

Sag: Grundvandssænkning Sluseholmen 5

Sag nr.: JJ240923 Dokument nr.: 1

Til: Københavns Kommune
Fra: Jan Kürstein Norconsult A/S
Dato: 06.02.2025
Version: 2/ 2
Fagkontrol: Søren Andreasen

MIDLERTIDIG GRUNDVANDSSÆNKNING

Ansøgning om tilladelse til midlertidig grundvandssænkning på Matrikel 377d beliggende på adressen Sluseholmen 5, København

Baggrund

På adressen Sluseholmen 5 i København skal der etableres et bosted i 5 etager. I forbindelse med byggeriet skal der etableres en kælder med bund i kote minus 2.5 m. Med den planlagte kældbund er der risiko for grundbrud, hvilket nødvendiggør at der pumpes vand fra kalken under anlæg af kælderen.

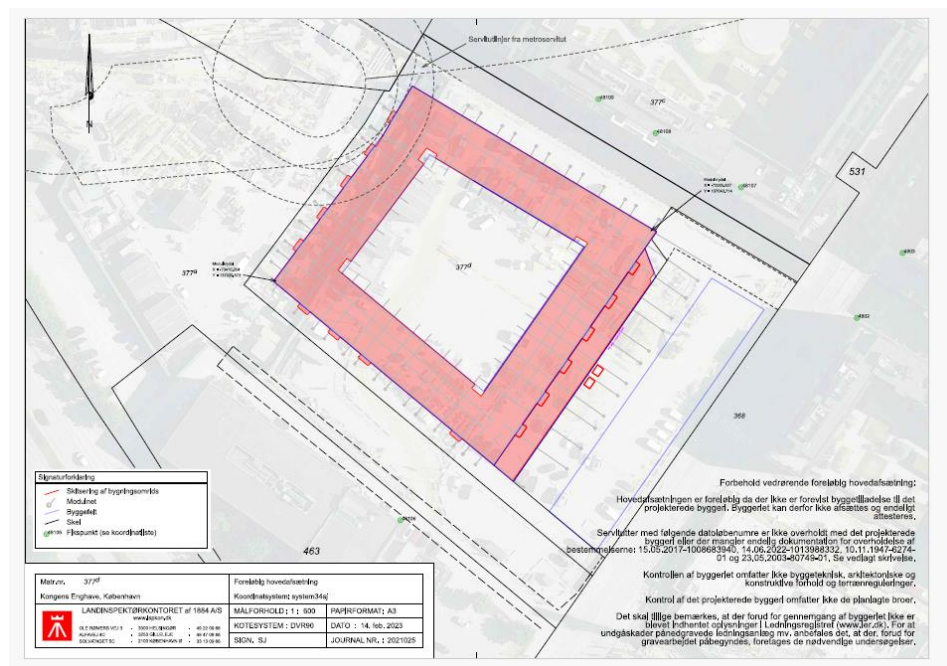
I forbindelse med etablering af projektet er der således behov for at udføre midlertidig grundvandssænkning.

Oversigtskort er vist på Figur 1 og afgrænsningen af byggefeltet er vist på Figur 2.

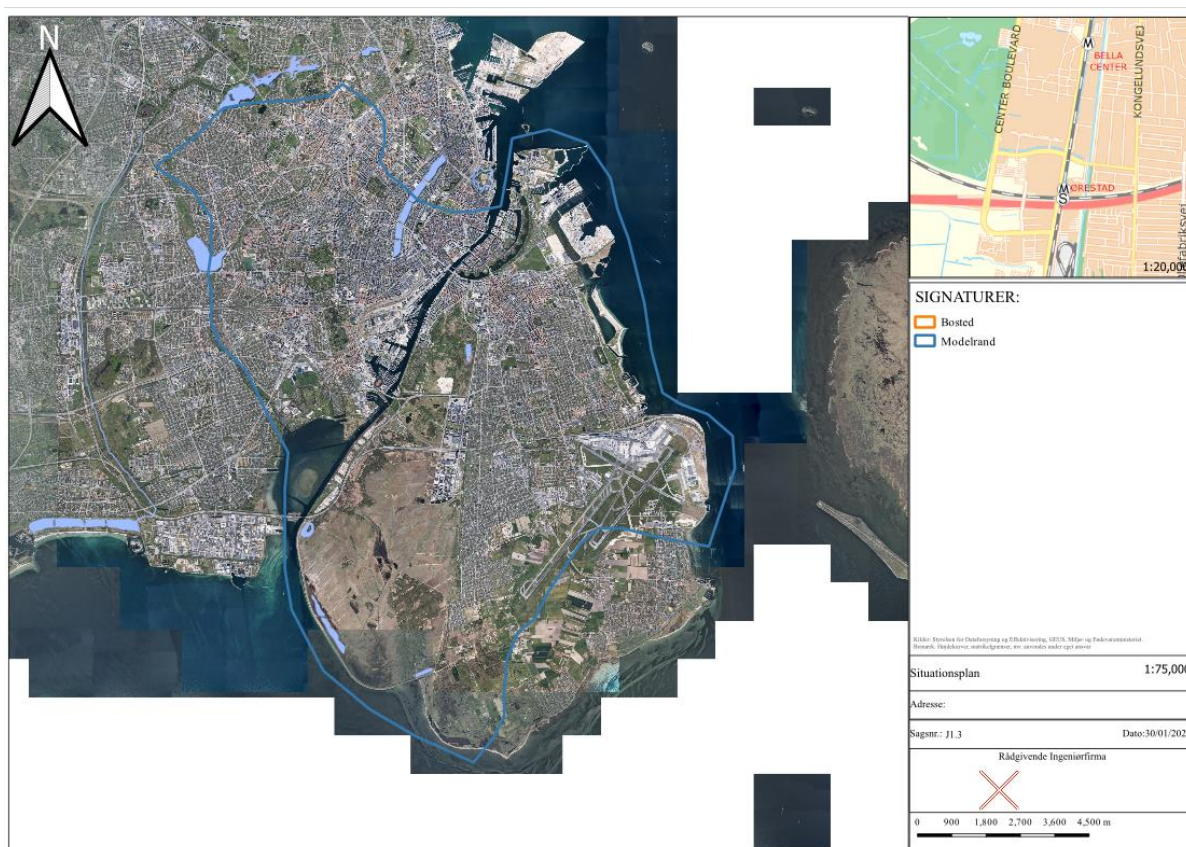
Som grundlag for at designe grundvandssænkningen er der opstillet en numerisk grundvandsmodel. Modellen er opstillet for et større område der omfatter det meste af Amager samt når ud til Damhussøen og Utterslev Mose mod nord. Modellen har varierende gridstørrelse, og har en gridstørrelse på 6.25 x 6.25 meter lokalt omkring byggegruben.

