

Notat.

Reinfiltration af grundvand NV for kryds 5 og monitoring af grundvandsspejlet.

Udfærdiget af Anders Brask-Nielsen
Projektnummer 41005451
Projekt Ombygning af Universitetsboulevarden og
Hadsund Landevej
Kunde Vejdirektoratet
Projektleder Benno Hansen
Kontrolleret af
Tore Stam Kirkeby

Indledning

Den permanente grundvandssænkning ved etablering af stitunneler under vejbanerne ved kryds 5, medfører sænkninger af grundvandsspejlet udenfor krydset. I boligområdet nordvest for kryds 5, Tornhøjparken, viser foreløbige modelberegninger at grundvandet i området kan sænkes mellem 1,75-2,0 m pga. den permanente grundvandssænkning.

Der findes forskellige funderingstyper i området hvor grundvandssænkningens påvirkning medfører at vandspejlet sænkes. Der er ved de fleste af bygningerne anvendt borede pæle/brønde som er ført til intakte aflejringer. Desuden er enkelte bygninger funderet direkte på senglaciale aflejringer af ler og sand. Enkelte bygninger er funderet på rammede jernbeton pæle.

For størstedelen af bygningerne, der er funderet på borede brønde til intakte aflejringer, kan det ses, for de bygninger hvor beregningerne findes, at de ikke er projekteret for negativ overflademodstand. Ved en grundvandssænkning vil der ske en merbelastning på de bløde aflejringer. Derved vil der komme negativ overflademodstand ved merbelastningen af de bløde aflejringer, der vil medføre en reducere af de borede pæles bæreevne. Dette vil sandsynligt kunne medføre sætninger. Desuden også undersøges om bæreevnen er tilstrækkelig.

- Bygninger der er funderet direkte i sand forventes ikke at blive påvirket af grundvandssænkningen.
- For bygninger der er funderet direkte i ler, er der en mindre risiko for at disse bliver påvirket af mindre sætninger.
- For bygninger der er pladefunderet, er der en sandsynlighed for at disse vil blive påvirket af sætninger.
- For bygninger der er funderet på rammede jernbetonpæle, bør det undersøges om sætningen af de bløde aflejringer giver anledning til større negativ overflademodstand end de er dimensioneret for.

For at reducere risikoen for sætninger i de forskellige funderingstyper, der kan påvirkes ved permanent sænkning af grundvandsspejlet, kan grundvandsspejlet fastholdes i det nuværende niveau ved en reinfiltration af en del af det oppumpede grundvand via reinfiltrationsboringer.

Forud for opstart af reinfiltration er det dog vigtigt at man har en overvågning af grundvandsspejlet, således man kan dokumentere påvirkningerne af grundvandsspejlet i området fra den permanente grundvandssænkning ved Kryds 5.

Monitoring af grundvandsspejlet.

Forud for projektering og etablering af reinfiltrationsboringer, bør der etableres 3-5 pejleboringer til overvågning af grundvandsspejlet. Monitoring af

grundvandsspejlet vil give informationer om grundvandsspejlets placering samt de årlige variationer i området.

Efter etablering af en permanent grundvandssænkning ved stitunnelerne i kryds 5, vil pejleboringerne i Tornhøjparken kunne dokumentere omfanget af en evt. sænkning af grundvandsspejlet.

Den geologiske lagfølge, som er truffet i de udførte geotekniske borer, er stærkt varierende, i den nærmeste dybe geotekniske boring K5-ST1 er der truffet fyld til 2,2 m ut, herunder marint ler til 4,3 m u.t. Fra 4,3 til 5,3 m u.t. er der fundet fint sand, ringe graderet, siltet. Generelt ses der vekslende lag af fint, siltet sand og ler.

Pejleboringerne skal udføres til ca. 6 m u.t. og filtersættes 4-6 m u.t. i sand/silt under de øvre fyld og leraflejringer.

Placering af pejleboringer.

