

# Odense Vandforsyning, Dalum Kildeplads

Opstilling af hydrologisk model, fase 1

Lars Trolborg

# Odense Vandforsyning, Dalum Kildeplads

Opstilling af hydrologisk model, fase 1

Lars Trolborg

Resume .....	3
Introduktion .....	3
Hydrologisk tolkningsmodel.....	3
Modelværktøj .....	5
Modelområde.....	5
Modelkalibrering .....	6
Modellsimuleringer .....	7

# Opstilling af hydrologisk for Dalum kildeplads

## Resume

For Dalum kildepladsen gælder det at det indvundne vand ifølge modelsimuleringerne har minimum 15% bidrag af vand yngre end 40 år set isoleret på det primære magasin. Såfremt det overliggende magasin medtages i beregningerne er bidraget steget til over 50%. Det jævnt faldende potentiale billede beregnet med modellen skyldes primært at der arbejdes med to adskilte magasiner, hvorfor det vil kunne ændres afgørende hvis magasin adskillelsen fjernes. Det skal bemærkes at en geologisk model med to magasiner er den simpleste model, som kan honorere potentiale observationerne i oplandet såvel som på kildepladsen.

## Introduktion

Denne rapport afslutter første fase af modelarbejdet ved Dalum Vandværk. Formålet med modellen, herefter kaldet Dalum modellen, er at fortage en vurdering af indvindingsopladsens placering og udbredelse samt grundvandets alder inden for samme. Modellen sammenstiller de eksisterende hydrologiske og geologiske data for området. Modelfremskridt og modelresultater er i to omgange blevet vendt med revirent for at opnå klarhed over modellens muligheder og begrænsninger, samt enighed om hydrogeologisk arbejdsmodel.

## Hydrologisk tolkningsmodel

De primære grundvandsmagasiner udgøres af kvartære aflejringer af sandlag af vekslende tykkelse og sammenhæng. Den geologiske model for området er baseret på DK-model Fyn<sup>\*</sup>. DK-model Fyn opererer med 11 hydrostratigrafiske enheder. 10 lag med vekslende sand og ler lag samt et lag med kalk. Top og bund af de enkelte lag er med udgangspunkt i cirkeldiagramkort tolket i et 2 x 2 km net. I områder hvor alle 11 lag genfindes i boringsdatabasen er lagtykkelsen sat til 1 m. Dette skyldes ønsket om at operere med de samme gennemgående lag for hele Fyns område. Erfaringerne viser at 1 meter tykke beregningslag ingen synlig effekt har på beregningsresultaterne, mens det giver gode muligheder for at repræsentere de varierende geologiske forhold.

Der er således tale om en ret grovmasket geologisk model, hvorfor det har syntes nødvendigt at detaljere den geologiske tolkning i området tæt på Dalum vandværk. Den detaljerede geologiske tolkning er foretaget på baggrund af oplysninger i GEUS' geologiske data-

