



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

R43:1988

**Akvifervärmelagring i sandsten
vid hög temperatur i Ängelholm**

Förstudie

Olof Andersson

INSTITUTET FÖR
BYGGDOKUMENTATION

Accnr

Plac *ser*

R/Pow

Byggeforskningsrådet

R43:1988

AKVIFERVÄRMELAGRING I SANDSTEN
VID HÖG TEMPERATUR I ÄNGELHOLM

Förstudie

Olof Andersson

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 851005-3
från Statens råd för byggnadsforskning till VIAK AB,
Malmö.

REFERAT

Syftet med förstudien har varit att belysa förutsättningarna för ett akvifervärmelager knutet till Ängelholms FV-nät. Studien har visat att den sandsten som var tänkt bli nyttjad som värmelager inte uppfyller de hydrauliska kriterier som kan ställas. Undersökningsborrningen visade visserligen på en ca 25 m mäktig sandstensförekomst, men dokumentationen i övrigt (konsolideringsgrad, spolförluster vid håltagning samt pumpförsök) antyder en för ändamålet otillräcklig vattengenomsläpplighet i sandstenen. Förutsättningarna i övrigt kan anses gynnsamma, såväl tekniskt som ekonomiskt. Dimensioneringsmässigt skulle ett lager få en effektstorlek av ca 6 MW och vid arbetstemperaturen 100-70°C omsätta ca 13.000 MWh årligen, då drivet som ett kombinerat kortmellantidslager. Överslagsmässigt skulle ca 3.000 MWh försvinna i form av förluster. Nettobesparingen skulle uppgå till ca 850.000:-, vilket med acceptabel lönsamhet rymmer en investering på 6 å 7 milj kronor. Miljömässigt eller legalt har inga frågeställningar framkommit som skulle kullkasta en tänkt projektutveckling. Beroende på akviferens mindre gynnsamma egenskaper bör projektplanen skrinläggas alternativt åter förstuderas med ny lokalisering.

I Bygghörsningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, oblekt papper.

R43:1988

ISBN 91-540-4881-8
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm
Svenskt Tryck Stockholm 1988

INNEHÅLL

	Sid
1. BAKGRUND	1
1.1 Allmänt om energilagring i akvifer	1
1.2 Förutsättningar för akvifervärmelagring	2
2. PROJEKTPLANEN I ÄNGELHOLM	4
2.1 Idékonceptet	4
2.2 Förstudieprogrammet	7
3. RESULTAT AV FÖRSTUDIEN	9
3.1 Undersökningsborrningen	9
3.2 Loggning	11
3.3 Provpumpningen	13
3.4 Vattenkemi	13
3.5 Lagerdimensionering	15
3.6 Juridik och miljö	21
3.7 Ekonomi	21
4. SAMMANFATTANDE KOMMENTARER	23
REFERENSER	23

FÖRORD

Föreliggande rapport har utarbetats vid VIAKs Malmökontor av en projektgrupp bestående av geolog Olof Andersson (projektledare), civilingenjör Per-Olov Larsson och geolog Hans Björkman.

Under projektets gång har samråd skett med Energiverket i Ängelholm representerat av energiverkschef Bernt Sandberg och driftingenjör Peder Hörup. Energiverken har vänligen bistått med praktisk hjälp och indata för system- och dimensioneringsanalys.

Rapporten visar att den tänkta akviferen, vari lagringen var ämnad ske, inte uppfyller de hydrauliska krav som bör ställas varför ett lagringssystem på den tänkta platsen näppeligen är genomförbar.

Rapporten bedömes ändå vara av visst värde, då den belyser allmän handlingsgång och undersökningsmetodik som bör föregå projektering och byggnation av akviferlagarsystem.

VIAK AB
Malmökontoret

Olof Andersson

AKVIFERVÄRMELAGRING I SANDSTEN VID HÖG TEMPERATUR I ÄNGELHOLM - FÖRSTUDIE

1. BAKGRUND

1.1 Allmänt om energilagring i akvifer

Behov av säsongsvärmelagring vid hög temperatur uppstod i samband med solvärmeteknikens utveckling under senare delen av 70-talet.

De första lagringskoncepten bestod av markuppställda isolerade ståltankar (Ingelstad) och senare av nedschaktade dito (Lambohov). Samtidigt prövades för mindre system det s k gropmagasinet, en urschaktad grop i jordlager (Studsvik).

Den fortsatta utvecklingen på 80-talet har gått mot undermarkslagring i bergrum (Avesta och Lyckebo) och i perforerad bergmassa, s k borrhålslagring (Luleå).

Man kan således se en utvecklingstendens där jord- och berglagrens termiska in-situ-egenskaper allt mer gör sig gällande. Nästa steg i denna naturanpassning bör rimligen vara att använda de grundvattenförande porösa jord- eller berglager som brukar kallas akviferer. En sådan utveckling har i och för sig redan påbörjats för lågtemperaturlagring och då kombinerat med värmepump.

För akviferlagring vid hög temperatur ($>60^{\circ}\text{C}$) har ännu inga anläggningar byggts i Sverige. Däremot finns ett mindre antal pilotanläggningar utomlands (främst Hörsholm i Danmark, Mobile i Alabama och St Paul i Minnesota). Erfarenheterna från dessa är ännu begränsade, men redan nu finns belägg för att tekniken är tillämpbar.

Däremot har man brottats med flera problem, både ur anläggningsteknisk som driftsteknisk natur. På den anläggnings-tekniska sidan tycks borrnings-brunnstekniken vara en betydande stötesten (främst Hörsholm och S:t Paul) och på den driftstekniska sidan dominerar de vattenkemiska problem som uppstår vid stora temperatursvängningar på hög temperaturnivå (generellt).

På den teoretiska sidan har ett betydande utvecklingsarbete skett, främst vad avser termohydrauliska modellstudier. Förvånansvärd god samstämmighet mellan modellsimuleringar och verkliga utfall har dokumenterats bl a från försöken i Mobil och S:t Paul, dock efter verifieringar av ursprungsmodellerna. Rent modelltekniskt är det knappast möjligt att komma mycket längre. Däremot är det av vikt att de prövas på flera anläggningar så att ett underlag skapas för en förfinad parameterbehandling.

Även i Sverige har det teoretiska utvecklingsarbetet i hög grad koncentrerats till modellstudier, men också till övergripande systemfrågor. Vad som i stora stycken saknas är anläggningstekniska studier samt en teoretisering runt vattenbehandlingen i systemen, dvs det vattenkemiska problemområdet. Andra delämnena som fått ett styvmoderligt beaktande är detaljerade systemfrågor, styr- och reglertekniska aspekter samt vilka geologiska kriterier som bör ställas och hur dessa skall undersökas.

Mycket återstår således att belysa och utveckla, något som fordrar att ett antal praktiska försök med lite olika tillämpningar kommer till stånd.