Pejleboringerne skal som udgangspunkt placeres i offentlige eller ejerforeningens fællesarealer i rabatter eller langs stier. Mulige placeringer kunne være som vist på Figur 1



Figur 1: Mulig placering af pejleboringer i Tornhøjparken og ved Energinets gastransmission bygning markeret med lyseblå cirkler.

Hvis overvågningen af vandspejlet i borerne skal være tilgængelig online, må man forvente at borerne skal afsluttes over terræn og være udstyret med en mindre antenne eller anden transmitterenhed til at sende signaler. Disse kan drives med strøm fra batterier, så der skal ikke etableres kabler til borerne.

Der bør opstilles kriterier for i hvilke situationer, at der skal iværksættes afværgeforanstaltninger i form af eksempelvis reinfiltration.

Reinfiltration – Etablering

Reinfiltration udføres ved etablere flere borer, der filtersættes i sandlaget under fyld og ler/tørvgytje ca. 4-6 m u.t

Da geologien i området er varierende med fint sand, siltet, er der en vis sandsynlighed for at aflejringerne ikke er hydraulisk sammenhængende og med lav hydraulisk ledningsevne.

Det anbefales derfor at reinfiltrationsboringerne udføres i en relativ stor diameter minimum 12" forede borer, der filtersættes med Ø225 mm filter 4-6 m u.t. Gruskastningen kan evt. udføres en anelse grovere end på indvindingsboringer, for at optimere boringernes evne til at reinfiltrere vand til formationen

Anlægget med reinfiltrationsboringer bør ikke udføres før monitoringen af grundvandsspejlet i pejleboringerne viser, at der er en væsentlig sænkning af grundvandsspejlet i området, idet geologien er stærkt heterogen og derfor kan de hydrauliske forhold betyde at sænkningen fra grundvandssænkningen viser sig at være mindre end vurderet.

Grundvandsspejlet i sandlaget er et spændt vandspejl med et trykniveau i de overliggende aflejringer af ler og/eller gytje. Pejleboringerne vil kunne benyttes til at dokumentere om sænkningen i området er så omfattende at trykniveauet skifter fra et spændt til et frit vandspejl, som normalvis vil betyde at væsentlig større påvirkning ved terræn.

Viser overvågningen at vandspejlet sænkes til et kritisk niveau under Tornhøjparken, skal man etablere reinfiltration. Det kritiske niveau vil man kunne definere i forbindelse med overvågningen og ved en detaljeret gennemgang af geotekniske borer i byggesagsarkivet og Jupiter databasen.



Figur 2: Mulig placering af reinfiltrationsboringer markeret med blå cirkel

Reinfiltrationsboringerne kan f.eks. etableres i de grønne arealer syd og vest for Tornhøjparken som skitseret på nedenstående Figur 2. De endelige boringsplaceringer skal afgøres ved en detaljeret projektering af anlægget, hvor der

også skal tages hensyn til eksisterende ledninger i jorden, herunder en stor nord-syd gående gasledning.

En optimal placering af reinfiltrationsboringer vil være i en større afstand til Kryds 5, for at undgå at reinfiltreret vand let strømmer retur til sænkningen ved kryds 5. Det vurderes dog ikke muligt, da der ligger boliger umiddelbart nord og vest for den foreslåede placering. Reinfiltrationsboringerne kræver plads til etablering og rørføring, samt adgang ved vedligehold og drift.

Inden fuld udbygning af reinfiltrationsanlægget anbefales det, at der udføres et pilotprojekt med f.eks. 2 stk. reinfiltrationsboringer, der etableres og testes for reinfiltrations-ydelse og -evne. Med baggrund af de indhentede data fra pilotprojektet kan man designe det endelige anlæg.

Reinfiltration Drift

I driftssituationen tilføres oppumpet grundvand fra grundvandssænkningen ved kryds 5 til reinfiltrationsboringerne.