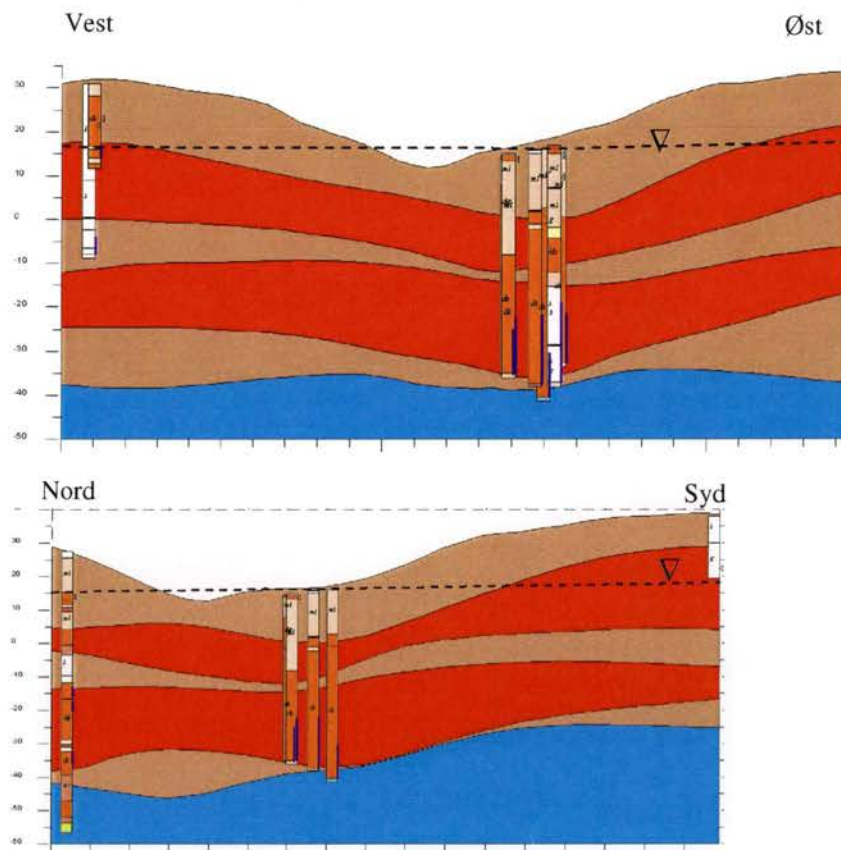
---

<sup>\*</sup> HJ Henriksen, CJ Knudby, P Rasmussen og P Nyegaard (1997), National vandressource model – Modelopstilling og kalibrering for Fyn, GEUS rapport 1997/139

base Jupiter. To model profiler kan ses på Figur 1 (placering er angivet på Figur 2 med rødt). Detaljeringen har ført til to afgørende forskelle i forhold til DK-model Fyn. Dels findes kun to regionale sandlag i området og dels er kalk magasinet ikke medtaget i beregningerne, således operere Dalum modellen med 8 hydrostratigrafiske enheder med tre vandførende enheder. Der er to gennemgående sandlag (af smeltevandssand) med regional udbredelse og et sandlag (ligeledes smeltevandsand) af lokal udbredelse beliggende i den vestlige del af området. De gennemgående sandlag er i store dele af området adskilt af lavpermeable lag (moræneler), mens de i dele af området ved Odense å har en mere sammenhængende karakter.

Som randbetingelse anvendes fastholdt tryk i de regionale magasiner hentet fra modelkørsler med DK-model Fyn.

De hydrologiske basisdata er taget fra DK-model Fyn. Ændret i forhold til DK-model Fyn er fordelingen af nettonedbør og vandindvindinger. Nettonedbøren er på baggrund af GIS bearbejdning af TOP10DK data og det digitale jordartskort fordelt på hele beregningsnettet (100x100 m). Vandindvindingerne er i Dalum modellen fordelt ud på de enkelte boringer med månedlige værdier for indvindingsmængder.