1.2 Förutsättningar för akvifervärmelagring

Potentialen för akviferlagring vid hög temperatur är inte helt klarlagd. Sedd som en avnämningarfråga tycks behovet av högtemperaturlagring ha ökat under senare år. Orsakerna härtill är flera, men främst märks

- ett allt större utnyttjande av industriellt spillvärme för uppvärmning, där lagerfunktionen behövs för säsongsutjämning,
- ett starkt växande antal fastbränsleanläggningar med överkapacitet och med en låg rörlig kostnad för värmeproduktionen. Lagringskonceptet är vid dessa förutsättningar av intresse både för kort- och långtidsutjämning samt att
- framtidsplaner på utbyggnad av kraft-värmeanläggningar där en optimal värmekreditering gör lagring intressant både kort- och långtidsmässigt.

Potentialen sedd ur anläggningsteknisk synpunkt domineras av var i landet det finns geologiska förutsättningar. De kriterier som då gäller är bl a att

- akviferen ur hydraulisk synvinkel skall vara sluten, dvs vara överlagrad av "täta" lager,
- det tätande lagret ur termisk, hydraulisk och brunns-teknisk synvinkel bör vara minst 20-30 m, men helst mäktigare, samt att
- akviferen ur termohydraulisk synvinkel bör vara någorlunda homogent uppbyggd samt inte vara alltför permeabel.

Dessa kriterier stämmer bäst in på områden med sandstensformationer, men också dalgångar under högsta kustlinjen är av intresse (sand-/grusavlagringar täckta av lera). Mycket grovt beräknat finns ca 15 % av befolkningen inom sandstensområden och ytterligare ca 15 % i kustnära större dalgångar med tillgång på sand- och grusavlagringar överäckta av finkorniga sediment.

2. PROJEKTPLANEN I ÄNGELHOLM

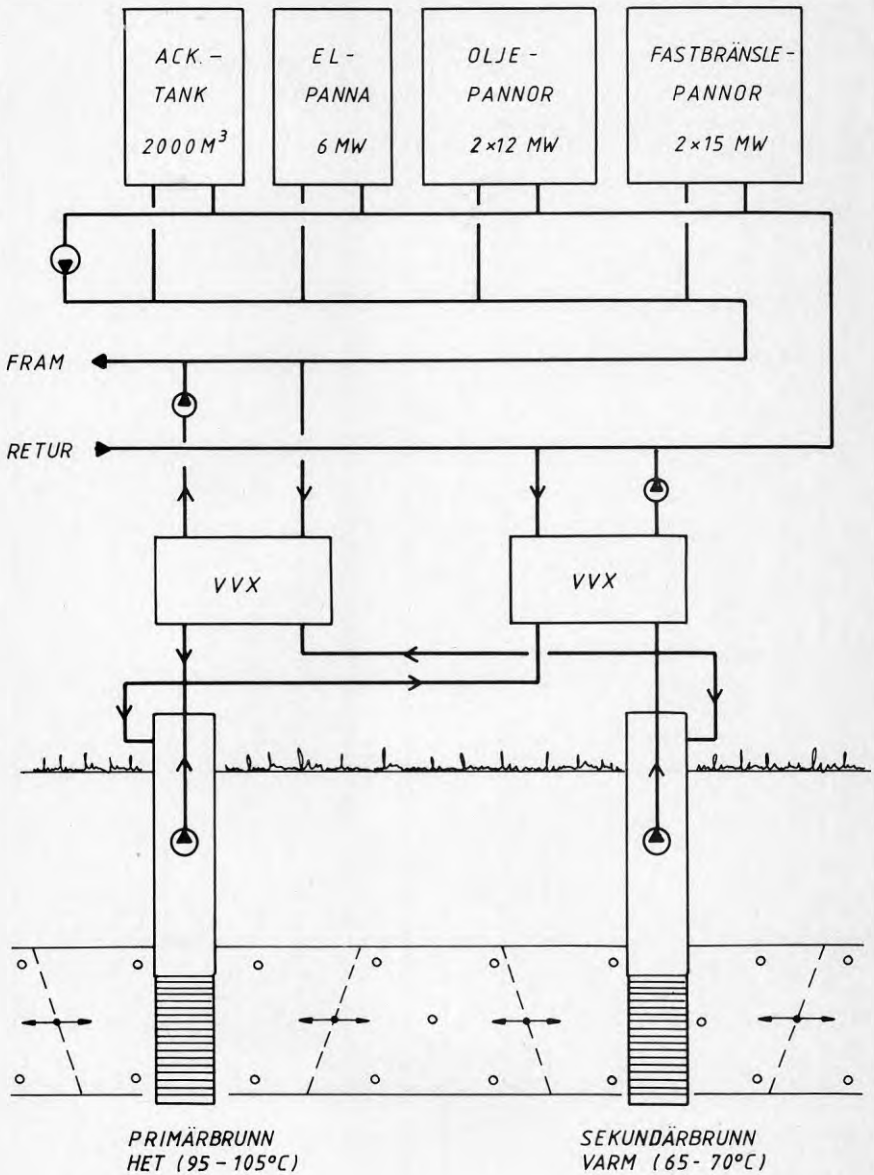
2.1 Idékonceptet

Mot bakgrunden av den allmänna bilden av akviferlagrings-
tekniken som skissats ovan är det av intresse att för
svenskt vidkommande bygga en försöksanläggning. Teoretiskt
betraktat tycktes Ängelholm vara en lämplig plats för en
sådan insats.

