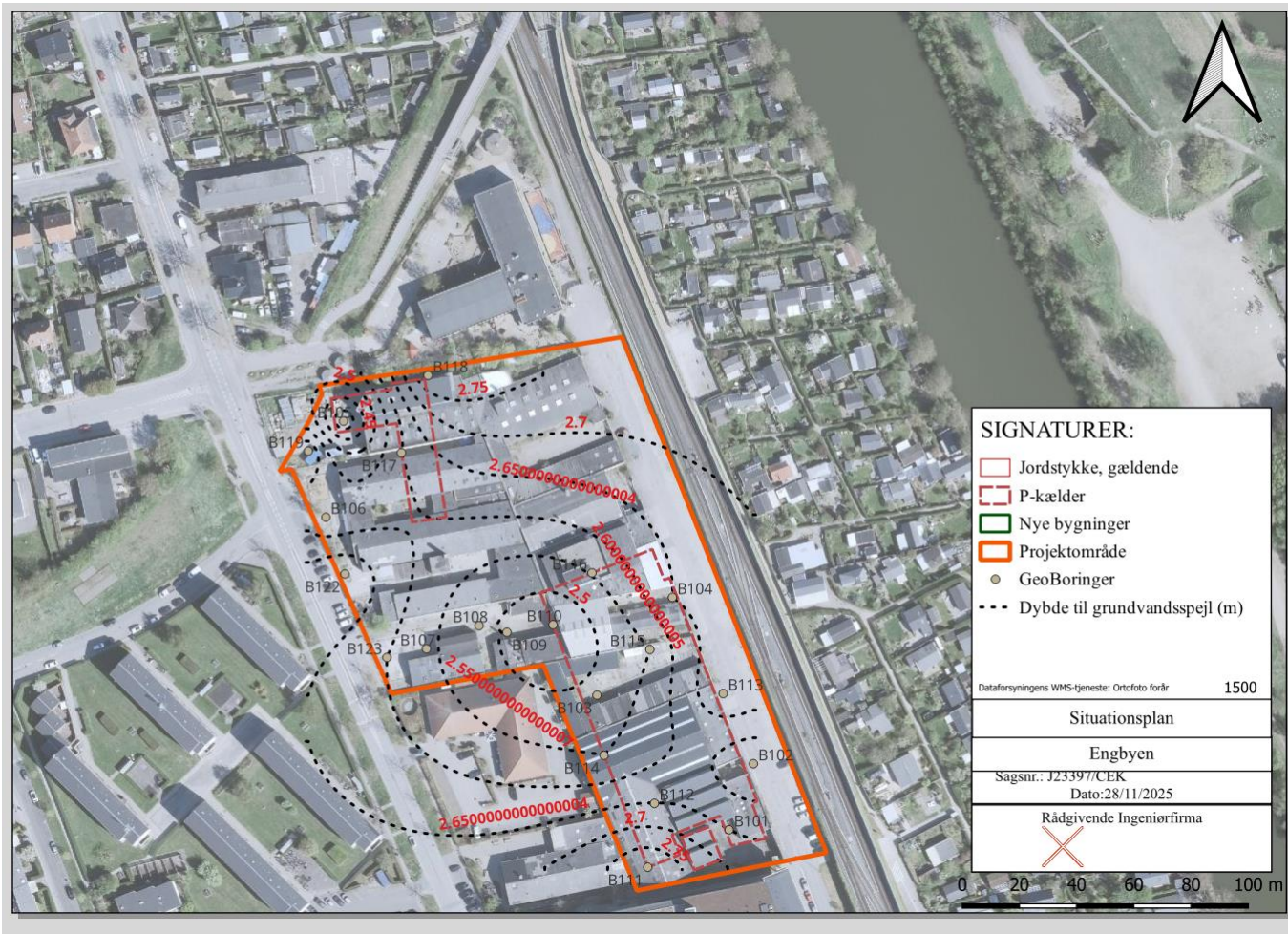
Derudover kan sandlaget af op til 1 meters tykkelse, der er fundet i hovedparten af borerne i dybden 2-4 meter under terræn potentielt have kontakt til havet der er beliggende 500 meter mod øst. Sandlaget kan også potentielt have kontakt til voldgraven der er beliggende 100 meter mod øst.

