

BNBO og kompleks geologi

”Porøsitetsproblemet”

Hans Jørgen Henriksen

GEUS

Præciseringsnotat (tabel 1) og BNBO vejledningen er ”upræcise”

Tabel 1. Spænd for effektiv porøsitet i danske aflejringer, modificeret fra /1/, /3/ og /4/.

Geologisk lag	Specifik Ydelse (%)	Effektiv Porøsitet (%)	Anbefalet Effektiv Porøsitet (%)
Ler	1 – 18	30 – 60	40
Moræneler	5 – 30	10 – 30	25
Silt (morænesilt)	5 – 20	35 – 50	40
Sand	10 – 30	25 – 40	30
Grus	15 – 30	20 – 35	27
Sand og grus (usorteret)	10 – 30	15 – 35	25
Kalk - primære (matrix)	0,5 – 5	5 – 30	20
Kalk – sekundære (sprækker)	0,1 - 5	0,1 - 5	--
Opsprækket Kalk (dobbeltporøse)	0,1 – 5	0,1 - 15	5
Sandsten	5 – 15	5 - 30	15

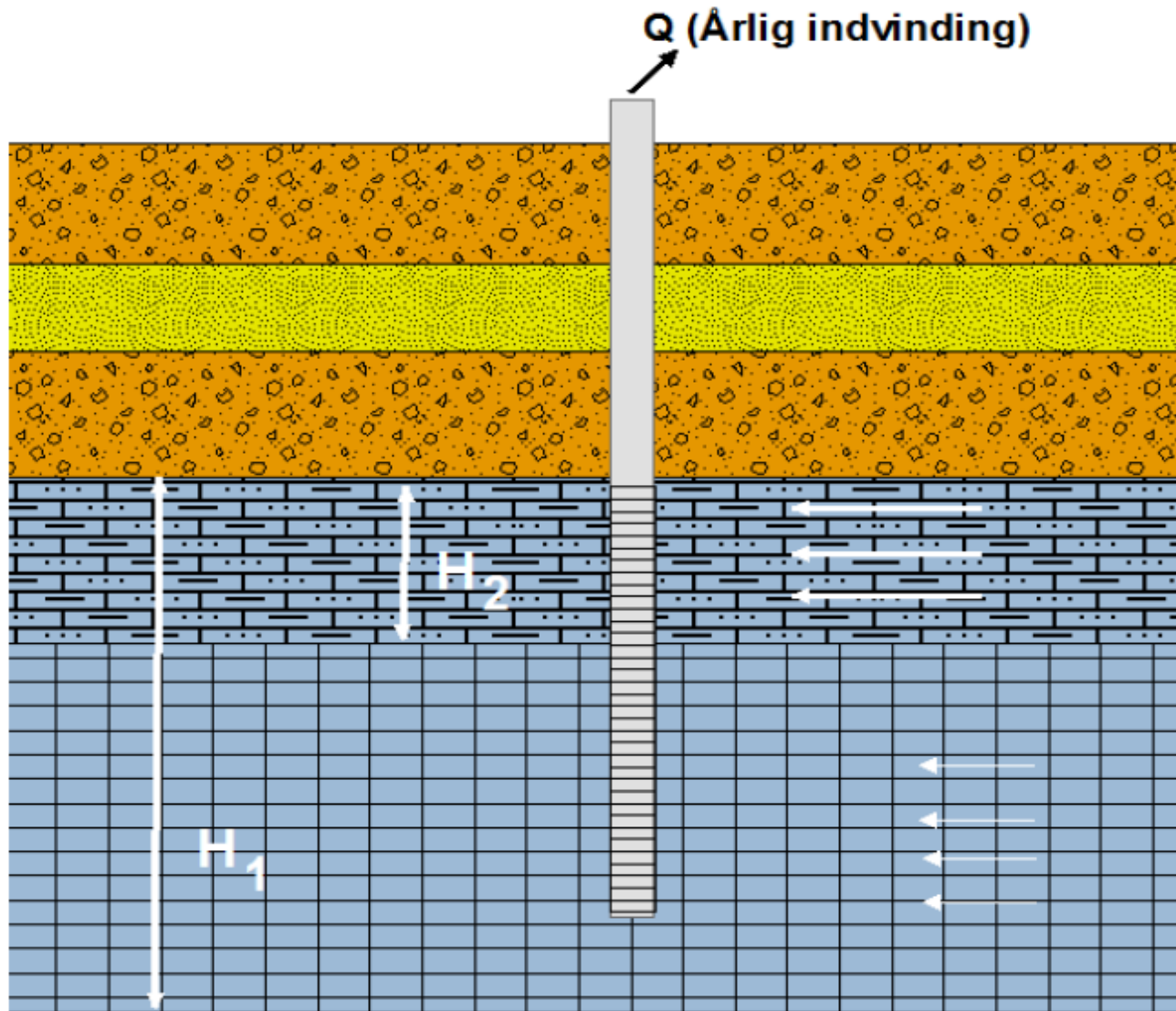
* Specifik ydelse er defineret som den del af porevolumen der kan drænes af tyngdekraft /1/.

Tabel fra BNBO-vejledningen

Tabel 4: Effektive vandmættede porøsiteter sammenfattet efter /22/.