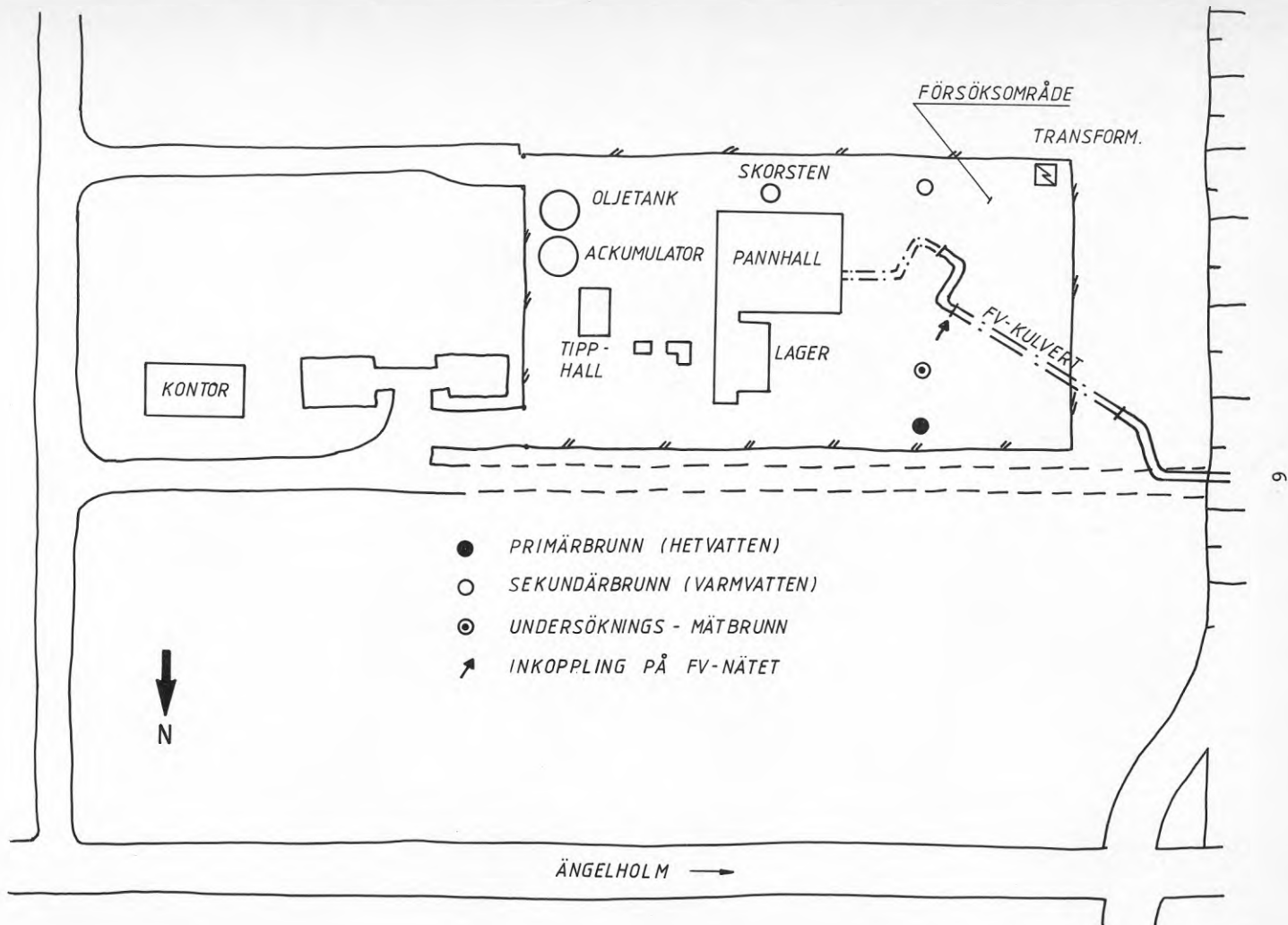
Tanken var att med resultaten från föreliggande förstudie
som underlag bygga ett lager i pilotskala (ca 6 MW) och
ansluta detta till befintligt FV-nät.

Lagringskonceptet som sådant framgår av figur 1. Konceptet
innebär i korthet att ett värmeöverskott från främst
fastbränslepannorna lagras in i akviferen via primärbrun-
nen. Värmeuttaget görs via värmeväxling direkt på FV-
nätets framledning och där vatten från sekundärbrunnen är
värmebärare. Då effektbehovet överstiger pannornas högsta
kapacitet vänds systemet och den lagrade värmen återvin-
nes. Denna urladdning görs som en förvärmning av FV-nätets
returledning och lyfter på så vis pannornas effektområde.
På så sätt reduceras behovet av oljeeldad spetsvärme.

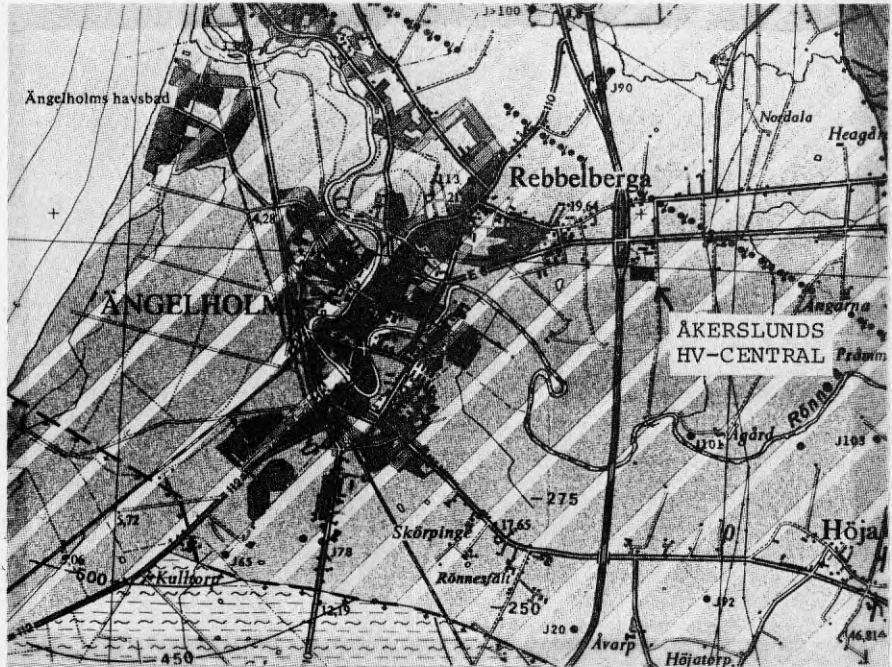
Lagret var tänkt placeras i direkt anslutning till het-
vattencentralen, se översigtskarta, figur 2, där utrymme
finns på energiverkets egen mark. Ur hydrogeologisk syn-
vinkel var platsen också väl vald eftersom en för akvifer-
lagring lämplig sandsten, se figur 3, förväntades uppträda
på ett djup runt 200 m. Denna sandstens förekomst var
tidigare känd genom äldre borrhningar i regionen. Däremot
var dess vattenförande egenskaper dåligt kända.



Figur 1 Lagringskonceptet satt i system i Ängelholms FV-nät. Princiellt framställt



Figur 2 Hetvattencentralen i Akerslund, brunnsplicering.
 Kartskiss i skala ca 1:3000



Under borrningens gång dokumenteras lagerföljd och egenskaper genom provtagning, borrsjunknings- och spoltrycksmätning, kapacitetstester på olika nivåer samt loggning.

- Den på grundval av dokumentationen definierade akviferen avskärmas med manschett(-er) och provpumpas på sedvanligt sätt under ca 3 veckor. Efter pumpstopp mäts återhämtningen under ca 1 vecka. Under pumpningen tas vattenprover för fullständig kemisk/fysikalisk analys, inklusive lösta gaser.
- Den geologiska informationen sammanställs med provpumpningsdata i en magasinsanalys, varvid akviferens hydrauliska egenskaper och randvillkor fastställs.
- Parallellt med borrning och provpumpning kartläggs FV-nätets exakta temperatur- och effektparametrar vid olika driftsfall i den tänkta anslutningspunkten och för lagerfunktionen dimensionerande flödes-, energi- och effektförutsättningar definieras.
- Erhållna värden används i en termohydraulisk modellstudie i vilken lagerfunktionen simuleras vid olika driftsfall.
- Försöksanläggningen dimensioneras och beskrivs vad avser system och systemkomponentsmässigt.
- Miljö- och tillståndsfrågor belyses och anmälan görs till länsstyrelsen.
- Slutligen görs en ekonomisk analys bestående av investeringskalkyl för fullt färdig försöksanläggning samt en driftsekonomisk studie.

