

FORURENINGSUNDERSØGELSE I

GRINDSTED

STATIONÆR GRUNDVANDSMODEL

DECEMBER 1984



TAGE SØRENSEN RÅDGIVENDE INGENIØRER A/S

BREGNERODVEJ 132 B 3460 BIRKERØD TLF. 02-82 01 33 A/S REG. NR. 65292 GIRO 1 72 42 23

INDHOLDSFORTEGNELSE

	<u>SIDE</u>
FORORD.....	1
SAMMENFATNING.....	2
1. HYDROLOGISKE FORHOLD I GRINDSTED OMRÅDET	3
1.1. Indledning.....	3
1.2. Nedbør.....	3
1.3. Fordampning.....	4
1.4. Afstrømning.....	4
1.5. Infiltration.....	7
1.6. Vandbalance.....	7
1.7. Hydrogeologi.....	9
2. DATAINDSAMLING SOMMEREN 1984.....	11
2.1. Indledning.....	11
2.2. Oppumpningens fordeling.....	11
2.3. Indvindinger til markvanding.....	13
2.4. Pejling af grundvandsstanden.....	14
2.5. Grundvandets strømningsretning.....	19
2.6. Prøvepumpning kildefelt 1.....	21
3. STATIONÆR GRUNDEVANDSMODEL.....	22
3.1. Indledning.....	22
3.2. Modelopbygning.....	23
3.3. Modelgeometri.....	25
3.4. Randbetingelser.....	25
3.5. Infiltration.....	26
3.6. Oppumpning.....	26
3.7. Transmissiviteter.....	27
3.8. Potentialer.....	28
3.9. Vandbalancen.....	31
3.10. Grundvandets strømningsretning.....	33
4. KONSEKVENSBEREGNING AF FORSKELLIGE INDVINDINGSFORHOLD.....	33
4.1. Indledning.....	33
4.2. Case 1.....	35
4.3. Case 2.....	37
4.4. Case 3.....	39
5. REFERENCER.....	41

BILAGSFORTEGNELSEBILAG NR.

Placering af indvindingsboringer.....	1
Potentialet pejlet d. 15/5 1984.....	2
Potentialet pejlet d. 8/6 1984.....	3
Potentialet pejlet d. 3/7 1984.....	4
Potentialet pejlet d. 10/7 1984.....	5
Potentialet pejlet d. 26/7 1984.....	6
Potentialet pejlet d. 31/7 1984.....	7
Potentialet pejlet d. 15/8 1984.....	8
Prøvepumpning pejledato fra V8.....	9
Prøvepumpning pejledato fra V6.....	10
Prøvepumpning pejledato fra V7.....	11
Prøvepumpning plot af sænkingsdata V8.....	12
Prøvepumpning plot stigningsdata V8.....	13
Prøvepumpning plot sænkingsdata V6.....	14
Prøvepumpning plot stigningsdata V6.....	15
Prøvepumpning plot sænkingsdata V7.....	16
Prøvepumpning plot stigningsdata V7.....	17
Infiltrationsmatrice til grundvandsmodel.....	18
Oppumpningsmatrice til grundvandsmodel.....	19
Transmissivitetsmatrice til grundvandsmodel...	20

FORORD

Ifølge lov om kemikalieaffaldsdepoter har Ribe amtsråd i samarbejde med Grindsted byråd besluttet at udføre undersøgelser af de 3 kemikalieaffaldsdepoter banegraven, Grindsted Products' gamle fabriksgrund og afløbsgrøften i Grindsted.

Tage Sørensen, rådgivende ingeniører A/S, er i den forbindelse blevet engageret til at opstille en stationær grundvandsmodel for området samt en model for stoftransport i grundvandet.

Nærværende rapport er en statusrapport, der omfatter opstilling og kalibrering af den stationære grundvandsmodel samt konsekvensberegninger af forskellige indvindingsforhold. Grundvandsmodellen giver i sig selv oplysninger om grundvandets strømningsretning i såvel den nuværende situation som under alternative indvindingsforhold. Grundvandsmodellen er også en forudsætning for opstilling af stoftransportmodellen, idet denne anvender det af grundvandsmodellen beregnede potentialebillede for de videregående stoftransportberegninger.

En senere rapport vil omhandle stoftransport.

SAMMENFATNING

Grindsted områdets hydrologiske og hydrogeologiske forhold er der redegjort for, således at man får en ramme for variationen af de i grundvandsmodellen indgående parametre.

De i sommeren 1984 indsamlede hydrogeologiske data er refereret.

Pejlinger af grundvandsstanden har vist, at grundvandets strømningsretning i området omkring Grindsted Products og Grindsted Fællesvandværks kildeplads 1 er i syd-vestlig retning, hvilket ikke indebærer forureningsrisiko for vandværket. Observationerne viste, at dette også gjalt i den 3 uger lange periode, hvor Grindsted Products standser sin indvinding på grund af sommerferie.

Den stationære grundvandsmodel er kalibreret, således at der er opnået en god overensstemmelse mellem observerede og simulerede potentialer og vandbalanceelementer som tilstrømningen til Grindsted Å.

Konsekvensberegninger med den stationære grundvandsmodel viser, at man heller ikke ved længerevarende nedlukning af indvindingen på Grindsted Products får et strømningsforløb i reservoiret, der indebærer risiko for forurening af kildeplads 1 fra denne kilde med den nuværende indvinding af 700.000 m³/år fra det øvre reservoir på kildeplads 1.

Før 1970, hvor indvindingen var 1.850.000 m³/år fra det øvre reservoir på kildeplads 1, var strømningsretningen i reservoiret rettet mod kildeplads 1 i den sydligste del af Grindsted Products' fabriksgrund.

Desuden viser konsekvensberegningerne, at en stor oppumpning til markvanding i området øst for Grindsted Products og kildeplads 1 kan give anledning til en grundvandsstrømning rettet mod kildeplads 1 under den sydligste del af fabriksgrunden.

1. HYDROLOGISKE FORHOLD I GRINDSTED OMRÅDET

1.1. Indledning

Ved opstilling af en stationær grundvandsmodel for Grindsted området er et hydrologisk og hydrogeologisk datagrundlag nødvendigt dels ved fastsættelsen af inddata til modellen dels ved vurdering af modellens resultater.

I det følgende gennemgås for de enkelte hydrologiske processer det eksisterende datagrundlag og mulighederne for at kvantificere dem udfra datagrundlaget.

Det er formålet at belyse vandbalancens elementer, således at der kan opstilles en vandbalanceligning for grundvandsmagasinet. Ligningen opstilles for det grundvands delopland til Grindsted Å på strækningen, der nedstrøms er afgrænset ved Eg, og opstrøms, hvor Grene Å løber til Grindsted Å.

1.2. Nedbør

Normalnedbøren for Ribe amtskommune, beregnet udfra perioden 1931-60, er 751 mm. Årsnedbøren for perioden 1977-83 er angivet i tabel 1.1. Middelnedbøren i den seneste 7 års-periode er 908 mm, hvilket svarer til ca. 20% mere end normalnedbøren.

Der har således siden 1977 været en betydelig nedbørsrigere periode, end man kan forvente over en lang periode.

År	Årsnedbør mm	Potentielfor- dampning mm	Årsmiddelfstrømning	
			l/s	l/s km ²
77	841	547	2310	11,9
78	797	437	2540	13,1
79	925	446	2610	13,5
80	1041	447	3490	18,0
81	955	470	3819	19,7
82	887	500	3114	16,1
83	908	514	3514	18,1
m	908	480	3051	15,8

Tabel 1.1. Årsnedbør for Ribe amtskommune og potentiel fordampning målt i Grindsted efter pandemetoden ref. /1/, samt årsmiddelfstrømning ref./2/.

I Grindsted Å, hvor det primære grundvandsreservoir har frit vandspejl, vil baseflow, dvs. vandtilskuddet fra det primære grundvandsreservoir, variere noget med ændringerne i grundvandspotentialet. Man har således et noget højere baseflow i perioder med højt grundvandspotentiale, hvilket igen er koblet til de perioder af året, hvor nedsivningen er størst.

I tabel 1.2 er medianminimumsvandføring mm. angivet for vandløbspunkter der anvendes i denne undersøgelse. I punkt nr.1 er medianminimum bestemt udfra de opstrøms liggende synkronmålingspunkter.

Målepunkternes beliggenhed fremgår af fig. 1.1

Punkt nummer	Stednummer	Lokalitet	Medianminimum	Tilstrømning
1	-	Sammenløb Grene å, Grindsted å	530	
2	310291	Engedalgård	860	330
3	310024	Ns. reservoir ved Morsbøl	1180	320
4	31.14	Eg	1310	130
I alt				780

Tabel 1.2. Medianminimumsvandføring i Grindsted å omkring Grindsted by. Alle tal i l/s

1.3. Fordampning

Den potentielle fordampning bliver målt i Grindsted efter pandemetoden i perioden 1/4 - 1/12 hvert år jvf./1/. De resterende måneder regnes med en potentiel fordampning på 50 mm, hvilket er lagt til de af Statens Planteavlsvforsøg publicerede data for Grindsted. Denne potentielle fordampning for hele året er angivet i tabel 1.1 for årene 1977-83.

Det skønnes på baggrund af modelberegninger for Karup Å's opland, at den aktuelle fordampning er ca. 80% af den i tabel 1.1 angivne potentielle fordampning.

Et skøn på den aktuelle fordampning i Grindsted området er, at der som middel over årene 1977-83 er fordampet 380 mm pr. år.

1.4. Afstrømning

Afstrømningen fra oplandet til Grindsted Å registreres ved vandføringsmålestation 31.14, der ligger ved Eg. Døgnmiddelvandføringer er registreret siden 1971, og den årlige middelfafstrømning i l/s og i l/s km² i forhold til det topografiske opland på 194 km² er angivet i tabel 1.1.

Afstrømningen, der registreres ved 31.14, er fra hele oplandet, dvs. også opstrøms for Grene Å's udløb i Grindsted Å.

Tilstrømningen til den strækning, der er af primær interesse for nærværende undersøgelse, må bestemmes udfra enkeltmålinger foretaget i opstrøms og nedstrøms ende af strækningen. Der er foretaget enkeltmålinger i 1975 og 1981 i forbindelse med synkronmålinger i afstrømningsområde 31 ref./3/ og i 1982 i forbindelse med recipientundersøgelser i Grindsted Å ref./4/.

Det, der søges, er den tilstrømning, der sker til Grindsted Å fra grundvandsmagasinet i en årsmiddelsituation.

Synkronmålingerne, der blev foretaget i 1975 og 81, er bearbejdet således, at en medianminimumsværdi er fremkommet. Ved vandføringens medianminimum forstås den værdi i en serie af årsminimumsværdier, som overskrides i halvdelen af årene. Medianminimumssituationen forekommer selvsagt efter en længere tør periode, hvor den naturlige tilstrømning til vandløbene kun sker fra grundvandsmagasinet.

Når man opstiller en stationær grundvandsmodel, må den tilstrømning til vandløbene, som beregnes, være på niveau med eller over medianminimumsværdierne noget afhængigt af reservoirforholdene.

Ved synkronne målinger d.9/6-1982 blev vandføringen i pkt.2 målt til 1740 l/s og i pkt.4 til 2350 l/s jvf./4/. Det giver en tilstrømning mellem pkt.2 og pkt.4 på 620 l/s hvilket skal korrigeres for spildevandtilledning mm. på ialt 170 l/s. Den korrigerede tilstrømning mellem pkt.2 og 4 d.9/6-1982 bliver således 440 l/s.

Målingen den 9/6-1982 blev foretaget i en tørvejrperiode, men på et højere afstrømningsniveau end synkronmålingen i 1981. Den samlede tilstrømning mellem station 2 og 4 er af samme størrelse den 9/6 som i medianminimumssituationen. Det betyder at grundvandstilstrømningen til Grindsted å på strækningen mellem Grene å og Eg må antages at være relativt konstant og have en størrelse omkring 780 l/s.

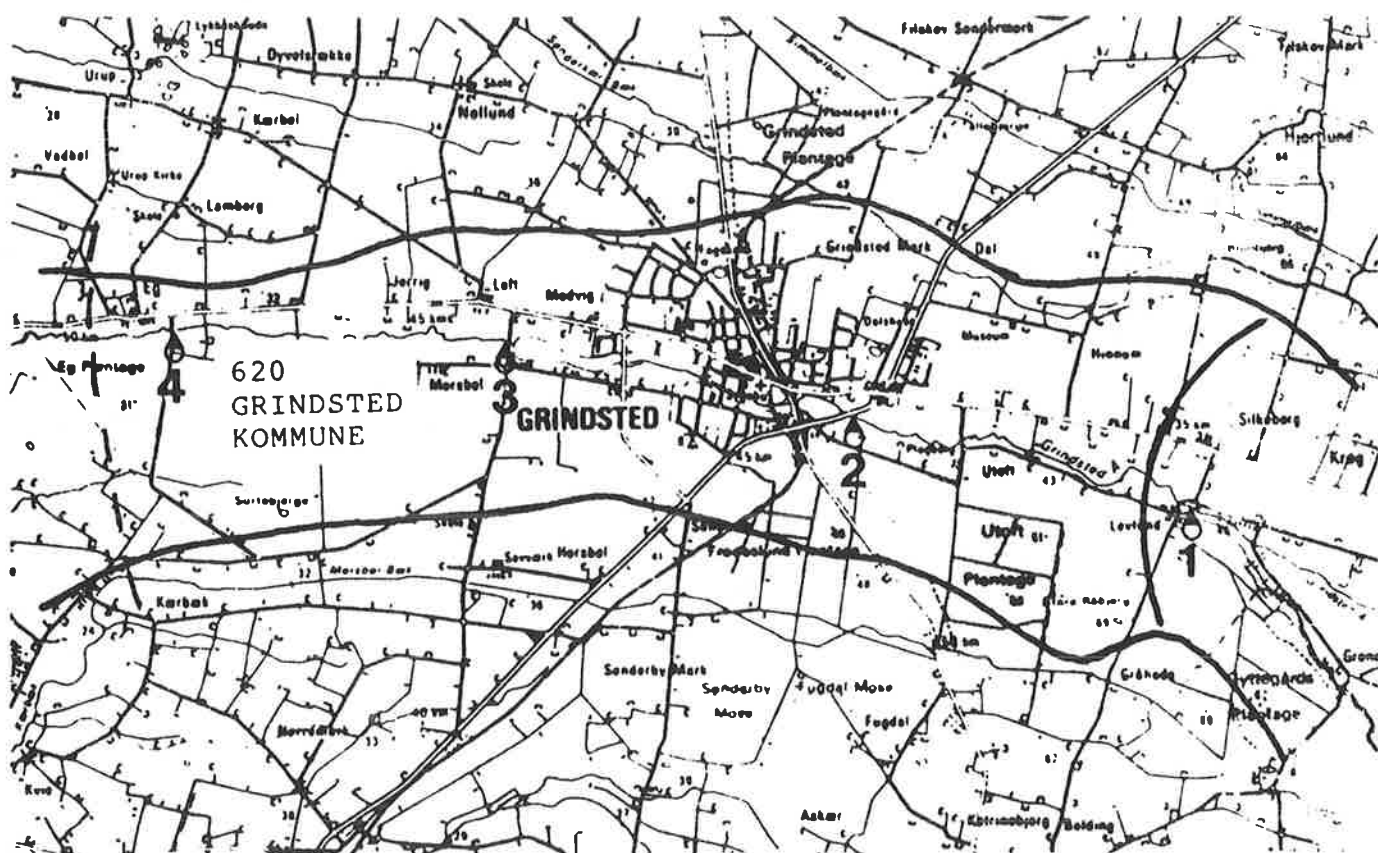


Fig. 1.1. Vandføringsmålepunkter og del af grundvandsopland 620

— oplandsgrænse

○ målepunkt

1.5. Infiltrationen

Infiltrationen er den del af nedbøren, der når grundvandet. Nedbøren må derfor fratrækkes fordampning og overfladisk afstrømning for at få et tal for infiltrationen. Den overfladiske afstrømning regnes til nul i Grindsted området. Infiltrationen på årsbasis kan derfor anslås til følgende:

$$\begin{aligned} \text{Infiltration} &= \text{Nedbør} - \text{Fordampning} \\ &= 908 \text{ mm} - 380 \text{ mm} \\ &\sim 520 \text{ mm} \end{aligned}$$

Beregningen er behæftet med en stor usikkerhed, idet såvel nedbøren som fordampningen ikke er målte størrelser i Grindsted, men fremkommet udfra vurderinger af de i tabel 1.1 angivne data.

1.6. Vandbalance

Det af Ribe amtskommune optegnede grundvandsopland nr. 620 har sin opstrøms afgrænsning ved sammenløbet mellem Grindsted og Grene Å se fig 1.1. Afskæres opland 620 ved Eg, svarer det til den del, som er beliggende i Grindsted kommune, hvilket iflg. RBA svarer til et areal på 5800 ha.

Vandbalanceligningen for grundvandsmagasinet i ovennævnte grundvandsopland har følgende elementer:

$$I + Au = At + R + Q$$

hvor I er infiltrationen

Au er nettotilstrømning fra grundvandsopland opstrøms og nedstrøms

At er grundvandstilstrømning til vandløbet

R er magasinændring i grundvandsmagasinet

Q er oppumpning fra grundvandsmagasinet.

I ligningens højre side indsættes følgende:

At. Tilstrømningen på 780 l/s omsættes til mm over det 5800 ha store opland således :

$$\frac{780 \text{ l/s} \cdot 3,15 \cdot 10^7}{5800 \cdot 10^4 \text{ m}^2} \sim 425 \text{ mm/år}$$

Q. Indvindingen på Grindsted Products og Grindsted Vandværk kildeplads 1 er tilsammen ca³ mill m³/år. Kildeplads 2 betragtes som liggende uden for det aktuelle grundvandsopland.

Indvinding i mm:

$$\frac{3 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{år}}{5800 \cdot 10^4 \text{ m}^2} \sim 50 \text{ mm/år}$$

Indvindingen til markvanding skal endvidere medregnes. På baggrund af en opgørelse for hele modelområdet, se afsnit 2.3, kan det vandede areal sættes til 50% af hele arealet. Regnes med 100 mm vanding pr.år og en reinfiltration på 20%, svarer markvandingen til en indvinding på 40 mm/år over hele arealet.

Den samlede oppumpning fastsættes herefter til:

$$50 \text{ mm/år} + 40 \text{ mm/år} = 90 \text{ mm/år}$$

R. Magasinændringen antages at være 0.

Vandbalanceligningen efter indsætning af ovenstående:

$$\begin{aligned} I + Au &= 425 \text{ mm} + 0 + 90 \text{ mm} \\ &= 515 \text{ mm} \end{aligned}$$

Infiltrationen blev udfra nedbør og fordampning beregnet til 520 mm/år. Sættes Au til -5 mm i ovenstående ligning fås en infiltration af samme størrelse. Opstilling af vandbalance-ligning på det foreliggende datagrundlag er behæftet med stor usikkerhed der iblandt fastsættelsen af grundvandsoplandets størrelse. Det er usikkert om kildefelt 2 og kildefeltets indvindingsområde ligger i det betragtede grundvandsopland. Ligger kildefelt 2 i grundvandsoplandet vil det skulle udvides med et areal der nogenlunde svarer til kildefeltets indvindingsområde. Man vil således ikke få væsentlige ændringer i ovenstående betragtninger over områdets vandbalance. Det er rimeligt at konkludere, at infiltrationen til grundvandsmagasinet i årene siden 1977 har været 450-500 mm/år og grundvandstilstrømningen til Grindsted å ca. 780 l/s på den betragtede strækning.

