

Spangen. Opstuvning af grundvand omkring tank.

Udfærdiget af: Christian Harries Hansen
KS: Carsten Bonde
Projektnummer: 41008951
Projekt: Spangen - total rådgivning
Kunde: HOFOR A/S
Projektleder: Bo Bonnerup

1 introduktion

HOFOR er under høringsperioden af det nye spildevandsbassin ved Kildeløbet/Åvendingen (KIL) blevet gjort opmærksom på bekymringer omkring forstyrrelser af de naturlige grundvandsstrømningsmønstre som følge af, at en større tank etableres under jorden her.

Dette notat undersøger effekten af, hvorvidt den naturlige grundvandsstrømning afskæres via tilstedeværelsen af et objekt - svarende til den kommende tanks struktur etableres - i undergrunden. Dette gøres på baggrund af en grundvandsmodel, der er opstillet og kalibreret på baggrund af lokal hydrogeologisk viden, og som tidligere er benyttet til at beregne og designe midlertidig grundvandssænkning under anlægsfasen.

Beregningerne udføres ved at sammenligne en beregning af det nuværende rovandsspejl i både det primære- samt det sekundære magasin, med en tilsvarende beregning, hvor der indplaceres en impermeabel tank i undergrunden. Herefter sammenlignes potentialebilledet herimellem for at visualisere påvirkningen af det lokale strømningsbillede.

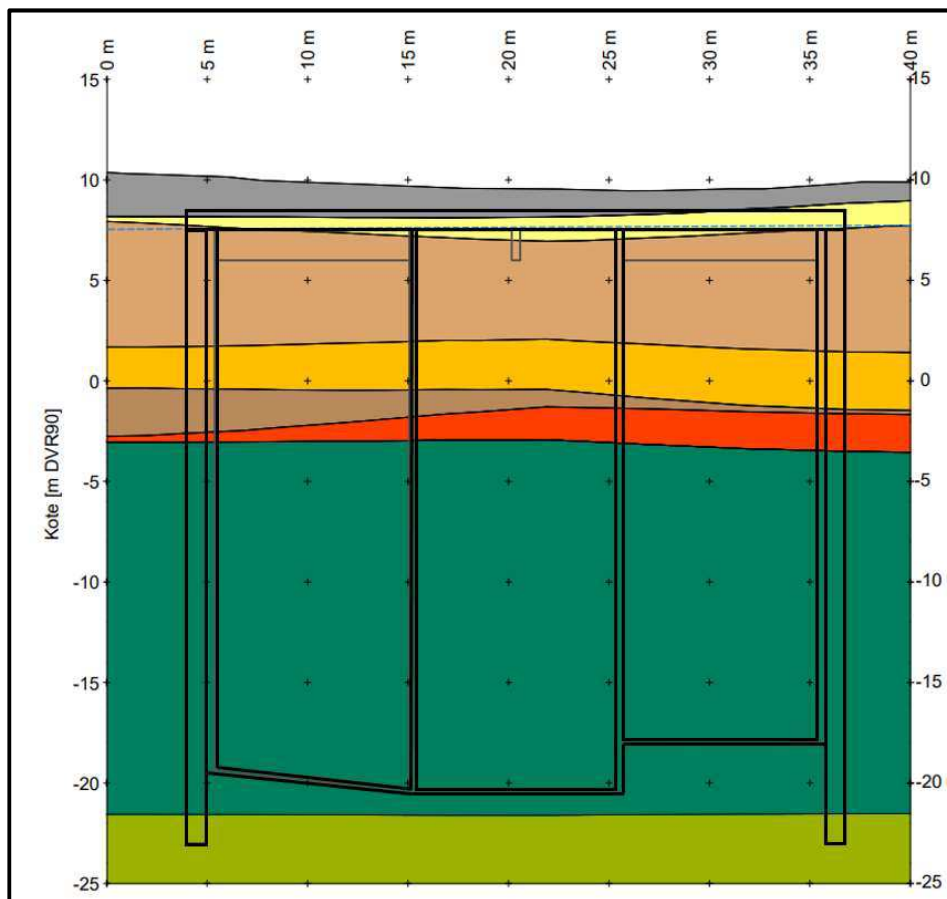
Beregningen af tankens effekt i det øvre kalkmagasin indikerede en minimal stigning i det hydrauliske tryk opstrøms i størrelsesordenen 0,1 – 0,7 cm. på skyggesiden nedstrøms ses et mindre fald i det hydrauliske trykniveau i størrelsesordenen 0,1-0,5 cm.