3. RESULTAT AV FÖRSTUDIEN

3.1 Undersökningsborrningen

Borrningen utfördes under mars 1986 med Malmbergs i Yngsjö som entreprenör och enligt metoden rotationsborrning med direktspolning.

Som spolmedel användes vatten med tillsats av en gelände och viskositetsförhöjande substans (Flocgel).

Genom övre jordlager ned till ca 32 gjordes borrningen i dimensionen \varnothing 250 mm, varefter sattes foderrör \varnothing 219 mm.

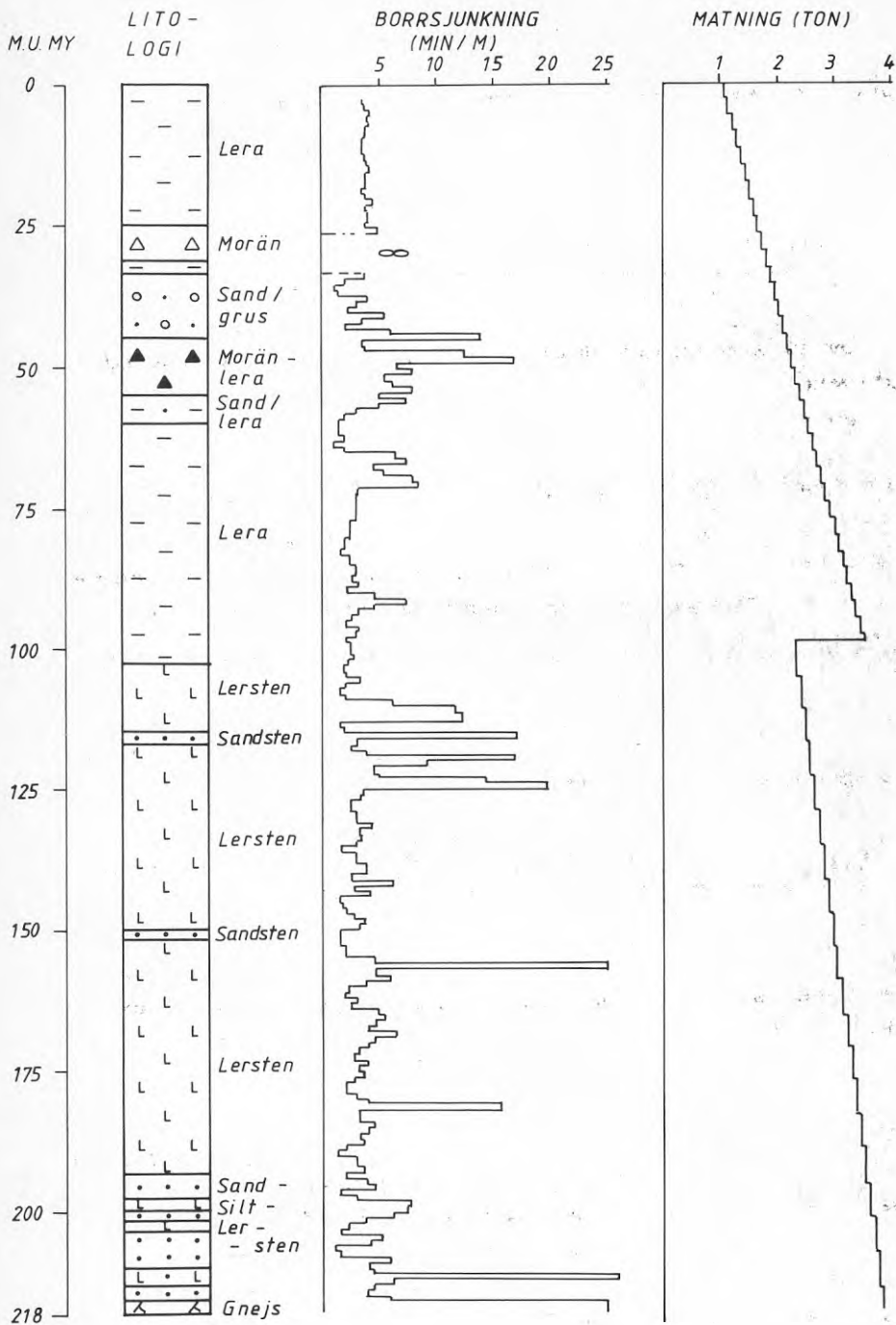
Nivån 32-106 m borrades i dimensionen \varnothing 200 mm och infodrades med \varnothing 168 mm foderrör. Den fortsatta bergborrningen gjordes med \varnothing 143 mm borrhkrona ned till det slutliga djupet 218 m.

Under borrningen togs prover på borrhkax var meter samt mättes borrsjunkning i relation till tryck på borrhkrona. Det sistnämnda för att nivåbestämma jord- och bergartsgränser bättre än med enbart provtagning samt för att få grepp om konsolideringsgrad m m.

Vidare mättes spolförlusten (skillnad mellan nedpumpad och returnerad spolvätska) detta för att få uppgifter om jord- och berglagrens permeabilitet, sprickighet m m.

Med undantag av att jordlagren var ca 25 m mäktigare än beräknat var lagerföljden ungefärligen som kalkylerat. Således påträffades sandstensformationen på nivån ca 190 m med en mäktighet av ca 25 m.

Provtagning och borrsjunkning visade att sandstensformationen dels var växellagrad med ler/siltsten, dels hade en hög konsolideringsgrad. Endast tunnare avsnitt bestod av grövre, lösare lagrad sand, se figur 4.



Figur 4 Resultat av undersökningsborrningen

Vid passagen genom sandstensformationen erhöjls bara obetydliga spolförluster.

Den sammantagna dokumentationen indikerade att sandstensformationen har en begränsad vattenföring.

Till följd av svällande leror på nivån 116 m (se vidare nedan) gjordes en uppborrning av hålet i ett senare skede (oktober -86). Vid detta tillfälle användes kaliumsalt som tillsatsmedel i spolningen, med tanke att stabilisera leran. Detta gav emellertid endast en kortvarig effekt. Efter ett par dygn hade leran ånyo pluggat hålet.

Ytterligare ett försök att stabilisera leran gjordes i mars -87, nu som ett försök med rensblåsning och påförsel av ett starkt koncentrat kaliumsalt. Inte heller detta försök lyckades annat än kortvarigt.