Modelområdet er vist på Figur 3.

Figur 1 Oversigtskort



Figur 2 Byggefeltet på Sluseholmen vist med lys lilla afgrænsning



Figur 3 Modelområde

Forventet pumpeperiode

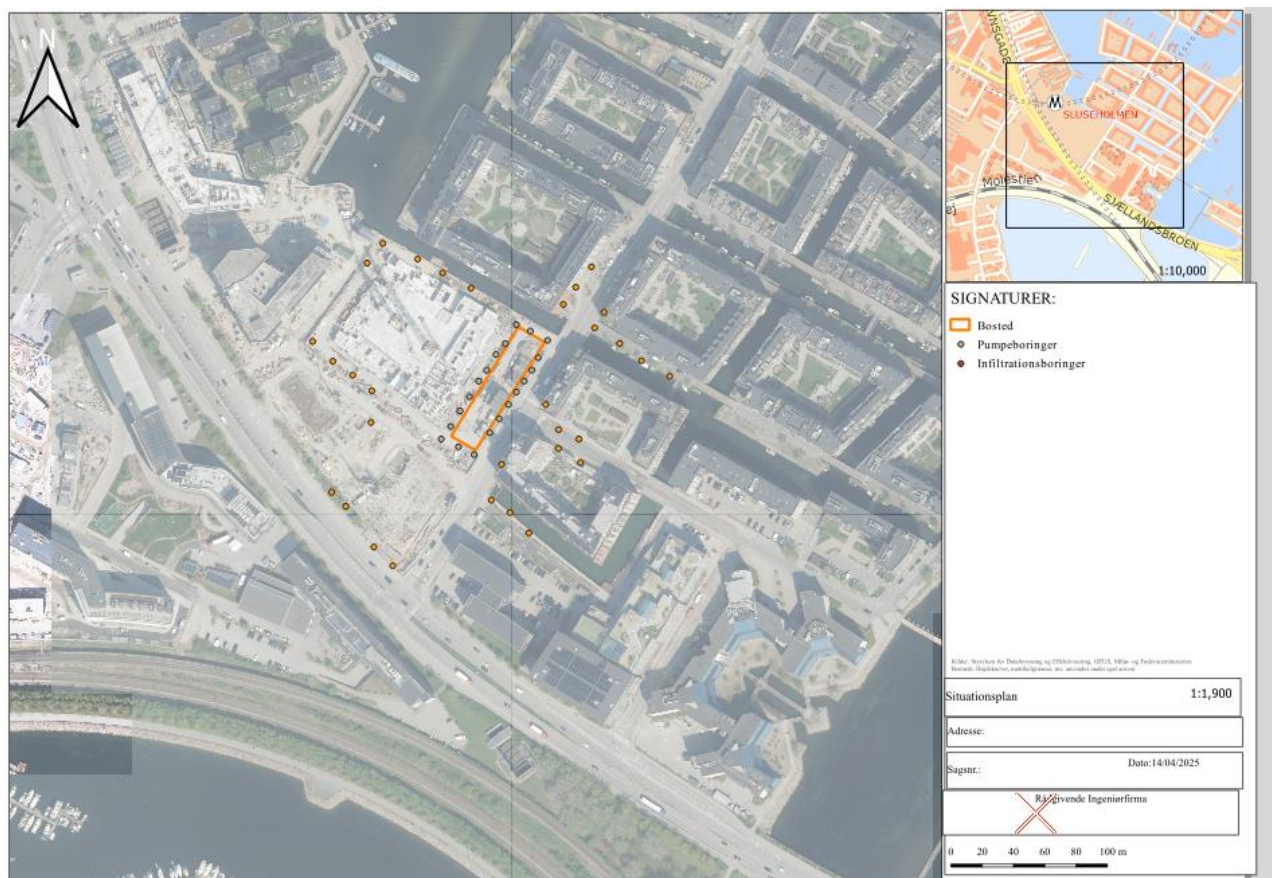
Grundvandsoppumpningen forventes at blive opstartet den 2. december 2025 og forventes afsluttet den 8. oktober 2026. Under pumpeperioden sænkes vandspejlet i kalken ned til minimum kote -3 meter under byggegruben.

