



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

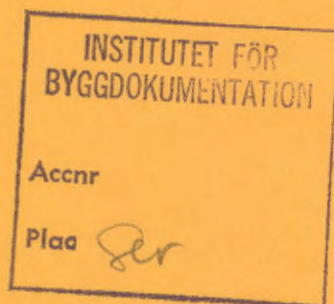
R92:1986

Energilagring i lera

Ny metod för installation av
värmeväxlarrör

Lars Engvall

K



Byggforskningsrådet

R92:1986

ENERGILAGRING I LERA

Ny metod för installation av värmeväxlarrör

Lars Engvall

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830389-7
från Statens råd för byggnadsforskning till VIAK AB,
Vällingby.

REFERAT

En metod att lagra energi utnyttjar lera, varvid lagring sker genom variation av temperaturen i en lervolym. Temperaturvariationen åstadkommes härvid med hjälp av ett system av vertikala värmeväxlarrör i jorden. I rören cirkuleras en varm eller kall vätska, vilken åstadkommer uppvärmning resp avkylning av lervolymen.

I detta projekt redovisas ett test av en ny metod för installation av värmeväxlarrören. Metoden innebär användning av en relativt lätt utrustning med vilken slangarna pressas ned i jorden. Utrustningen som använts är den typ av hydraulisk borrhög som normalt utnyttjas vid geotekniska undersökningar.

Arbetet har omfattat:

- Utveckling av erforderliga verktyg
- Bestämning av erforderlig tryckkraft och möjligt neddrivningsdjup i lera med varierande fasthet
- Test av kapacitet

Försöken visar att metoden är fördelaktig där jorden består av lös lera med en skjuvhållfasthet av max ca 20 kPa. Max neddrivningsdjup är ca 20 m. Vid fastare jord eller större neddrivningsdjup erfordras förankring av borrhögen, vilket medför att kapaciteten troligen blir för låg för att metoden skall vara gångbar.

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

R92:1986

ISBN 91-540-4646-7
Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Liber Tryck AB Stockholm 1986

INNEHÅLL		Sid
1	SAMMANFATTNING	3
2	BAKGRUND	4
3	NEDDRIVNING. METOD OCH UTRUSTNING	7
3.1	Neddrivningsmetod	7
3.2	Värmeväxlarrör	7
3.3	Neddrivningsverktyg	8
3.4	Borrigg	9
4	FÖRSÖKSRESULTAT	10
4.1	Neddrivningsdjup och erforderlig kraft	10
4.11	Test i Kista	10
4.12	Test i Upplands-Väsby	11
4.13	Test i Uppsala	12
4.2	Neddrivningskapacitet	14
5	KOSTNADER OCH EKONOMI	14
6	METODENS ANVÄNDBARHET	15
7	MÖJLIGA FÖRBÄTTRINGAR. UTÖKNING AV ANVÄNDNINGSSOMRÅDET	16

1 SAMMANFATTNING

En metod att lagra energi utnyttjar lera, varvid lagring sker genom variation av temperaturen i en lervolym. Temperaturvariationen åstadkommes härvid med hjälp av ett system av vertikala värmeväxlarrör i jorden. I rören cirkuleras en varm eller kall vätska, vilken åstadkommer uppvärmning respektive avkylning av lervolymer.

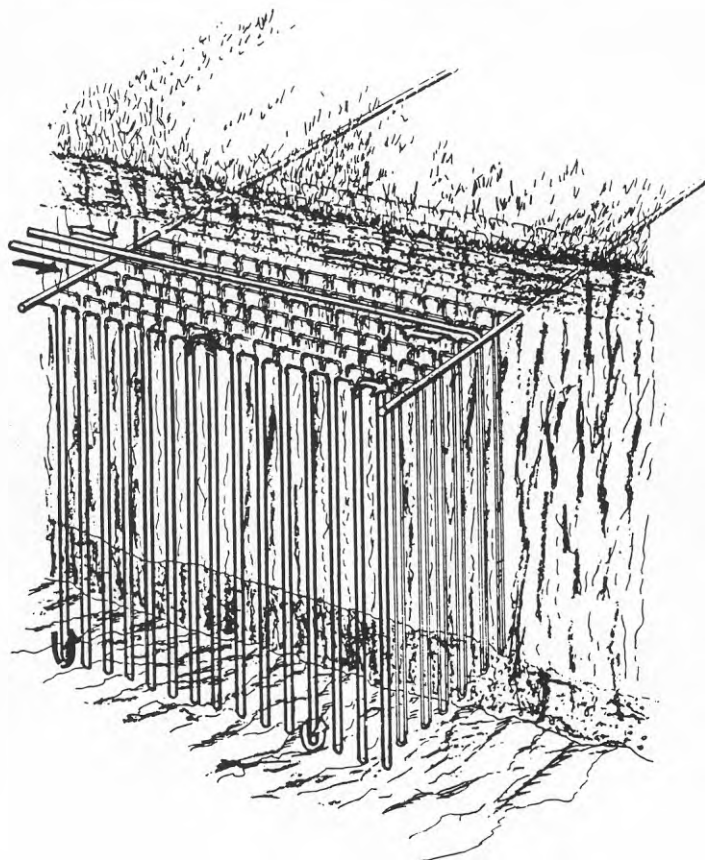
I detta projekt redovisas ett test av en ny metod för installation av värmeväxlarrören. Metoden innebär användning av en relativt lätt utrustning med vilken slangarna pressas ned i jorden. Utrustningen som använts är den typ av hydraulisk borrhög som normalt utnyttjas vid geotekniska undersökningar.