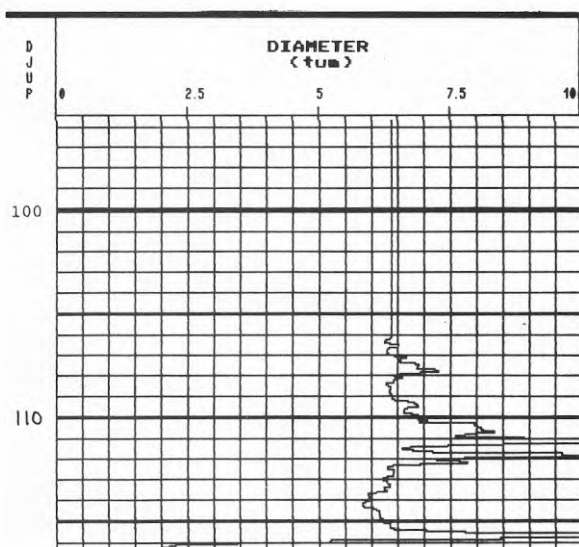
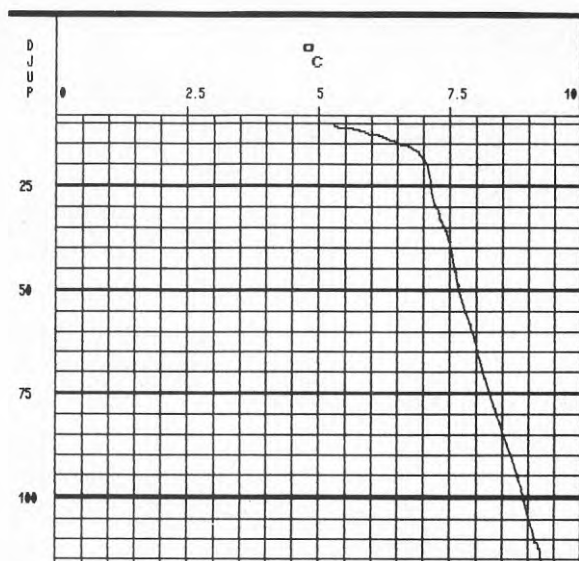
3.2 Loggning

Ca 14 dagar efter det att borrningen avslutats gjordes försök att logga hålet.

Redan första sonden fastnade på den svällande leran, se ovan. Loggningsprogrammet fick därmed avbrytas med en caliper- och en temperaturlogg ned till 116 m som enda resultat.

Temperaturloggen visar en stadig geotermisk gradient runt $2,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, se figur 5.

Caliperloggen, samma figur, indikerar att till viss del svällande lera uppträder redan på 114 m men att hålpluggning förorsakats av lera med övre nivå 116 m. Loggen visar också hur lösare sandsten på nivån 110-112 m kaviterat under borrningen.



Figur 5 Temperatur- och caliperloggar visande den geotermiska gradienten respektive hålets geometri under foderröret

3.3 Provpumpningen

På grund av hålpluggningen, konstaterad vid loggningsförsöket, fick provpumpningen anstå till dess att första uppborrningen gjorts (okt -86).

En dränkbar pump sattes således två dygn efter uppborrningen. Redan då hade emellertid leran ånyo delvis täppt till hålet, varför hålet snabbt tömdes till insugningsnivå (32 m). Med surplande pump på denna nivå, ficks ett flöde av ca 20 l/min. Detta återspeglade flödet genom lerproppens kanaler och kunde därför inte användas för utvärdering av sandstenens hydrauliska egenskaper. Av denna anledning avbröts försöket efter ett dygn.

Ytterligare ett pumpningsförsök utfördes i mars -87 efter rensblåsning och lerstabilisering av hålet, nu ett dygn efter åtgärden. Mönstret upprepades dock, denna gång som en kontinuerlig minskning av flödet från 50 till 15 l/min efter 2 dygns pumpning. Inte heller dessa resultat har gått att utvärdera.

3.4 Vattenkemi

Vid sista pumpningen togs ett vattenprov för kemisk analys efter ca 4 timmars pumpning.

Analysen, figur 6, visar på ett vatten som har en reduktiv karaktär, bl a med tydlig lukt av svavelväte och kvävet i form av ammonium.

Färg/med syra	mg/l Pt	10/10
Grumlighet/med syra	FTU	28/19
Lukt, styrka		tydlig
Lukt, art		kemikal
Bottensats		tämlsto
pH		7.6
Konduktivitet	mS/m	140
Permanganattal	mg/l	14
Ammonium	mg/l	0.88
Nitrit	mg/l	<0.01
Nitrat	mg/l	<0.10
Fosfat	mg/l	0.05
Järn, tot	mg/l	2.2
Mangan	mg/l	0.10
Sulfat	mg/l	10
Bikarbonat	mg/l	310
Klorid	mg/l	210
Fluorid	mg/l	<0.50
Kalcium	mg/l	57
Magnesium	mg/l	12
Totalhårdhet/dH	o dH	10.8
Kolsyra, marmoragg/ber	mg/l	<1.0
Kiselsyra	mg/l	9.2
Kalium	mg/l	21
Natrium	mg/l	160
Järn/filtrerat	mg/l	<0.05

Figur 6 Resultat av kemisk-fysikalisk vattenanalys

pH-värdet är trots den reduktiva beskaffenheten relativt högt, vilket orsakas av buffring med främst kalcium.

Järn- och manganhalterna är acceptabla ur teknisk synvinkel, liksom kloridhalten. Någon aggressiv kolsyra förekommer ej.

Den totala salthalten uppgår till ca 800 mg/l (0,8 o/oo), vilket är betydligt lägre än förväntat.

Ur lagringssynpunkt torde i första hand risk finnas för utfällning av karbonater i brunnar och andra systemkomponenter. Detta eftersom lösligheten av kalk minskar med ökad temperatur. För att förebygga denna typ av utfällningar kan bl a kolsyra tillsättas vattnet i samband med uppvärmningen.

Risk finns också för oxidation av metalljoner, främst järn. Detta förebyggs närmst genom att hantera vattnet slutet och under tryck så att luftsyre inte får tillträde.

Viss risk för korrosion föreligger, bl a på grund av svavelvätet, men torde kunna förebyggas genom lämpligt materialval.

Sammanfattningsvis skulle vattnet, med viss förebyggande behandlingsteknik, kunna fungera i det planerade systemet utan några större förutsägbara korrosions- eller utfällningsproblem.