En tilsvarende beregning for fyldaflejringerne der tilbagefyldes over tankens overside, i form af friktionsmateriale, indikerede en maksimal stigning over denne på ca 10 cm ved centrum af tanken, aftagende mod siderne hvor vandet kan sive videre ned. Med en tankoverside omkring kote 8,5 m DVR90, og terræn omkring kote 9,6 m DVR90 vil en stigning på 10 cm hen over toppen af tanken stadig efterlade 1 meter op til terræn. Ved en ekstrem nedbørshændelse såsom et skybrud, vil tankens placering dog kunne give anledning til lokal opstuvning da nedsivning af grundvand blokeres af tanken.

1.1 Geologi og konstruktion

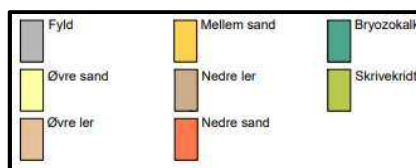
Konstruktionen udføres som en større tank afsluttet under terræn. Tilstedeværelsen af denne tank vil derfor medføre, at dele af undergrunden som før bestod af vandførende lag, bliver erstattet af en impermeabel tank. Se Figur 1 herunder for illustration af tankens placering i forhold til geologien.

Projektnummer 41008951
Projekt Spangen - total rådgivning



Figur 1: placering af tanken i forhold til den lokale geologi.

Tanken er cirkulær med en udvendig diameter på ~32 m. Som det fremgår af Figur 1 er oversiden af tanken i kote 8,5 m DVR90, hvorimod terræn er ca. 9,6 m DVR90. I anlægsfasen etableres slidsevægge omkring tanken. Disse har i modelberegningerne spidskote i -23 m DVR90. disse sekantpæle afskærer dermed dybere end tanken selv, og giver derfor en større modstand mod den naturlige grundvandsstrømning end tanken selv. Som det ses på figuren vil konstruktionen blokere grundvandsstrømningen fra omkring undersiden af de øvre fyldaflejringer, til et par meter ned i skrivekridten i kote -23 m. Tankens placering vil derfor blokere en del af det øvre sand, samt en mindre del af de øvre fyldaflejringer. Dette vil lokalt kunne reducere det umættede øvre porerumsvolumen, der opmagasinerer vand under nedbørshændelser. Dybere nede i det primære magasin vil tanken tvinge vandet til at skulle løbe uden om tanken i stedet for igennem, hvor der tidligere ingen modstand var. Dette kan potentielt give en vandspejlsstuvning omkring tanken, hvor vandet presses udenom i stedet for. På figuren er anført vandspejlet i det primære magasin (blå stiplede linje) som i forbindelse med pumpeforsøgene i marts 2024 blev fundet



omkring kote 7,4 m DVR90. Det ses at placeringen af dette ligger lige under oversiden af tanken. Vandspejlet i de øvre fyldaflejringer over tanken forventes af denne årsag at være umættede.