1.7. Hydrogeologi

Grindsted hedeslette strækker sig fra hovedstilsandslinien i øst til Varde-Ådum Bakkeø i vest og fra Sdr. Omme i nord til Krogager i syd. Fladen brydes kun af ådale med Grindsted Å's dal som den største. I området omkring Grindsted har det kvartære smeltevandssand en mægtighed på 10 - 20 m. Herunder kommer 25 - 50 m tertiært kvartssand og glimmersand.

I den kvartære del af lagfølgen forekommer lokalt 5 - 10 m tykke lag af moræneler, hvilket kan resultere i lokale sekundære vandspejl.

Hele den ca. 75 m tykke lagfølge af smeltevandssand og kvartssand/glimmersand kan i Grindsted området betragtes som et sammenhængende grundvandsmagasin med frit vandspejl.

Under de tertiære lag af kvartssand og glimmersand kommer et ca. 25 m tykt lag af glimmerler, hvorefter endnu et kvartssandlag forekommer. Dette dybtliggende sandlag udnyttes af Grindsted Vandværk på såvel kildeplads 1 som 2 med en boring hvert sted.

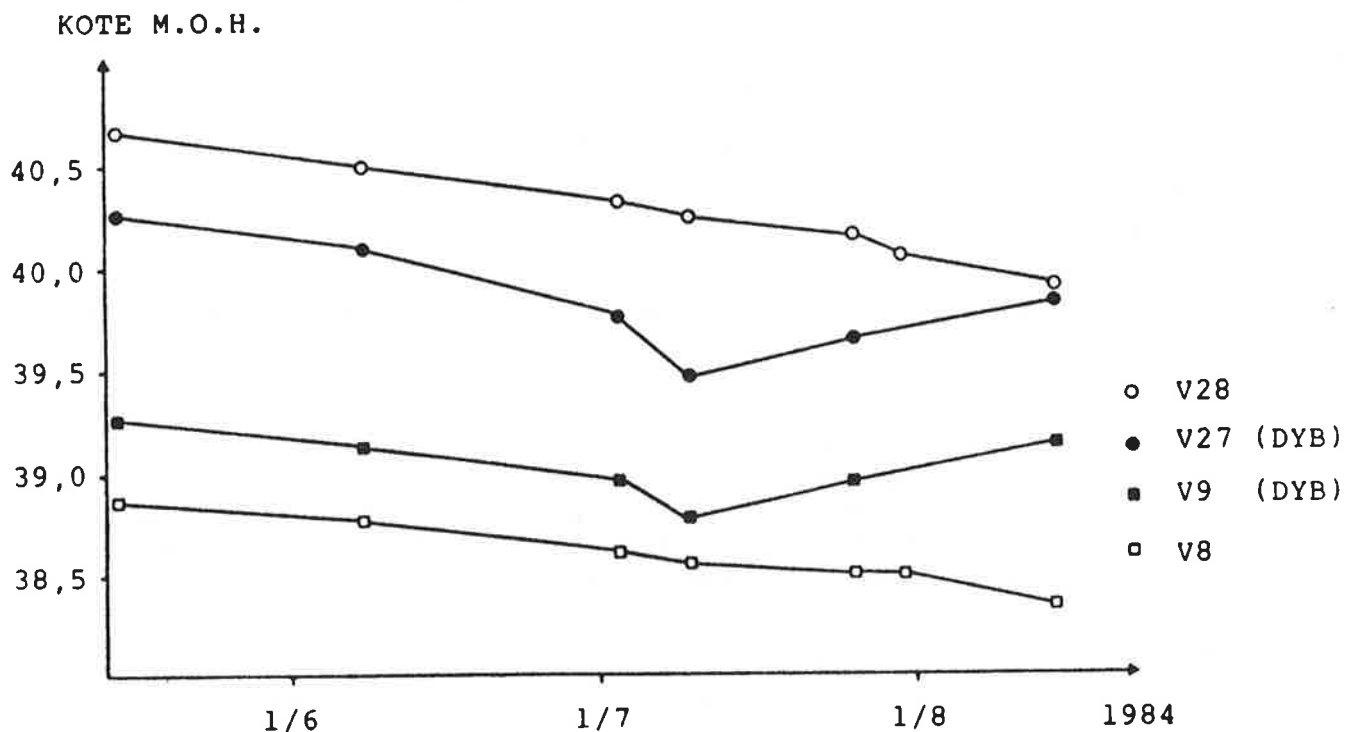


Fig. 1.2 Vandspejlskoter til øvre og nedre reservoir

Af pejlingerne fra sommerhalvåret 84 på figur 1.2 ses, hvorledes vandspejlet i det dybe magasin er noget højere end i det øvre magasin ved kildefelt 1, medens det omvendte gør sig gældende ude ved kildefelt 2.

Grindsted å-dal er med sit nuværende vandløbssystem eroderet ned i hedesletten. I bunden af den eksisterende å-dal findes tørve- og dyndlag. Under denne postglaciale tørvedannelse findes hedeslettesandet. Det formodes, at det øvre grundvandsreservoir, som har frit vandspejl, oven for å-dalene, fortsætter i sandlaget under å-dalen, men at der her hersker artesiske grundvandsforhold.

Tilstømningen af grundvand til vandløbet sker således dels gennem tørve-dyndlaget dels langs grænsen mellem engarealerne og den egentlige hedeslette, se figur 1.3.

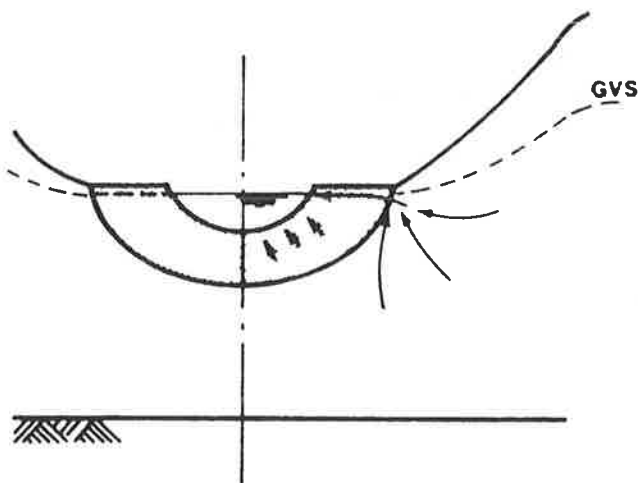


Fig. 1.3. Principskitse af strømning mellem grundvandsmagasin og vandløb

Grundvandets udstrømning i vandløbet medfører således et ekstra potentialefald, der i en modelbeskrivelse kan medføre anvendelse af særlig lave transmissiviteter i kasser med vandløb og fastholdte trykniveauer, der ligger over de vandspejl, som observeres i naturen.

2. DATAINDSAMLING SOMMEREN 1984

2.1. Indledning

I sommerhalvåret 1984 er data indsamlet vedr. oppumpningen af grundvand og grundvandsspejlets højde i området omkring Grindsted by. Dette datamateriale giver information om, hvorledes grundvandets strømningsretning påvirkes af de ændringer, der sker i oppumpningens fordeling, idet Grindsted Products standser deres indvinding i en 3-ugers periode, og indvindingen til markvanding varierer over sommerhalvåret.

2.2. Oppumpningens fordeling

Der er tre store indvindere af grundvand i området. Grindsted Products (GP), der indvinder fra 12 boringer på fabriksgrunden, Grindsted Fællesvandværk kildeplads 1 (FV1), øst for fabrikken, og Grindsted Fællesvandværk kildeplads 2 (FV2) nordøst for byen. På kildeplads 1 indvindes der fra 5 boringer og på kildeplads 2 fra 7 boringer, på hver kildeplads er en boring filtersat i det dybe reservoir. Indvindingsstederne fremgår af kortet bilag 1 og på fig 2.1 ses depoternes placering.

For de første 8 måneder i 1984 er de indvundne vandmængder angivet i tabel 2.1. I juli måned foretog GP ingen indvinding i ugerne 28, 29 og 30.

Måned	FV1	FV2	GP
JAN	82	144	181
FEB	79	134	191
MAR	80	146	171
APR	75	136	116
MAJ	135	171	160
JUN	87	155	140
JUL	66	137	46
AUG	97	167	194

Tabel 2.1. Indvundne vandmængder i 1000 m³.

UND HEDE

GRINDSTED

PLANTAGE

Banegravs-
depotet

Fabriks-
område

GRINDSTED

Afløbs-
grøften

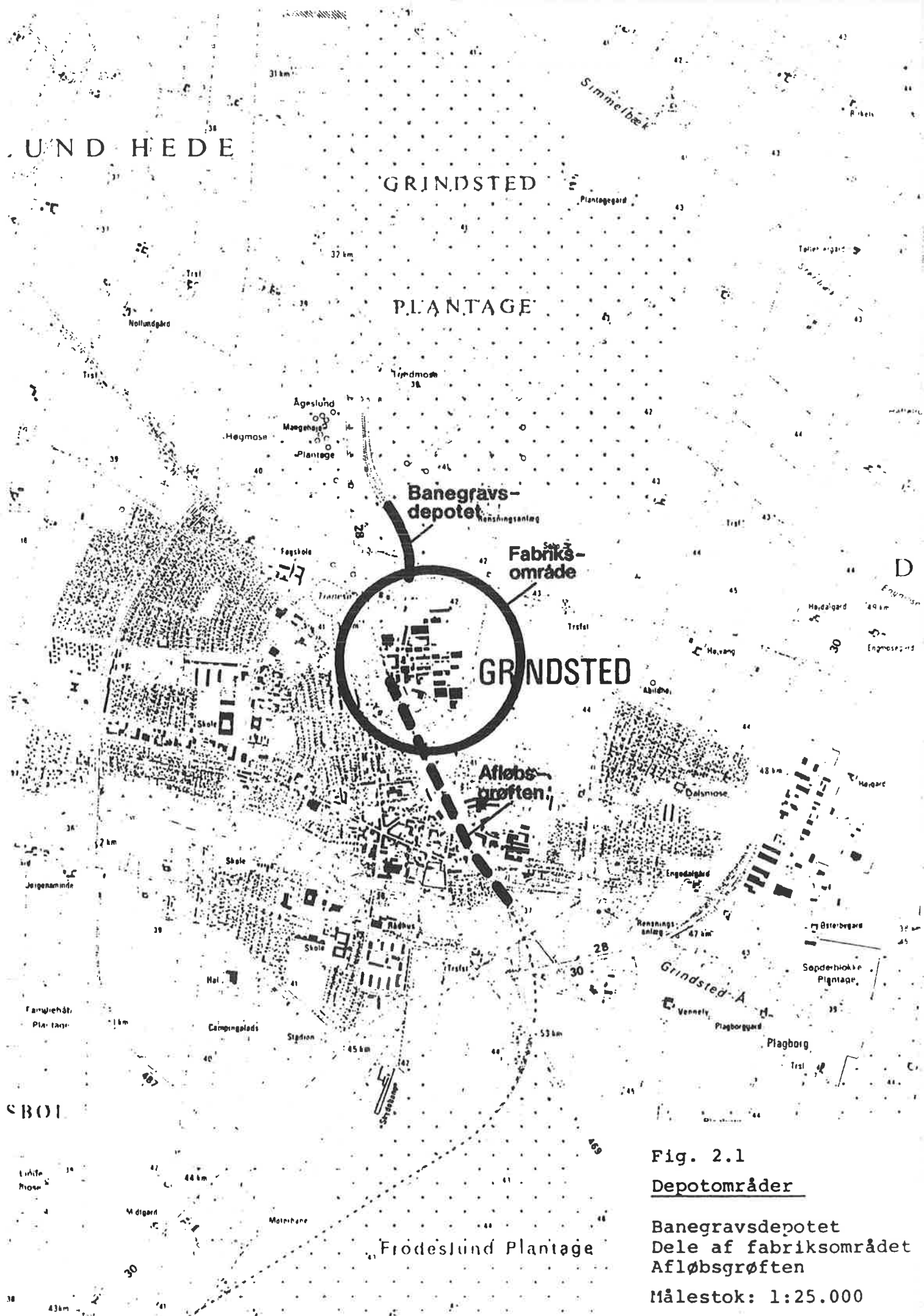
Frødeslind Plantage

Fig. 2.1

Depotområder

Banegravsdepotet
Dele af fabriksområdet
Afløbsgrøften

Målestok: 1:25.000



I såvel kildefelt 1 som kildefelt 2 er der en boring, som er filtersat i et dybereliggende grundvandsmagasin end de øvrige. Indvinding fra dette magasin har formentlig kun ringe indflydelse på potentialet i det øvre grundvandsmagasin.

I tabel 2.2 er indvindingen fra det dybe reservoir fratrukket den samlede indvinding i de måneder, hvor grundvandsspejlet er pejlet, og i figur 2.2 er dette indvindingsforløb optegnet på ugebasis.

Måned	FV1	FV2	GP
MAJ	101	128	160
JUN	61	124	140
JUL	44	103	46
AUG	76	134	194

Tabel 2.2. Indvinding fra det øvre magasin i 1000 m³

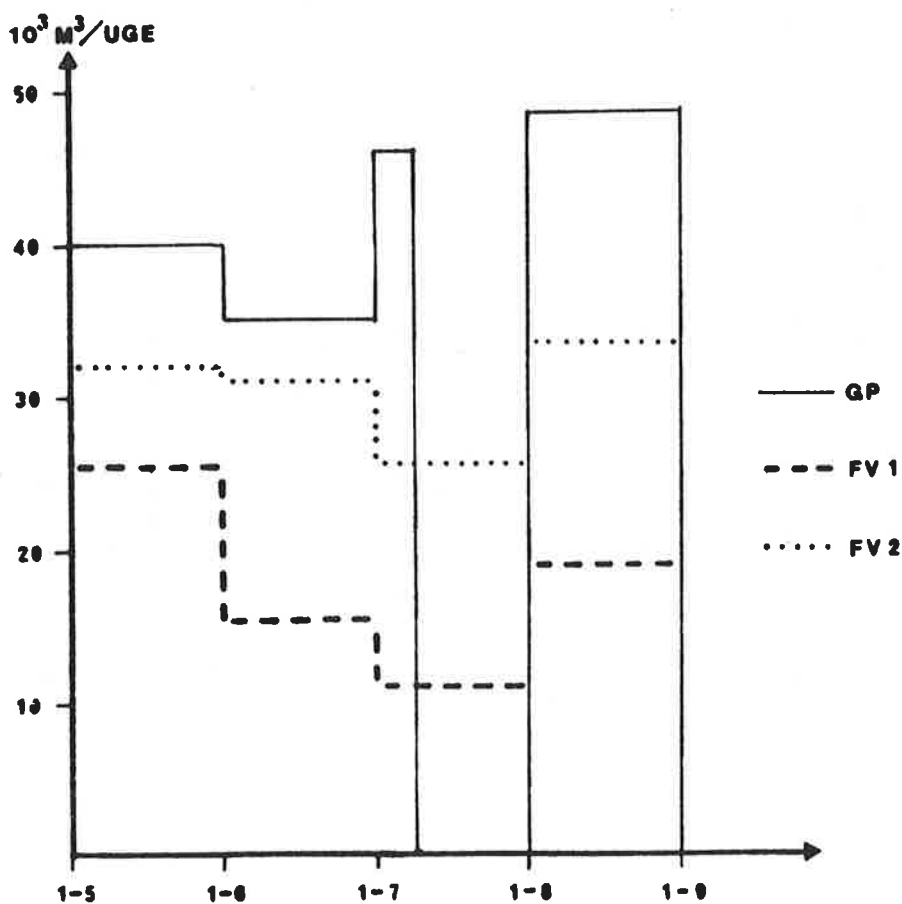


Fig. 2.2. Indvinding fra øvre magasin 1984

2.3. Indvindinger til markvanding

De markvandere, der ligger nærmest GP og FV1, fik ved vandingssæsonens begyndelse tilsendt et skema, hvorpå indvindingerne skulle angives for hver uge indtil 1/9.

Placeringen af de aktuelle anlæg er angivet på kortet, bilag nr. 1.

I tabel 2.3 er markvandernes indvindingsmængder i vandingssæsonen 1984 angivet.

Uge nr.	Markvandere reg.nr.						
	5021	5025	5465	5024	5585	Tulip	
20		} 12155			3990		
21					3360		
22	385				4140		
23		} 5500	750		3900		
24	2310				1870	3600	
25				750	1650		
26		0			1440	20160	
27	2135	} 9130		1408	2550	20160	
28	945			750	1562	1650	20160
29							20160
30			750	1738	2160		
31	4935			1320	1650		

Tabel 2.3. Indvinding til markvanding m3

De i tabel 2.3 angivne markvandere udgør kun en lille del af det samlede antal markvandere inden for modelområdet, idet disse blev udvalgt med henblik på fastlæggelse af grundvandets strømningsretning omkring fabrikken og vandværk 1. Inden for modelområdet er den maksimalt tilladte vandingsmængde ca. 7,5 mill. m³ pr. år, fordelt på et stort antal markvandere.

Modelområdet er opdelt i 9 kvadrater se kortet fig.2.3, inden for hvilke den maksimalt tilladte vandingsmængde er opgjort. Der forelå ikke oplysninger for den nordligste del af modelområdet.

Kvadrat	Maks. indv. x 10 m ³	Arealandel vandet %
* NV	540	54
* N	401	40
* NØ	524	52
V	1214	48
Central	918	37
Ø	1128	45
SV	890	37
S	785	32
SØ	684	27

Tabel 2.4. Tilladte vandingsmængder i 9 delområder af modelområdet. For de med * gælder opgørelsen kun for sydlig halvdel af kvadratet.

2.4. Pejling af grundvandstanden

Grundvandstanden er af Grindsted Products, Grindsted kommune og Grindsted Vandværk pejlet i 41 punkter med 7 pejlinger i perioden 15. maj til 15. august.

I tabel 2.5 er koten til grundvandsspejlet angivet ved de 7 pejlerunder, og på kortene bilag 2 til 8 er grundvandspotentialet optegnet af Ribe amtskommune for hver pejlerunde.