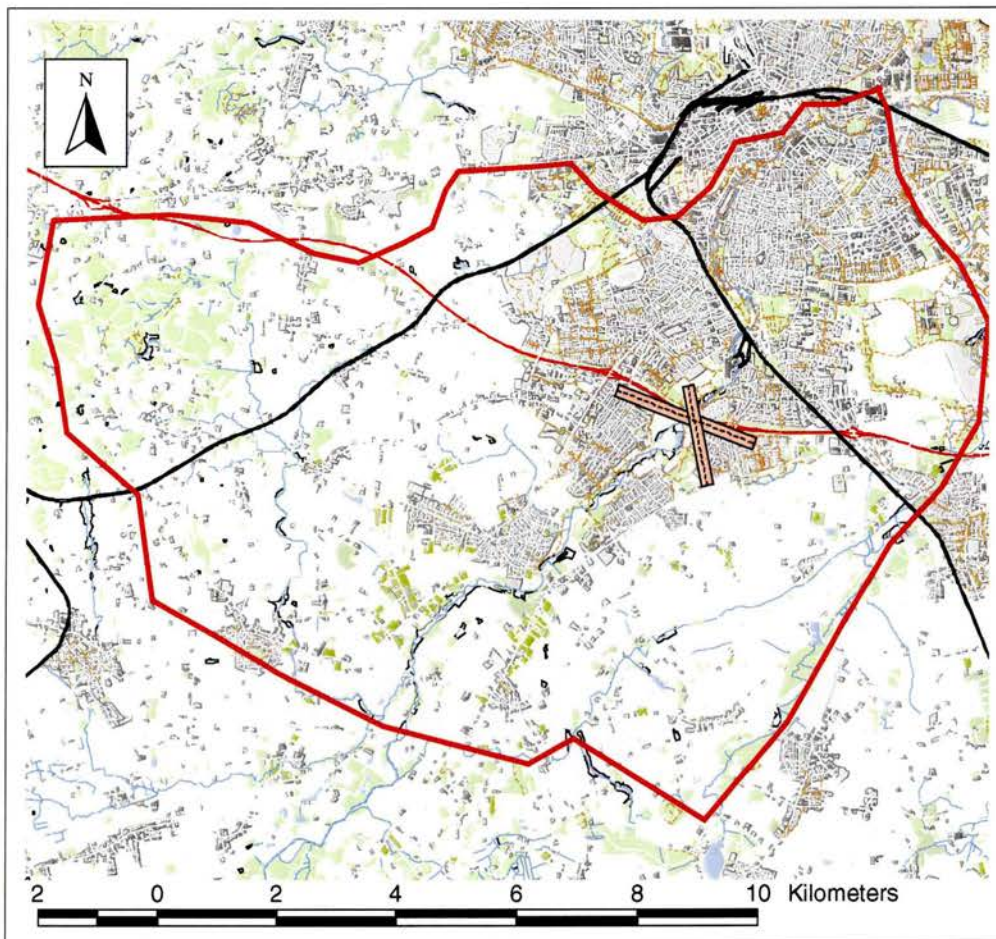
Figur 1 Model profil fra Dalum modellen

## Modelværktøj

Der anvendes en 3D grundvandsmodel til beskrivelse af grundvandets trykniveau i de enkelte lag og dermed strømningsretningen. Programpakken MikeSHE er anvendt til beregningerne. Til opstilling af den geologiske model og til præsentation er anvendt ArcView, som er et GIS baseret værktøj.

## Modelområde

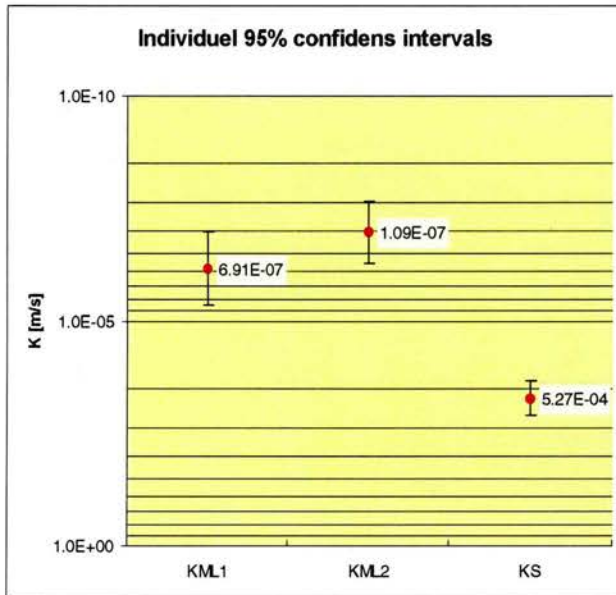
Modelområdet dækker et område på 10 x 15 km (se Figur 2). Det relativt store område er valgt for at sikre dels at modelranden ligger tilpas langt fra Dalum kildeplads og dels for at få nogle veldefinerede randbetingelser. Modelranden skærer i nord, øst og tildels syd igennem oplande til nogle store kildepladser. Dette skyldes dels at det er svært at undgå pga. de mange kildepladser placeret i Odense å dal og dels for at opnå en rimelig afvejning mellem modelopløsning for Dalum kildeplads og model størrelse.