2.1 Nutidige vandspejlsforhold

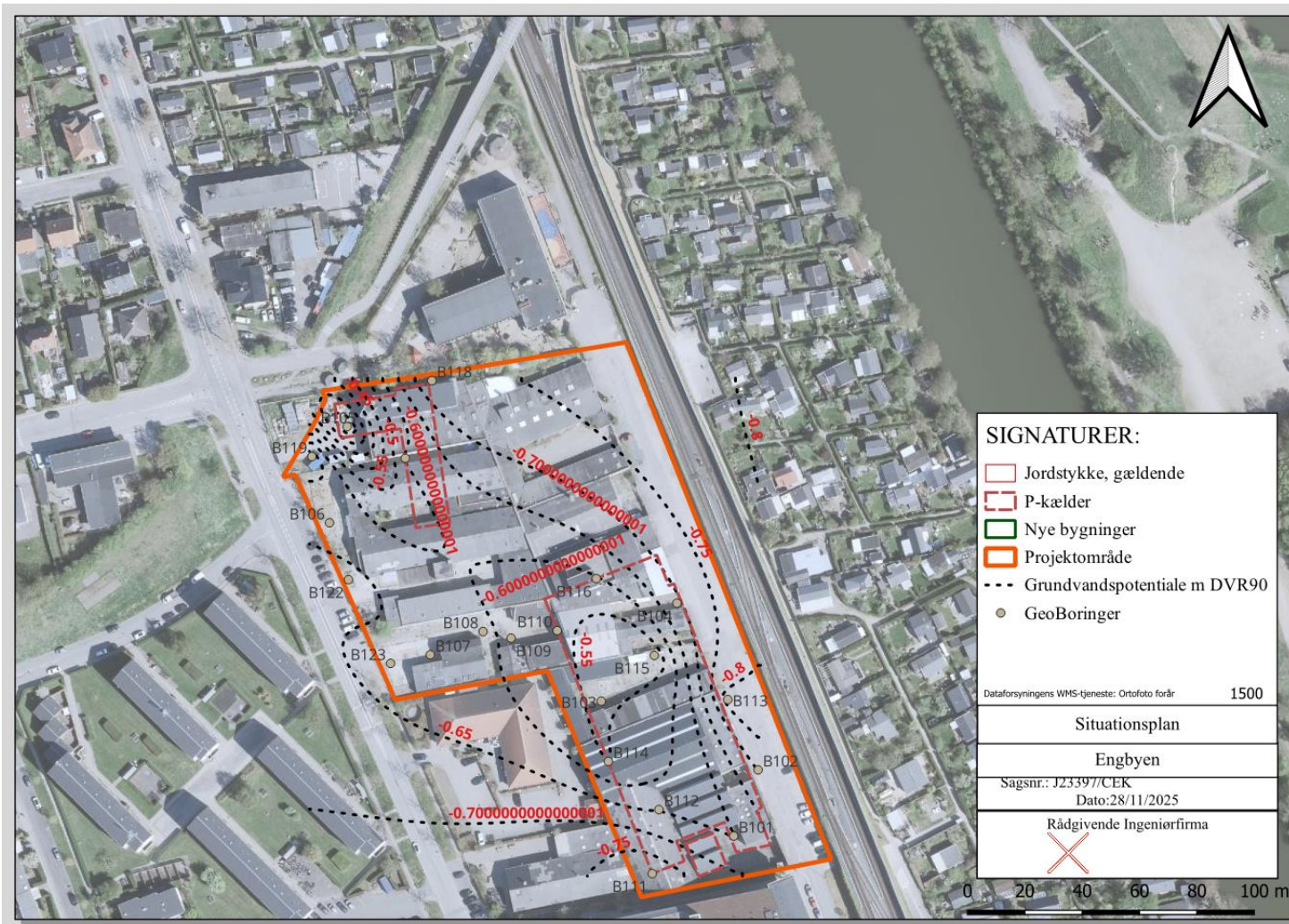
Det nutidige terrænnære grundvandsspejl ligger i en dybde af 2.5 til 2.75 meter under terræn svarende til koter fra -0.5 til -0.75 m DVR90 jævnfør Figur 4 og Figur 5. Den overordnede retning af grundvandsstrømmen er fra vest mod øst mod havet, dog med lokale variationer. Årsagen til at grundvandsspejlet ligger under kote 0 er at der dels indvindes meget grundvand på Amager i forhold til grundvandsdannelsen, dels bliver der drænet store mængder vand som følge af byggerier, tunneldrift, metro og kanaliserede grundvandsdræn. Derudover er der generelt meget befæstet og tætte morænelerslag der reducerer grundvandsdannelsen på Amager.

