

## NOTAT

Dette notat indeholder Orbicons svar på spørgsmål samt kommentarer til anbefalinger fra Flemming Damgaard Christensen (FDC), som på vegne af DANVA har udarbejdet et notat med kommentarer til BNBO beregningen.

### Parametre:

FDC anbefaler en præsentation af baggrund, metode og valg af parameterstørrelse.

Svar: En sådan præsentation, f.eks. i form af en tabel, vil der blive lavet i forbindelse med afrapporteringen.

### BNBO Form:

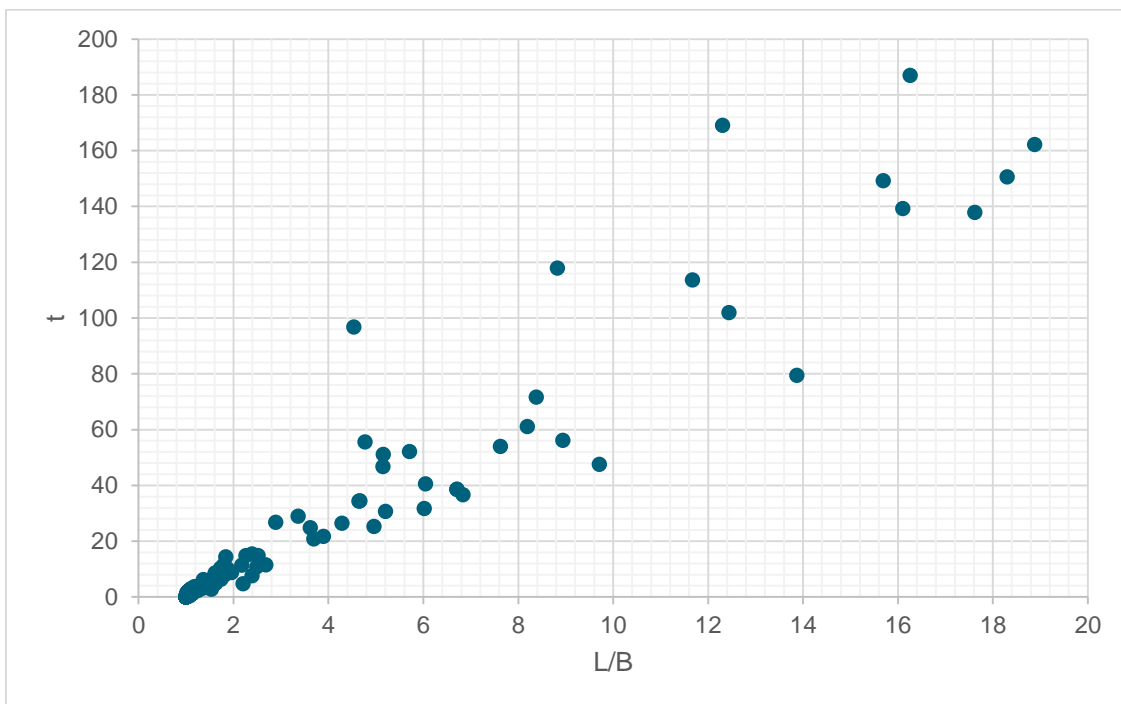
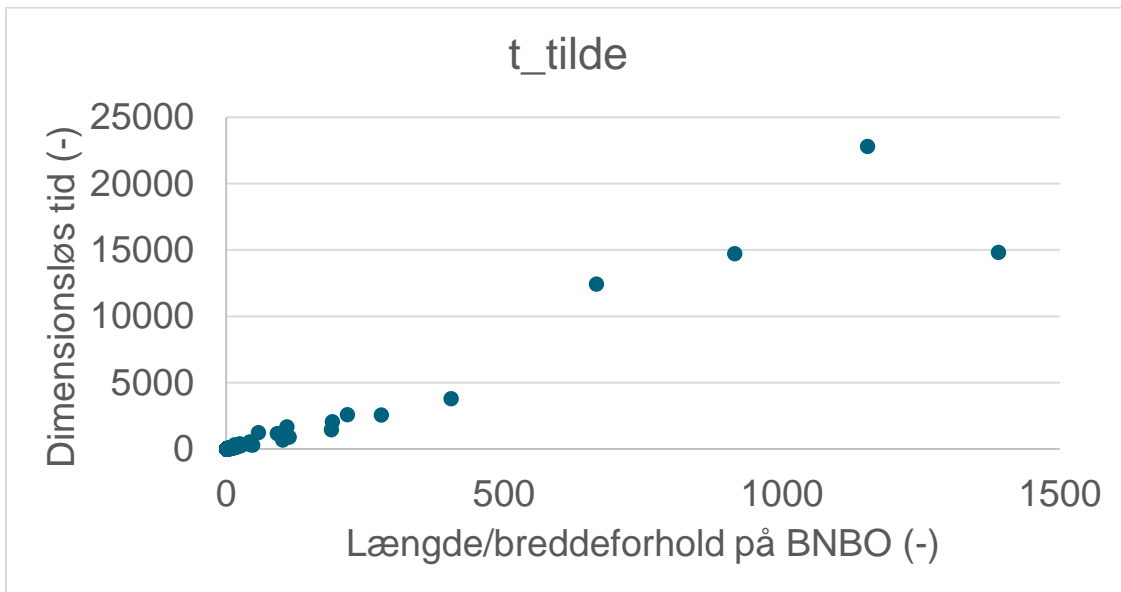
FDC anbefaler brug af dimensionsløs tid,  $t^*$ , til at varsle, om BNBO bliver "uadministrerbare".