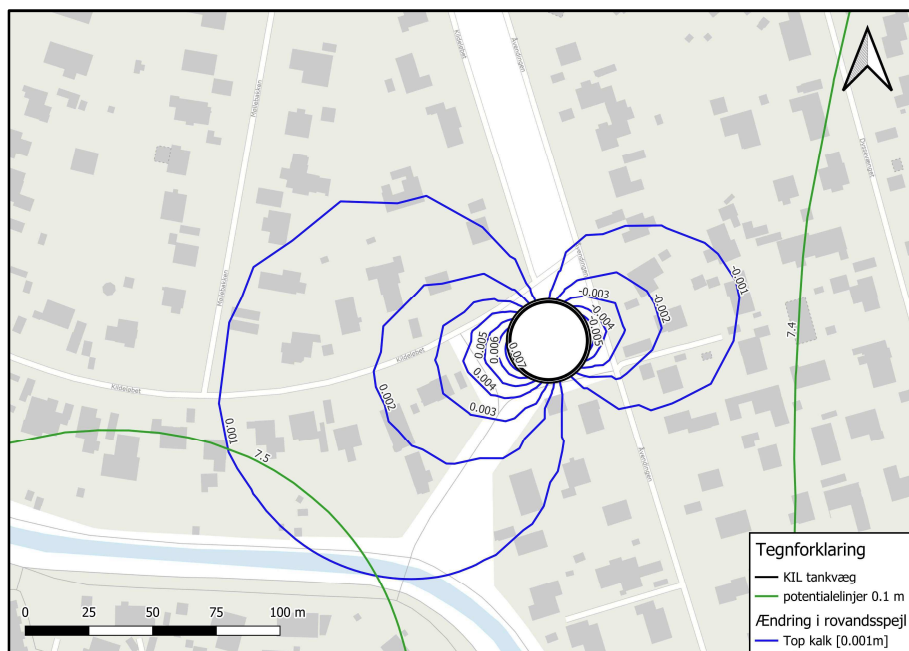
2 Simuleringer af tankens effekt

Med udgangspunkt i de førnævnte antagelser omkring placering af tanken, og den afskæring af geologien som er præsenteret på Figur 1, er der udført to modelkørsler til sammenligning af grundvandsbevægelsen før og efter etablering af tanken. På baggrund af dette er beregnet en forskel i højden af grundvandsspejlet i henholdsvis de umættede øvre fyldaflejringer over tanken, samt i toppen af den øvre kalk. På baggrund af dette vurderes, hvorvidt denne ændring i strømningsmønstret - grundet indplacering af denne impermeable tank - kan give anledning til en forøget risiko for oversvømmelse under nedbørshændelser.

2.1 Ændring i grundvandsstrømning i øvre kalk

Her er sammenlignet to kørsler, en med og uden tilstedeværelsen af den kommende tank, med udgangspunkt i grundvandspotentialet i toppen af kalken. Som det ses på Figur 1 er denne del af kalken netop afskåret af tanken, og vandet må derfor strømme udenom i stedet, hvilket forstyrrer det naturlige strømningsbillede her.

Projektnummer 41008951
Projekt Spangen - total rådgivning



Figur 2: ændring i potentialebillede i øvre kalk som produkt af tankens indplacering.

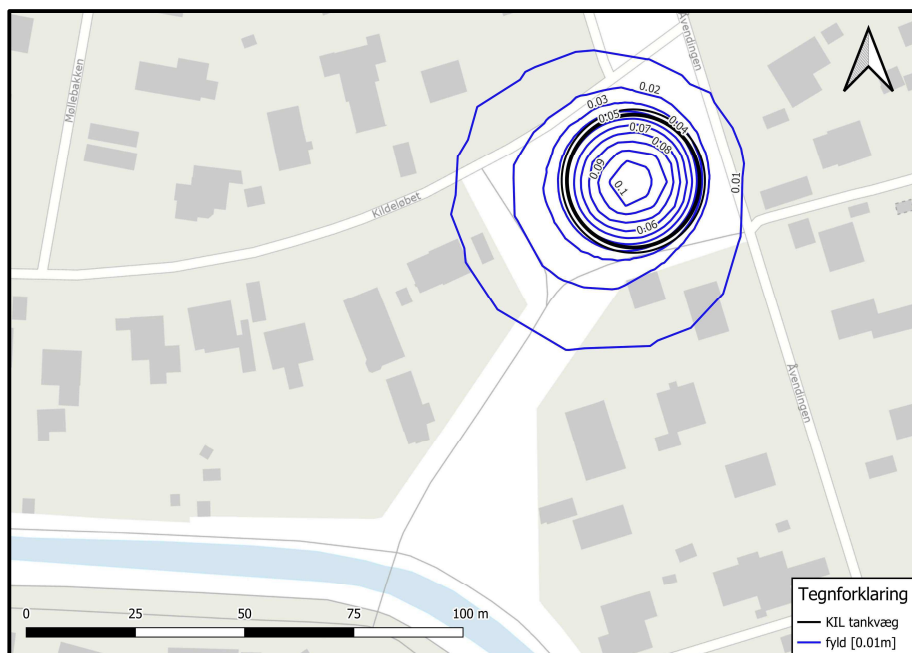
Der er i området en generel grundvandsstrømning i kalkmagasinet fra øst mod vest. Dette ses på Figur 2 i form af modellens potentialelinjer der falder fra 7,5 m DVR90 til 7,4 m DVR90. Grundvandsstrømningen tvinges grundet tilstedeværelsen af tanken rundt om denne. Dette skaber en mindre stigning i grundvandspotentialet på siden opstrøms i størrelsesordenen 0-7 mm i forhold til før etablering af tanken.