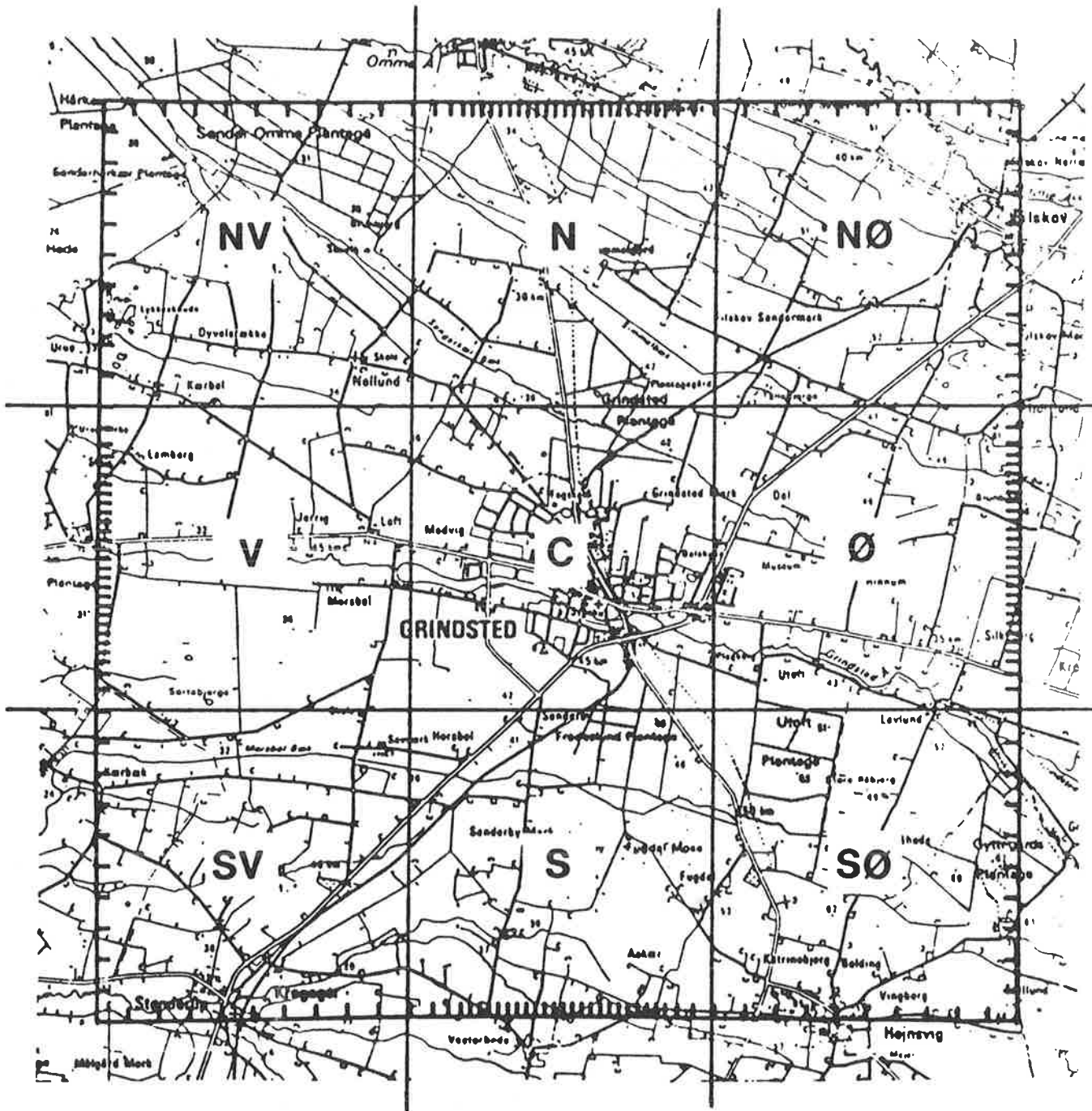


Fig. 2.3. De 9 delområder inden for hvilke den tilladte vandingsmængde er opgjort. Målestok 1 : 100 000

Det skal her bemærkes, at ændringer i potentialerne såvel skyldes ændringer i oppumpningen fra grundvandsmagasinet som ændringer i nedsivningen, der formodes at være faldende i den aktuelle periode.

Det fremgår af de optegnede potentialebilleder, at variationerne, som følge af den varierende oppumpning, er begrænset, og at de ændringer, der sker, hovedsageligt ses som parallelforskydning af kurverne, altså en sænkning eller stigning af samme størrelsesorden over området.

På figur 2.4 er koten til grundvandsspejlet optegnet mod tiden for udvalgte pejleboringer.

Pejleboring GP5 er placeret centralt på fabriksgrunden. I den periode, hvor GP har standset indvindingen, stiger vandspejlet 16 cm i denne boring.

Pejleboringerne GP6 og GP15 er placeret henholdsvis i den sydlige kant af fabriksgrunden og i den vestlige kant. I disse boringer sker der ingen stigning i vandstanden, men sænkingsforløbet stagnerer, således at vandspejlet er konstant i den periode, indvindingen på fabrikken er standset.

I pejleboring V5, der er placeret på kildeplads 1, stiger vandspejlet nogle få cm i begyndelsen af juli. Dette skyldes en mindre indvinding i kildefelt 1 i juli, idet der ikke forekom stigning i de pejleboringer, der ligger nærmere fabrikken, end kildefelt 1.

I kildefelt 2, hvor pejleboring V28 er placeret, er afsænkningen mindre i juli måned end ellers, hvilket igen skyldes en mindre indvinding i juli måned.

I den vestlige del af byen ligger pejleboring P7. Her er afsænkningen stort set konstant over den periode, hvor der pejles. Således ses ingen ændringer som følge af de ændrede indvindingsforhold.

Boring	Pejler	Filter	KOTER M.						
			15/5	8/6	3/7	10/7	26/7	31/7	15/8
GP 5	G.P.	18-24	38,20	37,99	37,89	37,99	38,05	37,98	37,98
- 6	-	-	38,14	37,98	37,86	37,85	37,86	37,84	-
- 8	-	-	38,36	38,08	37,93	37,91	37,93	37,97	37,97
- 10	-	28-34	38,23	38,09	-	-	-	-	-
- 14	-	-	38,05	37,92	37,78	37,85	37,89	37,81	37,81
- 15	-	-	37,74	37,64	37,51	37,43	37,43	37,45	37,45
- 16, Renseanlæg	-	-	38,98	38,55	38,40	38,41	38,29	38,26	38,26
- H1, Havefore.	-	-	38,20	38,03	37,89	37,88	37,88	37,89	37,89
- K1, Kontrolbor. 1	-	-	38,01	37,89	37,75	37,72	37,74	37,73	37,73
Pejleboring P 1	-	5-6	38,04	37,93	37,78	37,76	37,76	37,76	37,76
- P 2	-	5-6	37,98	37,86	37,71	37,69	37,70	37,69	37,69
- P 3	-	5-6	38,00	37,87	37,72	37,72	37,72	37,71	37,71
- P 4	G.K.	-	-	39,73	39,53	39,48	39,38	39,36	39,36
- P 5	-	-	-	40,44	40,27	40,20	40,09	40,05	39,99
- P 6	-	-	-	39,56	39,46	39,42	39,36	39,36	39,36
- P 7	-	-	-	36,52	36,46	36,44	36,39	36,37	36,37
- P 8	-	-	-	36,48	36,39	36,36	36,28	36,25	36,25
- P 9	-	-	37,75	37,69	37,35	37,33	37,52	37,53	37,53
- P 10	-	-	37,61	37,57	37,35	37,33	37,42	37,41	37,41
- P 11	-	-	37,63	37,57	37,35	37,32	37,42	37,41	37,41
- P 12	-	4-17	38,04	37,97	37,65	37,62	37,79	37,77	37,77
- P 13	-	4-5	38,05	37,97	37,62	37,59	37,72	37,72	37,72
MV1, Landbr. skole	-	-	37,54	37,47	37,33	37,29	37,16	-	-
H11, Nollundvej 79	-	-	37,10	36,98	36,79	36,75	36,64	36,62	36,62
H12, Rødsøvej 15	-	-	36,41	36,31	36,17	36,13	36,05	36,01	35,99
H13, Ahavevej 38	-	-	33,85	33,83	33,76	33,76	33,66	33,66	33,66
H14, Hørlycksallé 6	-	-	36,94	36,94	36,86	36,84	36,82	36,82	36,82
F15, Floravej 5	-	-	35,92	35,91	35,89	35,89	35,86	35,86	35,86
PV6, Vestergade 91	-	-	35,57	35,57	35,52	35,50	35,45	35,43	35,43
Kildefelt 1 V5	G.V.	19-31	38,10	37,97	37,83	37,85	37,82	37,79	37,79
- V7	-	20-27	38,59	38,48	38,34	38,30	38,23	38,24	38,24
- V8	-	19-31	38,87	38,77	38,62	38,56	38,51	38,51	38,51
- (d)V9	-	103-109	39,27	39,14	38,97	38,78	38,96	38,67	39,11
-	-	115-127	-	-	-	-	-	-	-
Kildefelt 2 (d)V27	-	98-110	40,26	40,10	39,77	39,47	39,65	39,42	39,68
- V28	-	21-33	40,67	40,49	40,32	40,24	40,15	40,07	39,99
GI 1	G.P.	5-19	-	37,94	37,77	37,75	37,70	37,67	37,59
- 2	-	20,5-30,5	-	-	-	-	-	-	-
GII 1	-	4,2-26,2	-	37,38	37,27	37,30	37,24	37,25	37,00
- 2	-	28,5-38,5	-	-	-	-	-	-	-
GIII 1	-	3-6	-	37,40	37,27	37,25	37,23	37,23	37,11
- 2	-	8-30	-	-	-	-	-	-	-
Pejleboring P 14	G.K.	-	-	-	37,52	37,47	37,38	37,36	37,22
- P 15	-	-	-	-	38,65	38,60	38,51	38,48	38,33
- P 16	-	-	-	-	39,96	39,90	39,79	39,76	39,66

Tabel 2.5. Koter til grundvandsstand i sommerhalvåret 1984.
(d) filtersat i dybe magasin.

Tabel 2.5. Koter til grundvandsstand i sommerhalvåret 1985,
(d) filtersat i dybe magasin.

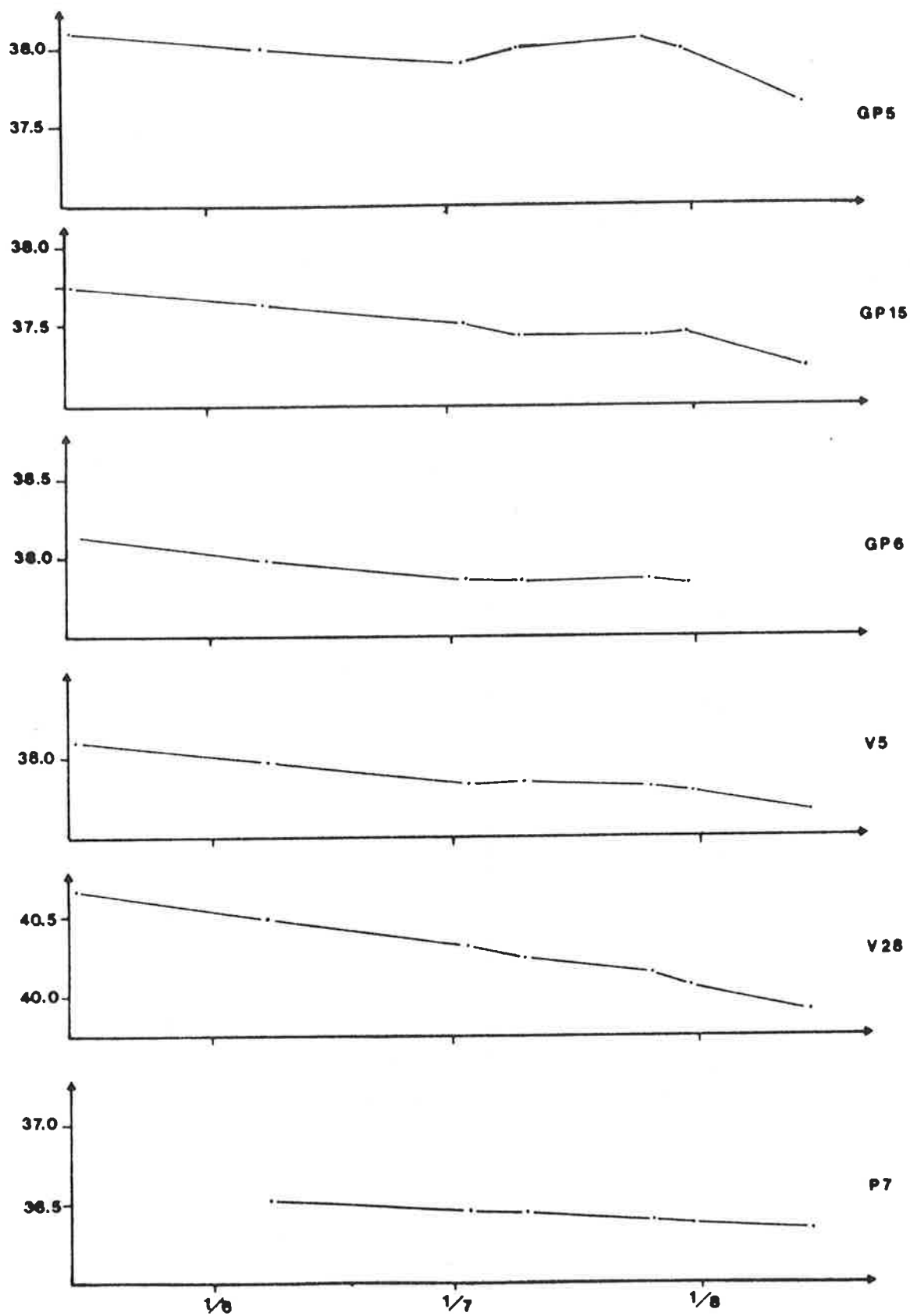


Fig. 2.4. Kote til grundvandsspejl mod tid i udvalgte pejleboringer

2.5. Grundvandets strømningsretning

For nøje at følge grundvandets strømningsretning i det øvre grundvandsmagasin blev pejleboringerne P1, P2 og P3 etableret. De er placeret mellem fabriksgrunden og Fællesvandværkets kildeplads 1. Pejleboringerne er placeret, således at de danner en trekant, hvorved grundvandsfladens hældning og strømningsretning nøje kan fastlægges i trekantsområdet. Kontrolboring I er placeret midt i trekantsområdet se fig 2.5

Figur 2.5c viser strømningsretningen i forhold til de 3 pejleboringer, og gradienten er i tabel 2.6 angivet for hver pejlerunde.

Strømningsretningen varierer over sommerhalvåret med 20 grader, men er ved samtlige pejlinger rettet væk fra vandværkets kildeplads 1.

Pejle- dato	Strømningsret- ningsnr.	Gradient x 10 ⁻³
15/5	1	1,22
8/6	2	1,50
3/7	3	1,50
10/7	4	1,42
26/7	5	1,83
31/7	6	1,43
15/8	7	1,03

Tabel 2.6. Grundvandsstrømmens gradient



Fig. 2.5 a
 Forurenetede del af
 fabriksgrund
 Pejletrekant
 Kildefelt 1.

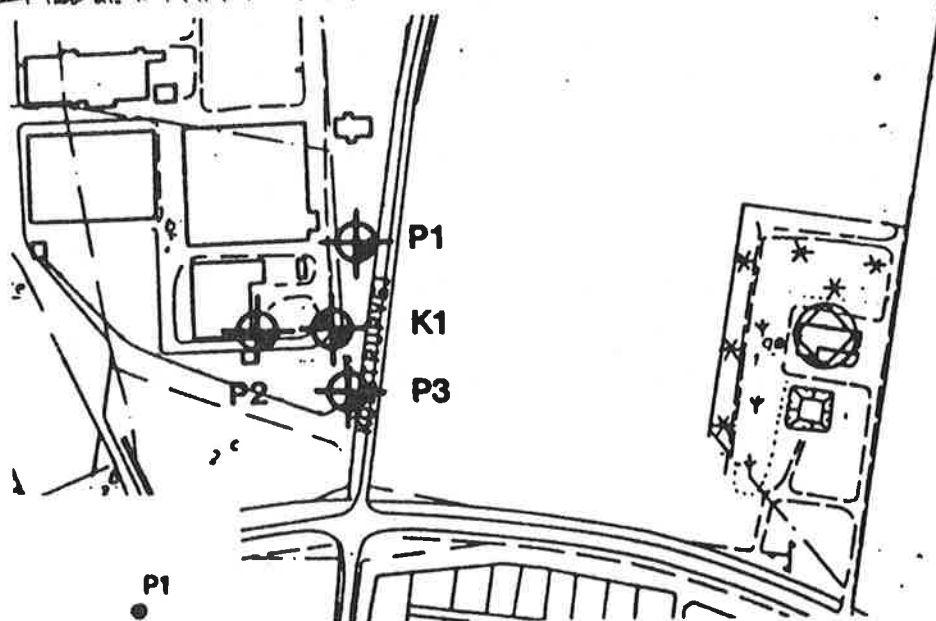


Fig. 2.5 b
 Kontrolboring K 1
 Pejletrekant P1, P2, P3
 Kildefelt 1.

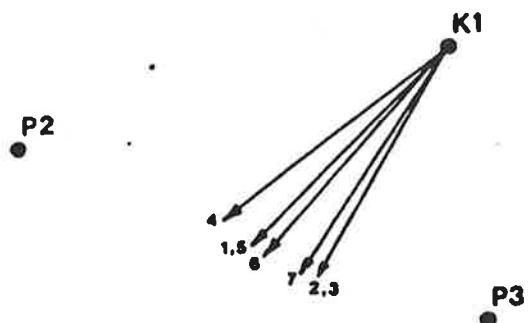


Fig. 2.5. c
 Grundvandets strøm-
 ningsretning omkring
 kontrolboring K 1.

2.6. Prøvepumpning kildefelt 1

For at få oplysninger om de hydrauliske reservoirparametre, transmissivitet og magasintal blev der i september 1984 foretaget en prøvepumpning på Grindsted Vandværk kildeplads 1.

Prøvepumpningen blev startet 4/9 kl. 14.20 med oppumpning af 70 m³/t fra boring V8. Vandspejlet blev udover i V8 også pejlet i V7 og V6. Der blev pumpet i 7 døgn og pejlet 7 døgn efter pumpestop.

De observerede sænkninger og stigningsdata fremgår af bilag nr. 9, 10 og 11.

For data fra pumpeboring V8 er der lavet et semilogaritmisk plot for såvel sæknings- som stigningsdata. Optegningerne ses af bilag nr. 12 og 13. Der er foretaget en analyse efter retningsliniemetoden, resultatet heraf er en T-værdi på

$$37 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

i pumpeperioden og

$$35 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

under stigningen. I stigningsperioden blev prøvepumpningen forstyrret af ikke stationære forhold, formentlig oppumpning fra andre boringer, således at man kun har analyserbare data i en relativ kort periode. De fundne værdier ligger imidlertid meget tæt, således at en T-værdi på

$$37 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

udmærket repræsenterer transmissiviteten i området.

Pejleboringerne er begge beliggende vest for pumpeboringen. V6 ligger 209 m stik vest for V8, og V7 ligger 80 m nord for V6, altså i retningen vest-nordvest for V8.

Data fra observationsboringerne er optegnet i dobbelt logaritmisk plot på bilag nr. 14 til 17 og analyseret ved indlægning af Theis-kurver.

For begge observationsboringer gælder, at der i retableringsperioden har været ikke stationære forstyrrelser, således at disse data ikke har kunnet tolkes.

Data fra pumpeperioden har givet en T-værdi på

$25 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ for V6 og

$30 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ for V7.

De fundne transmissiviteter for pumpeboring og pejleboringer er af samme størrelse, og de ligger noget højere end angivet på transmissivitet kortet over amtskommunen. Transmissiviteten er på kortet angivet til at ligge i intervallet 3×10^{-3} - $10 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$.

De fundne magasintal er meget lave, nemlig 3% for V6 og 8% for V7, hvor man normalt regner med magasintal på 20-30% i smeltevandssand. Dette hænger sammen med den relativt korte pumpeperiode idet man ved pumpning i frie reservoir p.g.a. kapilarkræfter m.m. i jordmatricen har en forsinket vandafgivelse. Prøvepumpningens resultat hvad magasintallet angår kan således ikke tillægges nogen betydning.

3. STATIONÆR GRUNDEVANDSMODEL

3.1. Indledning

En stationær grundvandsmodel for Grindsted området er opstillet med det formål at give et billede af de forskellige indvindings betydning for strømningsretningen i grundvandsmagasinet.