Svar: Vi har beregnet  $t^*$  for de foreløbig 295 boringer (de 20 %), hvor der indtil videre er beregnet BNBO. Resultatet fremgår af Figur 1. Af analysen fremgår det, at 32 boringer har en  $t^* > 75$ , som er det erfaringstal, der ifølge FDC giver meget langstrakte og tynde BNBO, og hvor især gradient og transmissivitet bør gennemgås igen.

Vi har på figuren plottet  $t^*$  som funktion af længde/bredde-forholdet for BNBO. Der er en god sammenhæng, idet et stort længde/bredde-forhold giver en høj  $t^*$ . Orbicon har i forbindelse med udarbejdelse af forslag til håndtering af uadministrerbare BNBO anbefalet, at BNBO med et længde/bredde-forhold  $> 2$  bør gennemgås igen.

Ifølge Figur 1 skal  $t^*$  være noget lavere end 75 for opspore alle de BNBO, som kan være uadministrerbare. En værdi på  $t^* = 20$  synes at afsløre de fleste.

Orbicon vurderer derfor, at det vil være nyttigt at beregne  $t^*$  forud for optegning af BNBO, og derefter se nærmere på parametrene for de BNBO, der giver  $t^* > 20$ .



Figur 1 Øverst: Dimensionsløs tid som funktion af længde/bredde-forholdet for 295 BNBO. Nederst: Zoom på øverste figur.

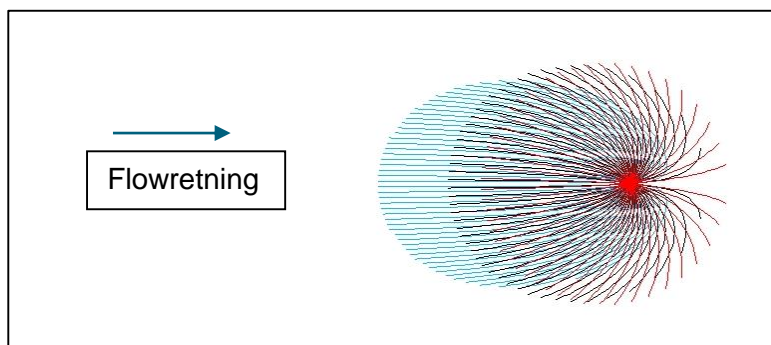
## Overlap mellem BNBO og brug af Kildepladsmodellen:

FDC påpeger, at størrelsen af BNBO kommer til at afhænge af transmissiviteten, når man anvender Kildepladsmodellen, samt at der er flere problemer i at anvende Kildepladsmodellen på det nuværende grundlag.

Svar: Der er desværre ikke nogen enkel og entydig måde at tage højde for overlappende BNBO. Orbicon har valgt at bruge kildepladsmodellen til matematisk at beregne den gensidige påvirkning mellem to eller flere borer med overlappende eller formodet overlappende BNBO, og således få beregnet en resulterende sænkning i borerne, der betyder, at der optegnes et lidt større BNBO til hver boring. Arealet af dette forøgede BNBO modsvarende omtrentligt det overlappende areal mellem de oprindelige BNBO (se senere afsnit).