Nedstrøms af grundvandsstrømningen dannes en form for læside bag tanken, hvor grundvandspotentialet falder marginalt, mellem 0-5 mm afhængig af afstand til denne. Overordnet ses meget begrænset forstyrrelse af grundvandsbevægelsen i den øvre kalk. Der er i forbindelse med forundersøgelserne identificeret betydelige flowzoner i toppen af kalken på denne placering. De høje permabiliteter i disse flowzoner sørger for, at opstuvning omkring toppen af kalken - som produkt af tankens tilstedeværelse - er minimal, da denne giver mindre modstand mod strømning omkring i stedet for gennem tankens placering.

En forstørrelse af Figur 2 kan findes i bilag A.

2.2 Ændring i grundvandsstrømning i fyldaflejringer

Her er udført en tilsvarende beregning som for øvre kalk, blot for fyldaflejringerne på oversiden af tanken. Det må antages, at der over året periodevis er højtstående sekundære vandspejl mellem terræn og kote +7,5 (primære vandspejlsniveau), og at disse lag periodevis kan være både mættede og umættede. Dette betyder, at nedbør der falder på fyldmaterialet mellem terræn i kote 9,6 m DVR90 herefter siver ned til tankens overside i kote 8,5 m DVR90.



Figur 3: ændring i vandspejlet i øvre fyldaflejringer som funktion af etablering af tank.

Som det fremgår af Figur 3 ses en mindre stigning i vandspejlet, med et maksimum i midten af tanken på ca. 0,1 m over tanktop. Herefter falder vandspejlet mod kanten af tanken i en kegleform. Opstuvningen har sit toppunkt i midten af tanken, da nedbør falder ned og siver ned til tankens impermeable top. Herfra vil vandet søge mod kanten af tanken for at sive videre ned.

Fyldmaterialet er i forbindelse med kalibrering af modellen givet en relativt lav hydraulisk ledningsevne på $1 \cdot 10^{-6}$ m/s. Det planlægges imidlertid at tilbagefylde med friktionsmateriale, der kan forventes at have en noget højere ledningsevne.

Over centrum af tanken simuleres en vandspejlsstigning over toppen af tanken af størrelsesordenen $\sim 0,1$ m. Med en tankoverside i kote +8,5 m DVR90, og et terræn omkring kote +9,6 m DVR90, vil der selv med en forhøjelse af vandspejlet til +8,6 m DVR90 over centrum af tanken, stadig være over en meter til terræn. Ved skybrudshændelser (> 15 mm på 30 minutter) vil der være en forøget risiko for opstuvning ikke kun over betondækket men også på de omkringliggende arealer.

En forstørrelse af Figur 3 kan findes i bilag B.

3 Samlet vurdering

Vandspejlet i øvre kalk ser blot en mindre påvirkning i form af en stigning opstrøms i størrelsesordenen 7 mm og et fald på nedstrømssiden på op til 5 mm. generelt en meget begrænset påvirkning. Det stigende potentiale i kalken er så minimalt, at det ikke giver anledning til nogen former for betydende ændringer af gradienter.

I de øvre fyldaflejringer ses en mindre stigning i vandspejlet, op til 0,1 m i centrum af tanken, aftagende mod siderne.

Under en kortvarig ekstrem nedbørshændelse forventes overfladeafstrømning at være mere betydende end et eventuelt stigende grundvandsspejl. Dette skyldes at det tager længere tid for grundvandsspejlet at bygge sig op da vandet først skal filtrere ned til grundvandsspejlet.