Desuden danner grundvandsmodellen basis for den stoftransportmodel, der ligeledes opstilles i forbindelse med undersøgelserne af grundvandsforureningen fra Grindsted Products.

I det følgende gennemgås modellens opbygning, og hvorledes inddata til grundvandsmodellen er fremkommet. Dernæst kommenteres det stationære grundvandspotentiale, som modellen beregner, og endelig foretages modelkørsler med forskellige indvindinger i området.

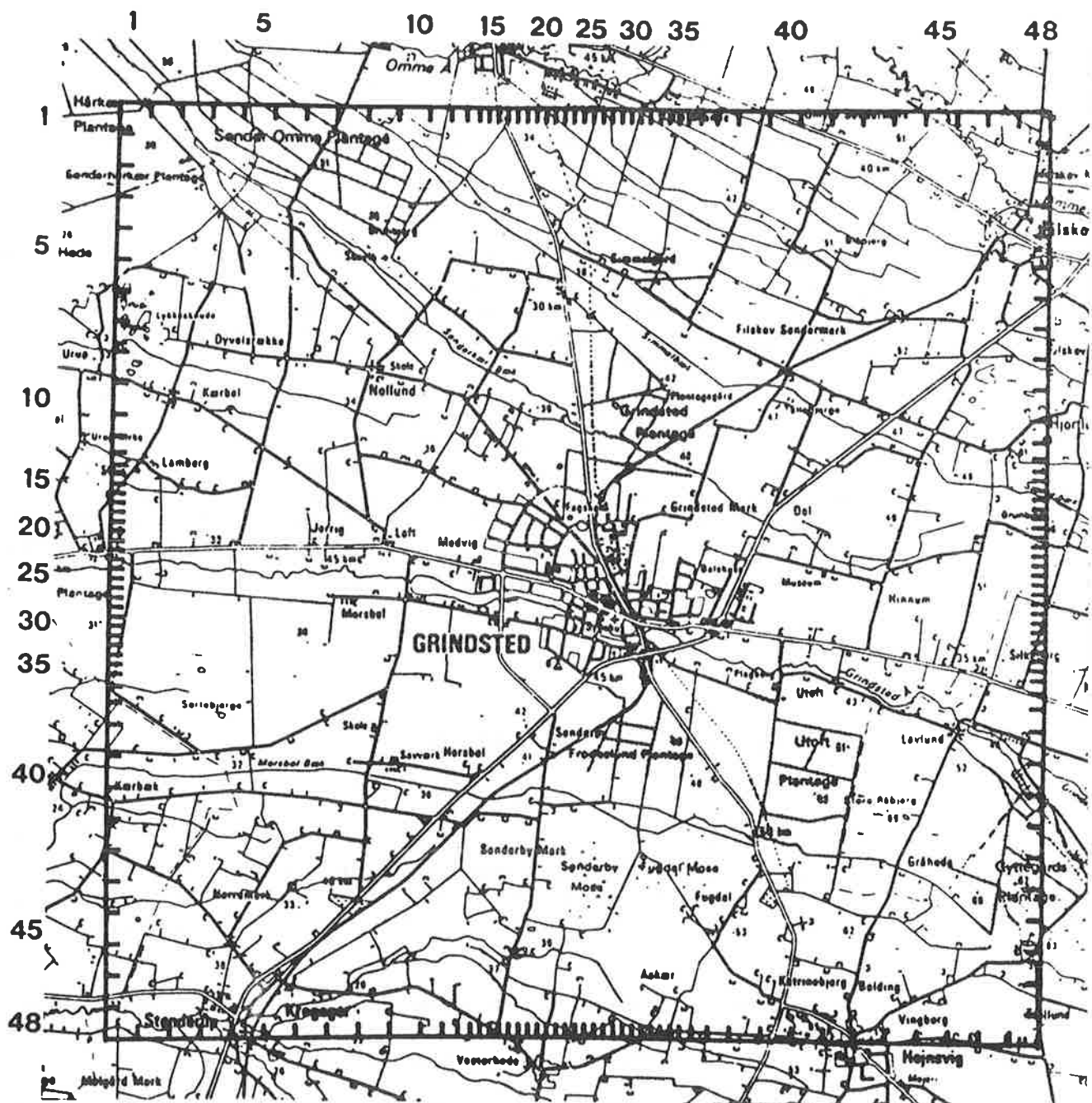


Fig. 3.1. Modelområdet med kasseinddeling
Målestok 1:100.000

3.2. Modelopbygning

Princippet i modellen er, at undersøgelsesområdet opdeles i rektangulære kasser. Kasseinddelingen er vist på figur 3.1. I

modellen er anvendt en inddeling med 48 x 48 kasser. Hver kasse tilskrives passende værdier for

- transmissivitet, vandføringsevnen af det vandførende lag
- infiltration, nedsivning af nedbør
- oppumpning

For hver kasse kan der herefter opstilles en kontinuitetsligning efter det princip, der illustreres i figur 3.2.

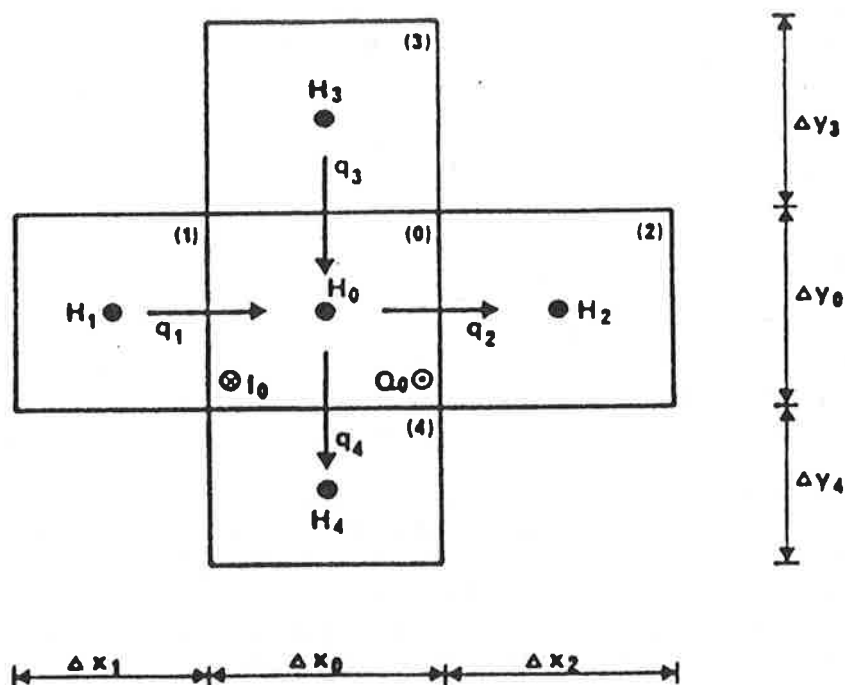


Fig. 3.2. Vandudveksling mellem kasse (0) og omgivelserne

Kontinuitetsligningen for kasse (0):

$$q_1 - q_2 + q_3 - q_4 + I_0 - Q_0 = 0$$

hvor

q_1, q_2, q_3 og q_4

er vandudvekslingen med nabokasserne bestemt af transmissivitet og trykforskellen mellem kasserne.

- I_0 er infiltrationen
- Q_0 er oppumpningen.

Ved løsning af et antal kontinuitetsligninger (svarende til antallet af kasser) med et tilsvarende antal ubekendte findes vandstanden i hver kasse, og dermed beskrives strømningsforholdene i reservoiret.

Ligningssystemet løses iterativt ved anvendelse af en teknisk benævnt punktvis successiv overrelaxation.

Mellem hver iteration af ligningssystemet beregnes differensen i hvert knudepunkt mellem det tidligere beregnede potentiale og det nye potentiale. Afvigelseens kvadrat summeres, og kvadratroden af denne størrelse skal være mindre end et i inddata fastsat stopkriterie. Når dette er tilfældet anses ligningssystemet for løst.

I nærværende modelberegninger er et stopkriterie på 0,1 m fundet hensigtsmæssigt.

3.3. Modelgeometri

Grindsted by er placeret centralt i modelområdet, hvor kassestørrelsen er holdt på 150 x 150 m. I det centrale område indgår 20 x 20 af disse kasser. Det er for denne centrale del af området, der senere opstilles en stoftransportmodel.

Kassestørrelsen vokser herefter ud mod modelranden, således at den samlede model udgør 48 x 48 kasser og dækker et område på 14,9 x 14,9 km. Randen er valgt i så stor afstand fra centralområdet, at randbetingelsernes indflydelse på grundvandspotentialet i centralområdet ved ændringer i oppumpningsfordeling i dette er minimal.

Modelnettets placering ses af figur 3.1.

3.4. Randbetingelser

I kasserne langs modelranden er grundvandspotentialet fastholdt. De fastholdte potentialer er valgt udfra det regionale potentialekort.

Vandløbene inden for modelområdet er ligeledes beskrevet ved fastholdte trykniveauer. For vandløb uden brede engaraler som Simmelbæk og Engmosebæk svarer det faste trykniveau til vandspejlets niveau. For Grindsted A er det faste tryk noget

højere end åens vandspejl, idet potentialet umiddelbart uden for de ånære arealer stiger hurtigt. Et potentiale højere end det frie vandspejls er derfor valgt således, at man i modellen får en bremse på tilstrømningen til vandløbet. Dette svarer til den i naturen forekommende bremse som følge af dynd- og tørveaflejringer omkring åen.

3.5. Infiltration

I kapitel 1 blev der redegjort for infiltrationens størrelse i den seneste 7 års-periode. Infiltrationen har været 450 - 500 mm pr. år i den pågældende periode over de åbne arealer, dvs. ikke i Grindsted by, hvor kloaksystem m.m. tager en del af regnvandet.

Infiltrationen skal altså reduceres i bestemte områder. Desuden skal infiltrationen reduceres for oppumpning til markvanding. På omkring 50% af arealet inden for modelområdet foretages markvanding. Regnes med 100 mm vanding pr. år og en gennedsivning på 20%, skal infiltrationen reduceres med 40 mm/år som følge af markvanding.

På baggrund af ovenstående regnes med en infiltration på 400 - 450 mm/år over de åbne arealer.

For åben bymæssig bebyggelse reduceres infiltrationen med en faktor 0,8 samt med yderligere 50 mm på grund af den intensive havevanding, der finder sted i Grindsted. Dette giver en infiltration på 260 - 310 mm/år i åben bymæssig bebyggelse.

I den tætte bebyggelse er infiltrationen reduceret med en faktor 0,4 og således fastsat til 160 - 180 mm/år.

Kalibreringen af modellen har vist, at den laveste infiltration giver det bedste resultat.

Infiltrationens fordeling i modellen fremgår af bilag nr. 18.

3.6. Oppumpning

Ved opstilling af modellen for gennemsnitssituationen er som oppumpninger udelukkende medtaget de tre store indvindere, Grindsted Products, Fællesvandværk 1 og Fællesvandværk 2.

GP har i årene 1977 til 1982 indvundet 1,9 mill. m³/år i gennemsnit. FV1 og FV2 har tilsammen indvundet 3 mill. m³/år gennem de seneste år. Dette er fordelt således, at 1 mill. m³ indvindes ved kildefelt 1 og 2 mill. m³ ved kildefelt 2. Fordelingen beror på vandværkets skøn.

I begge kildefelter er der en dyb boring, som er filtersat i et dybereliggende reservoir. Det er boring V9 i kildefelt 1 og V27 i kildefelt 2, hvorfra ca. 30% af vandmængden på kildefelt 1 indvindes og ca. 25% af vandmængden på kildefelt 2.

I modellen for gennemsnitssituationen er der således regnet med en indvinding på 700.000 m³/år på kildefelt 1 og 1.500.000 m³/år på kildefelt 2.

Oppumpningernes placering i modelnettet fremgår af bilag nr. 19.

Oppumpning til markvanding og havevanding er indregnet i infiltrationen. Ved gennemregning af specielle situationer med henblik på at analysere grundvandsstrømmens retning omkring fabrikken vil oppumpning fra markvandingsboringer i området omkring GP og FV1 blive medtaget i beregningerne.

3.7. Transmissiviteter

Transmissivitetens størrelse inden for modelområdet er fastsat såvel udfra viden om reservoirets egenskaber som udfra kalibrering af modellen, idet man gennem kalibrering af modellen ønsker at beskrive og efterligne de kendte forhold bedst muligt.

Af oplysninger vedr. transmissiviteten haves det af DGU og RBA udarbejdede oversigtskort: "Grundvandspotentialer og transmissivitet" samt resultaterne af en prøvepumpning foretaget på kildefelt 1, jf. afsnit 2.6.

Som basistransmissivitet for hele modelområdet er 30×10^{-3} m²/s valgt. Der blev herefter foretaget justeringer under hensyntagen til de foreliggende data.

Transmissiviteten tilskrevet de enkelte kasser er angivet i bilag nr. 20.

Transmissiviteten er i de kasser, hvor Grindsted Å løber igennem, sat til 6×10^{-3} m²/s, en lavere værdi end for de omkringliggende områder. Dette er gjort for at tage højde for de specielle udstømningsforhold fra grundvandsmagasinet til vandløbet i beregningerne, jf. afsnit 1.7.

3.8. Potentialer

Potentialet falder fra kote ca. 50 m ved den østlige modelrand til ca. 27 m ved modellens vestlige rand. Grundvandets hovedstrømningsretning er øst-vest. På figur 3.3 er det simulerede potentialebillede for hele modelområdet optegnet med 5 m kurve. Til sammenligning er det regionale potentiale overført fra kortet "Grundvandspotentiale og transmissivitet", som er lavet i forbindelse med vandindvindingsplanlægningen i Ribe amtskommune. Dette potentialbillede er optegnet udfra vandstandsobservationer fra forskellige tider på året og er således usikkert. Der er derfor opnået et tilfredsstillende sammenfald mellem det observerede regionale potentiale og det simulerede potentiale, jf. figur 3.3.

For det centrale område er det væsentligt at få en god overensstemmelse mellem de observerede og simulerede potentialer, idet der for dette område skal foretages beregninger af stofspreddning.

For dette område haves også et bedre observationsmateriale af grundvandspotentialet, jf. afsnit 2.4.

Når man opstiller en stationær grundvandsmodel, beregnes et potentiale, som svarer til en infiltration og en oppumpning, der er konstant over tiden. Det er tilstræbt, at nærværende beregninger svarer til en årsmiddelsituation.

På figur 3.4 er det simulerede potentiale sammenholdt med det observerede potentiale den 15. maj og den 15. august.

Det ses, at der er opnået god overensstemmelse mellem det observerede og simulerede potentiale. De største afvigelser forekommer i området, hvor Grindsted Products og vandværkets kildeplads 1 er beliggende. Kurveforløbene må imidlertid blive forskellige i et område med store indvindinger, idet disse giver anledning til store variationer i potentialet. Desuden er modellens potentialekurver beregnet udfra et større antal punkter (et pr. kasse) end den observerede potentialekurve.

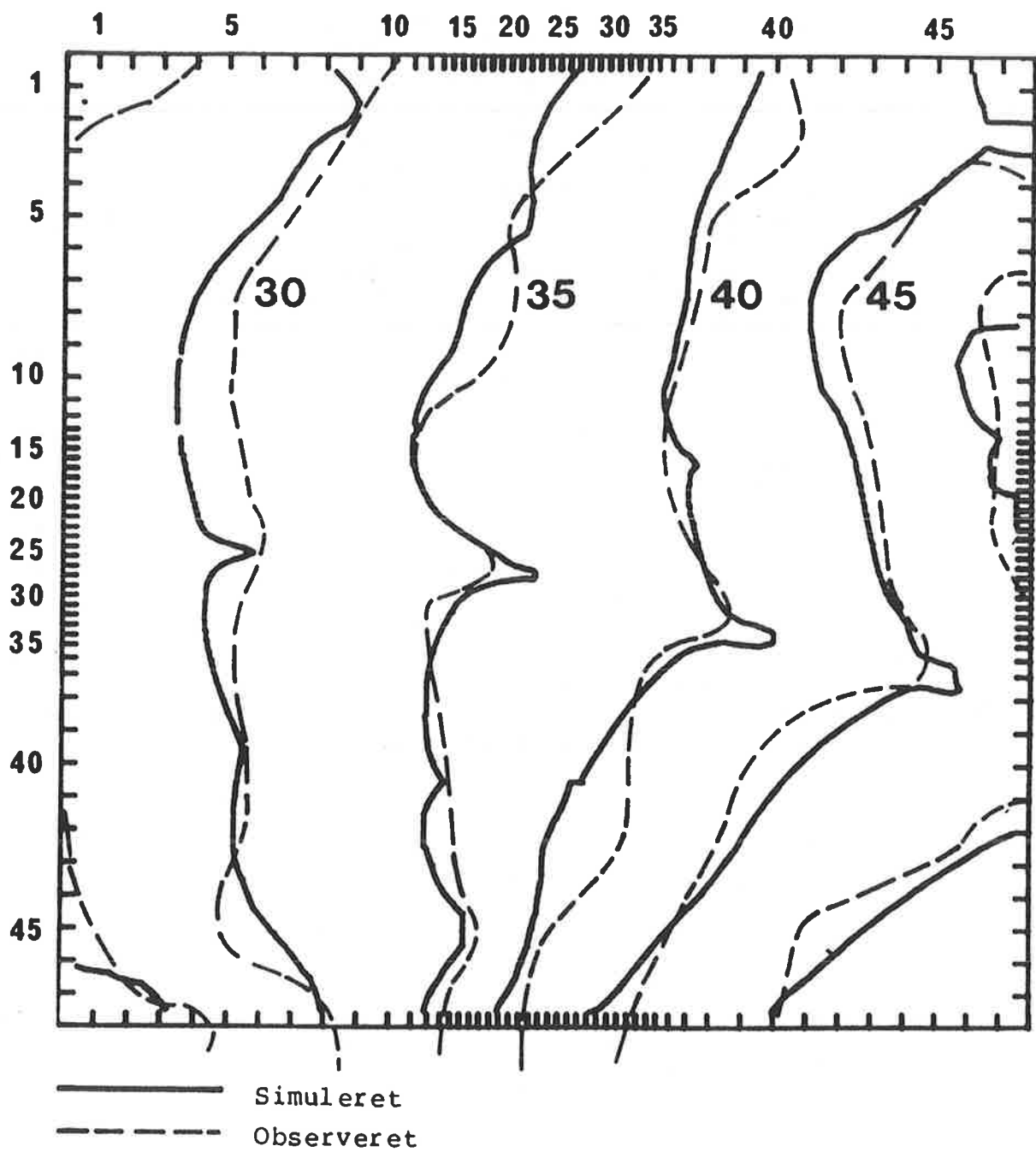


Fig. 3.3. Hele modelområdet med observerede og simulerede potentialer. Målestok 1 : 100 000.