Figur 2 Modelområdets udstrækning

## Modelkalibrering

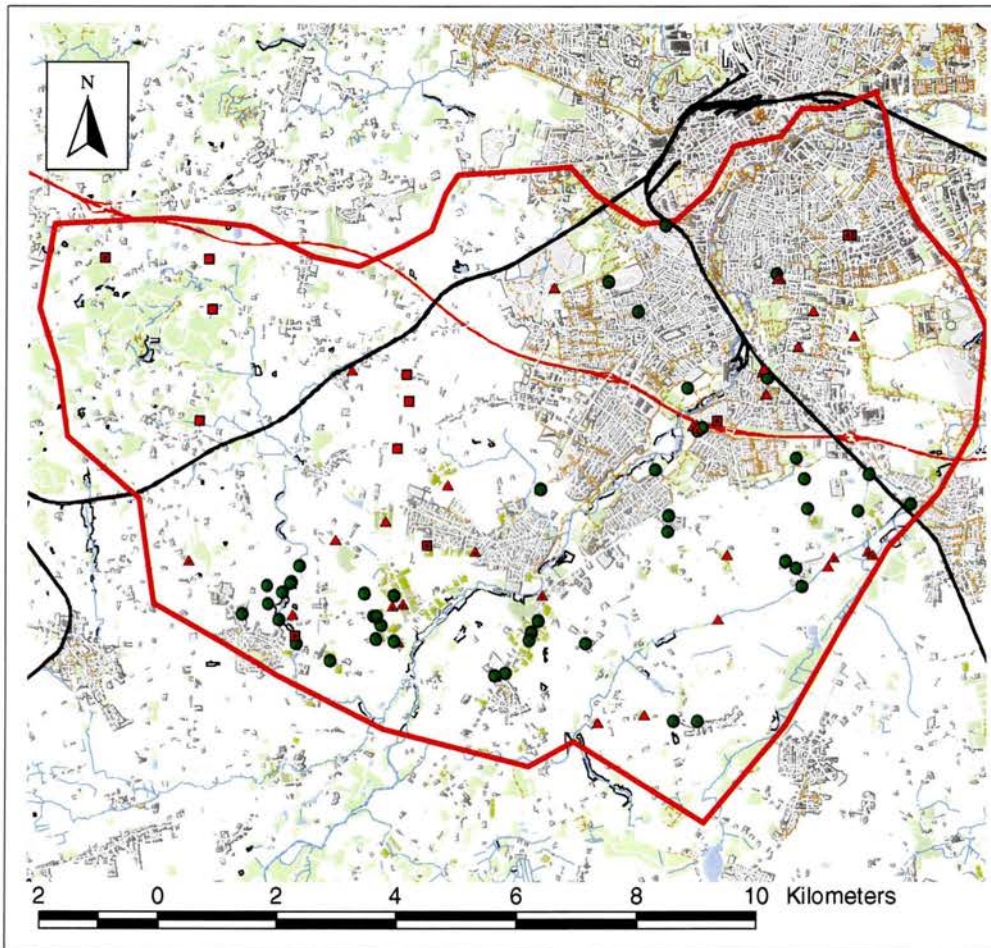
Den hydrauliske ledningsevne er opdelt i tre klasser: En parameter for de vandførende lag (KS), en parameter for lagene mellem de vandførende lag (KML2) og en parameter for det øvre modellag (KML1). Der er således tilstræbt en meget simpel parametrisering som udgangspunkt for fase 1, for at muliggøre vurdering af geologiens indflydelse på strømningsbilledet og dermed transport vejene. Transmissivitets fordelingen inden for de enkelte lag er således udelukkende bestemt ud fra KS og forskelle i lag tykkelser.



Figur 3 Parameter usikkerhed

Grundvandsmodellen er inverst kalibreret mod pejledata fra Odense Vandforsyning og pejledata fra Jupiter databasen. Modellen er kalibreret i stationær tilstand mod midlede trykniveau data. Parameter usikkerheder fra den inverse kalibrering på Figur 3.

RMS ('Root Mean Square') angiver kvadratroden af den gennemsnitlige kvadrat afvigelse mellem observerede og simulerede trykniveauer. RMS værdier bruges som mål for kalibrerings usikkerheden. RMS værdierne for de to regionale sandlag er 3.97 m for øvre sandmagasin henholdsvis 6.03 m for nedre sandmagasin. I beregningerne af RMS er anvendt 75 observationer for øvre sandmagasin og 12 observationer for nedre sandmagasin, se Figur 4 for placering og afvigelser (grøn 0-2 m, rød trekant 2-5 m, rød firkant > 5 m). Det skal bemærkes at flere af observationerne er påvirket af lokale sænkninger som følge af pumpning, sænkninger det ikke vurderes muligt at modellere med Dalum modellens beregningsnet (100 x 100 m).