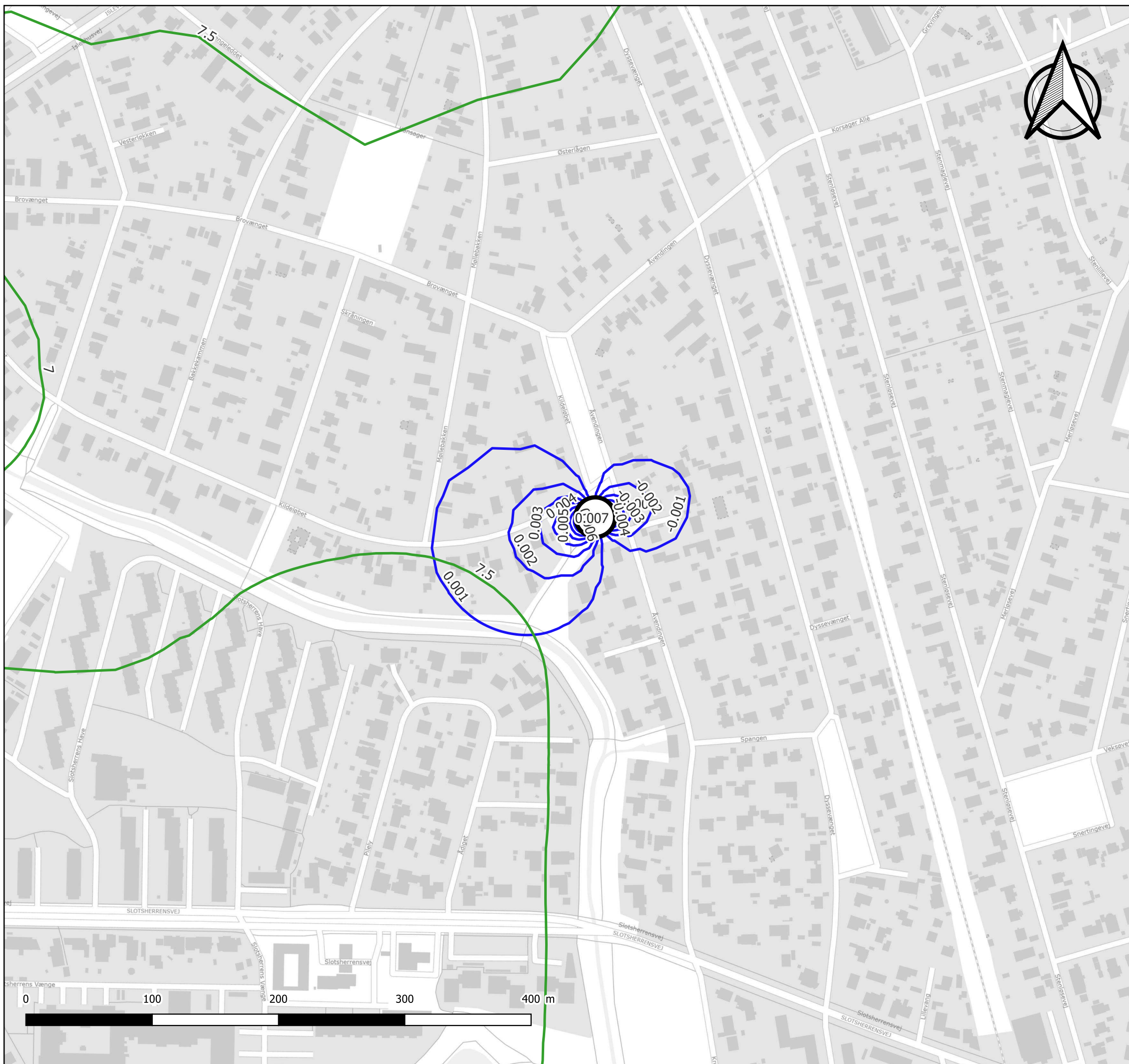
Modelkørslerne viser, at der ingen betydende effekt er på grundvandsstrømningen i kalkmagasinet, og kun en mindre opstuvning i de øvre fyldaflejringer i centrum af tanken. Overordnet vurderes tankens tilstedeværelse derfor ikke at udgøre en risiko i forhold til forstyrrelse af grundvandsbevægelsen og opstuvning i det primære magasin, men under ekstreme nedbørshændelser vil der være en forøget risiko for opstuvning på arealer over bassinet samt de omkringliggende arealer såfremt der ikke drænes på siderne af bassinet. Det planlægges dog at udføre denne dræning langs siderne via etablering af et omfangsdræn.