Arbetet har omfattat:

- Utveckling av erforderliga verktyg
- Bestämning av erforderlig tryckkraft och möjligt neddrivningsdjup i lera med varierande fasthet
- Test av kapacitet.

Försöken visar att metoden är fördelaktig där jorden består av lös lera med en skjuvhållfasthet av max ca 20 kPa. Max neddrivningsdjup är ca 20 m. Vid fastare jord eller större neddrivningsdjup erfordras förankring av borrhögen, vilket medför att kapaciteten troligen blir för låg för att metoden skall vara gångbar.

Många olika metoder att lagra värme har provats, men det har visat sig vara svårt att erhålla tillräcklig lönsamhet. En av de ekonomiskt mest intressanta lagringsmetoderna är dock värmelagring i en naturlig lerförekomst. Principen är härvid att en lervolym värms upp eller kyls ned med hjälp av ett system vertikala värmeväxlarrör i vilka cirkuleras en varm respektive kall vätska. Rörsystemet utgörs av ett stort antal U-rör, som stuckits ned i jorden och sedan förbundits med varandra. Se figur 2.1.



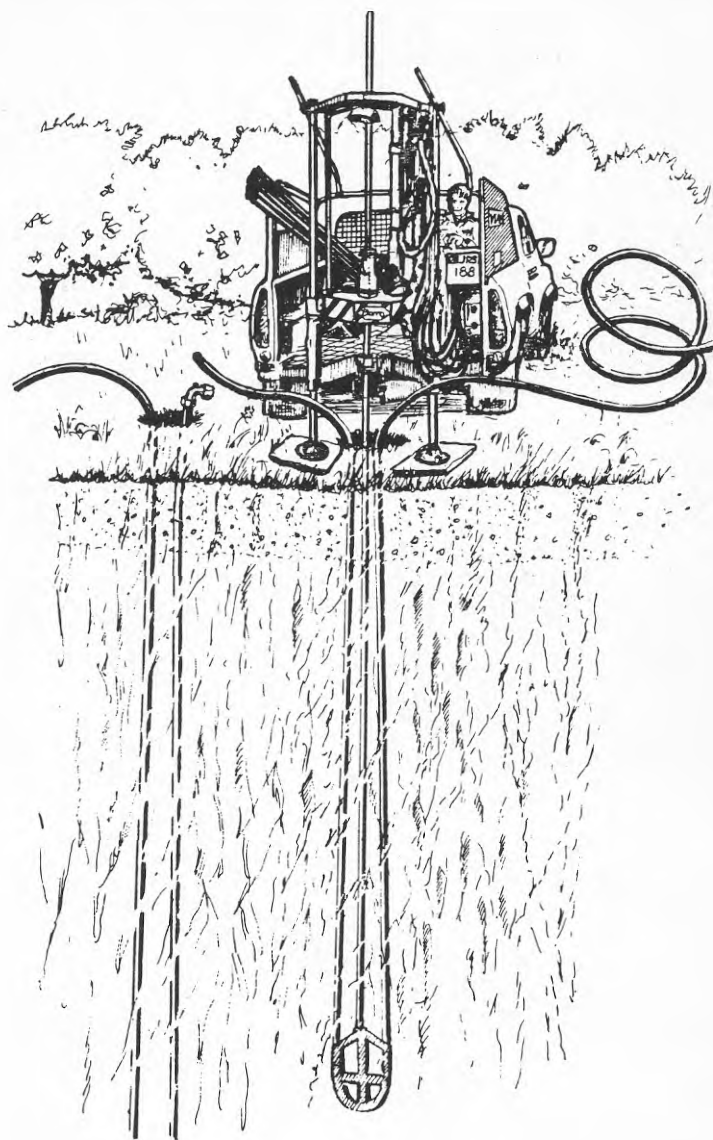
Figur 2.1

Princip för energilagring i lera med ett system vertikala värmeväxlarrör.

