

# Brabranddalens geologiske udvikling og de resulterende grundvandsmagasiner

INGA SØRENSEN



Sørensen, I.: Brabranddalens geologiske udvikling og de resulterende grundvandsmagasiner. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1987-89*, side 93-97, København, 15. januar 1990.

A geological model is proposed for the formation and evolution of Brabranddalen west of Aarhus. The model especially refers to the aquifers in the area, as groundwater protection was the main reason for clearing up a geological model.

Three different types of beds were recognized as aquifers: 1. A lower serie of meltwater sand and gravel strongly utilized for gaining of groundwater. 2. A middle serie of partly glacial disturbed meltwater sand and partly lateglacial, finegrained sand with generally horizontally bedding. 3. A thin upper serie of marine sand, gravel and stones, depoisted when the Postglacial see washed over the area.

*Inga Sørensen, Horsens Ingeniørhøjskole, Chr. M. Østergaards Vej 4, 8700 Horsens, 16. december 1988.*

## Indledning

I 1985 indledtes en forureningsundersøgelse af fire gamle lossepladser øst for Brabrand Sø i Århus. Lossepladserne ligger relativ tæt på store kommunale vandindvindingsboringer, se fig. 1. Det var derfor afgørende at få vurderet, om det nedsivede perkolat fra lossepladserne kunne forurene de grundvandførende lag, som vandværkerne udnyttede.

Første trin i en sådan vurdering var at opstille en geologisk model for de vandførende lags dannelse og udbredelse samt indbyrdes kontakt. Datagrundlaget herfor var først og fremmest jordlagsoplysningerne fra områdets boringer. Endvidere blev pejleresultater og kemiske analyser af grundvandet fra de forskellige lag også i nogle tilfælde brugt til at vurdere kontaktmulighederne.

En nærmere redegørelse for forureningsundersøgelsens omfang og metoder er beskrevet af Terraqua/Nielsen og Rauschenberger, 1986a og 1986b.

I det følgende gennemgås den geologiske model for Brabranddalen med særlig vægt på lossepladsområdet og de grundvandsmagasiner, der opstod som følge af den geologiske udvikling.

## Prækvaltære forhold

Den prækvartære overflade i det aktuelle område domineres af et markant øst-vestgående dalstrøg. Dalen er 2-3 km bred, og fra dalens kant til de dybeste dele af den er der over 200 m's højdeforskel, se fig. 1. Dalen er tidligere beskrevet af H. L. Andersen i 1972 og 1974.

Ved at sammenligne med nutidens terrænhøjdekurver ses det, at den prækvartære dal er noget bredere end den nuværende Brabranddal og har et lidt andet forløb. Specielt i den østlige del drejer den nuværende Århus å-dal mod nordøst, medens den prækvartære dal fortsætter retlinet mod øst.

Prækvaltærdalens dannelse skyldes formodentlig en brud- eller svaghedszone i undergrunden, der har bevirket, at dette strøg er blevet foretrukket af Tertiærtidens floder. Senere har Kvartertidens gletschere og smeltevandsløb yderligere uddybet dalen. Erosion fra de fremadskridende gletschere har især været afgørende for udformningen af de meget stejle dalsider. De stejle dalsider antages ikke på noget tidspunkt at have stået frit frem, idet dalen blev opfyldt med aflejringer i takt med at gletscheren smeltede bort.

Under begge dalskranter og i hele området nord for dalen består prækvartæroverfladen af oligocæne aflejringer af glimmerler og grønt, fedt