Det er korrekt, at metoden betyder, at den endelige størrelse af BNBO indirekte kommer til at afhænge af transmissiviteten (og andre parametre) når man anvender Kildepladsmodellen, da transmissiviteten indgår i formlerne bag Kildepladsmodellen. Dette vurderes dog ikke at være problematisk, da transmissiviteten i forvejen indgår i beregningen af BNBO, og dermed har en indflydelse på formen af BNBO, se Figur 2, hvor der i WhAEM (optegningsprogram til BNBO) er vist tre scenarier, hvor transmissiviteten (i WhAEM den hydrauliske ledningsevne) varieres, og alle andre variable holdes konstante.

Med mindre der udelukkende beregnes cirkulære BNBO, vil transmissiviteten således altid have en indflydelse på BNBO.



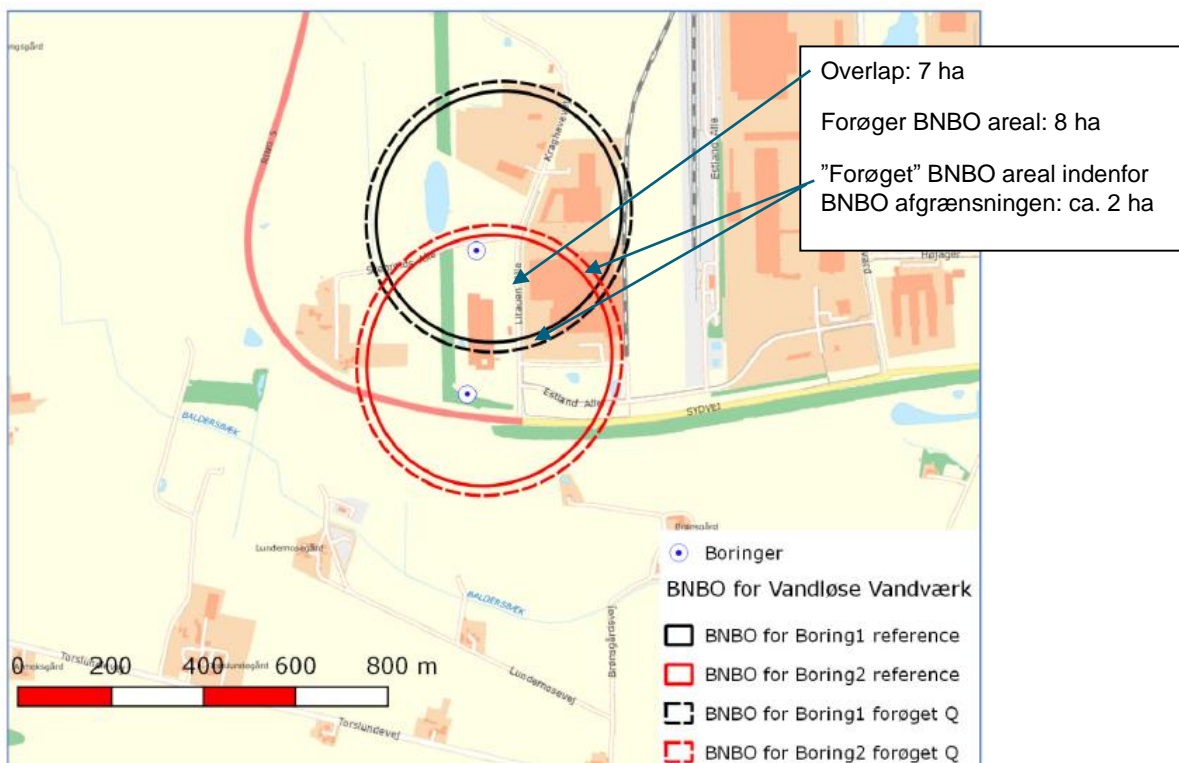
Figur 2 Scenarier med varierende hydraulisk ledningsevne (og dermed varierende T). Sort = reference (3 m/dag), rød = lav værdi (1,5 m/dag) og blå = høj værdi (6 m/dag).