Ett av de första lerlagerprojekten är det s k SUNCLAY-projektet i Kungsbacka (Ref 1), där ett 35 m djupt lerlager utnyttjats. Installationen av värmeväxlarrör har här utförts med hjälp av pålkran och en speciellt för detta ändamål utvecklade påle. Samma installationsteknik har använts i några andra projekt, även de med relativt djupa lerlager. Eftersom härvid en relativt tung installationsutrustning med höga kostnader har använts, är stora lerdjup en förutsättning för att få en rimlig lagerkostnad.

Det är dock angeläget att kunna utföra värmelagring i lera även vid en mer begränsad lermäktighet. Härvid bör en mindre installationsutrustning kunna användas, vilket bör vara ekonomiskt fördelaktigt. Med en mindre och lättare installationsutrustning minskar även kraven på markytans bärighet, vilket är kostnadsbesparande. Vidare erhålles troligen en mindre störning av leran och en mindre påverkan på omgivningen med hänsyn till skakningar, buller o s v.

Med anledning härav har genomförts en test av en ny installationsteknik, som bygger på utnyttjande av den typ av borrhög som allmänt används i Sverige vid utförande av geotekniska undersökningar. Se figur 2.2. Projektet har omfattat framtagna av lämpliga verktyg, test av möjligt neddrivningsdjup och praktiskt möjlig kapacitet.



Figur 2.2

Neddrivning av värmväxlarrör med geoteknisk borrhög, monterad på fyrhjulsdreven lastbil.

3 NEDDRIVNING. METOD OCH UTRUSTNING

3.1 Neddrivningsmetod

Metoden innebär att slangarna installeras i jorden genom att pressas ned - utan slag. Genom att undvika slag blir påkänningen på slangen mindre. Vid försöken var slangarna luftfyllda under nedpressningen och inga skador erhöles på slangarna. De nedpressade slangarna testades genom provtryckning. I vissa fall drogs även slangarna upp igen efter installationen och besiktigades. Vid nedpressning i kombination med slag erhålls troligen något större neddrivningsdjup men också större påkänningar på slangen. Detta senare bör kunna motverkas genom att ha slangen vattenfylld vid neddrivningen.

3.2 Värmeväxlarrör

Försöken har utförts med värmeväxlarrör av polyetenslang med en utvändig diameter av 32 mm. Slangen är av typ PEM med en tryckklass av 10 kp/cm². Med ledning av resultaten bedöms metodens användbarhet vara väsentligt mindre vid en grövre slang, eftersom då neddrivningsmotståndet kan väntas öka avsevärt. Vid en mindre slangdimension ökar metodens användbarhet, d v s maximalt neddrivningsdjup och kapacitet.

Vid försöken har använts slang av tryckklass 10 kp/cm², eftersom det är enda standard numera. Tidigare fanns även tryckklass 6 kp/cm² som standard, vilket innebär klenare godstjocklek och lägre pris. Med ledning av resultaten bedöms även tryckklass 6 kp/cm² kunna användas vid denna neddrivningsmetod vilket skulle innebära en sänkning av kostnaderna för slangarna och troligen även en viss höjning av kapaciteten. Vidare erhålls ett mindre värmeövergångsmotstånd mellan värmebäraren och jorden. Det går enligt uppgift från tillverkarna fortfarande att specialtillverka tryckklass 6 kp/cm² när det gäller den relativt stora totala slanglängd som blir aktuell för ett energilager.

Slangarna har drivits ned som U-rör med ca 30 cm:s avstånd mellan skänklarna. Slangen kapades till i lagom längd för ett "U" innan neddrivningen, vilket innebär att en skarv erfordras mellan varje "U". Skarvningen kan utföras antingen genom svetsning med hjälp av ett specialverktyg eller alternativt med en standardkoppling av metall. Kopplingarna kan vara raka eller vinklade 90°. Vid försöket användes standardkopplingar, varvid vinklade kopplingar visade sig vara bäst eftersom härvid inte krävde så kraftig böjning av polyetenslangen. Med vinklade kopplingar erhålls ett större strömningsmotstånd för den cirkulerande vätskan men detta bedöms sakna betydelse.

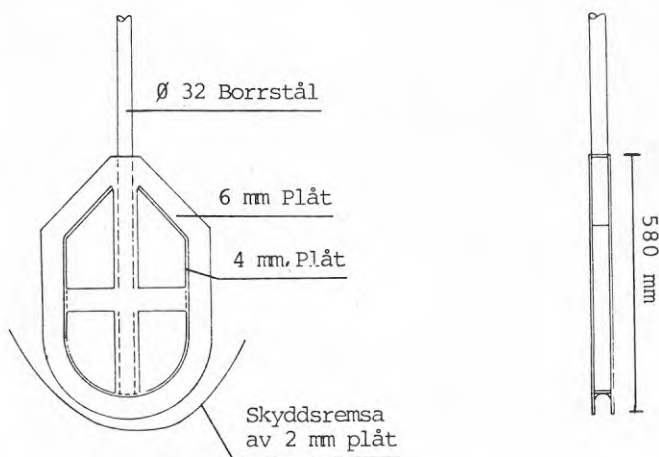
Det kan inte uteslutas att luftbubblor bildas i systemet varvid luftfickor skulle uppstå i höjdpunkterna d v s vid skarvarna mellan U-rören. Detta skulle

utgöra hinder för vätske-cirkulationen. Med metallkopplingar är det enkelt och relativt billigt att anordna en luftningsmöjlighet vid varje höjdpunkt om så skulle visa sig erforderligt. Enligt uppgift har dock luftproblem ej erhållits i Sunclayprojektet.