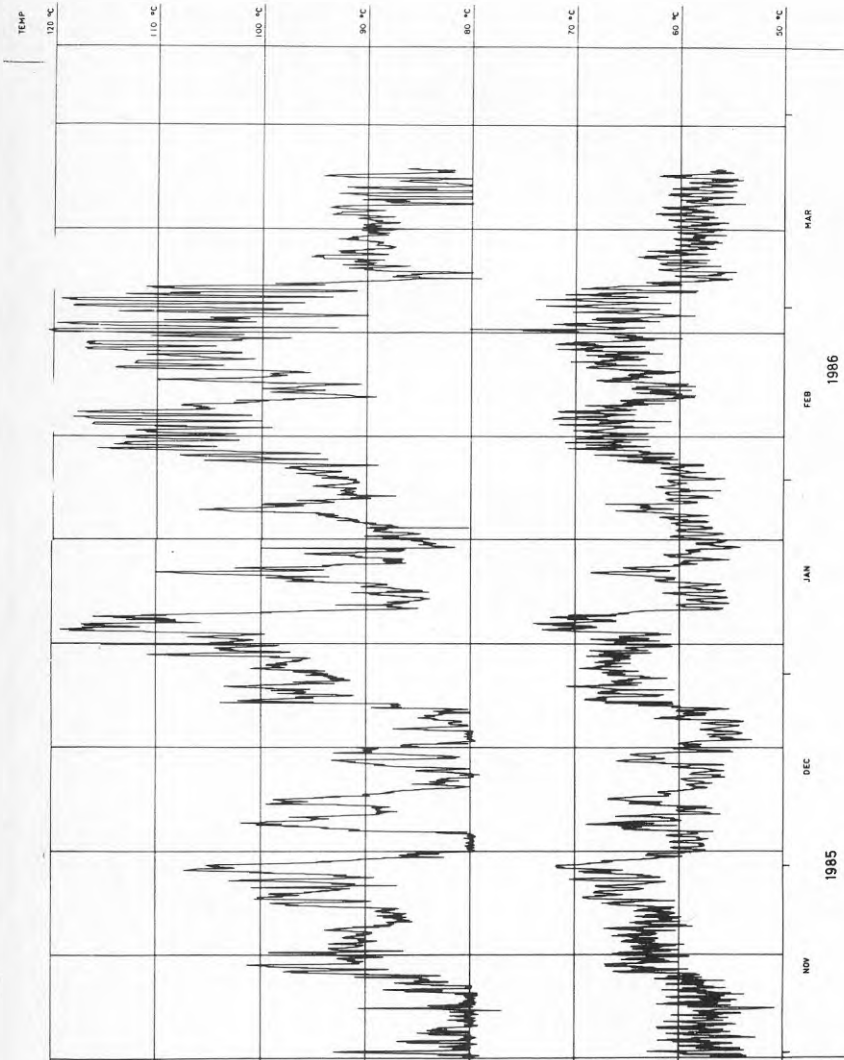
3.5 Lagerdimensionering

I förstudien har också ingått att dimensionera akviferlagrets storlek samt att upprätta en lämplig driftstrategi.

Som underlag till denna studie har FV-nätets effektbehov som funktion av tid analyserats för vinterhalvåret 1985-86.

Effektbehovet är beräknat som kvoten differensen mellan fram- och returtemperaturerna och flödet i FV-nätet.

Fram- och returtemperaturen under mätperioden framgår av figur 7. Dessa mätvärden visar på att inlagringstemperaturen för ett tänkt lager kommer att pendla runt 100°C, vilket ungefärligen motsvarar fastbränslepannornas max-effektområde.



Figur 7 Fram- och returtemperaturerna i FV-nätet
perioden november-mars 1985-1986

Returtemperaturen vid höga effektbehov, dvs tidsperioder då lagret skulle urladdas, ligger runt 70°C .

Om hänsyn tas till energiförlusterna i lagret, vilka bl a gör att temperaturen sjunker något, torde en förvärmning av returvattnet med ca 20°C vara möjligt.

Lagrets arbetstemperatur skulle mot denna bakgrund kunna beskrivas med följande genomsnittstemperaturer

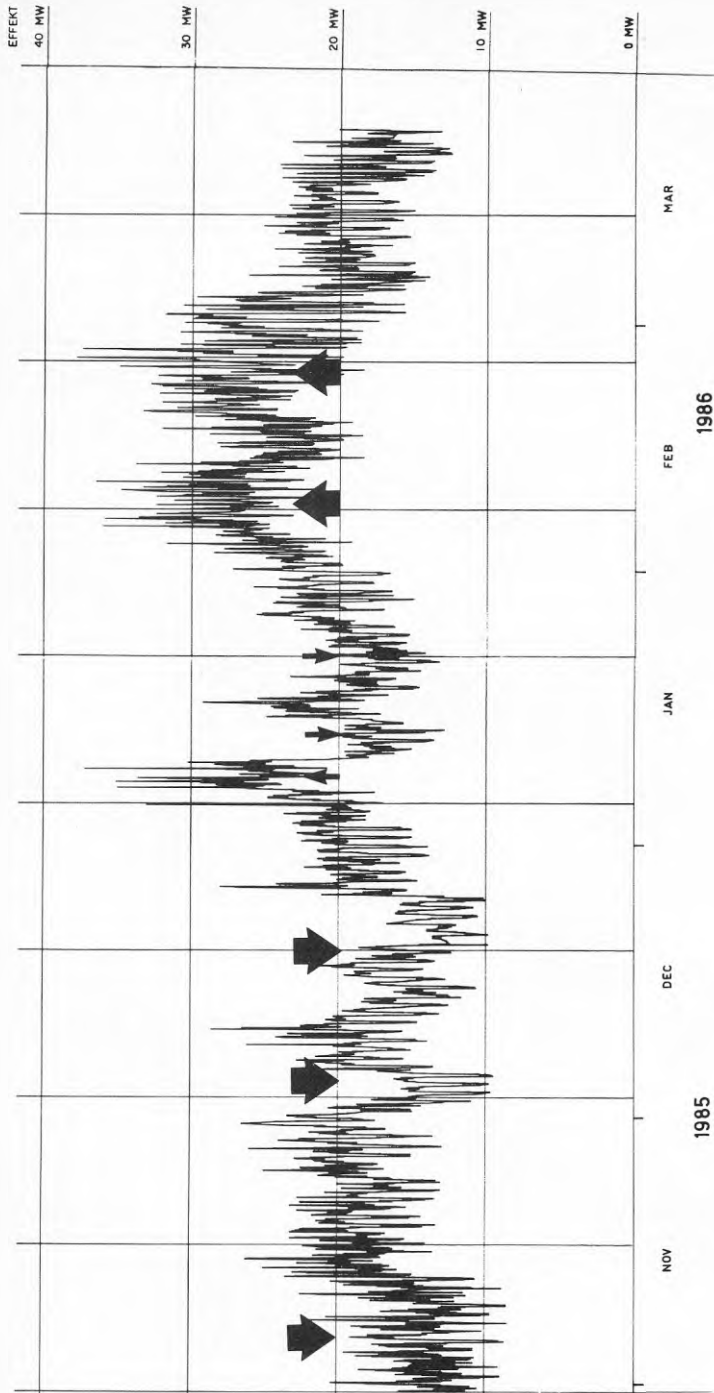
- inlagringstemp 100°C
- urladdningstemp 90°C
- returtemp vid urladdning 70°C

Dessa värden gäller vid mellantidslagring under vinterhalvåret, där lagringstiden högst uppgår till ett par månader.

Arbetstemperaturen blir på ovanstående grunder $70-100^{\circ}\text{C}$ och verkningsgraden 65-70 %.