Den forventede samlede pumpeperiode under grundvandssænkningen er som følgende:

Pr. time	411 m ³
Pr. døgn	9.864 m ³
I alt	3150000 m ³

Den samlede pumpemængde er planlagt fordelt på i alt 20 borerer som vist på Figur 4. Dette forventes at være realistisk da kalken lokalt har en stor ydelse. Så godt som 100 % af det pumpede grundvand er planlagt til at blive re-infiltreret til grundvandet fordelt på 31 infiltrationsboringer.

Den planlagte placering af pumpeboringer og infiltrationsboringer er vist på Figur 4.



Figur 4 Foreslået placering af pumpeboringer og re-infiltrationsboringer

Beskrivelse af projektet

På adressen Sluseholmen 5 i København skal der etableres et bosted i 5 etager. I forbindelse med byggeriet skal der etableres en kælder med bund i kote minus 2.5 m. Med den planlagte kældbund er der risiko for grundbrud, hvilket nødvendiggør at der pumpes grundvand fra kalken under anlæg af kælderen.

Inden grundvandssænkningen igangsættes etableres en spuns omkring byggegruben ned til toppen af kalken. Derefter etableres pumpeboringer samt foranstaltninger til vandrensning og efterfølgende udledning af vand til recipient (havnebassin). Derefter igangsættes oppumpningen hvorefter der graves ned til den planlagte dybde i kote -2.6 m. Vand der strømmer ind i bunden af byggegruben fjernes ved lænsepumpning og ledes ligesom vandet der oppumpes fra kalken til vandrensning og re-infiltreres efterfølgende tilbage til grundvandet.

Grundvandsoppumpningen stoppes, når der er foretaget en tilfyldning omkring kælderen og ikke mere er risiko for grundbrud.

Pumpeboringer

Pumpeboringerne føres ca. 12 meter ned i kalken da de øverste ca. 10 meter baggrund af udførte flowlogs har væsentlige indstrømningsmængder. Med toppen af kalken beliggende omkring kote -5 m og terræn omkring kote +2.5, vurderes boringerne at blive knap 20 meter dybe. Boringerne planlægges udbygget med et 10 meter langt filter i kalken med en diameter på $\varnothing 250$.

Re-infiltrationsboringer

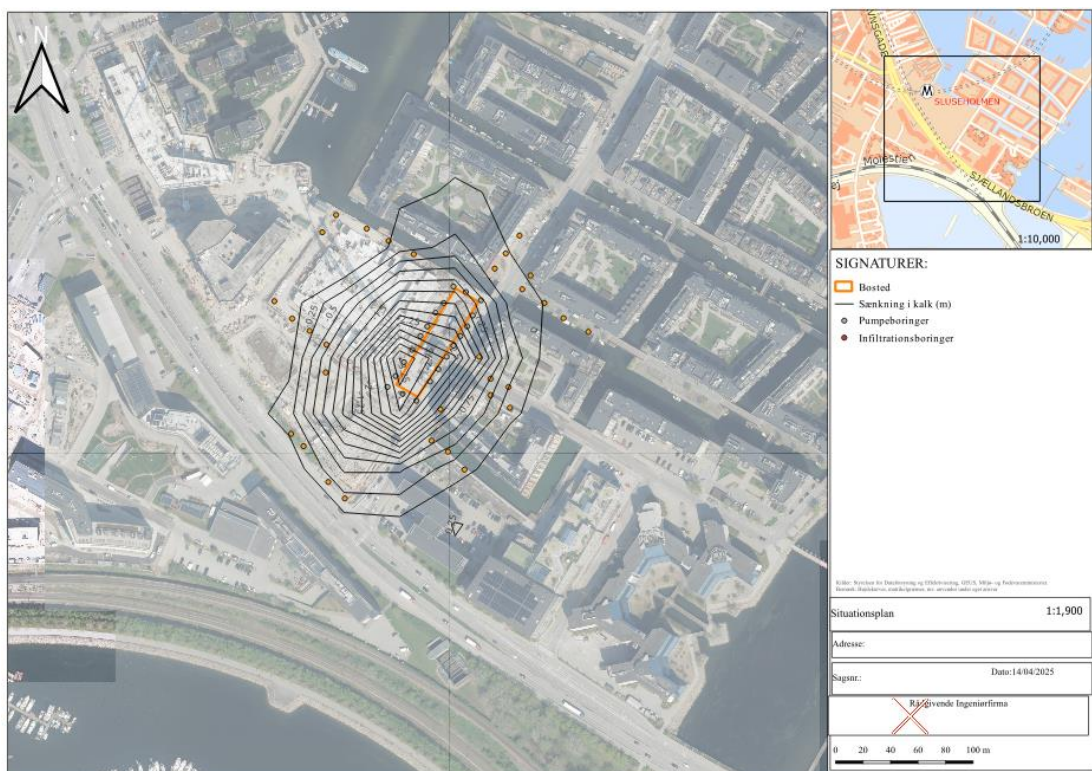
Efter at det oppumpede grundvand er blevet vandbehandlet ved flow gennem sandfilter og kulfilter re-infiltreres vandet til grundvandet via 31 re-infiltrationsboringer. Derudover planlægges et nødudløb til havnebassinet. Den forventede udledning til havnebassinet forventes maximalt at blive 5 m³/timen.