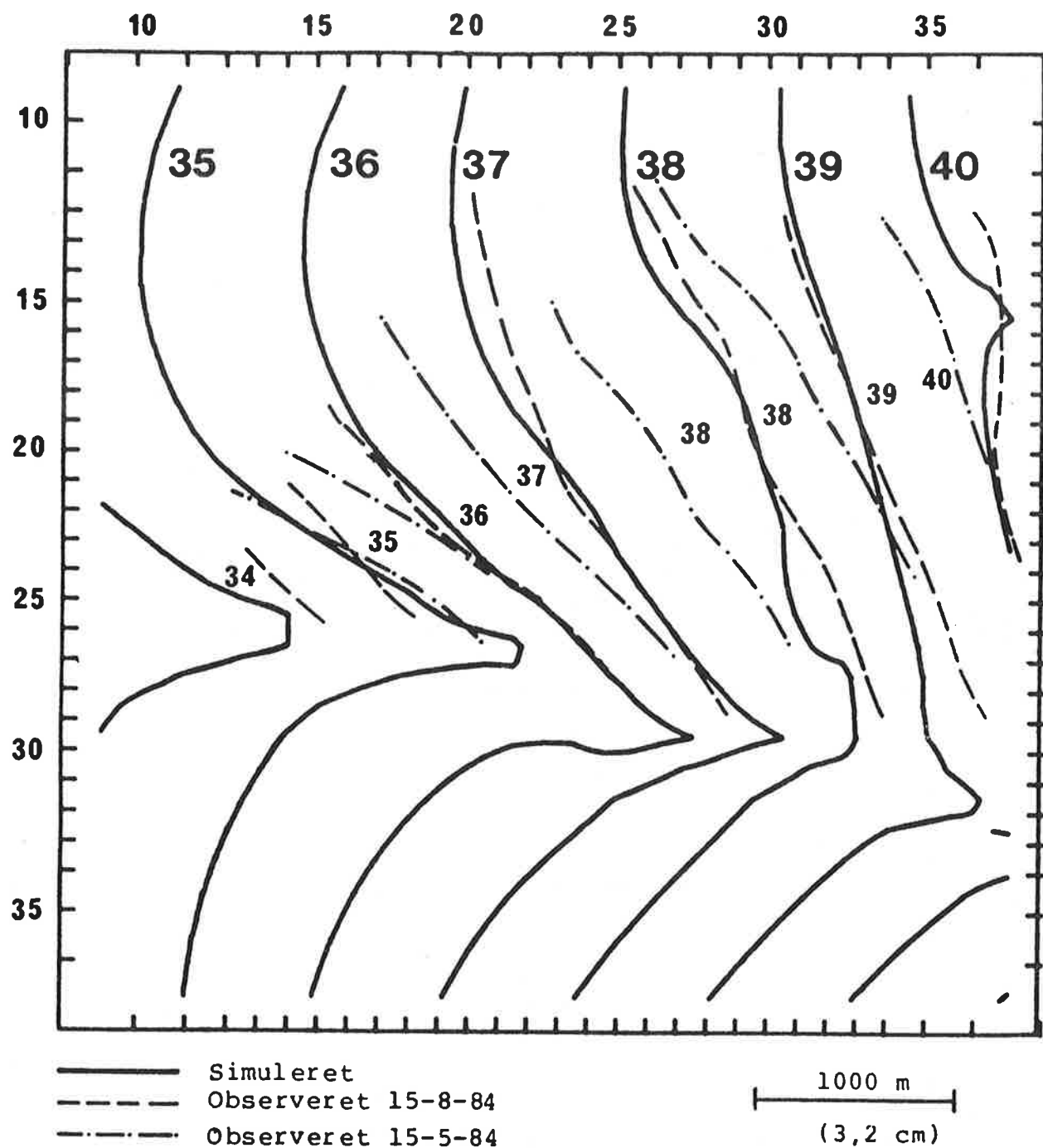


Fig. 3.4. Centralt udsnit af modelområdet med observerede og simulerede potentialer

3.9. Vandbalancen

Tilstrømningen til 5 vandløbsstrækninger er angivet i tabel 3.1 og på kortet fig.3.5 er strækningernes placering angivet. Den beregnede tilstrømning til Grindsted Å er i god overensstemmelse med de 780 l/s, som det i afsnit 1.4. blev redegjort for, at man måtte forvente.

Fordelingen af tilstrømningen på de 3 strækninger indeholder derimod nogle afvigelser fra, hvad man på grundlag af målingerne kunne forvente. Til strækning 1 strømmer ca. 80 l/s mere end forventet. Et for lavt vandløbspotentiale kan være årsagen, jf. figur 3.3, men dette har været nødvendigt for at opnå overensstemmelse i det centrale område, jf. figur 3.4. til strækning 2 og 3 strømmer henholdsvis 40 l/s og 20 l/s mindre end forventet, hvilket må anses for en lille differens.

Tilstrømningen til Simmelbæk og Engmosebæk svarer samlet til tilstrømningen angivet i /3/. Det betyder at en rimelig fordeling mellem grundvandsstrømning til Grindsted å og Engmosebæk - Simmel bæk er opnået. Fordelingen lokalt mellem tilstrømningen til Engmosebæk og Simmel bæk er imidlertid ikke i overensstemmelse med tilstrømningen bestemt ved synkronmåling jvf./3/. Det er for nærværende undersøgelse uden betydning.

Tilstrømning til Grindsted Å:		
Strækning 1:	409.3	(330)
Strækning 2:	284.6	(320)
Strækning 3:	111.5	(130)
I alt	805.5	(780)
Tilstrømning til Simmel Bæk:		
Strækning 1:	38.2	(80)
Tilstrømning til Engmose Bæk:		
Strækning 1:	97.2	(47)

Tabel 3.1. Tilstrømning til vandløbsstrækninger, simuleret og i medianminimums situationen. Sidstnævnte er angivet i (). Alle tal i l/s.

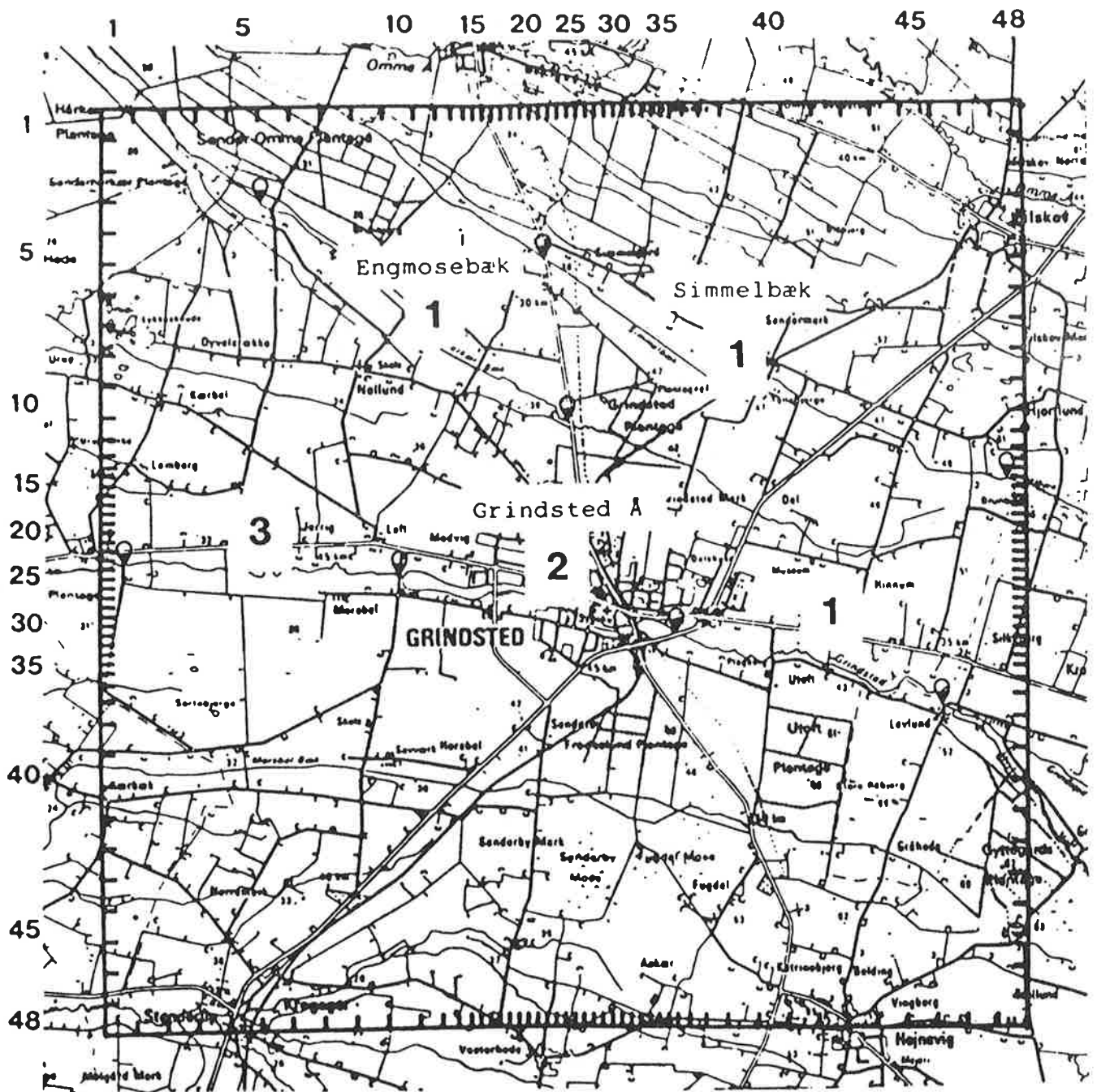


Fig. 3.5. Vandløbsstrækninger indenfor hvilke tilstrømningen er opgjort. Målestok 1 : 100 000.

3.10. Grundvandets strømningretning

Den regionale strømningretning i det frie grundvandsreservoir er fra øst mod vest i Grindsted området.

Et mere detaljeret billede af strømningretningen omkring Grindsted Products, - vandværk og - by viser figur 4.1, hvor potentialkurverne er optegnet med 0,25 m interval.

Øst for Grindsted Vandværks kildeplads 1 (FV1) og Grindsted Products (GP) afviger strømningretningen øst-vest med en lille drejning mod syd.

Umiddelbart nord for GP bliver strømningretningen nord-sydgående som følge af GP's indvinding. En del af grundvandet, der har passeret banegravsdeponiet vil derfor ende i vandindvindingen på GP.

Ved Grindsted by vest for banelinien er strømningretningen fra nordøst mod sydvest. Endvidere stiger gradienten, efterhånden som man nærmer sig åen.

4. KONSEKVENSBEREGNING AF FORSKELLIGE INDVINDINGSFORHOLD

4.1. Indledning

For at vurdere forskellige indvindingsforholds betydning for grundvandets strømningsretning er et antal beregninger med den stationære grundvandsmodel foretaget.

Der foretages kun ændringer i indvindingen, de øvrige parametre i grundvandsmodellen ændres ikke. Det beregnede potentiale er kun vist for den centrale del af modelområdet, hvor ændringerne i indvindingen foretages. Til sammenligning er figur 4.1 taget med, dette potentiale svarer til den beregnede årsmiddelsituation beskrevet i afsnit 3.

I tabel 4.2 er indvindingen i hver case angivet, med hensyn til de enkelte indvindingers placering henvises til bilag nr.1.

CASE 0.

Der indvindes flg. vandmængder:

FV1	:	700.000	m ³ /år
FV2	:	1.500.000	"
GP	:	1.900.000	"
Markvanding	:	0	"

Beregningen svare til årsmiddelsituationen i perioden 1977-84 beskrevet i afsnit 3. Det simulerede potentiale fremgår af fig nr. 4.1.

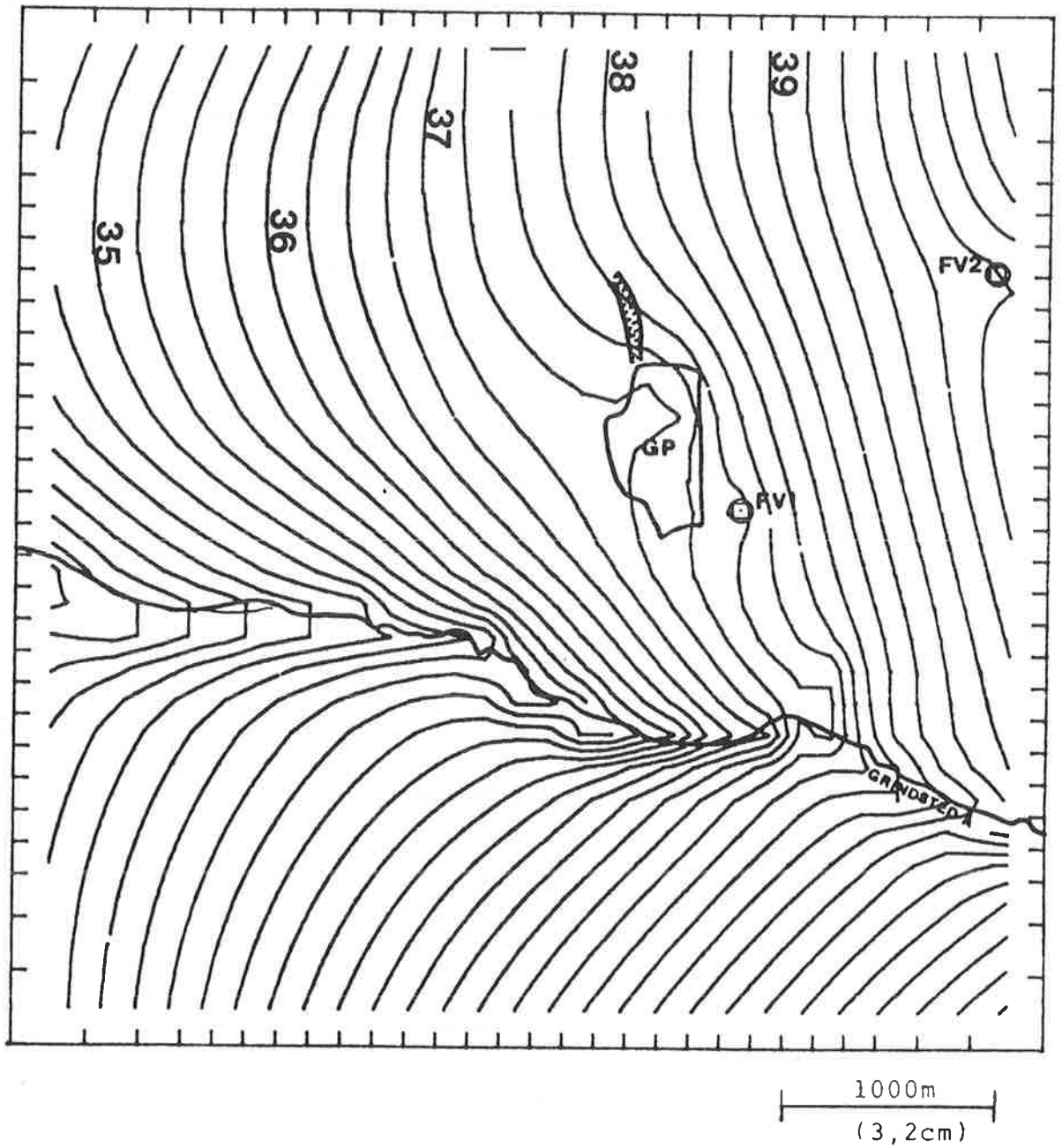


Fig. 4.1. Case nr. 0. Potentialekurver 0,25 m interval

4.2. CASE 1

I forbindelse med industriferien standser Grindsted Products indvindingen i en 3-ugers periode i juli måned.

Denne situation blev fulgt med pejlinger i sommeren 1984, jf. afsnit 2.4, hvilket gav det resultat, at grundvandsstrømmen ikke blev vendt mod vandværket.

Med grundvandsmodellen er det stationære potentiale beregnet, altså situationen, når GP's indvinding har været indstillet i en lang periode, og der fortsat indvindes fra FV1 og FV2.

Der indvindes flg. vandmængder :

FV1	:	700.000	m ³ /år
FV2	:	1.500.000	"
GP	:	0	"
Markvanding	:	0	"

Det simulerede potentiale er optegnet med 0,25 m interval på figur 4.2.

Fra FV1 indvindes 700×10^3 m³/år og fra FV2 1500×10^3 m³/år i beregningen af case 1.

Heller ikke i denne situation vil der ske en grundvandsstrømning fra fabriksgrunden eller deponiet til vandværkets kildeplads 1.

Når indvindingen på GP standses, sker en større udstrømning af grundvand, der har haft kontakt med grundvandsmagasinet under GP og baregravsdeponiet, til området vest for fabriksarealet. Man kan sige, at GP's indvinding i nogen grad virker som afværgeindvinding for forureningen fra GP.

I Grindsted området er der gennem det frie grundvandsmagasin en stor naturlig grundvandsstrømning. Denne grundvandsstrømning bevirker, at man i situationer, hvor GP's indvinding er lukket, ikke får nogen afbøjning af strømlinierne, der kan bevirke en forurening fra GP af FV1. Dette er også helt i overensstemmelse med de i kapitel 2 refererede data indsamlet i sommeren 1984. Det skal dog bemærkes, at modelberegningen svarer til en situation, hvor GP's indvinding er nedlukket over en meget lang periode, således at en stationær grundvandsstrøm opnås.

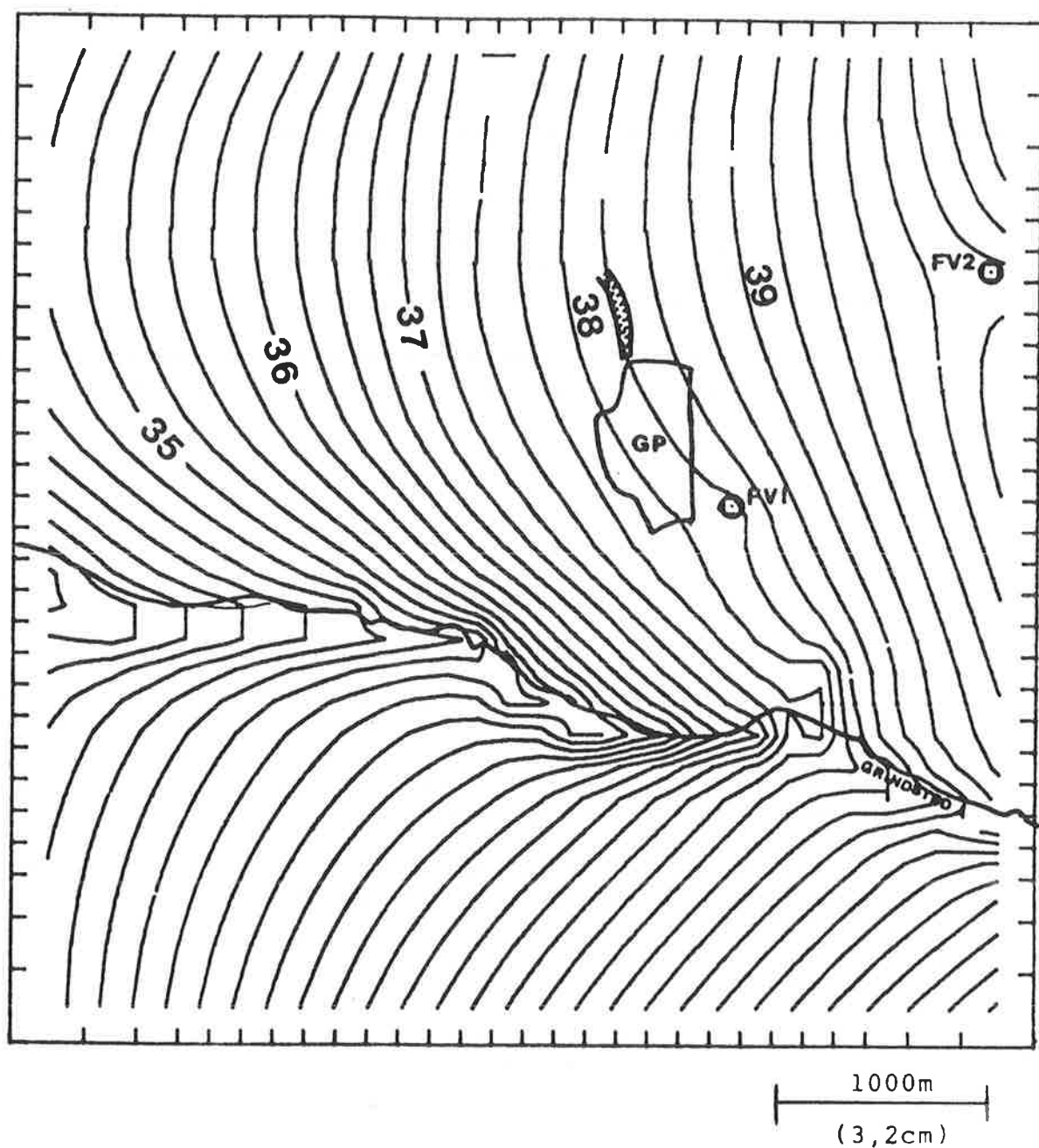


Fig. 4.2. Case nr. 1. Potentialekurver 0,25 m interval

4.3. CASE 2

I denne beregning er det markvandingsindvindingens betydning for grundvandsstrømmens retning, der belyses. Markvandingsanlæggene angivet på bilag 1 er taget med i beregningen med en indvindingsmængde svarende til den maksimalt tilladte. Da denne oppumpes inden for 3 måneder, er mængderne til denne beregning på årsbasis ganget op med 4.