3.3 Neddrivningsverktyg

För ändamålet erfordras ett verktyg med vilket slangen kan stickas ned. Vid försöken har två olika verktyg använts - en första prototyp som tillverkats på VIAK och en utveckling av denna som tillverkats av Borros AB. Se figur 3.1. Båda bygger på principen att slangen under nedpressningen ligger i en halv-cirkelformad skåra med en bredd som är obetydligt större än slangdiametern. Härigenom förhindras att slangen plattas till under nedtryckningen. Båda verktygen är gjorda för avståndet 30 cm mellan skänklarna i U-röret. Verktyget dras upp när önskat neddrivningsdjup nåtts, varvid slangen stannar kvar i jorden.

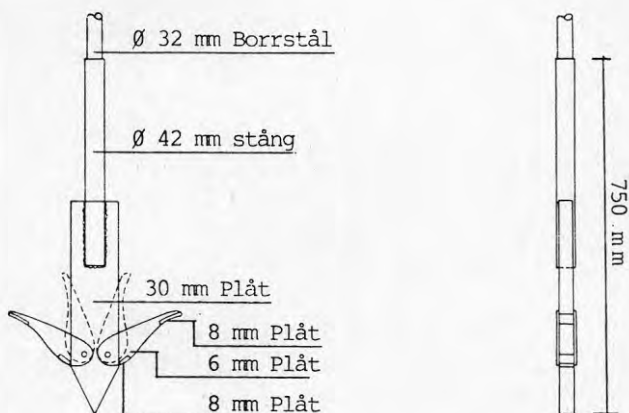
Med hänsyn till risken att slangen under neddrivningen skulle kunna skadas av sten i jorden tillkåpades även skyddsremsa av 2 mm:s plåt som kunde läggas som skydd i skåran i neddrivningsverktyget. Skyddsplåten lämnas kvar i jorden. Vid försöken provades skyddsplåten vid något enstaka försök men befanns ej erforderlig varför försöken i övrigt genomfördes utan skyddsplåt.



Figur 3.1 Neddrivningsverktyg.

På försöksplatserna - liksom inom de flesta lerområden - finns ett fastare ytlager-torrskorpa. För att kunna penetrera denna vid neddrivningen erfordrades

en föregående håltagning, vilken utfördes med ett särskilt verktyg. Se figur 3.2. Detta verktyg som tillverkats på VIAK liknar ett ankare med rörliga flyn. Verktöget trycks först ned genom torrskorpan med infällda flyn och dras därefter upp varvid flyna fälls ut och åstadkommer erforderlig uppluckring, håltagning, genom torrskorpan.



Figur 3.2 Verktöget för håltagning/uppluckring av torrskorpan.

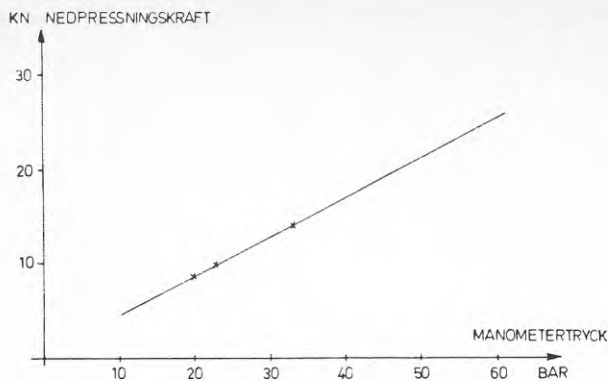
3.4 Borrrigg

Vid försöken har använts hydraulisk borrrigg typ Borros AB varvid två olika ekipage har provats, dels ett där borrriegen är monterad på en fyrhjulsdreven jeep, dels ett där borrriegen är monterad på en borrhundvagn.

För båda utrustningarna gäller att maximal tryckkraft som kan åstadkommas är ca 70 kN och maximal dragkraft är ca 110 kN. Rotation används i detta sammanhang endast vid skarvning av borrhängar. Slagning har ej provats vid försöken men hydraulslagapparat finns på riggen och kan användas vid neddrivningen om så önskas. Härvid måste dock skarvlängderna minskas till ca 1 m.