2 Referencer

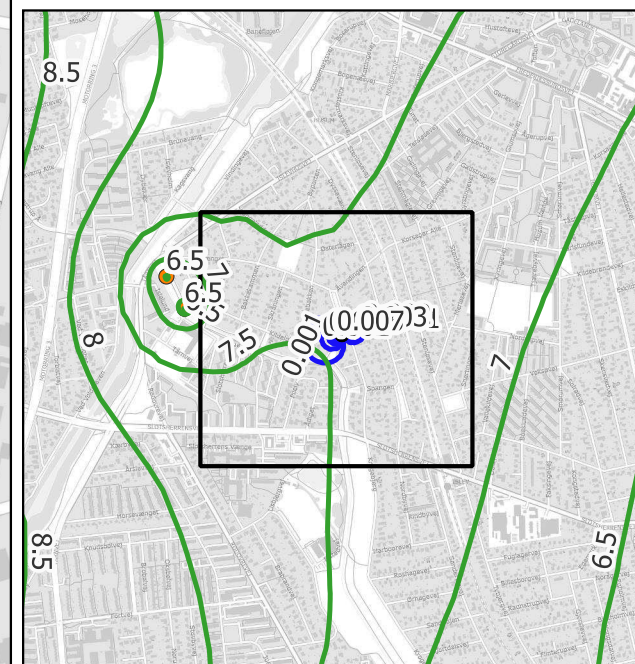
- /1/ Spangen, UH14-Åvendingen, Foreløbig Hydrogeologisk tolknings- og vurderingsrapport, Geo Projekt. 207681, Rapport 1, 13-05-2024.

Bilag

- A ændring i højde af rovandsspejl i top kalk før og efter etablering af tank.
- B ændring i højde af rovandsspejl i øvre fyld før og efter etablering af tank.



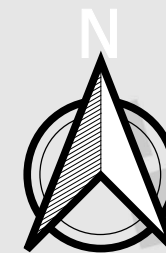
- tegnforklaring
- potentialelinjer model
 - indvindingsboringer
 - Ændring i rovandsspejl
 - top kalk [0.001 m]
 - konstruktion
 - Tankvæg



Projekt: Rødovre, Spangen
 Rapport: KIL_P4_K12_F20_C05.05_Analyse af opstuvningsrisici
 Bilag.: A
 titel: Simulering af tankeffekt på rovand, top kalk