Der indvindes flg. vandmængder:

FV1	:	700.000	m ³ /år
FV2	:	1.500.000	"
GP	:	1.900.000	"
Markvanding	:	1.024.000	"

Markvandingen er fordelt på de i bilag 1 angivne markvandingsboringer således:

5090	:	680.000	m ³ /år
5021	:	108.000	"
5465	:	96.000	"
5025	:	44.000	"
5024	:	44.000	"
5585	:	52.000	"

Det simulerede potentiale er optegnet på fig nr. 4.3.

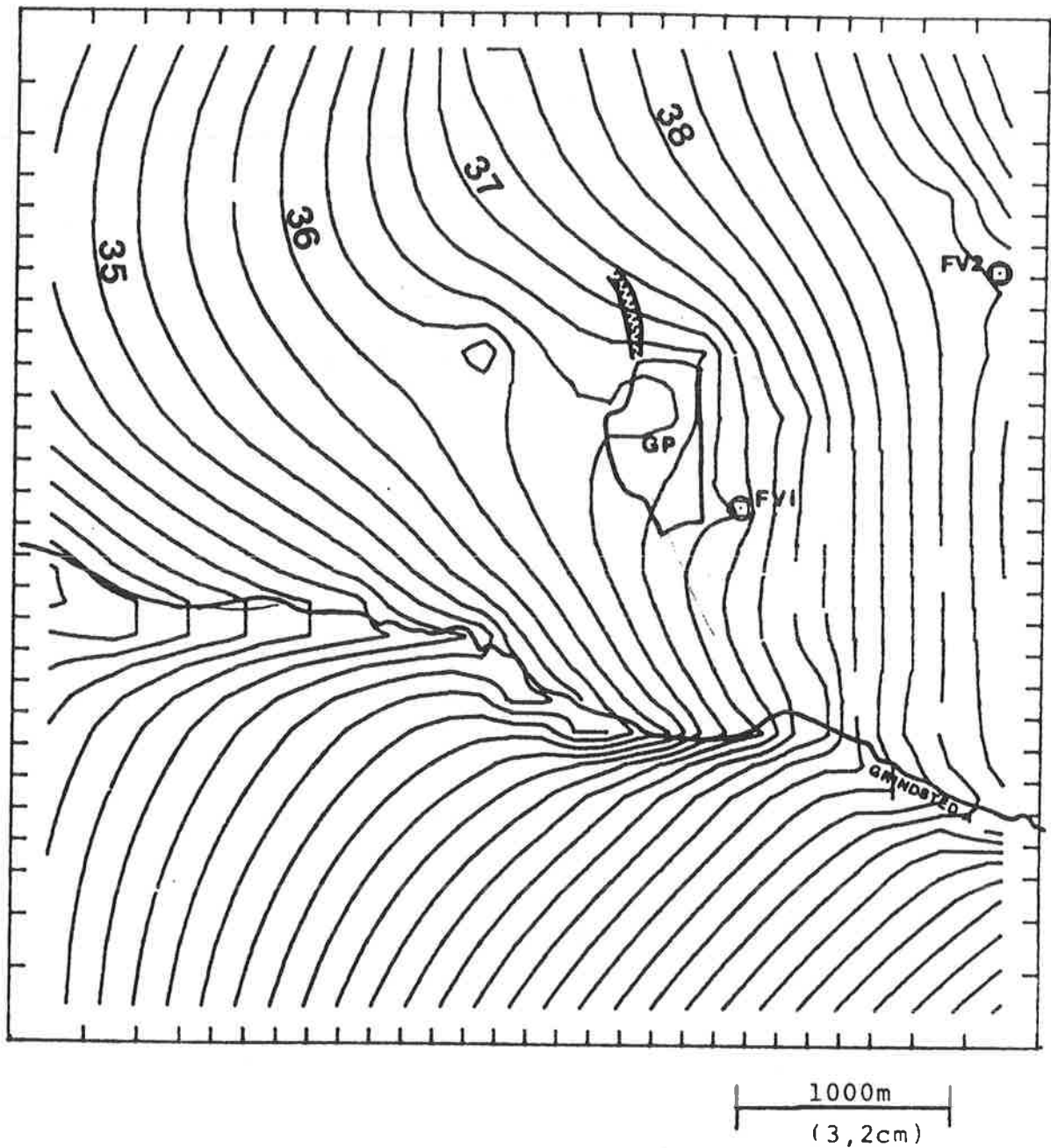


Fig. 4.3. Case nr. 2. Potentialekurver 0,25 m interval

Markvandingen medfører en yderligere sænkning af vandspejlet omkring GP og FV1 på 0,5 m.

Indvindingen på FV1 medfører en større sænkning mod vest, dvs. mod GP, når markvandere foretager indvinding øst for GP og FV1. Situationen kan vende strømningens retning i det sydøstligste hjørne af fabriksgrunden mod FV1. Igen må det bemærkes, at sækningsbilledet svarer til en stationær situation, og at transporttiden i reservoiret formentlig er så lang, at en forurening i det sydøstlige hjørne næppe kan nå FV1 i den 3 måneder lange markvandingssæson. Sidstnævnte forhold kan belyses med stoftransportmodellen. Beregningerne viser, at en stor vækst i markvandingen øst for FV1 og GP ikke er ønskelig.

4.4. CASE 3

I denne case beregnes det stationære potentiale svarende til årene forud for 1970.

Der indvindes flg. vandmængder:

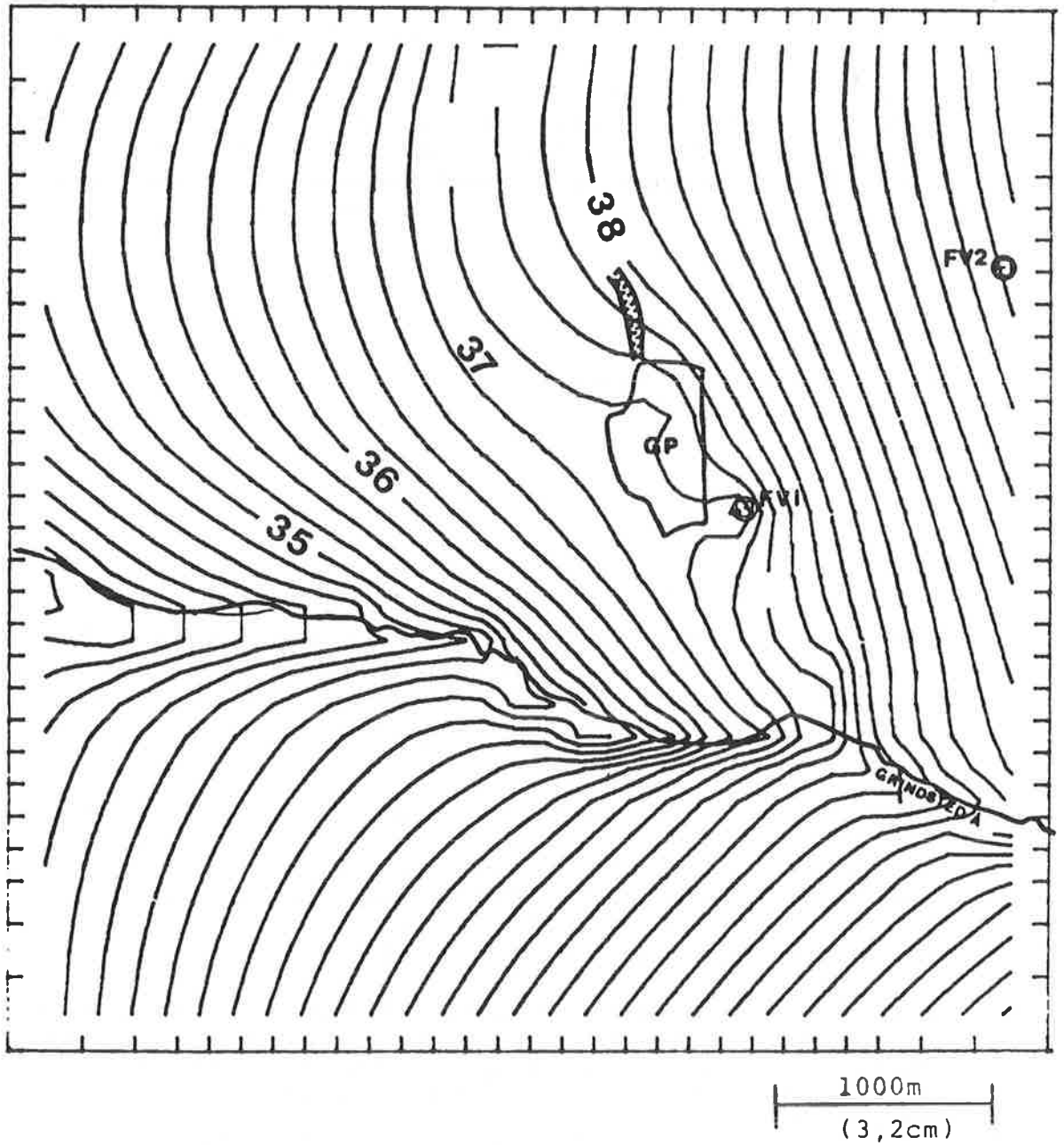
FV1	:	1.850.000	m ³ /år
FV2	:	0	"
GP	:	1.500.000	"
Markvanding	:	0	"

Ved kalibreringen af den stationære model blev infiltrationen fastsat til 400mm over de åbne arealer udfra vurdering af de seneste 7 års nedbør og fordampning, samt et fradrag på 40mm for markvanding. Før 1970 var markvandingen af betydeligt mindre omfang end idag.

Den gennemsnitlige nedbør i Ribe amtskommune var i årene 1960-69 871mm i middel. Sammenlignes med de 908mm for den seneste 7 års periode, hvorfra der fradrages 40mm for markvanding fås sammenlignelige størrelser. Af disse årsager vil der også i perioden før 1970 blive regnet med 400mm infiltration over de åbne arealer, idet man således har regnet med samme fordampning i de to perioder.

I case nr. 3 er det stationære potentiale simuleret for denne situation, kurverne er optegnet på figur 4.4. Sænkningen omkring FV1 bliver af en sådan størrelse, at grundvandsstrømmen ved den sydlige del af fabriksgrunden bliver rettet mod FV1.

Forud for etableringen af kildefelt 2 har man altså haft en årrække, hvor risikoen for forurening af FV1 har været større end i dag.



Figur 4.4. Case no. 3. Potentialekurver 0,25 m interval

5. REFERENCER

- /1/ Meddelelser fra Statens Planteavlfsforsøg
Nedbør, fordampning og vandbalance.
Årene 1977 til 1983.
- /2/ Afstrømningsmålinger i Ribe Amtskommune 1983
Hedeselskabet, Hydrometriske Undersøgelser
- /3/ Synkronmålinger 1979 -81
Ribe Amtskommune, Vandløb
Maj 1983
- /4/ Recipient og belastningsundersøgelse af Grindsted Å
omkring Grindsted by.
Ribe Amtskommune, Recipientkvalitetsplanlægning
Januar 1983