Nedtryckningen har utförts med massiva borrhängar, \varnothing 32 mm, med skarvlängderna 2,5 m.

För att grovt kunna mäta vilken kraft som erfordras för neddrivningen har gjorts en kalibrering av manometerna på utrustningarna. Resultatet redovisas i figur 3.3. Sambandet manometertryck-neddrivningskraft varierar dock med neddrivningshastigheten.



Figur 3.3 Kalibrering av manometer.

4 FÖRSÖKSRESULTAT

4.1 Neddrivningsdjup och erforderlig kraft

Ändamålet med försöken var att få en uppfattning om metodens användbarhet, maximalt möjligt neddrivningsdjup och erforderlig kraft vid lera med varierande fasthet.

Försök har gjorts på tre platser vilka nedan redovisas var för sig.

På en av platserna har gjorts test dels med borrhandsvagn, dels med borrhög monterad på jeep. Det visade sig då att borrhandsvagnen utan förankring klarar nedpressning med ca 9,5 kN innan den lättar, medan jeepen klarar ca 14 kN. Med stödben fram ansatta mot marken klarar borrhjeepen nedpressning med ca 19 kN. Eftersom borrhögarna i övrigt är likvärdiga har de följande försöken utförts med jeepen.

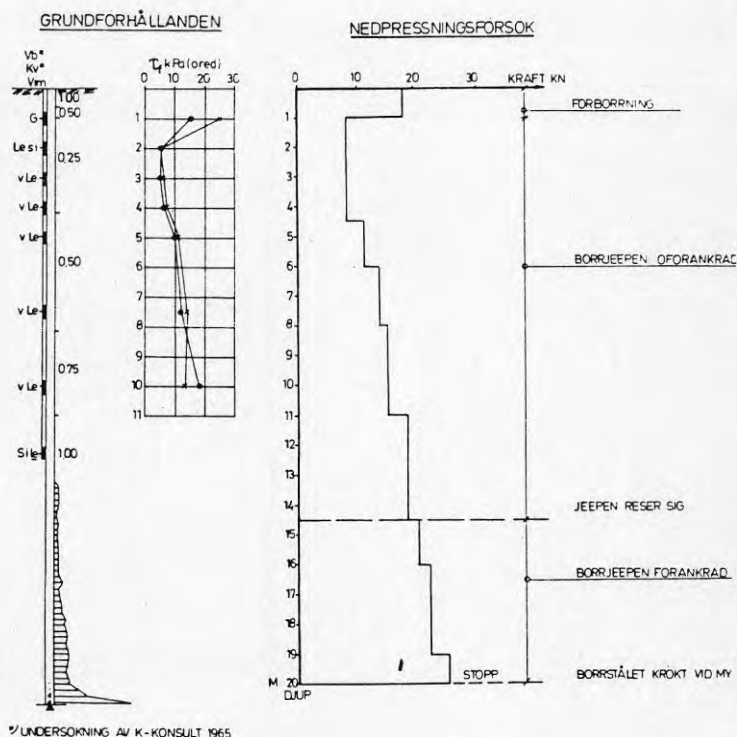
4.11 Neddrivningsförsök i Kista

Området utgörs av parkmark intill Igelstabäcken. Jorden utgörs av överst ca 1 m organisk jord och därunder ca 10 m lös lera som underlagras av lerskiktad silt, som mot djupet övergår i grövre friktionsmaterial. Torrskorpan är ca 1 m tjock men inte särskilt fast. Det totala sonderingsdjupet med viktsond är ca 21 m.

Lerans skjuvhållfasthet är 5-10 kPa på 2-5 m:s djup och ökar därunder med djupet till 14 à 18 kPa på 10 m:s djup. Silten är löst-medelfast lagrad. Grundförhållandena framgår av figur 4.1.

Vid försöken gjordes först förborrning till 1 m:s djup med hjälp av dragankaret, varefter neddrivning kunde utföras ned till max 14,0 m:s djup utan förankring och max 20 m:s djup vid förankring av borrhjepen. Förankringen gjordes härvid med hjälp av en jordskruv i torrskorpan.

Erforderlig neddrivningskraft ökade med djupet och var ca 9 kN mellan 1 och 4,5 m:s djup, ca 20 kN mellan 11 och 14 m:s djup och max 26 kN vid 20 m:s djup där stopp erhöles. Vid passagen genom torrskorpan krävdes ca 18 kN trots att förborrning skett. Stopp på 20 m:s djup orsakades av att borrhjepen krökte vid markytan. Mätresultaten redovisas i figur 4.1.



Figur 4.1 Neddrivningsförsök i Kista.