Idet grundvandet iltes ved grundvandssænkningen, vil et eventuelt jernindhold i grundvandet udfældes som okker. Det er vigtigt for driften af reinfiltrationsboringerne at vandet er fri for okker, eller har et meget lavt jernindhold, da reinfiltrationen vil medføre at boringen og gruskastningen vil clogge til med okkerudfældninger. Vandet til reinfiltrationen skal derfor tilføres fra det rensede vand fra det etablerede bassin til okkerudfældning.

Dette kan udføres ved at etablere en pumpestation og rørføringer til anlægget. Reinfiltrationen skal ske under lavt tryk f.eks. mellem 0,5-1 bars tryk.

Som beskrevet i forrige afsnit bør reinfiltrationen først etableres når en påvirkning af grundvandsspejlet er påvist i pejleboringerne. Det anbefales dog at rørføringen fra okkerudfældningsbassinet til de kommende reinfiltrationsboringer udføres i forbindelse med anlægsarbejderne med etablering af stitunnelerne, således at reinfiltration kan etableres uden efterfølgende anlægsarbejder i krydset.

Okkerudfældninger eller kalkudfældning i boringerne vil altid forekomme og disse udfældninger vil medføre et fald i reinfiltrationsevnen i boringerne over tid. Boringerne skal derfor, som en del af driften, udsyres med jævne mellemrum for at gendanne/opretholde effekten i boringerne, uagtet at vandet er rensat for okker.

Den opstillede model for grundvandet¹ i området viser at ca. 6 infiltrationsboringer med hver en infiltration på ca. 20 m³/døgn, i alt 120 m³/døgn, kan sikre Tornhøjparken mod uønskede effekter fra den permanente tørholdelse af stitunnelerne. Placering af infiltrationsboringer er angivet på Figur 2.

Ved at tilbageføre grundvand så tæt på sænkningen vil en del af det reinfiltrerede vand strømme tilbage til sænkningen. Det vil ske på grund af den ændrede gradient på grundvandet, som skabes i området pga. sænkningen.

Modellen viser at vi øger oppumpningsmængden med ca. 100m³/døgn, når der reinfiltreres med 120 m³/døgn.

Variationen i reinfiltrationsboringers ydelse er erfaringsmæssigt meget stor. Overordnet er ydelsen ca. 30% af den ydelse som boringerne har ved

¹ Sweco A/S, 2023, " H50513: Ombygning af Universitetsboulevarden og Hadsund Landevej samt cykelsti til Ny Aalborg Universitetshospital", Projektbeskrivelse og Miljøvurdering, Fase 4 – Projekt til anlæg

pumpning. Det kan derfor vise sig at 20 m³ reinfileret vand pr boring, er for stor en mængde vand, der kan reinfileres i den fundne geologi, bestående af fint siltet sand med vekslende lag af ler. Pumpning og test af de første reinfilerationsboringer ved pilottesten vil kunne klarlægge boringernes ydelser og antallet af boringer der er nødvendige. Reinfilerationen skal sikre at grundvandsspejlet ikke påvirkes væsentligt i Tornhøjparken. Det er derfor overvågningen i pejleboringerne, som skal styre hvilken vandmængde, som viser sig nødvendig for at sikre en uvæsentlig påvirkning.

Supplerende pejleboringer

Det er vurderet at banestrækningen til Aalborg havn, som forløber ca. 600m øst for kryds 5 ikke påvirkes ved en permanent grundvandssænkning ved kryds 5. For at kunne verificere vurderingen og følge udviklingen af grundvands-sænkningen anbefales yderligere at placere to ekstra permanente pejleboringer. Forslag til placering er angivet på Figur 3.

Pejleboringerne skal monitoreres på tilsvarende måde, som pejleboringerne placeret i Tornhøjparken.



Figur 3: Mulig placering af pejleboringer til at følge udvikling af sænkningen mod øst ved banestrækning til Aalborg havn og mod syd.