UND HEDE

GRINDSTED




PLANTAGE

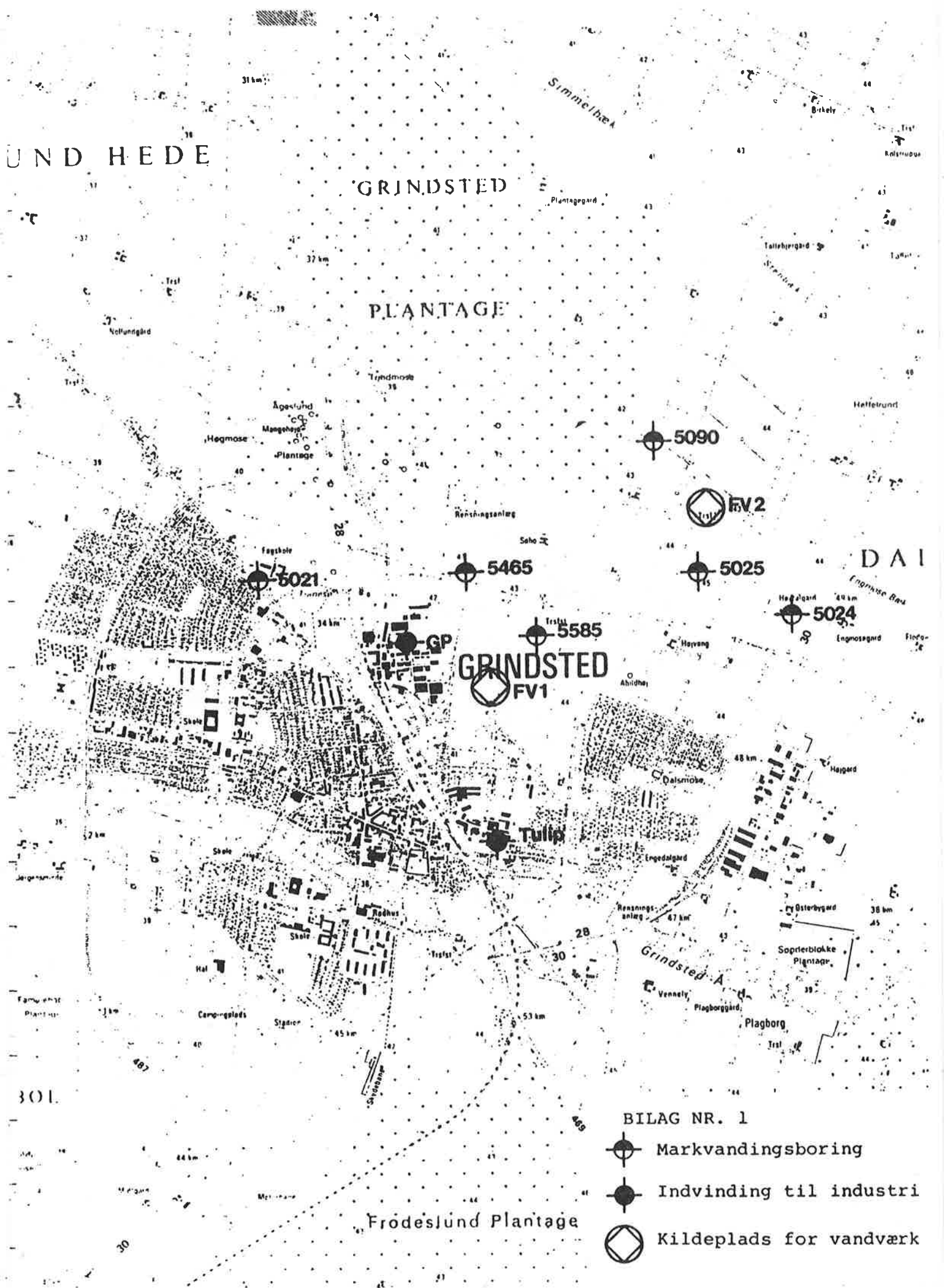
GRINDSTED
FV1

DAI

Frødeslund Plantage

BILAG NR. 1

-  Markvandingsboring
-  Indvinding til industri
-  Kildeplads for vandværk





GRINDSTED

PLANTAGE

DAL

GRINDSTED

BILAG NR. 3

Potentialet udfra
pejling d. 8/6-1984

Målestok: 1:25.000



BILAG NR. 5

Potentialet udfra
pejling d. 10/7-1984

Målestok: 1:25:000

NULLUND HEDE

GRINDSTED

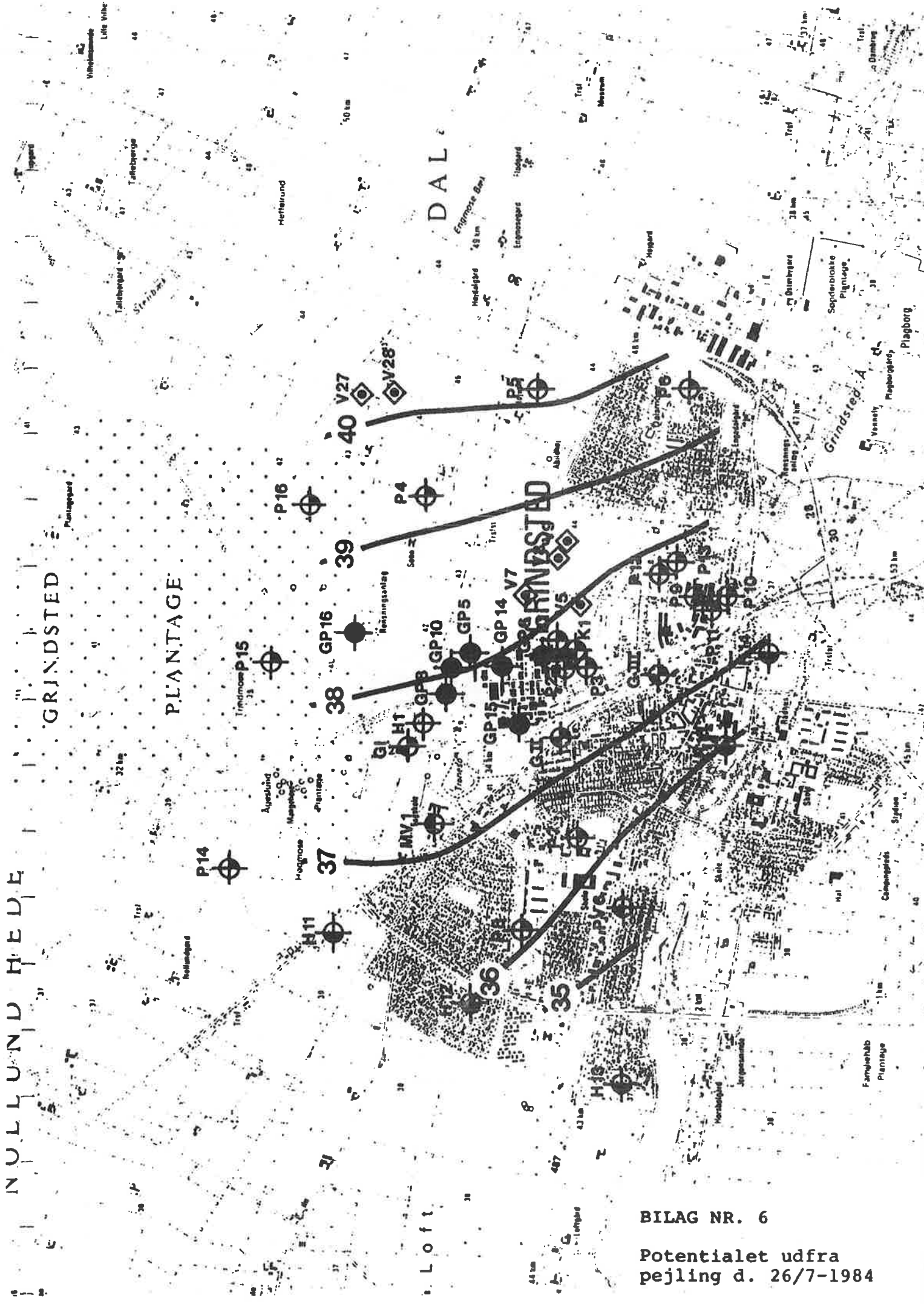
PLANTAGE

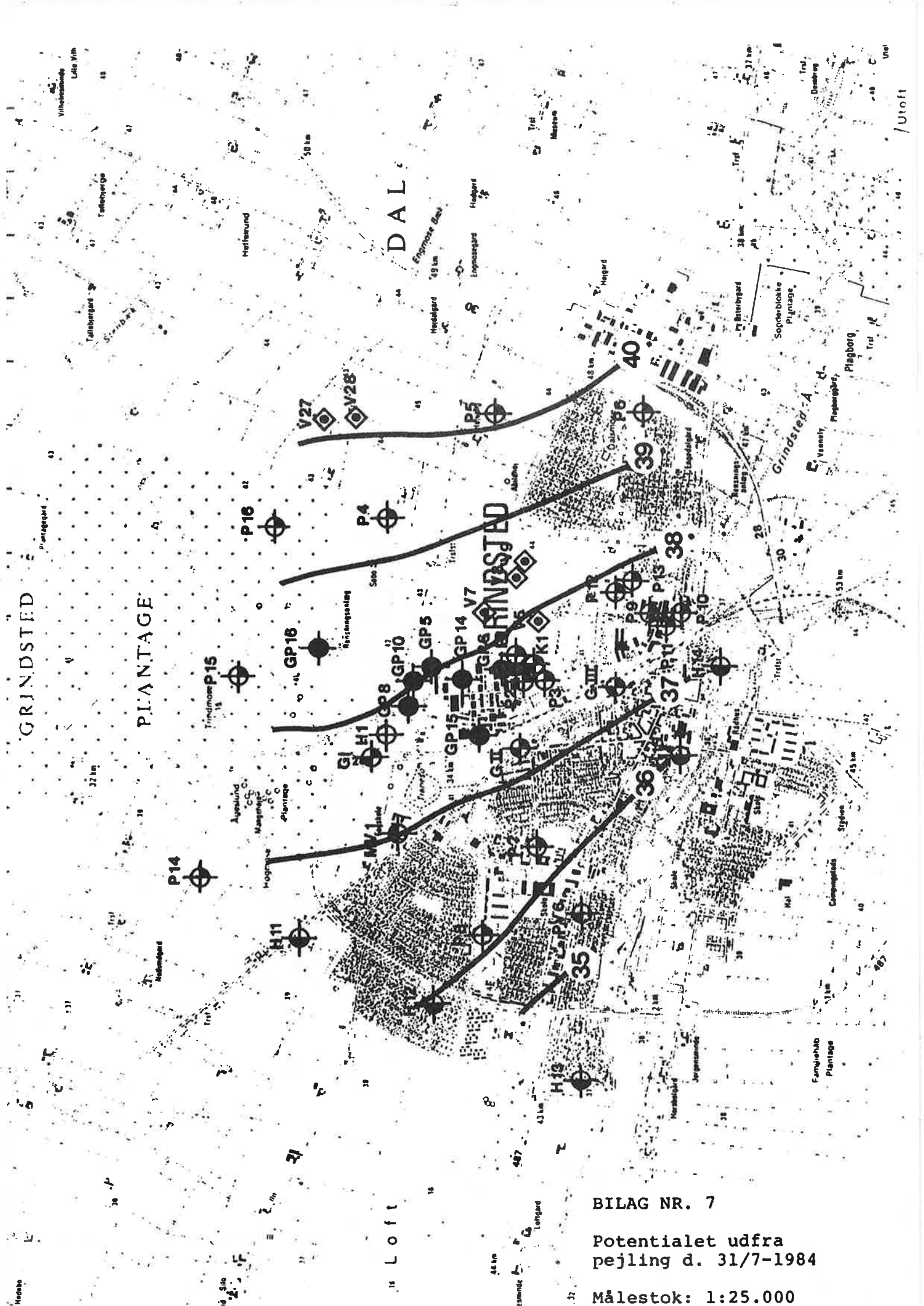
L. Loft

DAL

BILAG NR. 6

Potentialet udfra
pejling d. 26/7-1984





GRINDSTED

PLANTAGE

DAL

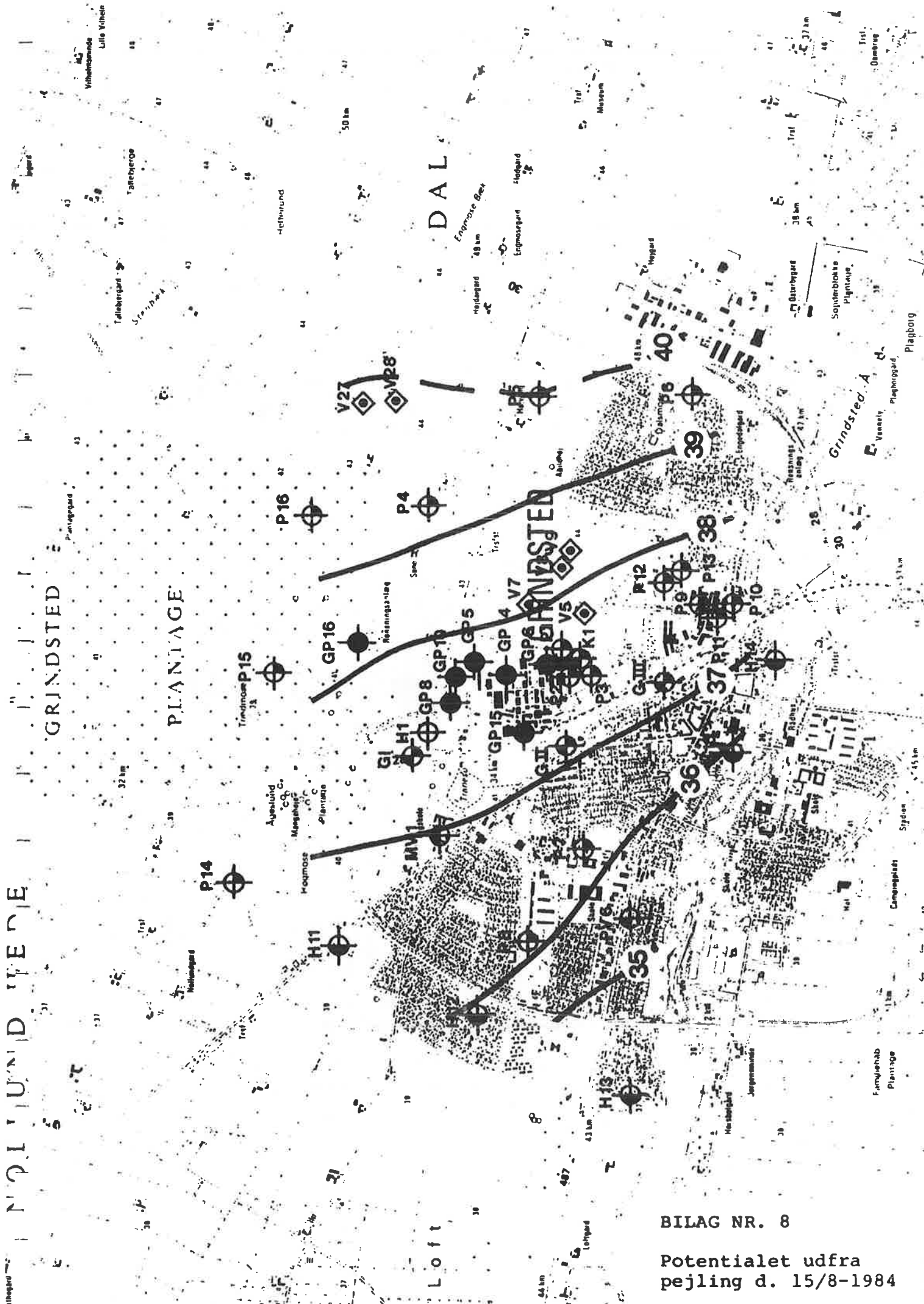
GRINDSTED

Loft

BILAG NR. 7

Potentialet udfra
pejling d. 31/7-1984

Målestok: 1:25.000



Potentialet udfra
pejling d. 15/8-1984

RIBE AHTSRAD

REBEVEPUMPTING I A BORING: 03

UDFØRT FRA 4-9-64

TIL 11-9-64

PUMPEKAPACITET : 0 = 70.0 M3/T
 PUMPEPERIODE : 9835. MIN.

FEJLEDATA FRA PUMPEBORING:

SÆNKNING UNDER PUMPNING			STIGNING EFTER STOP		
TID MIN	PEJLING M.U.MF.	SÆNKNING M	TID MIN	PEJLING M.U.MF.	STIGNING M
0.0	3.090	0.000	0.0	4.915	0.000
1.0	5.140	2.050	1.0	3.350	1.565
2.0	4.900	1.810	2.0	3.345	1.570
4.0	4.605	1.515	4.0	3.345	1.570
8.0	4.635	1.545	8.0	3.340	1.575
12.0	4.635	1.545	12.0	3.335	1.580
16.0	4.680	1.590	16.0	3.330	1.585
20.0	4.685	1.595	20.0	3.330	1.585
30.0	4.690	1.600	45.0	3.315	1.600
45.0	4.695	1.605	60.0	3.305	1.610
60.0	4.700	1.610	90.0	3.310	1.605
90.0	4.720	1.630	120.0	3.300	1.615
120.0	4.740	1.650	180.0	3.280	1.635
180.0	4.740	1.650	360.0	3.250	1.665
400.0	4.780	1.690	720.0	3.220	1.695
1020.0	4.820	1.730	1515.0	3.180	1.735
1420.0	4.850	1.760	2940.0	3.160	1.755
2870.0	4.870	1.780	4320.0	3.160	1.755
4290.0	4.900	1.810	5910.0	3.160	1.755
5650.0	4.910	1.820	7440.0	3.150	1.765
7000.0	4.920	1.830	8720.0	3.140	1.775
8620.0	4.920	1.830	11000.0	3.150	1.765
9835.0	4.915	1.825			

RIBE RITSRAD

PRØVEUDFØRING FRA BORING: V6

UDFØRT PÅ D. 11. 09. 84

TIL 11. 09. 84

PUMPEKAPACITET : 0 * 70.0 M3/T
 PUMPEPERIODE : 9835. MIN.

FEJLEDATA FRA OBSERVATIONSBORING: V6
 AFSTAND FRA PUMPEBORING: 209.0 M

SÆNKNING UNDER PUMPNING			STIGNING EFTER STOP		
TID	FEJLING	SÆNKNING	TID	FEJLING	STIGNING
MIN	M.U.MF.	M	MIN	M.U.MF.	M
0.0	2.950	0.000	0.0	3.140	0.000
1.0	2.950	0.000	3.0	3.140	0.000
2.0	2.950	0.000	10.0	3.140	0.000
4.0	2.950	0.000	18.0	3.140	0.000
8.0	2.950	0.000	22.0	3.140	0.000
12.0	2.950	0.000	29.0	3.140	0.000
16.0	2.950	0.000	33.0	3.140	0.000
20.0	2.950	0.000	37.0	3.140	0.000
30.0	2.950	0.000	45.0	3.140	0.000
45.0	2.950	0.000	60.0	3.140	0.000
60.0	2.950	0.000	90.0	3.140	0.000
90.0	2.950	0.000	120.0	3.140	0.000
120.0	2.950	0.000	180.0	3.140	0.000
180.0	2.950	0.000	360.0	3.140	0.000
400.0	2.950	0.000	720.0	3.130	.010
1020.0	3.030	.080	1515.0	3.110	.030
1420.0	3.060	.110	2940.0	3.130	.010
2870.0	3.080	.130	4320.0	3.120	.020
4290.0	3.120	.170	5910.0	3.090	.050
5650.0	3.120	.170	7440.0	3.080	.060
7000.0	3.120	.170	8720.0	3.080	.060
8620.0	3.140	.190	11000.0	3.110	.030

=====

RIBE AMTSRAD

=====

LEBVEPUMPNING FA BORING: V8

UDFØRT FRA 4-9-84

TIL 11-9-84

PUMPEKAPACITET : 0 70.0 M3/T
 PUMPEPERIODE : 9835. MIN.

FEJLEDATA FRA OBSERVATIONSBORING: V7
 AFSTAND FRA PUMPEBORING: 235.0 M

SÆNKNING UNDER PUMPNING			STIGNING EFTER STOP		
TID	PEJLING	SÆNKNING	TID	PEJLING	STIGNING
MIN	M.U.MF.	M	MIN	M.U.MF.	M
0.0	2.345	0.000	0.0	2.460	0.000
1.0	2.345	0.000	3.0	2.460	0.000
2.0	2.345	0.000	5.0	2.460	0.000
4.0	2.345	0.000	13.0	2.460	0.000
8.0	2.345	0.000	16.0	2.460	0.000
12.0	2.345	0.000	24.0	2.460	0.000
16.0	2.345	0.000	28.0	2.460	0.000
20.0	2.345	0.000	35.0	2.460	0.000
30.0	2.345	0.000	40.0	2.460	0.000
45.0	2.345	0.000	47.0	2.460	0.000
60.0	2.345	0.000	58.0	2.460	0.000
90.0	2.350	.005	90.0	2.460	0.000
120.0	2.350	.005	120.0	2.460	0.000
180.0	2.350	.005	180.0	2.460	0.000
400.0	2.350	.005	360.0	2.460	0.000
1000.0	2.370	.025	720.0	2.450	.010
1420.0	2.380	.035	1515.0	2.440	.020
2870.0	2.400	.055	2940.0	2.440	.020
4290.0	2.420	.075	4320.0	2.440	.020
5650.0	2.440	.095	5910.0	2.430	.030
8620.0	2.450	.105	7440.0	2.420	.040
			8720.0	2.410	.050
			11000.0	2.430	.030

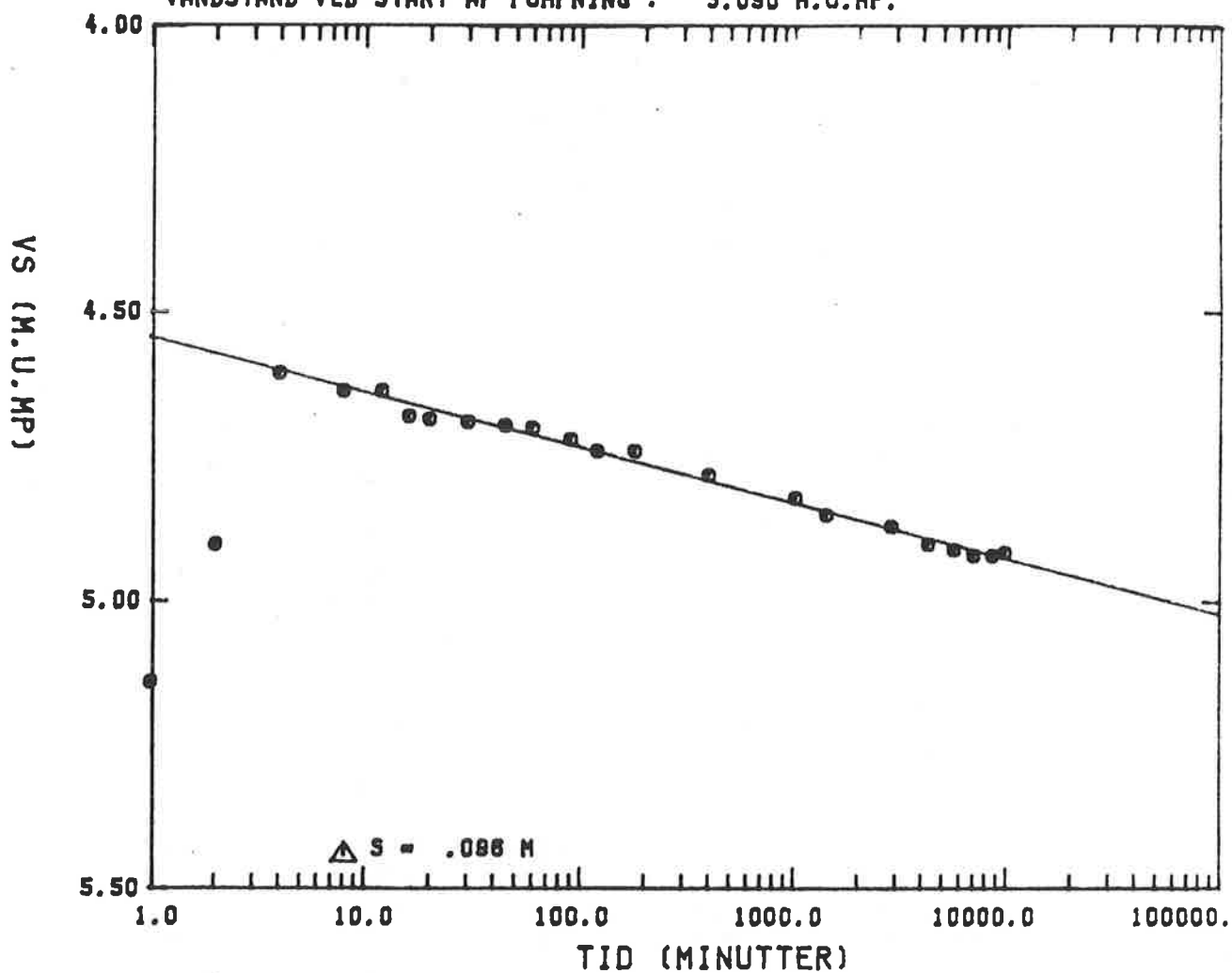
=====

RIBE AMTSRJD

PUMPEBORING : V8

KAPACITET : $Q = 70.0 \text{ M}^3/\text{T}$

VANDSTAND VED START AF PUMPNING : 3.090 M.U.MP.