Udbredelse af grundvandssænkningen

Grundvandsoppumpning fra kalken

I nedenstående scenarie er der oppumpet 411 m³/timen fra kalken og re-infiltreret 409 m³/timen. Som udgangspunkt var ønsket at re-infiltrere en stor mængde vand som muligt. Dette scenarie var mest optimalt i forhold til at opnå den ønskede sænkning under byggegruben og samtidig minimere sænkningens udbredelse i omgivelserne.

Den simulerede sænkning i kalken er vist på Figur 5. Påvirkningsområdet er vist som det område hvor der er simuleret en sænkning over 0.25 m. Den simulerede kote under byggegruben ligger i intervallet minus 3 – minus 3.5 meter. Derudover er den simulerede sænkning under 25 cm i en afstand af 50-80 meter fra byggegruben afhængig af retningen.



Figur 5 Den simulerede sænkning i kalken som følge af oppumpningen og re-infiltrationen

Den simulerede sænkning af det øverste terrænnære grundvandsspejl er vist på Figur 7. Påvirkningsområdet er vist som det område hvor der er simuleret en sænkning over 0.25 m. Den simulerede sænkning er mindre end 25 cm max. 120 meter fra byggegruben. Som det fremgår af figuren, er sækningsudbredelsen størst mod syd. Områder med simulerede sænkninger større end 1 meter består udelukkende af nyere bebyggelser der ikke vurderes at blive påvirket af sænkningen da de er pålefundet i kalken.

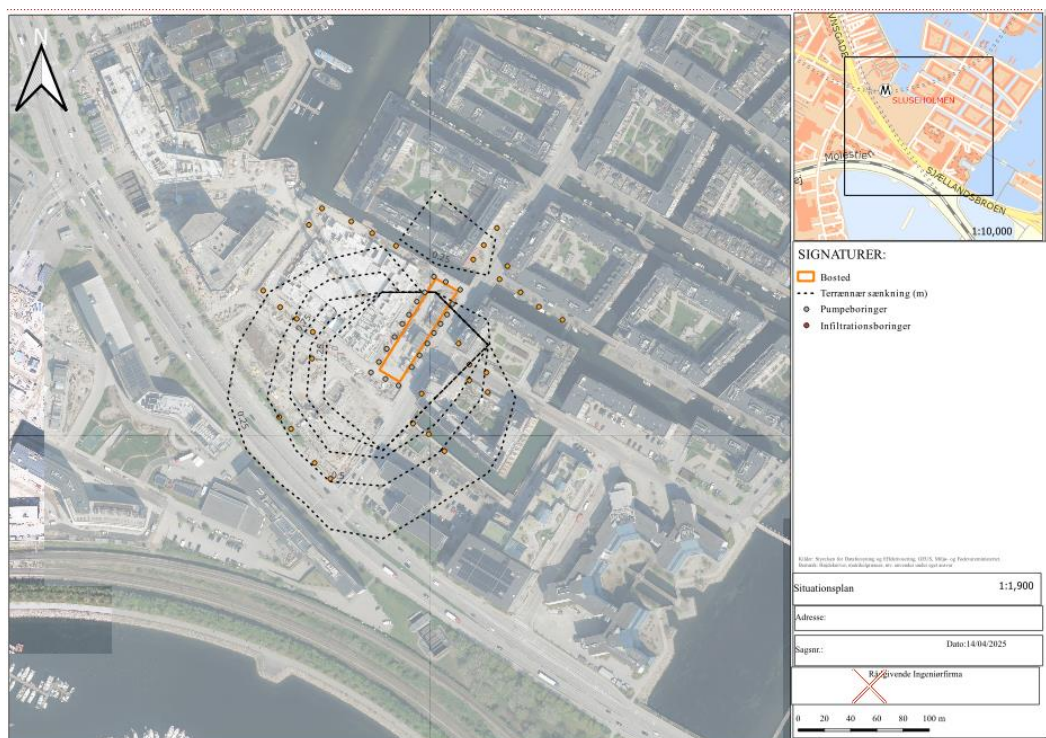
De simulerede sænkninger i kalken samt af det terrænnære grundvandsspejl vil ikke påvirke eksisterende vandindvindingsinteresser, jævnfør Figur 5 og Figur 8.