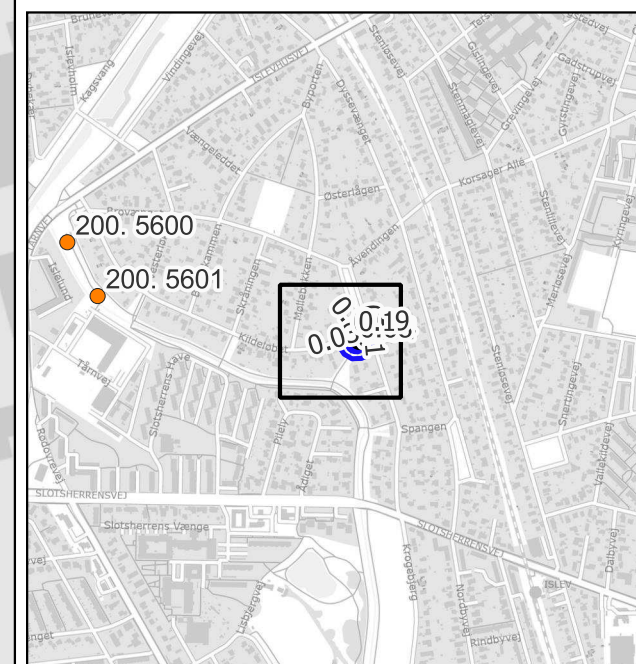
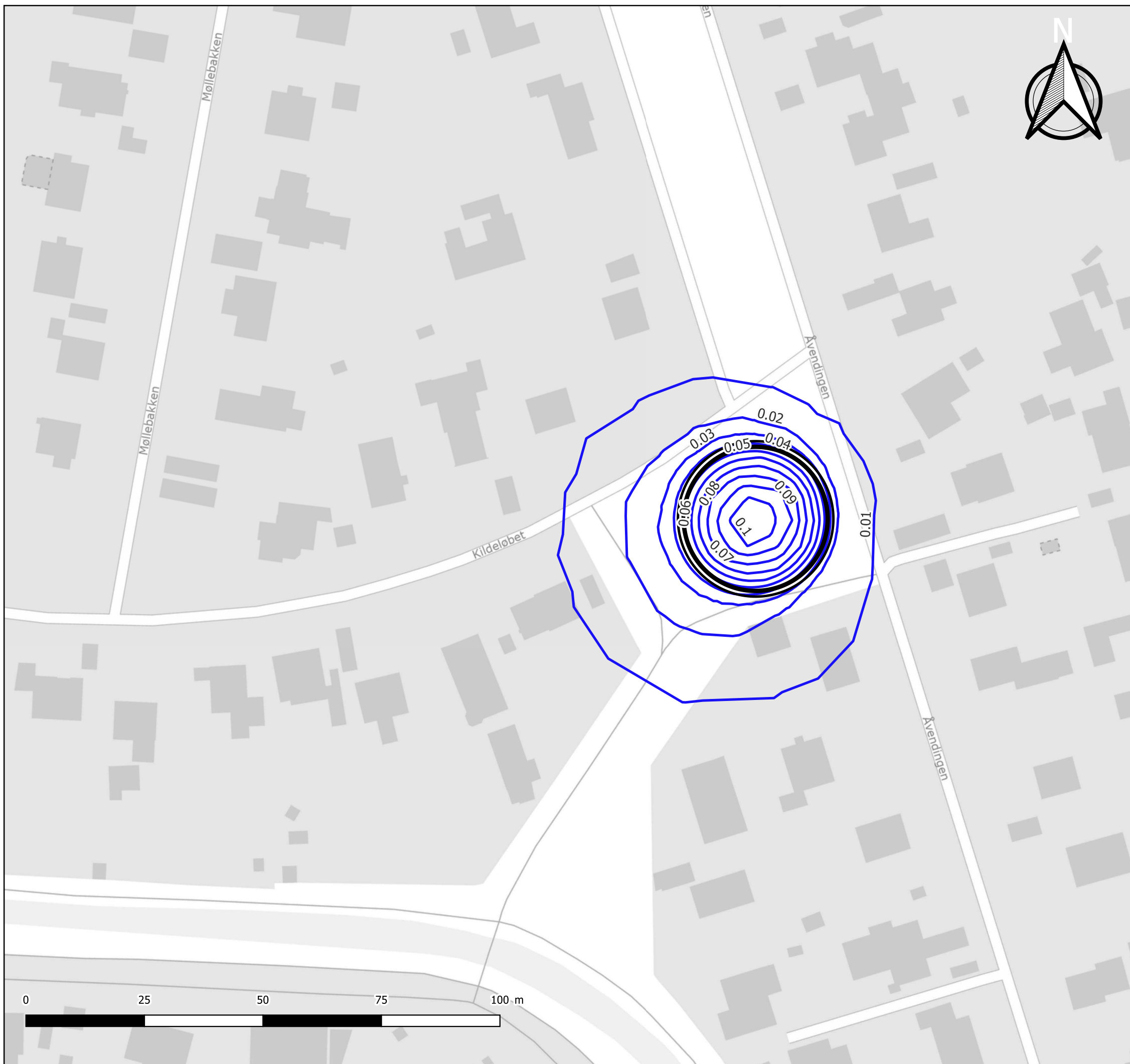
udarbejdet af: CHH Dato: 2025-04-29
 Kontrolleret af: CRB Dato: 2025-04-29
 Godkendt af: CRB Dato: 2025-04-29

GEO www.geo.dk
 København +45 4588 4444
 Aarhus +45 8627 3111



tegnforklaring

- indvindingsboringer i opland
- Ændring i rovandsspejl
- fyldaflejringer [0.01m]
- konstruktion
- Tankvæg



Projekt: Rødovre, Spangen
Rapport: KIL_P4_K12_F20_C05.05_Analyse af opstuvningsrisici
Bilag.: B
titel: Simulering af tankeeffekt på rovand

udarbejdet af:	CHH	Dato: 2025-04-29
Kontrolleret af:	CRB	Dato: 2025-04-29
Godkendt af:	CRB	Dato: 2025-04-29

GEO www.geo.dk
København +45 4588 4444
Aarhus +45 8627 3111