Det er endvidere vigtigt at pointere, at Kildepladsmodellen udelukkende anvendes til at beregne den "korrigerede" indvinding som følge af påvirkning fra andre borer, og dermed ikke beregningen af selve BNBO. Dette foregår med programmet WhAEM, der i øvrigt anvender de samme formler, som FDC angiver i reference /3/.

FDC påpeger et muligt problem i at forøge indvindingen i individuelle borer, selv om der ikke er et overlap med andre borer BNBO. Der kan

imidlertid godt være en mindre påvirkning af indvindingen / sænkningen, selv om der ikke er overlap med BNBO. Kildepladsmodellen indregner netop denne påvirkning uden hensyn til BNBO's størrelse, men udelukkende i forhold til sænkingspåvirkning. I praksis er det imidlertid sådan, at borer, der ligger langt fra hinanden, ikke påvirker hinanden og dermed ikke får korrigeret indvindingen. At anvende kildepladsmodellen til at indregne påvirkning fra naboborer vurderes således at være en fornuftig tilgang, der ikke giver for store BNBO.

Det er muligt, at vandbalancen ikke er overholdt ved overlap af BNBO, men som FDC påpeger, er der tale om et generelt problem og ikke et specifikt problem i forhold til Kildepladsmodellen. I øvrigt er der formentlig tale om et begrænset problem i langt de fleste tilfælde. I FDC's eget eksempel fra "Vandløse Vandværk" er arealet af de oprindelige BNBO i alt 45 ha og overlappet mellem de to BNBO er 7 ha, mens arealet af de forøgede BNBO i alt er 53 ha. Dvs. metoden med den korrigerede indvinding giver et forøget BNBO areal på 8 ha (53 – 45 ha) minus ca. 2 ha, svarende til den del af det forøgede BNBO, der ligger inden for BNBO, se Figur 3. I nærværende eksempel bliver det samlede forøgede BNBO således en smule mindre end det overlappende areal.



Figur 3. Optrukne linjer er oprindelig pumpeydelse, mens stiplede linjer er forøget pumpeydelse. Figur Fra DANVA's notat.

En eventuel manuel "flytning" af det "overlappende areal" er svært at placere korrekt i praksis ved overlappende BNBO. Dette problem undgås imidlertid ved den aftalte fremgangsmåde, idet der ikke optegnes overlappende BNBO, men udelukkende et BNBO pr. boring, som er en smule forøget i areal.

I øvrigt skal det bemærkes, at Kildepladsmodellen antager, at alle boringer på en kildeplads tilhører samme magasin, og der anvendes en middeltransmissivitet indbyrdes mellem boringerne parvis, se formel\*. I tilfælde af at boringerne på en kildeplads indvinder fra forskellige lag, er den gensidige påvirkning vanskeligere at bestemme, og kan i princippet kun bestemmes med en numerisk grundvandsmodel og en detaljeret geologisk model. Det er imidlertid ikke hensigten med denne opgave.

Ved brug af Kildepladsmodellen anvendes Hantush-Jacob lækageløsning. Dermed indgår pumpetiden og magasintallet ikke i beregningen, idet der regnes på en løsning efter "uendelig tid". Dette svarer godt til de strømningstider på f.eks. 365 dage, som de fleste BNBO optegnes efter. Lækagekoefficienten sættes til default-værdien  $1e-9 \text{ s}^{-1}$  og desuden anvendes en boringsvirkningsgrad på 100 %. Kildepladsmodellen er ikke særlig følsom over for lækagekoefficienten, og dette kan eventuelt eftervises i nogle testeksempler. Boringsvirkningsgraden kan derimod have en større betydning på resultatet, men kendes i langt de fleste tilfælde ikke.

Samlet set mener vi derfor ikke, at der er behov for at anvende en anden metode end beregning med Kildepladsmodellen til at tage højde for boringers indbyrdes påvirkning af hinanden / overlappende BNBO.

Orbicon håber, at nærværende notat på tilfredsstillende vis kommer omkring de trufne valg og forudsætninger, der er gjort, og at de stillede spørgsmål er besvaret fyldestgørende.

\*Formel for T:

Beregnet som logaritmisk middel T.:	$T_m = (T_1 \cdot T_p) / \ln(T_1 / T_p)$
-------------------------------------	--