Med hensyn til påvirkning af beskyttet natur ligger der ikke langt fra byggepladsen et Natura 2000 område jævnfør Figur 6. Dette Natura 2000 område omfatter både dele af Amager Fælled samt Kalveboderne. Med hensyn til påvirkningen af dette område fra den midlertidige grundvandssænkning vurderes følgende:

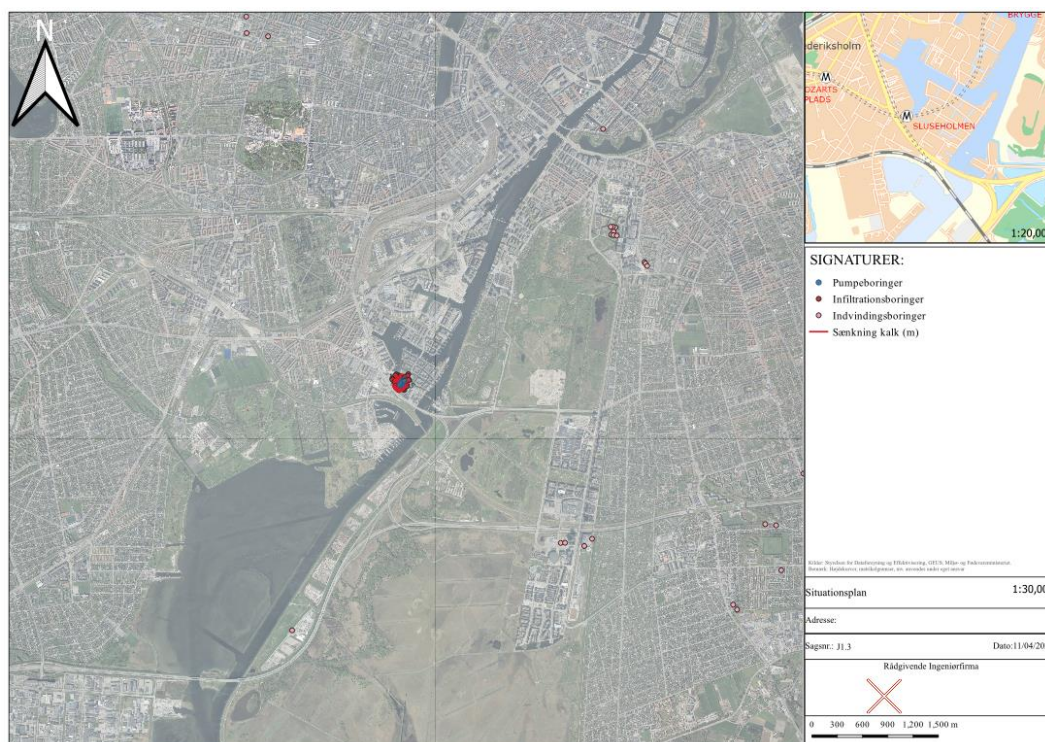
1. Med de planlagte vandstandsende foranstaltninger viser simuleringerne at Natura 2000 området ikke vil blive påvirket af grundvandssænkningerne, hverken i kalken eller i det terrænnære grundvand.
2. Max. 5 m³/timen af det oppumpede grundvand forventes udledt til havnebassinet. Da evt. vand der bliver udledt til havnebassinet bliver rensat så det overholder kvalitetskrav for udledning til havnebassinet samt at Sluseholmen er adskilt fra Natura 2000 området af en sluse, vurderes påvirkningen fra den midlertidige grundvandssænkning at blive minimal.



Figur 6 Beliggenhed af Natura 2000 områder i nærheden af byggegruben



Figur 7 Den simulerede sænkning af de øverste terrænnære grundvandsspejl



Figur 8 Simuleret sænkning i kalken vist sammen med øvrige indvindingsboringer. Alle øvrige boringer der indvinder grundvand, ligger udenfor 0,25 meter grænsen og vurderes derfor ikke at blive påvirket af grundvandssænkningen.

Læsepumpning

Omkring kote 0 er der i flere geotekniske borer fundet et sandlag af senglacial alder der potentielt kan have hydraulisk forbindelse til havnebassinet. For at undgå indstrømning af havvand og øvrigt terrænnært grundvand i byggegruben etableres en spuns omkring byggegruben fra terræn til toppen af kalken. Hvor stor denne mængde er svært at vurdere men indstrømmende vand vil blive fjernet ved læsepumpning fra et system af drænrender og pumpe-sumpe etableret i udgravningens bund. Derudover er selve kanalen også spunset hvilket også vil medvirke til at reducere indstrømningen.

Sænkingsstandsende foranstaltninger

Omkring byggegruben er en række kortlagte forureninger som er vist på Figur 9. For at minimere miljøpåvirkninger og uhensigtsmæssig mobilisering af forurening planlægges alt det oppumpede grundvand re-infiltreret til grundvandet efter vandbehandling i en række infiltrationsboringer placeret området omkring byggegruben. Derimod vurderes der ikke at være behov for sætningsskader, da de nyere byggerier omkring byggegrunden er funderet på pæle i kalken.

Beskrivelse af eksisterende forhold

Hydrogeologi

Det primære grundvandsmagasin udgøres af kalken der findes omkring kote -5 omkring byggegruben. Over kalken findes øverst 2-3 meter fyld bestående af både lerfyld og sandfyld. Derunder er fundet lokale aflejringer af sen-glacialt ler og sand, organiske aflejringer med en samlet tykkelse på 1-2 meter. Derunder er fundet 3-4 meter glaciale aflejringer bestående primært af moræneler men med lokale indslag af morænesand og smeltevandssand.