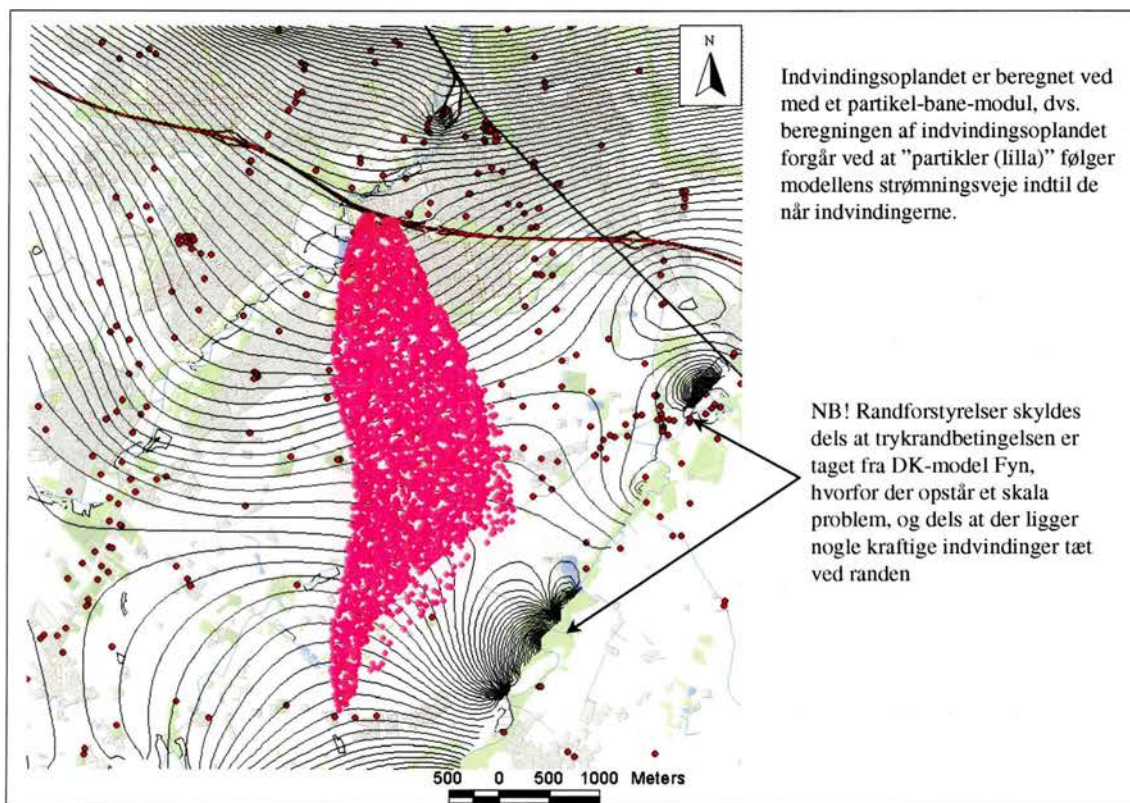


**Figur 4 Observationer brugt til kalibrering**

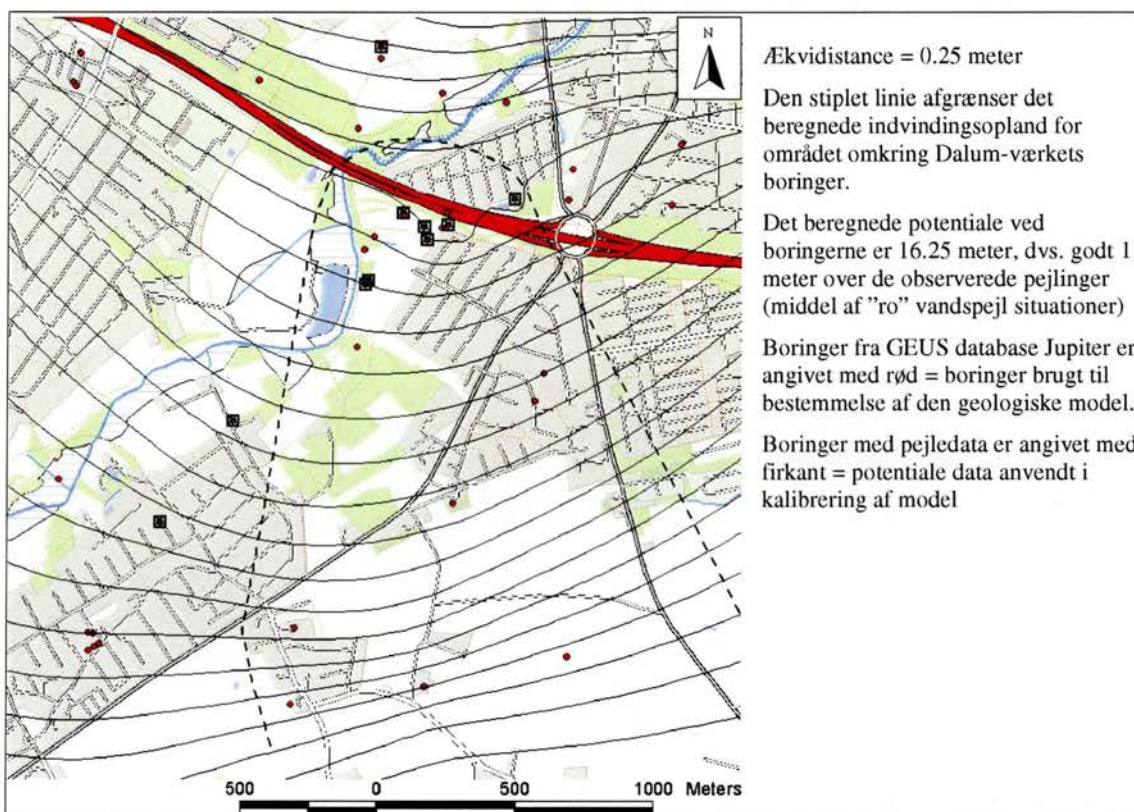
## **Modelsimuleringer**

Grundvandsmodellen er anvendt til at gennemføre en vurdering af indvindingsoplandets placering og en vurdering af grundvandets alder på Dalum kildeplads. Der er anvendt en partikelbane simulering til bestemmelse af indvindingsoplandets placering. Det simulerede indvindingsopland er godt 7 km<sup>2</sup> stort og vist på Figur 5. Det modellerede potentiale billede (se Figur 6) for Dalum kildeplads viser et jævnt faldende trykniveauer fra syd mod nord med en foldning tendens omkring indvindingsboringerne.