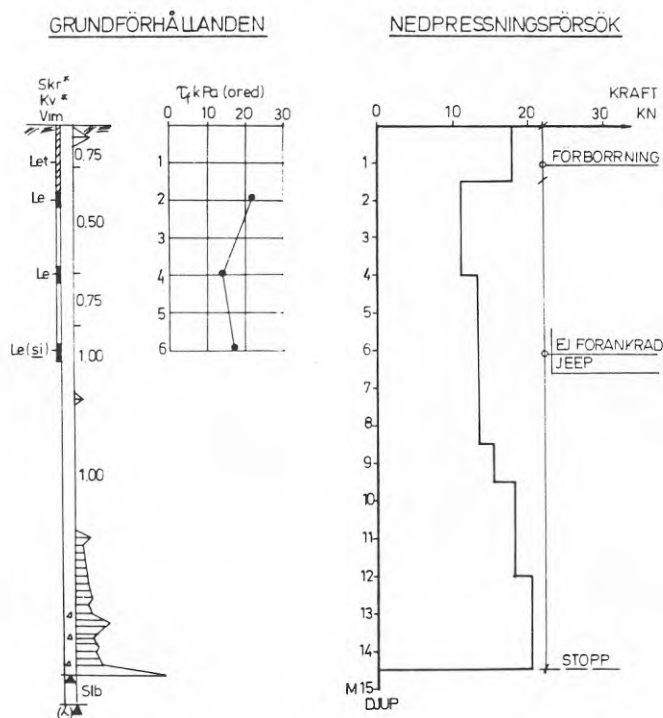
4.12 Neddrivningsförsök i Upplands-Väsby

Området utgörs av åkermark och är beläget invid Väsbyån. Jorden består av 14 m lera som underlagras av morän på berg. Leran har en ca 1 m tjock torrskorpa

och är därunder lös med skjuvhållfastheten 15-20 kPa. Det totala sonderingsdjupet är ca 14,5 m med viktsond och ca 15,5 m med slagsond. Grundförhållandena framgår av figur 4.2.

Vid neddrivningsförsöket gjordes först förborring med ankaret ned till 1,5 m:s djup. Neddrivning av slangar kunde därefter utföras till 14,5 m:s djup, d v s ungefär samma djup som viktsonderingen. Härvid erfordrades ingen förankring av borrhjeepen men stödbenen fram var ansatta.

Erforderlig neddrivningskraft ökade med djupet och var ca 10 kN mellan 1,5 och 4 m:s djup, ca 13 kN mellan 4 och 8,5 m:s djup och ca 19 kN mellan 12 och 14,5 m:s djup. Därefter reste sig jeepeen. Mätresultaten framgår av figur 4.2.



Figur 4.2 Neddrivningsförsök i Upplands-Väsby.

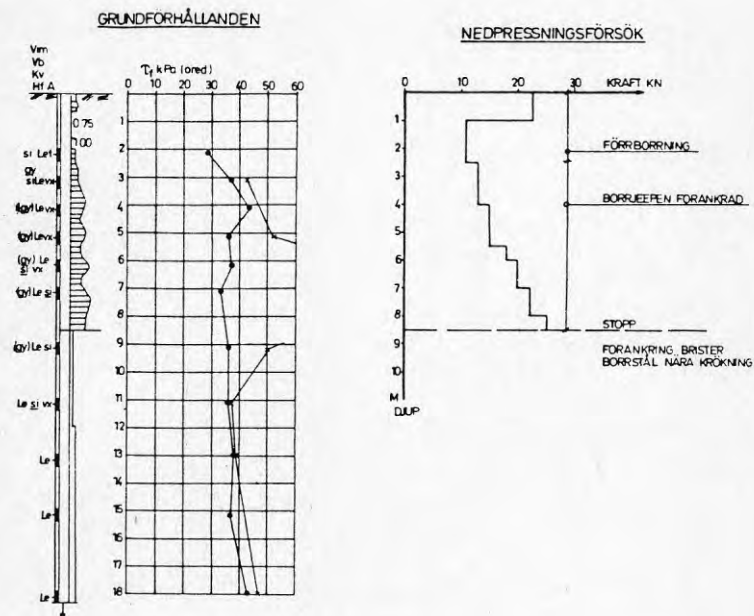
4.13 Neddrivningsförsök i Uppsala

Försöksområdet ligger öster om grusåsen i Uppsala nära Fyrisån. Marken är horisontell och utgörs av parkmark som tidigare varit åkermark.

Jorden består av lera ned till minst 30 m:s djup. Leran är något gyttjig och siltskiktad. Den är halvfast-fast med en skjuvhållfasthet som varierar mellan 30 och 80 kPa ned till ca 10 m:s djup. Torrskorpans tjocklek är ca 2 m. Den totala sedimentmängden är mer än 50 m. Grundförhållandena ned till 18 m:s djup framgår av figur 4.3.