Delrapporter vedrørende en beskrivelse af de geologiske og hydrogeologiske forhold er vist i vedhæftede bilag.

Som input til grundvandsmodellen er opstillet geologisk model bestående af 10 geologiske lag som vist i Tabel 1.

Lag nr.	Sluseholmen
1	Fyld Sand
2	Fyld ler
3	Organiske aflejringer
4	Postglacialt sand
5	Postglacialt ler
6	DS
7	ML
8	DS
9	Øvre kalk
10	Nedre kalk

Tabel 1 Lag i den geologiske model

Den geologiske model er etableret med udgangspunkt i NOVANA-modellen suppleret med geologiske data fra lokale borer, primært geotekniske borer i og omkring matriklen. Fyldlag og organisk lag er inkluderet lokalt udover lag fra NOVANA-modellen.

Tæt på lokaliteten findes en forkastning i kalken (Carsberg Forkastningen) med en høj transmissivitet. Den høje transmissivitet i området er dokumenteret med en prøvepumpning udført på lokaliteten der viste en transmissivitet på 0.005 m²/s. På sænkingskurverne kan desuden erkendes en sænkingsbremsende hydrauliske grænse tæt på lokaliteten der tolkes som værende Carlsberg forkastningen, hvor transmissiviteten sandsynligvis vil være endnu højere 0.005 m²/s der vurderes at repræsentere en gennemsnitsværdi for området.

Prøvepumpningen er suppleret med flow-logs til bund af de udførte borer. Resultatet viste, som tidligere nævnt, en stor tilstrømning af vand i de øverste 10 meter af kalken på lokaliteten.

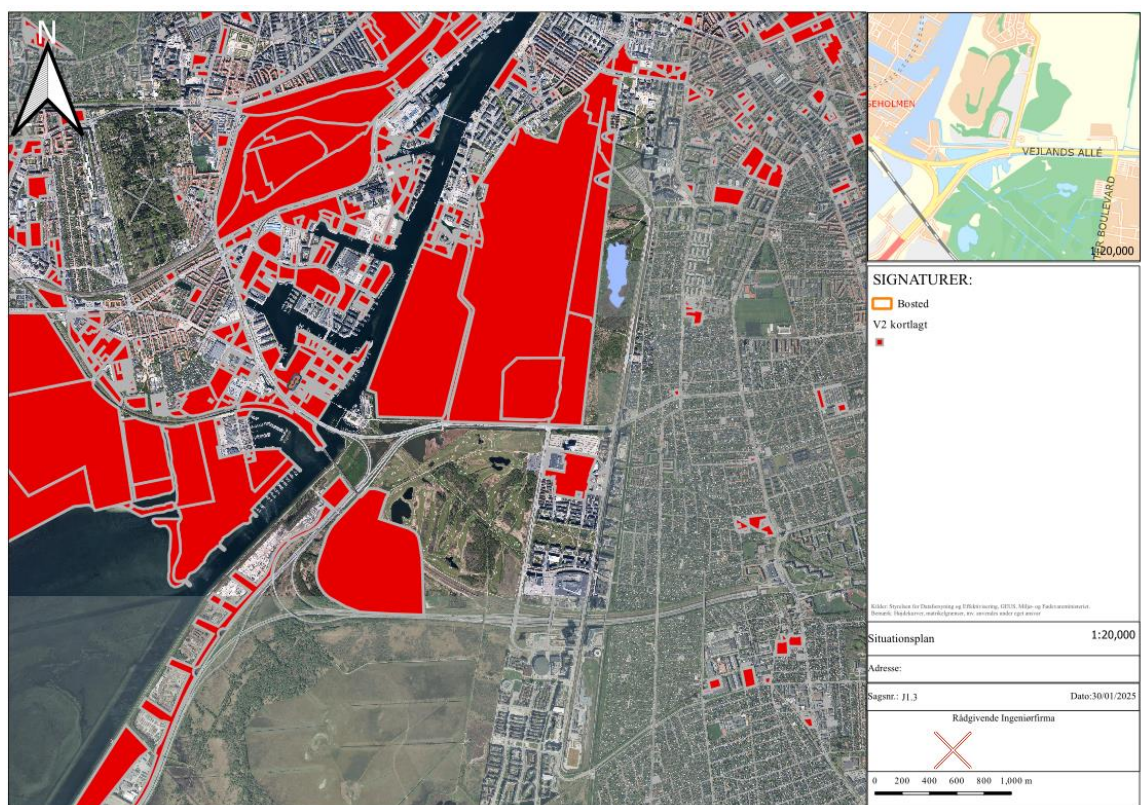
Resultaterne fra prøvepumpningen og flow-logs er implementeret i grundvandsmodellen.

Grundvandskemi

Der er udtaget vandprøver fra pumpeboringen B2 i forbindelse med prøvepumpning både ved start og afslutning af prøvepumpning. Pumpeboringen har indtag i kalken og repræsenterer derfor den grundvandskemiske sammensætning i kalken. Der er ikke analyseret for parametre med henblik på en generel karakteristik af den grundvandskemiske sammensætning i kalken på baggrund af grundvandets hovedbestanddele. Fokus har været at identificere eventuelle miljøfremmede stoffer og tungmetaller.