Det terrænnære grundvandsspejl og vandspejlet i kalken ligger stort set i samme niveau. Der kan således ikke identificeres en entydig gradient på grundvandsstrømningen mellem kalken og det terrænnære grundvand.

Beliggenheden af det nutidige grundvandspotentiale er vist på de geologiske profiler i bilag 1 med blå linje.



Figur 4 Dybden til det nutidige grundvandsspejl



Figur 5 Koden for det nutidige grundvandspotentiale

2.2 Fremtidige vandspejlsforhold

Som følge af klimaændringerne forventes havet at stige med 1.17 meter ved København frem mod 2150 /DMI/. Tæt ved kysten forventes nærmest en 1:1 stigning i grundvandsspejlet baseret på en fluxantagelse. Men dette afhænger derudover af de lokale forhold herunder lokale drænsystemer.

Til vurdering af de fremtidige vandspejlsforhold er der valgt at tage udgangspunkt i en konservativ vurdering. Der er således taget udgangspunkt i at grundvandsniveauet stiger med 1.17 meter alene på grund af nærheden til havet.

Estimerer på grundvandsstigningen ved høj CO₂ udledning er ifølge HIP /HIP – Hydrologisk Informations og Prognosesystem/, max 0.25 meter ved projektområdet med en usikkerhed på 25 cm, i alt max. 50 cm. I denne beregning er ændringer i havvandsniveau medtaget som en randbetingelse, dog i et relativt groft gid (500 x 500 meter).

Som et konservativt udgangspunkt er derfor valgt at tage udgangspunkt i at grundvandsniveauet vil stige 1.17 meter som følge af havstigningen når der er indstillet sig en ligevægt mellem det nye havniveau og grundvandet. Derudover er lagt den simulerede stigning fra HIP inklusive usikkerhed på i alt 50 cm. Dette giver en samlet stigning på 1.67 m. Derudover er der valgt at referenceniveauet er i kote -0.25 meter da grundvandsniveauet må forventes at stige i fremtiden alene som følge af faldende indvinding.

Det konservativt estimerede fremtidige grundvandspotentiale er også vist på de geologiske profiler i bilag 2. Som det fremgår er estimeret et fremtidigt potentiale på omkring kote +1.4 m DVR90, hvilket svarer til ca. 0.6 meter under det nuværende terrænniveau.

2.3 Ekstremhændelser

I forbindelse med stormflode i et fremtidigt klima (svarende til år 2100) kan havet i værste fald stige til 5 meter /DMI/ over det nuværende havniveau under hændelsen. Dette kan potentielt medføre til massive oversvømmelser på Amager.

I Scalgo-beregninger er det beregnet at regnvandet under ekstrem-nedbørshændelser, kan akkumulere op til 20 cm over den nuværende terrænoverflade. Dette regnvand kan potentielt nedsive til grundvandet i fyldlag omkring bygningen og hæve grundvandsniveauet til terræn, hvor det vil komme i hydraulisk kontakt med regnvand.