Magasin aflejring	Effektiv porøsitet
Mellemkornet sand	0,15 – 0,30
Groft sand	0,2 – 0,35
Grus	0,1 – 0,35
Kalksten	0,01 – 0,24

HOFOR/Flemming Damgaard Christensen: **The secret to successful solute-transport modeling is lowering your expectations (Konikow, L. F. (2011), The Secret to Successful Solute-Transport Modeling. Groundwater, 49: 144–159.)**



Hvordan vurderer du skala-effekten. Ved indvindingsoplande ser vi på aldre >100 år, mens ved BNBO er $\frac{1}{2}$ -2 år –typisk 1 år. Det er således to forskellige transporttidsskalaer.

Jeg mener, at Torben Sonnenborg havde et skrivebord ATV-artikel om dette (sikkert i forbindelse med saltprojektet) . Med skrivebordsartikel mener jeg ren modellering uden feltdata- som jo er lidt svært at få passende feltdata.

Det er produktet af effektiv porøsitet og effektiv magasintykkelse (og ydelse J), som bestemmer størrelsen af BNBO.

Og de er begge svære at bestemme for et kalk magasin.

Er det kun, hvor der er indstrømning som er magasintykkelse (kan være få meter evt. en sprække)? Her er kan porøsiteten være ganske stor pga. store hulrum (opknusning og spækker).

Se figur for konceptet

Svar på rundsending i hydrologisk afdeling

- Jeg mener klart der er en skalaeffekt, således at vi skal benytte en større effektiv porøsitet ved aldre >100 år end ved aldre på 1 år. Fordi balancen mellem advektion og diffusion/dispersion ændrer sig (JCR)
- Ved korte transporttider vil der ikke være tid til rådighed til at opnå en ligevægt mellem koncentrationen i sprækkerne og den omgivende matrix. Transporten vil derfor være styret af sprække-systemet, hvilket i en ekvivalent porøs medium (EPM) model vil indebære, at der skal benyttes en effektiv porøsitet, som ligner sprækkeporøsiteten ($< 1\%$). Når transport-afstanden (og dermed tiden) øges, vil diffusionen ud i matrix blive gradvis mere dominerende og for meget store afstande skal man benytte en effektiv porøsitet, der er lig matrix-porøsiteten (30 – 40%). Da BNBO fokuserer på en relativ lille skala omkring boringen tror jeg, at man ofte vil støde på sprækkedomineret transport. Forureningen vil derfor bevæge sig med markant højere hastighed end man beregner med en EPM model med en effektiv porøsitet på 20 – 40%. Jeg er med andre ord ret overbevist om, at der begår forholdsvis store fejl i bestemmelse af BNBO pt. (TSO)
- Enig (LTR)
- Jeg er særlig godt bekendt med formålet for BNBO. Hvis det er en beskyttelse overfor "first arrivals" (de korte transporttider) mener jeg ikke der er tvivl om, at det er sprækkeporøsiteten der skal anvendes. Ser man derimod på en kontinuert belastning, som eksempelvis kvælstof, og er interesseret i masse midtpunktet, så vil jeg tro at en porøsitet der er mere i retning af matrix porøsiteten vil være mere korrekt, alt efter hvor stor et volumen det vandfyldte del af sprækkerne udgør af den samlede porøsitet (ALH).

Mit svar til Flemming

- Jeg har rundsendt din mail til gode kolleger i afdelingen, for at få lidt kommentarer på spørgsmålet om skala, porøsitet mm.
- Du har ret i at vi bliver nødt til at skelne med hensyn til skala. Alt andet lige så er skalaen for BNBO karakteriseret ved korte transporttider mens indvindingsoplande er karakteriseret af lange transporttider.
- Hertil kommer så (mm.) at vi også kan være nødt til at kigge på det stofs specifikt, sådan at man for fx nitrat skal kigge på det på en anden måde end for miljøfremmede stoffer (fx pesticider).
- For indvindingsoplande (altså lange afstande eller lang tid fx i størrelsesorden 100 år) vil det være matrixporøsiteten der bør benyttes typisk (20-40 % eller jf. tabel fra præciseringsnotatet).
- For BNBO derimod hvor man har korte transporttider (i tid og eller afstand, i størrelsesordenen 1 år), da anbefales det at benytte 'sprækkeporøsiteten' (< 1 % fx for kalk), og for stoffer hvor 'first arrival' er mest kritisk (som fx det vil være tilfældet for pesticider, hvor blot en konc. over grænseværdien vil være problematisk, og ikke massefluxen som helhed).
- For kvælstof, og kontinuerte belastninger, massemidtpunkter, er Anker inde på at det vil være mest korrekt at benytte matrix porøsiteten, eller evt. at inddrage størrelsen af volumen for den vandfyldte del af sprækkerne i forhold til den samlede porøsitet.
- Derfor er der ingen af tabellerne der helt tilfredsstillende uddyber hvilken porøsitet man skal bruge. Tabellen fra præciseringsnotatet er mest korrekt for store afstande/tider jf. matrixtransport (og evt. for nitrat også i mindre afstande), tabellen fra BNBO vejledningen er ikke præcis nok mht. om den beskriver sprække- og/eller matrixporøsiteten.
- **Jeg vil foreslå at der udarbejdes en revideret tabel for BNBO vejledningen, der klart fastlægger hvad man skal bruge for BNBO evt. afhængig af stoftype.**