Neddrivningsförsöken utfördes efter förankring av borrhjeepen med jordskruvar. Förborring med ankaret utfördes ned till 2,5 m:s djup. Neddrivning av slang kunde sedan utföras ned till max 8,5 m:s djup men måste sedan avbrytas på grund av att borrhstålet vid markytan var på gränsen att krökas. Dessutom brast borrhjepens förankring.

Neddrivningskraften var ca 23 kN genom torrskorpan ned till 1 m:s djup, avtog därefter till ca 10 kN mellan 1 och 2,5 m:s djup för att sedan öka med djupet till max ca 26 kN när försöket måste avbrytas. Uppmätta neddrivningskrafter framgår av figur 4.3.



Figur 4.3

Neddrivningsförsök i Uppsala.

4.2 Neddrivningskapacitet

Avsikten med kapacitetstesten var att få en uppfattning om huruvida metoden är tillämpbar för installation av ett stort antal U-rörs slangar - vilken bemanning som krävs och vilken praktisk kapacitet man bör kunna räkna med.

Kapacitetstestet utfördes i Kista under ca 1 dags tid. Försöket genomfördes med borrjeepen, varvid förankring ej användes. Neddrivningen av slangarna kunde då, enligt vad som ovan angivits, ske ned till 14 m:s djup.

Testen omfattade följande arbetsmoment: Tillkapning av slangar, förborrnig med ankare, neddrivning av slangar, koppling, vattenfyllning av systemet med vatten från den närbelägna Igelstabäcken samt provtryckning av systemet.

Resultatet av kapacitetsprovet var att två man kan utföra max 3 nedstick per timme. Härvid sköter en man borrhigen, medan den andre under tiden kan utföra hantlangning, tillkapning och framtransport av slang, koppling, vattenfyllning av systemet samt provtryckning. Med hänsyn till att 3 nedstick per timme förutsätter att allt flyter perfekt bör förutsättas max ca 20 nedstick under en 8-timmars arbetsdag.

Angiven kapacitet gäller vid djupet 14 m och utan förankring av borrjeepen. Vid större djup krävs något längre tid för varje nedstick men lönsamheten förbättras så länge förankring av borrjeepen ej erfordras. Maximalt neddrivningsdjup utan förankring kan ökas genom belastning av borrjeepen. Förankring bedöms vara alltför tidskrävande för att vara lönsamt.

5 KOSTNADER OCH EKONOMI

Dimensioneringen av ett energilager i lera av den typ som här är aktuell beror på en hel rad olika faktorer såsom t ex lermåktighet, lagrets planform, lerans egenskaper, erforderlig lagerkapacitet, effektbehov vid inlagring respektive uttag av energi, temperaturförhållanden m m. Störst betydelse för kostnaden per inlagrad kWh har härvid effektbehovet, eftersom detta bestämmer erforderlig mängd slangar, dvs antalet nedstick. Stor volym på lagret är gynnsamt, eftersom därmed erhålles relativt sett små värmeförluster till omgivningen.

Eftersom lagerkostnaden alltså är mycket beroende av lagrets funktion är det svårt att ge rättvisande kostnader för ett lager framställt enligt den metodik som detta projekt beskriver. Nedan skall dock genomföras ett räkneexempel för att ge storleksordningen på kostnader för ett tänkbart fall.

Antag ett lerlager med volymen ca $100\,000\text{ m}^3$ lera och lermäktigheten 14 m som skall användas huvudsakligen för säsongslagring av energi (från sommar till vinter). Ett rimligt värde på c/c-avstånd mellan nedsticken blir då 1,4 m vid slangar med 32 mm utvändigt diameter.

Lagrets yta	$A = 100\,000 : 14 =$	7150 m^2
Antal nedstick	$N = 7150 : 1,4^2 =$	3650 st
Tidsåtgång	$T = 3650 : 20 =$	182 dagar
Total slanglängd	$S = 3650 \times 2 \times (14+1) =$	$109\,500\text{ m}$

Antag att en temperaturdifferens $T_{\max} - T_{\min} = 21^\circ\text{C}$ kan utnyttjas i lerlagret och att lerans värmekapacitet är $1,0\text{ kWh/m}^3\text{ }^\circ\text{C}$ d v s $3,6\text{ MJ/m}^3\text{ }^\circ\text{C}$.

Den tillgängliga lagerkapaciteten är då

$$100\,000 \cdot 1,0 \cdot 21 = 2,1 \cdot 10^6\text{ kWh} = 7,56 \cdot 10^6\text{ MJ}.$$

Kostnaden för lagret uppskattas grovt enligt nedan.