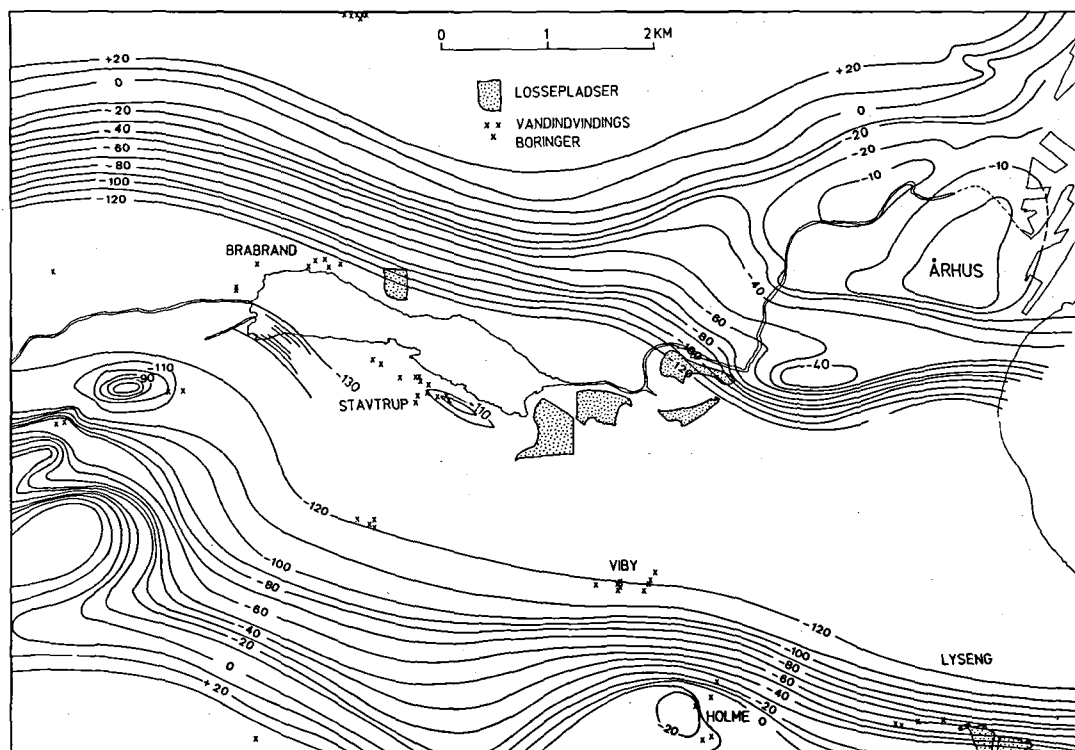


Fig. 1. Prækvarteroverfladens højde i Brabranddalen vest for Århus.

Depth to top of the prequaternary in the Brabrand valley west of Århus. Wells (x) and dumps (dotted areas) are indicated.

ler. Specielt under midtbyen i Århus kendes det grønlige, oligocæne ler fra mange borer og udgravninger, se f.eks. Harder, 1913.

Nedadtil afløses det oligocæne ler af Søvindmergel og Plastisk Ler fra Eocæn. Inden for kortområdet i fig. 1 antages hele bunden af den prækvartære dal at bestå af disse aflejringer. Det er dog indtil nu kun verificeret gennem ganske få borer, og da borerne kun er nået få meter ned i det eocæne ler, kan det ikke helt udelukkes, at der er tale om løse flager i moræner. Der er imidlertid også en mulighed for, at erosion fra is og smeltevand i de dybere dele af dalen har fjernet det nedre tertiære ler, så prækvartæroverfladen her består af kalk. Dette er tilfældet i den prækvartære dals forsættelse mod vest ved Harlev, der ligger godt 3 km vest for kortkanten af fig. 1. Her viste en dyb undersøgelsesboring fin-kornet kalksand i kote ÷ 103 m og Danienskalk i kote ÷ 112 m. Her var der således ikke fedt ler fra Nedre Tertiær mellem istidslagene og kalken. (Andersen, H. L. 1973).

Syd for dalen består prækvartæroverfladen af

øvre tertiære aflejringer, såsom glimmerler, glimmersand samt enkelte lag af kvartssand fra Oligocæn og Miocæn. Det lyse glimmersand kendes også fra et par isolerede forekomster nord for dalen, f.eks. i en ældre blotning ved den gamle godsbanegård beskrevet af Harder (1913). Det er ifølge Harder uvist, om den blottede serie er en flage, eller om serien består af de øverste, isforstyrrede lag af den faststående undergrund.

## De kvartære lag

### Den nedre smeltevandsserie

Det kvartære opfyldningsmateriale i dalen i prækvartæroverfladen består overvejende af smeltevandsaflejringer og i mindre grad af moræneaflejringer. Smeltevandet har formodentlig strømmet fra øst mod vest i dalen. De grove aflejringer af sten og grus, der findes i nogle af borerne i dalen viser, at strømmen til tider har været meget kraftig.

Imellem de grove smeltevandsaflejringer findes op til 30 m tykke lag af smeltevandsler, -silt og -finsand, der viser, at dalen i perioder kan have været mere eller mindre opfyldt af isdæmmede søer.

Medens de ydre grænser for smeltevandsaflejringerne er nogenlunde veldefinerede i form af den prækvartære dals bund og sider, er de indre afgrænsninger mellem grove og finkornede materialer meget vanskelige at bestemme. Dette skyldes den store variation i smeltevandsstrømmenes forløb i dalen og erosion ned i allerede aflejret materiale.

Der ser ud til at være en vis rytmisk udvikling af smeltevandsserien i nogle af borerne, idet en grov sekvens efterhånden bliver finere opad, svarende til jævnt aftagende strømhastighed af smeltevandet.