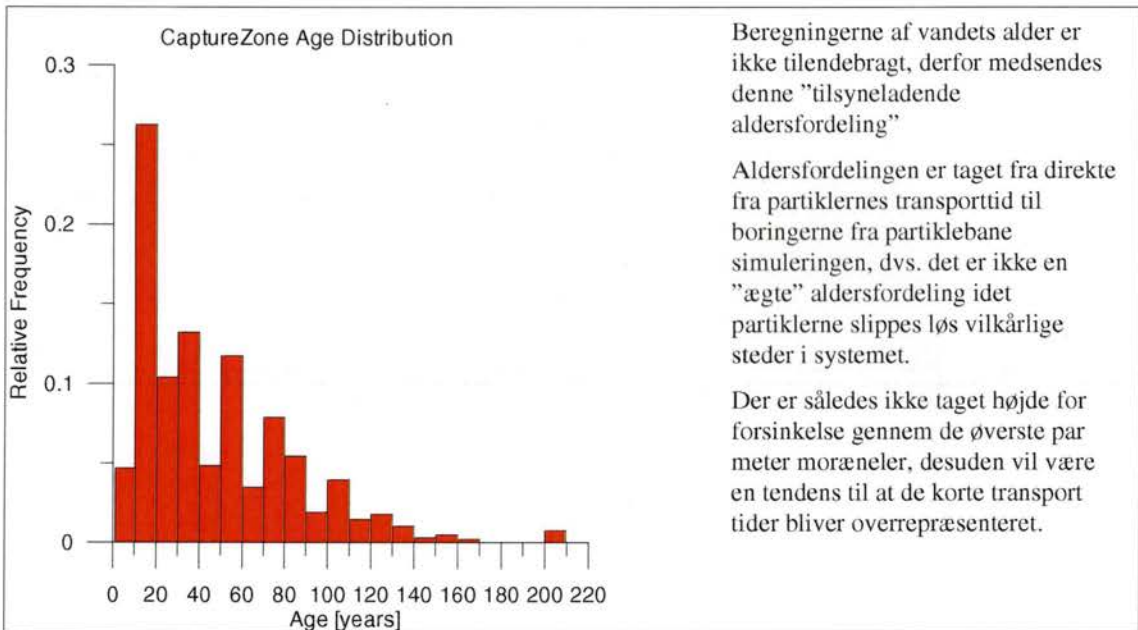


**Figur 5 Indvindingsopland for Dalum kildeplads**

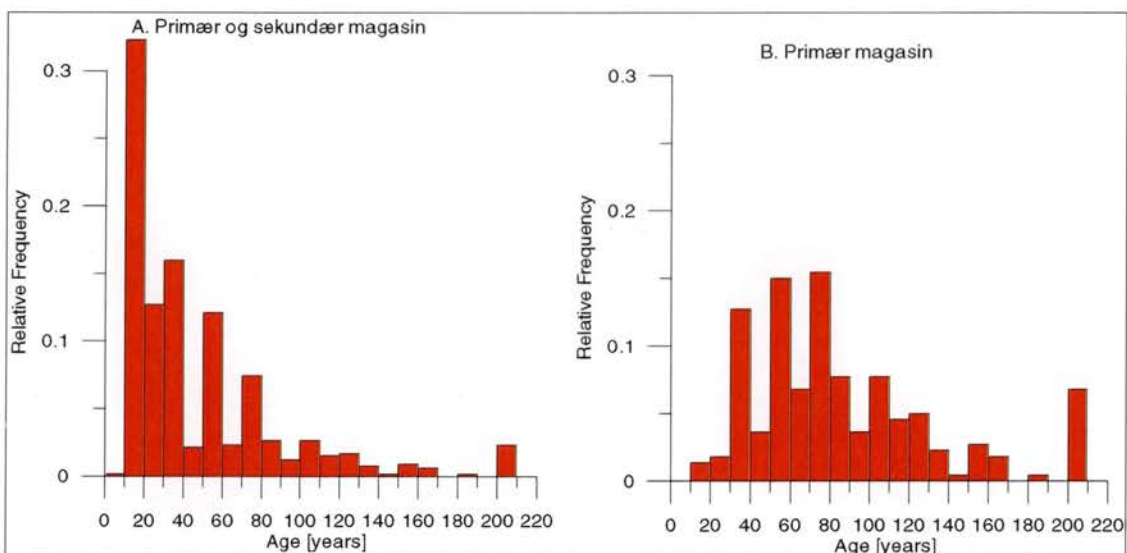


**Figur 6 Simuleret potentiale billede**

Grundvandets alder er ligeledes bestemt ud fra en partikelbane simulering. Der er i resultaterne skelnet imellem grundvandets alder indenfor indvindings oplandet (se Figur 7) og alderen på det vand der tæt på borerne. Alderen tæt ved boringen er igen opdelt i to histogrammer, et histogram hvor vandets alder er opgjort for det primære magasin og et histogram hvor alderen af vandet for det primære såvel som det sekundære magasin er optegnet (se Figur 8). Det skal bemærkes at magasin adskillelsen ved Dalum kildeplads er af ringe tykkelse og lokalt ikke eksisterende, således er der modelmæssigt indført en "kunstig barriere", som kan have betydning for grundvandets alderssammensætningen.



**Figur 7 Grundvandets alder indenfor indvindings oplandet**



**Figur 8 Grundvandets alder ved kildepladsen i A. primære og sekundære magasin B. primære magasin**