För att dimensionera lagrets effekt- och energistorlek har FV-nätets effektkurva använts, se figur 8. Denna återspeglar förhållandet 1985-86, då nätet ännu inte var fullt utbyggt. Läggs ca 10 MW till figurens effekttangivelse fås det fullt utbyggda förhållandet. Effektdiagrammet visar då att fastbränslepannorna (30 MW) klarar lasten ungefär hälften av tiden (linjen för 20 MW i diagrammet) och att spetsbehovet ligger runt 10 MW. Kapas de kraftigaste och samtidigt kortaste spetsarna fås en optimal effekttorlek i intervallet 5-7 MW.

För mellanlång lagringstid och med diagrammet som exempel skulle inlagring kunna ske under november, delar av december och smärre bitar av januari (pilarna). Motbalanserad urladdning skulle då främst ske under februari men kortvarigt också i januari.



Figur 8 FV-nätets uppmätta effektbehov perioden nov-
mars 1985-86. Pilarna anger tidsavsnitt med
inlagring (nedåtriktad) respektive återhämt-
ning (uppåtriktad)

Beräkningsmässigt skulle under perioden november-mars ca 7000 MWh lagras in och ungefär 5000 MWh återhämtas. Resten, ca 2000 MWh utgör lagringsförluster. Denna kalkyl förutsätter en max inlagringseffekt av 6 MW vid flödet $170 \text{ m}^3/\text{h}$ och en max uttagbar effekt av 5,5 MW vid flödet $230 \text{ m}^3/\text{h}$.

Vad som ovan sagts gäller en mellanlång cyklicitet, men lagret kan superponerat även fungera som korttidslager, då med natt/dag eller vardag-/helgutjämning.

Med samma utgångspunkter som ovan och med januari månad 1986 som exempel är korttidslagringen illustrerad i figur 9. Varje ruta är här fyra dygn och i denna upplösning framträder dag-natt tydligt. Däremot framträder inte helgerna lika markant (streckmarkering under kurvan).

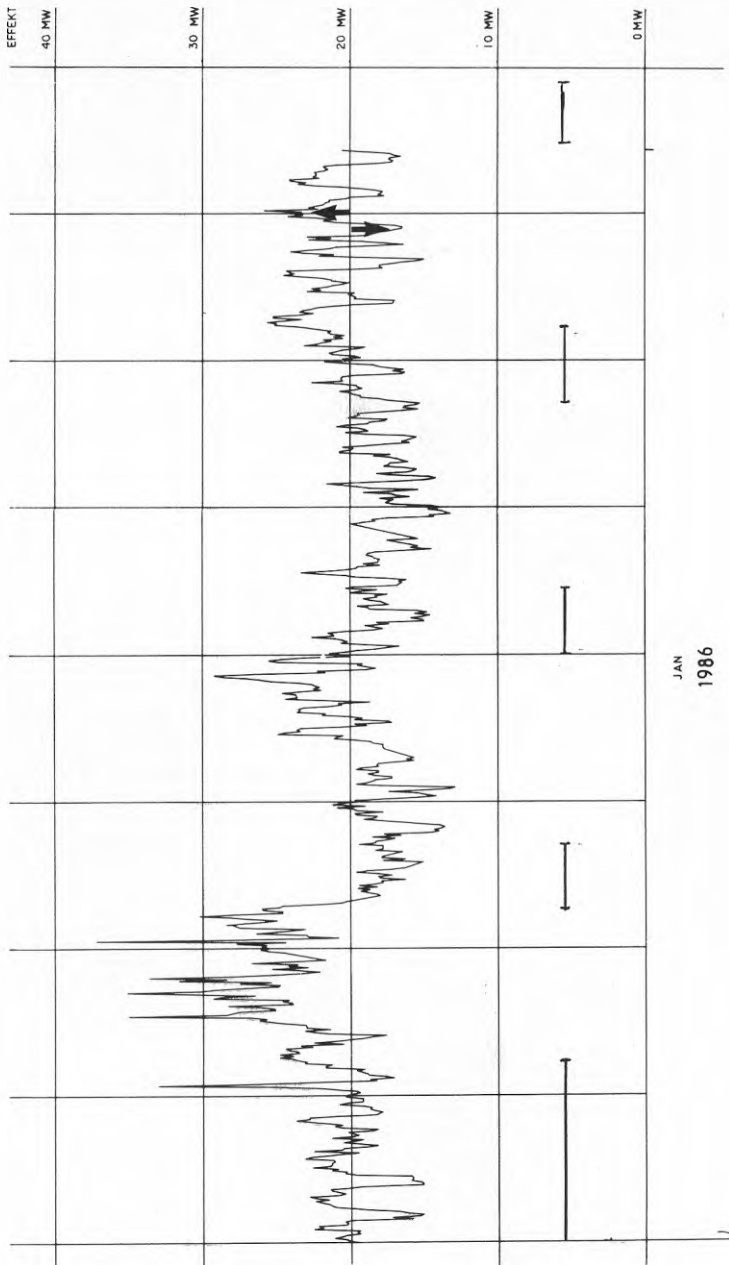
Inledningen och slutet av månaden är tidsperioder som mycket väl skulle lämpa sig för lagrets korttidsfunktion, se pilarna.

Överslagsmässigt har för perioden november-mars beräknats att ca 3500 MWh skulle kunna lagras in och ca 3200 MWh återhämtas som en ren dygnsutjämning och under perioder då FV-nätets effektbehov pendlar runt 30 MW.

Vid sådana tillfällen körs dock lagret med reducerad effekt, i genomsnitt 3,5 MW såväl vid lagring som uttag.

Vid extrem korttidslagring ökar verkningsgraden till drygt 90 % beroende på den korta lagringstiden.

En mer fördjupad studie över lagringsförutsättningarna med hjälp av sk signalanalys (BFR R90:1986) har sedermera gjorts i BFR-projekt 860753-7, "Signalanalys för dimensionering av lager i energisystem. Fallstudie i Ängelholm".



Figur 9 Effektkurvan för januari 1986 visande dygnsvariationen invävd i större svängningar orsakat av utetemperatur. Pilarna exemplifierar dygnsutjämnande korttidslagring

3.6 Juridik och miljö

Några analyser av frågeställningar av juridisk eller miljömässig art har inte gjorts i förstudien.

Rent allmänt kan dock sägas att ett värmelager i angiven storleksklass är skyldig anmälas till länsstyrelsen och att prövning enligt vattenlagen krävs.

Likaledes krävs byggnadslov. I samband härmed sker också en prövning enligt miljöskyddslagstiftningen (samrådsärenden).

3.7 Ekonomi

Bortsett från investering och därtill hörande kapitalkostnad har en enkel lönsamhetsanalys gjorts.

Det har härvid förutsatts att lagret fungerar som både ett korttidslager (dygnsutjämning) och ett mellantidslager (effektutjämning vinterhalvår).