Jordforurening

Hele matriklen er kortlagt som v2 som vist på Figur 9. Generelt er hele området omkring matriklen kortlagt som v2 da der i området historisk har foregået mange industrielle aktiviteter, bl.a. teglværker da jorden er meget lerholdig.



Figur 9 Kortlagte V2 forureninger omkring byggepladsen

Der er udtaget jordprøver til analyse af forurening udtaget i forskellig dybde under etablering af geotekniske borer. I disse jordprøver er der målt indhold over Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterier i 6 ud af 28 analyserede jordprøver. Der er konstateret kulbrinter, der overskrider jordkvalitetskriterierne i fire jordprøver. Der er konstateret af tungmetaller, der overskrider jordkvalitetskriterierne i fire jordprøver. Der er konstateret af PAH, der overskrider jordkvalitetskriterierne i fire jordprøver.

Udtagne vandprøver i forbindelse med prøvepumpning har vist at grundvandet i kalken har indhold af miljøfremmede stoffer fra følgende stofgrupper.

- Kulbrinter
- Klorerede opløsningsmidler
- PAH
- Tungmetaller

Kulbrinter, PAH og tungmetaller er som tidligere nævnt allerede fundet i jordprøver på lokaliteten.

Der er udtaget en vandprøve både ved start og slut af prøvepumpningen der varede i alt 12 timer. Resultaterne fra de to vandprøver er ikke entydige. Generelt kan det konkluderes, at indholdet af kulbrinter, klorerede opløsningsmidler og tungmetaller er væsentligt større i vandprøven udtaget ved afslutningen af prøvepumpningen. Især er det værd at bemærke at zink indholdet stiger fra 3,7 til 1100 µg/l til 1100 µg/l. Årsagen til denne stigning er ikke nem at tolke, men den umiddelbare vurdering er, at indvindingen i forbindelse med prøvetagningen har trukket zink og forurenede stoffer ned fra de overfladenære jordlag. I en enkelt af de geotekniske borer er der fundet et zink-indhold på 640 mg/kg TS i en dybde af 1.5-2 meter under terræn.

Risikovurdering i forhold til omgivelser og miljø

Risiko for spredning af nærliggende grundvandsforurening

Det stigende indhold af miljøfremmede stoffer der blev konstateret i forbindelse med prøvepumpningen, viser at der er en risiko for spredning af forurenende stoffer fra nærliggende grundvandsforureninger. Dette er i overensstemmelse med at området ved Sluseholmen er kortlagt på vidensniveau 2 og der konkret er fundet kulbrinter og TCE i grundvandet i forbindelse med tidligere forureningsundersøgelser. Derudover er der i jordprøver fra lokaliteten fundet forhøjede koncentrationer af kulbrinter, klorerede opløsningsmidler og tungmetaller. På baggrund at risikoen for mobilisering af forurening fra nærliggende forurenede grunde er der etableret sænkingsstandsede foranstaltninger i form af re-infiltration omkring byggegruben.

Derudover vurderes ikke at grundvandssænkningen vil påvirke drikkevandsinteresserne i området. Sænkningstragten i kalken når ikke ud til de nærmeste vandforsyninger i form af Frederiksberg Forsyning samt kildeplader i Hvidovre og på Amager.

Risiko for sætningsskader

Påvirkningsområdet er identificeret som området hvor den simulerede sænkning er over 0.25 meter. Da de beregnede påvirkningsområder, både i kalken samt af det terrænnære grundvandsspejl, udelukkende er under nyere byggeri der er funderet på pæle i kalken, vurderes der ikke at være risiko for sætningsskader på byggeri.

Risiko for skader på natur eller vandindvindingsinteresser

Grundvandssænkningen vil ikke påvirke eksisterende naturinteresser i området, jævnfør sænkningsudbredelserne på Figur 5 og Figur 7.

Modelområdet inkluderer de væsentlige indvindingsinteresser i området, herunder kildepladsen til Frederiksberg Vandforsyning. Ifølge modelberegningerne, vil grundvandssænkningen ikke påvirke eksisterende vandindvinding i området, jævnfør sænkningsudbredelserne på Figur 5 og Figur 7.

Særligt følsomme forhold

Oppumpningen foregår i et område der er meget forurenset og derudover beliggende tæt på havet med risiko for at tiltrække saltvand. Oppumpningen vil derfor kunne bidrage til yderligere spredning af forurenset grundvand hvis der ikke etableres sænkingsstandsede foranstaltninger. Men samtidig er området ikke beliggende i et område med drikkevandsinteresser. Derimod er der natur-interesser der kan blive påvirket ved evt. spredning af forurening.