3 Fastlæggelse af ALS, ULS og SLS

Til fastlæggelse af ALS (uheldsscenario) er der taget udgangspunkt i en ekstremvejrshændelse hvor regnvandet ifølge Scalgo beregninger kan akkumuleres til en vanddybde på 20 cm over terræn. Dette vand kan potentielt nedrive gennem fyldlag omkring bygningerne og hæve grundvandsstanden til terræn.

ALS er derfor fastlagt til 20 cm over det eksisterende terrænniveau hvilket svarer til kote +2.2 m DVR90.

Til fastlæggelse af ULS (brudgrænsetilstand), er der taget udgangspunkt i det forventede niveau i fremtiden. Som nævnt i afsnittet om det fremtidige vandspejl er denne beregnet til kote +1.4 m DVR90.

Til fastlæggelse af SLS (brugsgrænsetilstand) er der taget udgangspunkt i det forventede grundvandspotentialer såfremt indvindingen stoppes på Amager og dræningen fra tunneldrift, metro og kanaliserede grundvandsdræn reduceres væsentligt. Derved vurderes at grundvandsniveauet vil stabilisere sig omkring eller lige over kote 0. SLS er således bestemt til + 0.3 meter DVR90.

De tre vandspejlskoter er vist i Tabel 2. Derudover er vandspejlskoterne vist på de geologiske profiler i bilag 2 med gul for SLS, grøn for ULS og rød for ALS.

Indikator	Kote m DVR90
ALS	2.2
ULS	1.4
SLS	0.3

Tabel 1 Koter for ALS, ULS og SLS

Det anbefales at disse fastsatte koter genovervejes, når det reelt undersøges hvordan de påvirker udformningen af byggeriet.

4 Risiko for grundbrud under anlægsperiode

Der skal anlægges kældre under bygningerne A2, C og D.

Risikoen for grundvandsbrud varierer henover projektområdet. Ved udgravning til en dybde af 4.5 meter ved bygning A2 vurderes der på det foreliggende grundlag ikke at være stor risiko for grundbrud. Det anbefales dog at supplere med nogle flere boringer til kalken i den sydlige del af bygningen.

Ved bygning C er der risiko for grundbrud. Det vurderes at der skal pumpes aktivt fra kalken under anlægsperioden.

Ved bygning D er risikoen for grundbrud lille på det foreliggende grundlag. Det anbefales dog at supplere med nogle flere boringer til kalken.

Grundbrudsberegninger for specifikke boringer er vist i Tabel 2.

Det anbefales at genoverveje risikoen når der er lavet supplerende boringer.

	B105	B118	B117	B110	B115	B103	B112	B102
Terræn	2.05	2.05	2	1.9	2.05	2.05	2	1.8
Trykniveau - Grundvandsmagasin	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48	-0.48
Udgravningsniveau	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5
Niveau for overside grundvandsmagasin	-7	-7	-7	-5.1	-6.7	-5.8	-7	-7
Rumvægt - Moræneler (kN/m ³)	21	21	21	21	21	21	21	21
Rumvægt - Vand (kN/m ³)	10	10	10	10	10	10	10	10
Stabiliserende kraft	85.05	85.05	85.05	49.14	79.38	62.37	85.05	85.05
Destabiliserende kraft	78.892	78.892	78.892	55.902	75.262	64.372	78.892	78.892
Sikkerhedskoefficient	1.078056077	1.078056077	1.078056077	0.879038317	1.054715527	0.968899522	1.078056077	1.078056077
Opadrettet gradient	0.448888889	0.448888889	0.448888889	0.776923077	0.480952381	0.612121212	0.448888889	0.448888889
	Ingen risiko	Risiko	Risiko	Stor risiko for grundbrud	Risiko	Stor risiko for grundbrud	Ingen risiko	Ingen risiko

Tabel 2 Vurdering af risikoen for grundbrud for specifikke borer

5 Supplerende undersøgelser

Foruden supplerende boringer til kalken burde udføres en langtids-prøvepumping til vurdering af de lokale hydrauliske forhold i kalken, herunder afstand til eventuelle forkastninger. Prøvepumpningen kan også afklare den hydrauliske forbindelse mellem kalken og terrænnært sekundært grundvand.