Markkostnad	-	tkr
Installation av slangar	182 d à 5000:-	910
Slangkostnad	109 500 m à 5:-/m	547
Kopplingar	3650 st à 50:-/st	183
Beredning av markytan (överbyggnad m m)	7150 m^2 à 100:-/m^2	715
Projektering oförutsett m m		<u>245</u>
		2600

$$\begin{aligned} \text{Kostnad per inlagrad kWh} &= 1,24\text{:-/kWh} = \\ &= 0,34\text{:-/MJ}. \end{aligned}$$

I detta exempel är möjligt effektuttag ca $180\text{ kW}_0\text{ }^\circ\text{C}$ om lerans värmekonduktivitet antas vara $1,3\text{ W/m }^\circ\text{C}$. Vid temperaturdifferensen 10°C (ca $\frac{1}{2} \times (T_{\max} - T_{\min})$) är möjligt effektuttag ur lagret ca 1800 kW.

6 METODENS ANVÄNDBARHET

Den ovan redovisade tillämpningen av metoden avser främst ett säsongslager. Detta torde också vara den troligaste användningen av ett lerlager, vilket kännetecknas av relativt stor lagerkapacitet men låg uttagbar respektive inlagringsbar effekt. För att höja effektmöjligheterna erfordras mindre avstånd mellan slangarna, d v s en kraftig höjning av lagerkostnaden. För att höja effekten med t ex 100% vid konstant lagerstorlek erhålles en kostnadsökning med 60 à 70% vid denna neddrivningsmetod.

Eftersom denna installationsmetod dels har små etableringskostnader, dels är relativt okänslig för varierande lermäktighet finns det flera fall där energilagring i lera skulle kunna bli lönsamt vid denna installationsmetod. Nedan redovisas och kommenteras några tänkbara tillämpningar.

Stora eller små industrier med spillvärmeöverskott

Genom att lagra spillvärme från sommar- till vinterhalvåret kan olje- eller elförbrukningen minskas. Lagret kan i viss mån fungera även som dygnslager vilket hjälper upp ekonomin.

Investeringen i lagret för energibesparing konkurrerar dock i detta fall med andra investeringar av industrin vilket normalt innebär att lönsamheten är för låg.

Bostadsområden med solfångare

Med denna installationsmetod kan lerlager bli aktuellt även vid relativt små lermäktigheter.

Enstaka byggnader med solfångare

Med denna installationsmetod blir lagerkostnaden relativt låg. Ekonomin kan hjälpas upp genom att lagret också används för dygnslagring, varvid låg natttaxa för el utnyttjas. Genom den lilla lagerstorleken blir dock förlusterna större.

7 MÖJLIGA FÖRBÄTTRINGAR. UTÖKNING AV ANVÄNDNINGSSOMRÅDET

Vid försöket har använts standardutrustningar samt några för ändamålet tillverkade verktyg. Härvid har max neddrivningsdjup begränsats av mothållet d v s tyngd och viktfördelning på de fordonen där riggarna sitter. Förankring tar för lång tid för att vara lönsam. Ett sätt att öka neddrivningsdjupet något vore att montera på en motvikt på utrustningen. Motviktens storlek begränsas dock av fordonets balans och framkomlighet. Med lämplig motvikt bedöms dock max neddrivningskraft kunna ökas från ca 0,95 kN till ca 1,5 kN för bandvagnen och från ca 2,0 till ca 4,0 kN för jeepen. Härigenom kan alltså max neddrivningsdjup ökas och i viss mån även neddrivningshastigheten. Härvid bör även användas grövre borrstänger - \varnothing 44 mm.

Fordonens framkomlighet minskar visserligen om motvikt påmonteras, men detta har liten betydelse om markytans bärighet ej är alltför dålig, eftersom förflyttningen mellan varje nedstick är liten.

Neddrivningskapaciteten, d v s antalet nedstick som kan utföras per dag - begränsas kraftigt av den håltagning genom torrskorpan med särskilt verktyg som har krävts. Vid varje nedstick erfordras härvid 2 st byten av verktyg samt neddrivning + uppdragning till ca 1,5 m:s djup. Det skulle troligen vara lönande att före slangställningen gräva ett smalt dike till erforderligt djup med hjälp av dikesgravare. Man skulle då kunna öka kapaciteten avsevärt - troligen

så mycket att totalkostnaden sjunker trots den tillkommande grävmaskinskostnaden.

Den föreslagna neddrivningsmetoden går endast att använda i relativt lös lera. Användbarheten kan även utvidgas till siltjordar om metoden utökas med vattenspolning eller eventuellt luftspolning. Härvid erfordras en annan typ av stänger - hålade stänger - samt att neddrivningsverktyget kompletteras med spolmöjlighet. Vidare erfordras tillgång till vatten eller luft.



**Denna rapport hänför sig till forskningsanslag 830389-7
från Statens råd för byggnadsforskning till VIAK AB,
Vällingby.**

R92: 1986

ISBN 91-540-4646-7

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6706092

**Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang**

**Distribution:
Svensk Byggtjänst, Box 7853
103 99 Stockholm**

Cirka pris: 25 kr exkl moms