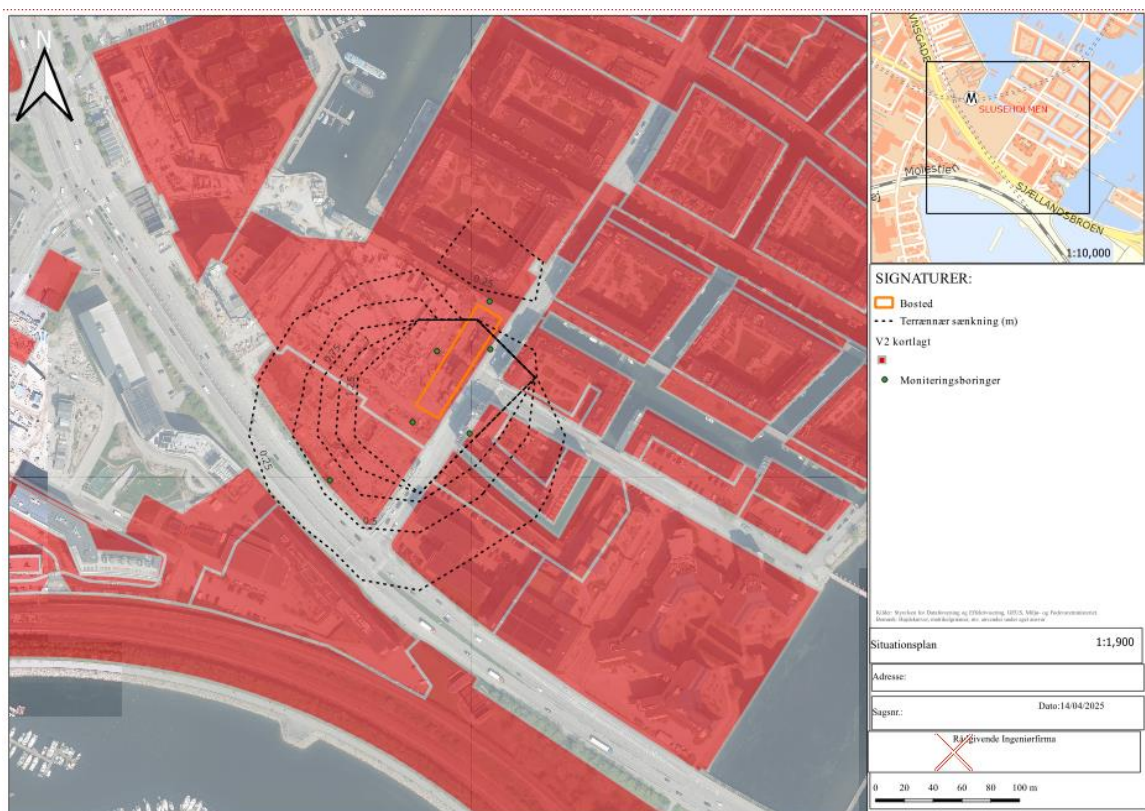
Forslag til overvågningsprogram

Der etableres 6 stk. monitoringsboringer der hver etableres med to filtre i henholdsvis kalken og kvartæret. Alle filtrene etableres med datalogger med on-line forbindelse til SRO-system.

Da byggegruben er omgivet af forurenede grunde, er monitoringsboringerne lagt omkring byggegruben for at monitorere om de vandstandsede foranstaltninger fungerer efter hensigten og forhindrer spredning af forurening i området som følge af grundvandssænkningen.

Fire af monitoringsboringerne er derudover planlagt placeret tæt på byggegruben som vist på Figur 10 for at monitorere at vandspejlet i kalken under byggegruben bliver sænket til det ønskede niveau. Den sydligst placerede monitoringsboring er placeret med henblik på om der tiltrækkes forurening sydfra da den terrænnære sænkning har en lidt større udbredelse i denne retning. Derudover etableres monitoringsboringerne generelt med henblik på at monitorere:

1. Sænkningerne i kalken og sekundære terrænnære grundvandslag
2. Verificere den hydrogeologiske kontakt mellem kalkmagasinet og det terrænnære grundvand
3. Monitere ændringer i vandkvaliteten i vandet der trækkes ind mod byggegruben, herunder om der trækkes havvand ind mod byggegruben i de øvre jordlag.



Figur 10 Placering af monitoringsboringer

Der udtages løbene vandprøver fra alle filtre på ugentlig basis. Vandprøverne analyseres som udgangspunkt for de parametre som er fundet i grundvandet under byggegrunden, hvilke er tungmetaller, kulbrinter, klorerede opløsningsmidler, PAH'er suppleret med klorid – samt efter øvrige krav fra Københavns Kommune.

Derudover foretages ugentlige pejlerunder til supplerende af pejledata fra dataloggerne.

Test af anlæg

Før den egentlige grundvandssænkning starter vil det blive gennemført en 3 dages test af anlægget, hvor det testes om anlægget fungerer hydraulisk og om vandbehandlingsanlægget fungerer tilfredsstillende og vandet kan blive rensat til at overholde de kvalitetskrav der gælder for infiltration til grundvandet og udledning til havnebassin.

Grundejererklæringer

Alle pumpeboringer er placeret på matrikel 377d Kongens Enghave, der er ejet af Københavns Kommune og samtidig bygherre på projektet. Re-infiltrationsboringer er lagt langs fortove for at undgå private ejere.

Projektnotat

Sag: Grundvandssænkning Sluseholmen 5

Sag nr.: J240923 Dokument nr. 2



Bilag: Geotekniske, geologiske og hydrogeologiske delrapporter

Navn Jan Kürstein

Titel Hydrogeolog