Under ett klimatiskt normalår skulle följande energimängder omsättas i lagret

- inlagring	13 000 MWh
- nyttiggjord urladdning	10 000 MWh
- förluster	3 000 MWh

Kalkylen förutsätter vidare att inlagrad energi betingar ett värde av 140 kr/MWh (rörlig kostnad fastbränslepannor) och den energi som ersättes av lagrad värme 290 kr/MWh (rörlig kostnad oljespets).

Med dessa ingångsvärden blir bruttovinsten:

	Energi (GWh)	Värde (KKR)
Inlagrad värme	13	1 820
Nyttiggjord värme	10	2 900
Bruttovinst		1 080

Från bruttovinsten dras merkostnad för hjälpkraft (3 % av nyttiggjord värme i form av el), vilket med elpriset 350 kr/MWh blir ca 100 000 kronor.

Vidare dras från bruttovinsten merkostnad för skötsel och underhåll, vilket kalkylmässigt uppgår till 130 000 kr/år.

Som nettovinst blir då kvar 850 000 kronor. Kalkylmässigt torde med denna vinst ett investeringstak ligga på 6 à 7 milj kronor (7-8 års pay-off).

I föreliggande fall har investeringen grovt beräknats ligga runt 5 milj kronor med 3 brunnspår. I denna kostnad ingår förutom systemkomponenterna, också den första lageruppladdningen, den s k insvängningen.

4. SAMMANFATTANDE KOMMENTARER

Förstudien har visat att flertalet kriterier för ett lagringssystem, knutet till Ängelholms FV-nät, är uppfyll-
da. Dock saknas en väsentlig förutsättning, nämligen en
lämplig akvifer.

Även om den sandstensakvifer som var avsedd utgöra lagret
aldrig blev fullständigt dokumenterad, vad avser hydrau-
liska egenskaper, tyder det mesta på att dess permeabili-
tet är starkt begränsad. En anläggning skulle därför kräva
ett alltför stort antal brunnar för att bli ekonomiskt
lönsam. Det finns mot denna bakgrund ingen större anled-
ning att fullfölja projektplanen i nuvarande form.

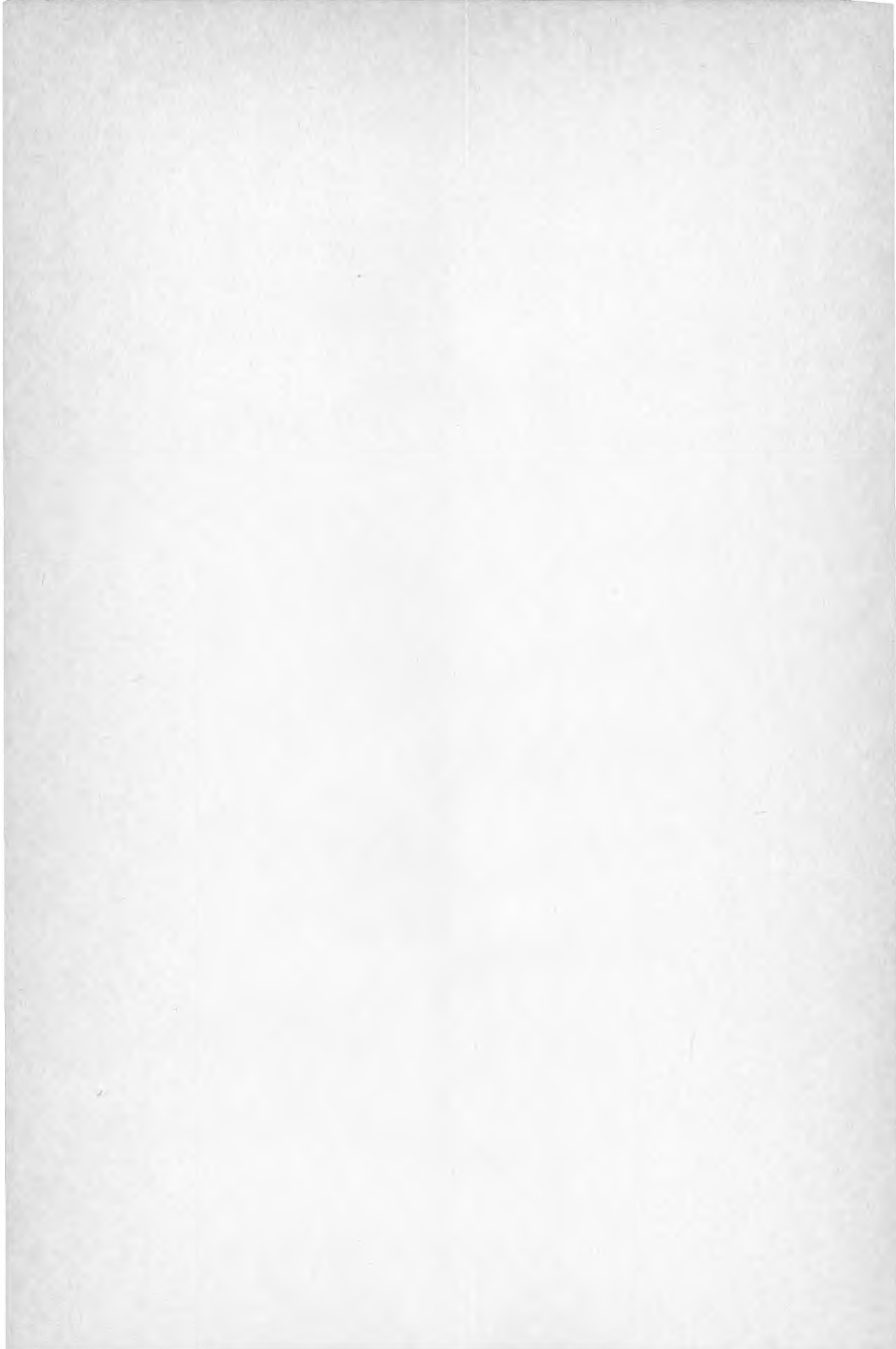
Klart står emellertid att ett lager placerat på någon
annan lämplig plats fortfarande måste anses gångbart.
Härför talar såväl den systemmässiga analysen, som de
besparingseffekter som kan nås. Det finns heller inget som
direkt talar mot att lagringssystemet kan byggas varstans
längs FV-nätets huvudledningar och relativt enkelt anslu-
tas till fram- och returledningarna.

En fortsatt projektutveckling skulle emellertid kräva en
ny förstudie med lokaliseringsfrågor och undersökningsborr-
ning(-ar) som centrala utredningspunkter.

REFERENSER

Simonsson, B, et al (1986): "Signalanalys för dimensione-
ring av värmelager", BFR, R90:1986

Larsson, P-O (1988): "Signalanalys för dimensionering av
lager i energisystem. Fallstudie i Ängelholm", BFR, proj
nr 860753-7 (koncept)





Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 851005-3
från Statens råd för byggnadsforskning till VIAK AB,
Malmö.

R43: 1988

ISBN 91-540-4881-8

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6708043

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm

Cirka pris: 30 kr exkl moms