TRANSMISSIVITET : $T = .0372 \text{ M}^2/\text{S}$

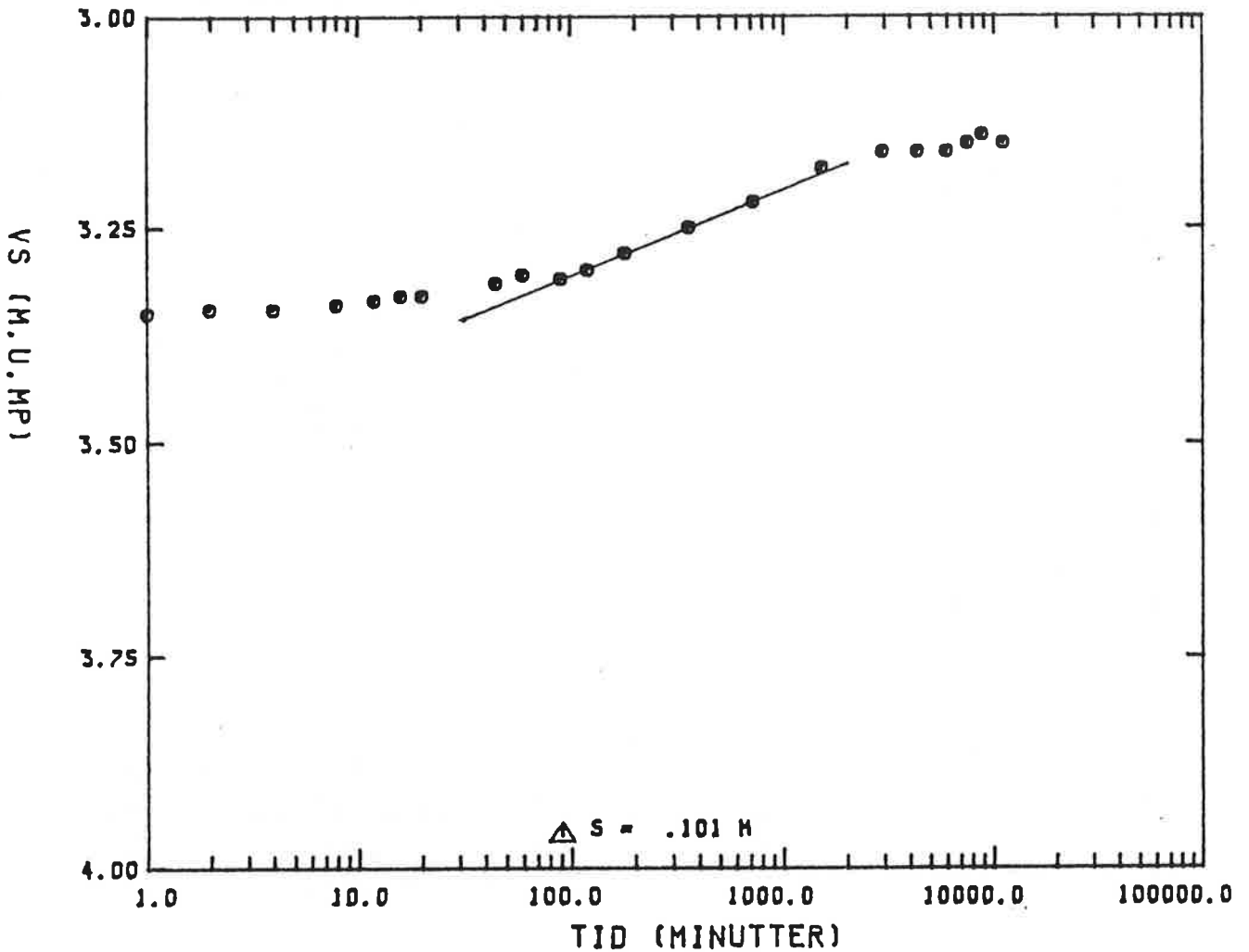
VIRKNINGSGRAD : $V = 30. \%$

RIBE AMTSRJD

PUMPEBORING : V8

KAPACITET : Q = 70.0 M3/T

VANDSTAND VED START AF PUMPNING : 3.090 M.U.MP.



TRANSMISSIVITET : T = .0353 M2/S

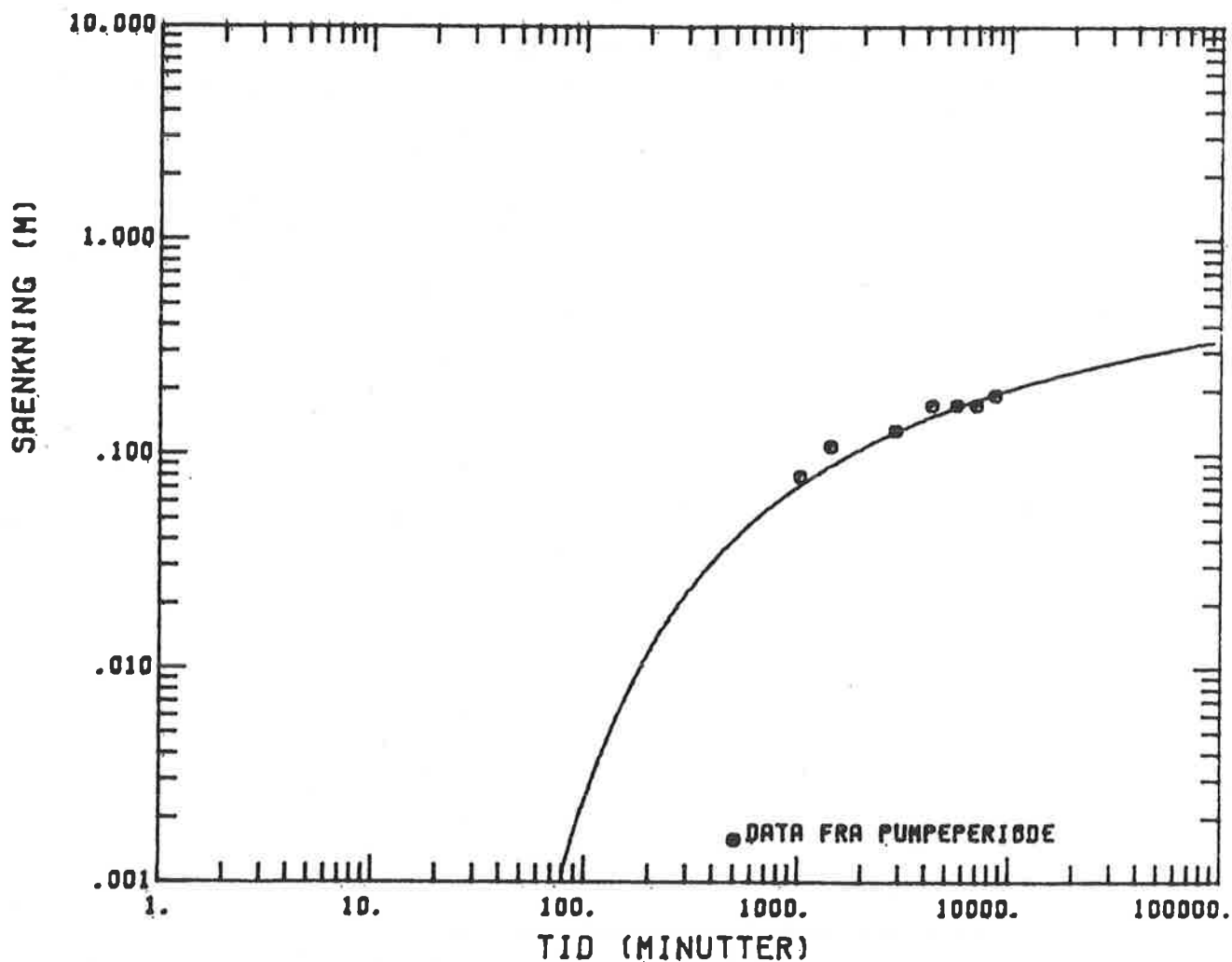
VIRKNINGSGRAD : V = 34. %

RIBE AMTSRJD

PUMPEBORING : V8

KAPACITET : Q = 70.0 M³/T

DATA FRA OBSERVATIONSBORING: V6



THEIS-KURVE INDLAGT MED

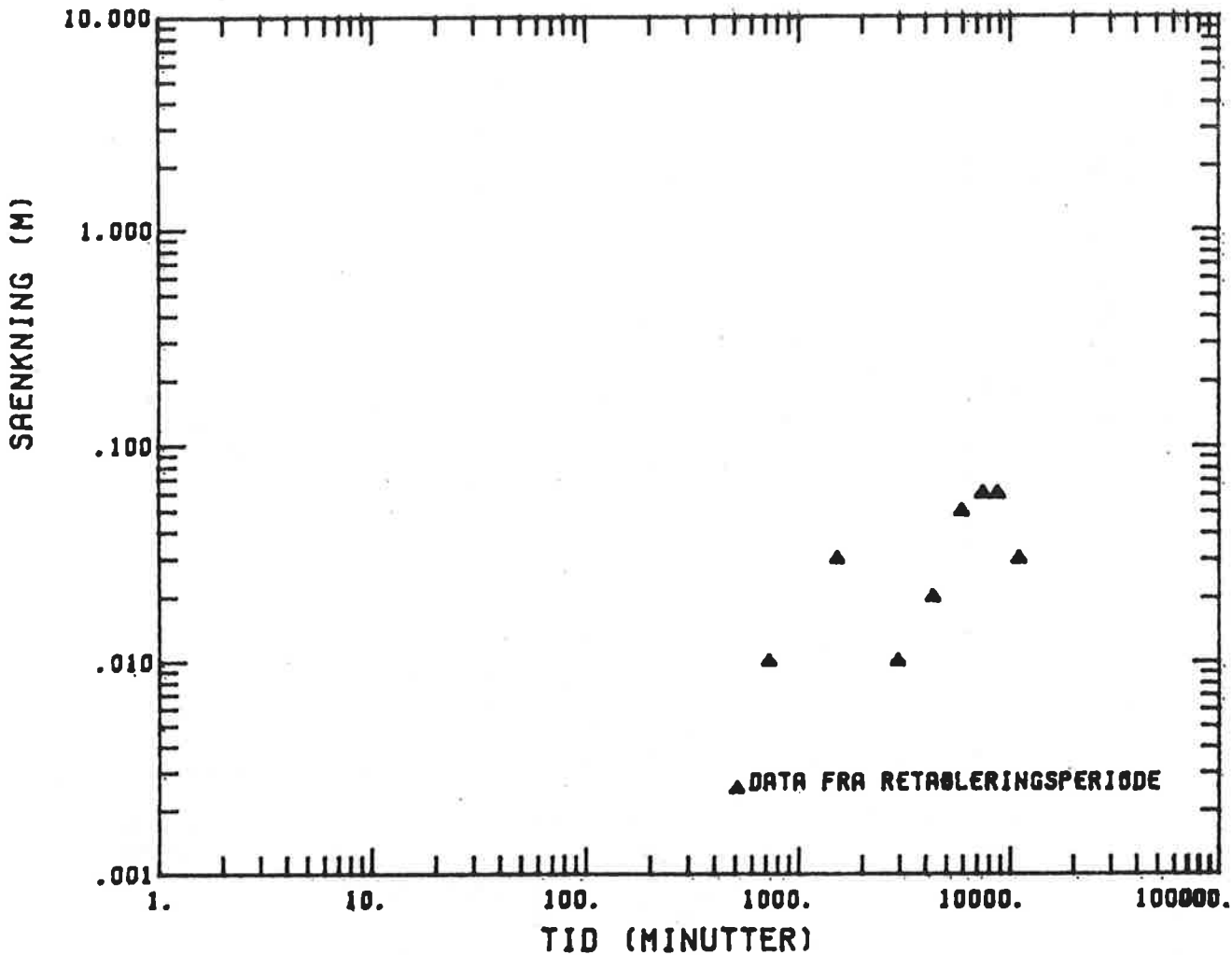
TRANSMISSIVITET : T = .02500 M²/S

MAGASINTAL : S = .03000

RIBE AMTSRJD

PUMPEBORING : V8
KAPACITET : Q = 70.0 M3/T

DATA FRA OBSERVATIONSBORING: V6



THEIS-KURVE INDLAGT MED

TRANSMISSIVITET : T = -.00000 M2/S

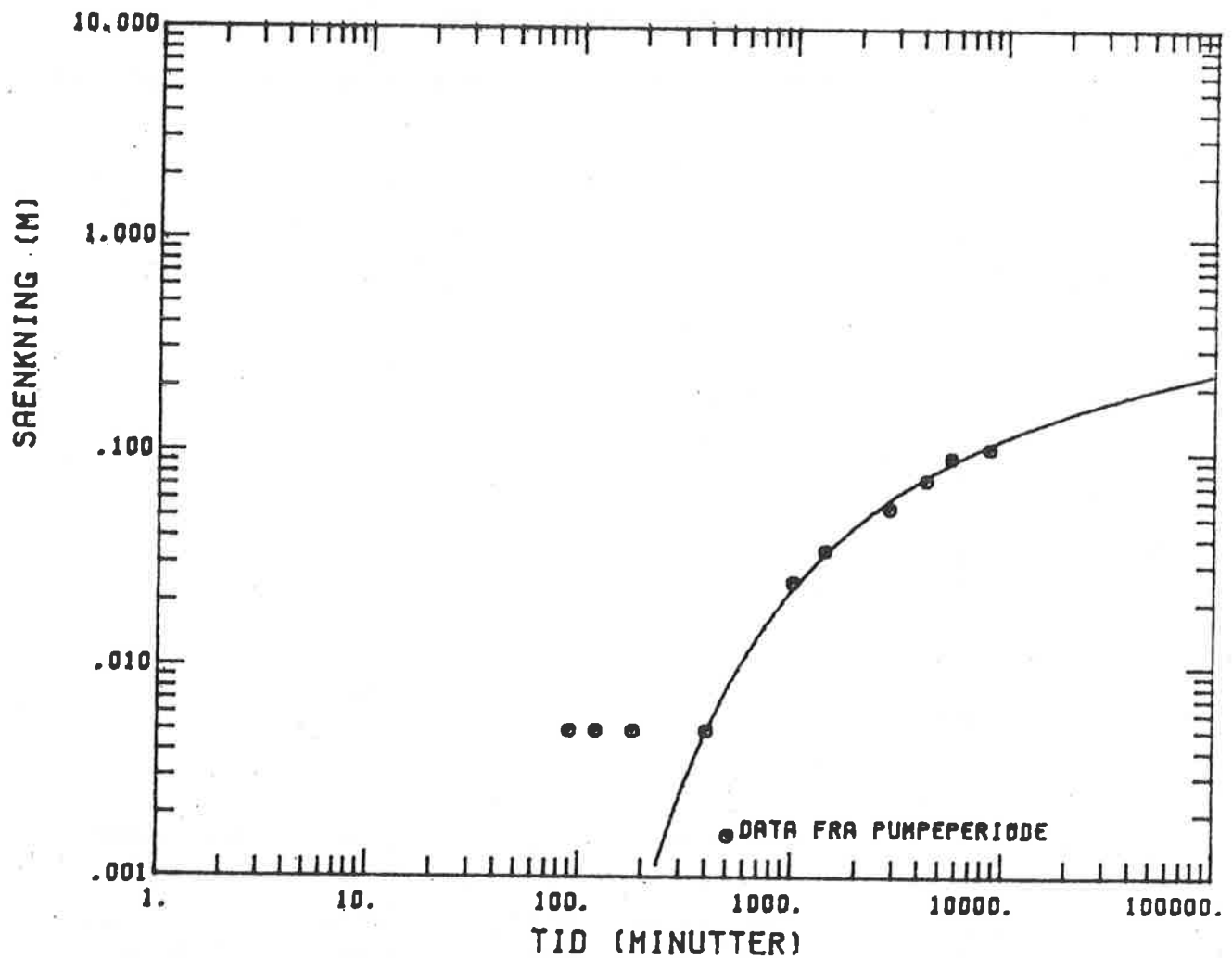
MAGASINTAL : S = -.00000

RIBE AMTSRJD

PUMPEBORING : V8

KAPACITET : Q = 70.0 M3/T

DATA FRA OBSERVATIONSBORING: V7



THEIS-KURVE INDLAGT MED

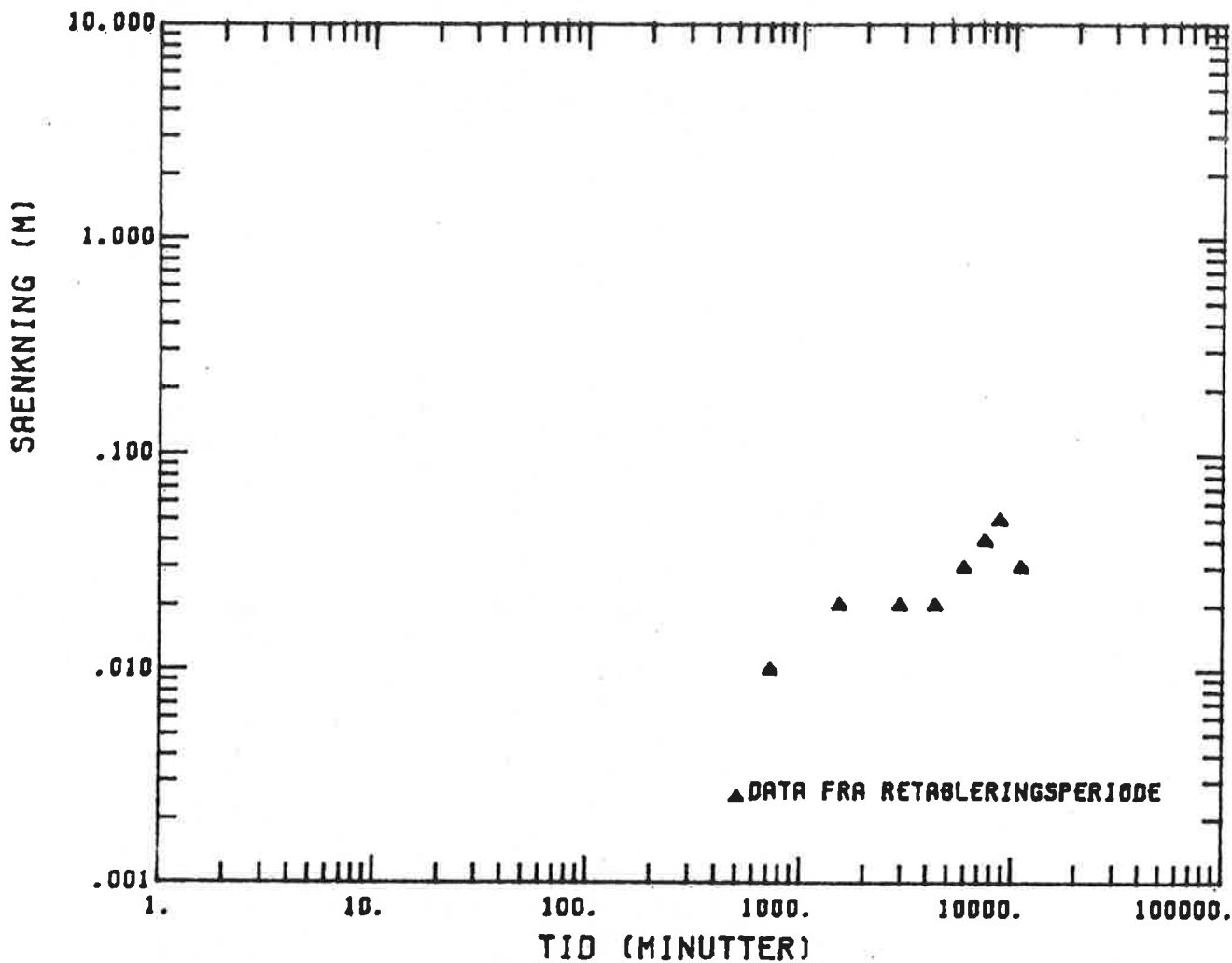
TRANSMISSIVITET : T = .03000 M2/S

MAGASINTAL : S = .08000

RIBE AMTSRJD

PUMPEBORING : V8
KAPACITET : Q = 70.0 M3/T

DATA FRA OBSERVATIONSBORING: V7



THEIS-KURVE INDLAGT MED

TRANSMISSIVITET : T = -.00000 M2/S

MAGASINTAL : S = -.00000