Den samlede tykkelse af smeltevandsaflejringerne vurderes til at være over 150 meter. Internt i lagserien ses også i nogle borer moræneler, der viser, at isens medbragte materialer ikke altid nåede at blive sorteret af smeltevandet. Trods de lerede indslag antages det, at de forskellige sandede og grusede dele af smeltevandsaflejringerne er i kontakt med hinanden og udgør et nogenlunde sammenhængende grundvandsmagasin. Magasinets overgrænse synes at falde jævnt fra øst mod vest.

Den dybeste boring i smeltevandsserien har bund i kote  $\div$  171 m og ligger ved den syvestlige ende af Brabrand sø. Magasinet er her generelt finsandet med enkelte tynde gruslag. Bundlaget består af 5 m groft vandførende sand, der i følge brøndborerens beskrivelse er blandet med plastisk ler og skifer. Der findes ingen geologisk prøvebeskrivelse af dette lag. Det iblandede materiale tyder dog på, at bunden af magasinet er ved at være nået. Ved boringens udførelse i 1935 var vandrejsningen 3,4 m over terræn, og der var tale om ret saltholdigt vand. Oprindelsen af det salte vand er ikke kendt, dog kan der gættes på, at forklaringen skal søges i gammelt havvand fra Littorinatiden eller evt. fra en mellemistid.

Om alderen af den tykke serie af smeltevandsaflejringer kan der kun gættes. Et rimeligt gæt vil dog være, at serien er aflejret under Weichselistidens kuldemaximum for ca. 22.000 til 20.000 år siden. Dalen kan da have tjent som en af tilførselsvejene for den is, der nåede frem til hovedopholdslinien i Midtjylland.

### Øvre moræneler

Den nedre smeltevandsserie er i en del borer tydelig dækket af op til 20-30 m tykke lag af moræneler, afsat af et yngre isdække. Isfremstødet har blandt andet udformet det nuværende småkuperede landskab beliggende mellem kysten og Brabrand Sø. Gletscherens fremadskriden synes at have bevirket en del oppressede flager. Småbakkerne omkring lossepladserne ved Eskelund og Rugholm kan således betragtes som rester af oppressede og senere isoverskredne flager.

Forholdene i Brabrand-dalen har imidlertid også været ideelle til flageoppresning. Porevandet i den tykke smeltevandsserie har været lukket inde i dalen, begrænset til siderne af de prækvartære, svagt permeable lag og opad til af permafrosne sandlag foran den avancerede gletscher. Med et stort grundvandsopland mod vest kan den således efterhånden opbygges et højt porevandsstryk i jordlagene under og foran den fra øst kommende gletscher. Dette bevirker, at store flager til sidst brækker op og skubbes sammen af isen. Isens fornyede fremrykning i Brabrand-dalen kan betragtes som led i det østjyske isfremstød, der skete for ca. 14.000 år siden.

### Det senglaciale issøstadium

Ved isens gradvise tilbagesmeltning opstod der isdæmmede søer i de uregelmæssige lavninger, som isfremstødet og flageoppresningen havde skabt. Hele den nuværende Brabranddal kan tænkes opfyldt af mere eller mindre sammenhængende, isdæmmede søer. Denne tolkning er især baseret på, at der i mange af dalens borer er truffet smeltevandsler og silt under de postglaciale aflejringer. En af disse isdæmmede søer lå, hvor den nordlige losseplads ved Eskelund nu ligger. Her aflejreredes en ca. 50 m tyk serie af velsorteret finsand med enkelte siltede indslag. Sandets meget ensartede udseende ledte tanken hen på marint sand, der kunne være aflejret i en ishavsbugt. En foraminiferundersøgelse, foretaget af Karen Luise Knudsen, viste imidlertid, at finsandet ikke var aflejret i marint miljø. Finsandet kan i lossepladsområdet afgrænses til et ret smalt øst-vest-gående bælte.

Ved den østlige begrænsning af finsandet ses i nogle borer lerede grusaflejringer. Disse kan

tolkes som værende en del af issøens tapningsdal, dannet ved at en tærskel af den østfor liggende is er smeltet væk. Den erosionsrende, som den nuværende Århus Å løber i, kan vurderet ud fra beliggenheden, være anlagt ved denne pludselige issøtapning i Senglacialtid.

#### Fastlandstiden og den videre postglaciale udvikling

Efter at isen var forsvundet fra Brabrand-området har der i begyndelsen af Fastlandstiden været en kraftig jordflydning og nedskylning af materiale fra de nyetablerede skrænter og småbakker. Mange af de erosionsrender, som de nuværende skrænter fremviser, er formodentlig anlagt i denne periode, før et beskyttende plantedække nåede at udvikle sig. I dalbunden kan der have været begravede dødisklumper, der også efterhånden smeltede væk og efterlod nye lavninger.

Havniveauet var en del lavere end i nutiden, hvilket har givet vandløbene en relativ stor gradient med deraf følgende stor erosionsevne.

Fastlandstiden blev efterhånden afløst af Littorinatiden, med et vandspejl et godt stykke op over det tidligere niveau. I Brabranddalen trænger havet så langt ind som til Skibby og Ormslev Stationsby, der ligger ca. 10 km fra den nuværende kystlinie. Havets fremtrængen bevirkede en udvaskning og udjævning af flydejords- og nedskylsmaterialerne fra Fastlandstiden. Kun sten og større gruskorn blev liggende tilbage, og imellem dem og ovenpå dem aflejredes strand-sand med skalmateriale fra Littorinahavet. Dette bundlag af sten, sand og grus udgør det øverste grundvandsmagasin i Brabrandområdet. laget kan genfindes i de fleste af de borer, der er udført på det tidligere havbundsområde. Trods udvaskningslagets ret beskedne tykkelse spiller det nogle steder en afgørende rolle som transportvej for nedsivende lossepladsperkolat.

Det øvre magasin har den største tykkelse og de groveste materialer, hvor den gamle kystlinie forløber langs stejle skrænter, og på steder hvor strømmen har været stærk. På det smalle stykke mellem Eskelund-Rugholm-øerne i syd og Åbyområdet mod nord er begge disse forudsætninger opfyldt. Vandudskiftningen må have været stor i det 100–200 m smalle stræde, og vi finder da også her tykkelser på op til 16 m grus og sand.

I langt den største del af Stenalderfjorden i Brabranddalen var vandet roligt, og der aflejredes marin gytje, som udfylder lavningerne i den tidligere uregelmæssige dalbund. Efterhånden som havniveauet igen sank, fordi landet fortsat hævede sig, blev vandet brakt og siden fersk. Store dele af de tidligere fjordbundsområder groede til og blev efterhånden til de nuværende engområder med Brabrand Sø som den sidste rest af det tidligere, udbredte fjordområde.

#### Konklusion

Ud fra den geologiske model kan der i Brabranddalen erkendes tre typer af grundvandsmagasin-er:

1. en nedre serie af smeltevandssand og grus, der udnyttes kraftig til vandindvinding.
2. et mellemmagasin bestående dels af glacialt forstyrret sand og dels af senglacialt, finkornet smeltevandssand fra inddæmmede søer. Det glacialt forstyrrede sand har typisk kontakt til den nedre smeltevandsserie, medens det senglaciale sand kan optræde helt isoleret fra de nedre magasiner.
3. et øvre magasin af udvasket nedskylsmateriale og strandaflejringer. Generelt er der gode kontaktmuligheder mellem det øvre magasin og mellemmagasinet.

Lossepladserne er især beliggende på den tidligere havbund fra Littorinatiden. Da aflejringerne her fortrinsvis består af gytje, yder det en vis beskyttelse af de underliggende grundvandsmagasiner.

Ind mod de daværende kystlinier og småøer tynder gytjen imidlertid ud, og affaldet har her direkte kontakt med det øvre magasin af strandaflejringer og udvasket flydejord. Her viser undersøgelsen da også, at lossepladsperkolatet har formået at trænge ned og udbrede sig til dele af det mellemste magasin. Da dette magasin til dels består af isforstyrret smeltevandssand med kontakt til det nedre, primære grundvandsmagasin, er der også mulighed for, at forureningen kan brede sig hertil. Der er dog endnu ikke konstateret nogen forurening i disse lag, og de igangsatte afværgeforanstaltninger vil formodentlig også forhindre en kommende forurening, Terraqua (1987).

(Foredragsreferat fra DGF's temamøde om lossepladsundersøgelser, den 12. april 1988).

## Litteratur

- Andersen, H. L. 1973: En begravet dal i prækvartæret ved Århus. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1972*, side 111-118.
- Harder, P.: De oligocæne Lag i jernbanegennemskæringen ved Århus Station. *Danm. geol. Unders. række 2 nr. 22*, 140 s.
- Terraqua aps for Århus Amtskommune, Miljøkontoret 1987: *Skitseprojekt for afværgeforanstaltninger på lossepladsen øst for Brabrand Sø.*
- Terraqua/Nielsen & Rauschenberger og Århus Amtskommune, Amtsvandvæsenet 1986: *Undersøgelse af forurening fra gamle lossepladser øst for Brabrand Sø. Face I.*
- Terraqua/Nielsen & Rauschenberger og Århus Amtskommune, Miljøkontoret 1986: *Undersøgelse af forurening fra gamle lossepladser øst for Brabrand Sø. Face II.*