

Alfred Heller (red.)
Carsten Wesenberg NIRAS
Aage Hansen NIRAS

Udvikling af flydende lågkonstruktioner
til damvarmelagre

Løsning i tyndpladestål

Rapport
BYG•DTU R-033
2002
ISSN 1601-2917
ISBN 87-7877-093-9

Udvikling af flydende lågkonstruktioner til damvarmelagre

Løsning i tyndpladestål

Alfred Heller (red.)
Carsten Wesenberg NIRAS
Aage Hansen NIRAS

Department of Civil Engineering
DTU-bygning 118
2800 Kgs. Lyngby
<http://www.byg.dtu.dk>

2002

FORORD

Nærværende sagsrapport danner slutrapportering for projektet ”Lågkonstruktioner til damvarmelagre – Fase IV”. Projektet er muliggjort gennem økonomisk støtte fra Energistyrelsens UVE-program, Journal nummer 51181/99-0041. Tak til Energistyrelsen for denne håndsækning.

Det kan fremhæves at projektet har medført resultater der går ud over det man havde aftalt ved projektstart. Ud over en løsning til flydende låg er der samtidig udviklet en løsning til tætning af dammen. Hermed viser foreliggende rapport en endelig løsning til hele

sæsonvarmelagre opbygget som damvarmelagre. De grundlæggende metoder er herudover anvendelige til alle mulige tætningskrævende konstruktioner hvor tyndpladeliner kan anvendes, f.eks. andre termiske lagre, funderinger osv.

Resultater fra projektet er endvidere præsenteret på verdenskonferencen for den internationale solenergiforening, ISES, i Adelaide, Australien, i november 2001 og vil danne grundlag for publikationer i danske, tekniske tidsskrifter.

INDHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	1
INDHOLDSFORTEGNELSE.....	2
1 INDLEDNING	4
1.1 Formål og den overordnede fremgangsmåde	4
1.2 Historisk forløb for udvikling af flydende låg til damvarmelagre	5
1.3 Fremgangsmåde	6
1.4 Rapportens indhold og læsevejledning	6
1.5 Projektorganisation	7
2 PROJEKTFORLØB	7
2.1 Det overordnede forløb	7
2.2 Opbygning af forsøgsbassin og bassinets bundmembran	8
2.3 Opbygning af lågsektion og udtrækning på vandoverflade	9
3 FORSØGSLAGERETS OPBYGNING	10
4 OPBYGNING AF LÅGET (BUND) I TYNDPLADESTÅL.....	16
4.1 Foldning af tyndplader i hjørnerne.....	16
4.2 Problemer ved lågkant	17
4.2.1 Kantstroppe	17
4.2.2 PEX-rør som afstandsholder	18
4.2.3 Tykpladeløsning	19
4.2.4 Lodret kant.....	20
4.3 Bukning af tyndplader i baner.....	20
4.4 Svejsning af tyndplader (tynd-tynd, tyk-tynd).....	20
5 EFTERFØLGENDE FORSØG OG RESULTATER.....	23
5.1 Monitorering	23
5.2 Styling af opvarmnings- og køleforløb	23
5.3 Opvarmningsforløb	23
5.4 Termografering og varmetab	23
5.5 Fugtindtrængning.....	25
5.6 Lågets bevægelser som følge af termisk udvidelse m.v.	25
5.6.1 Korrosive omgivelser.....	25
6 DEN ENDELIGE LÅGKONSTRUKTION	26
6.1 Teknisk beskrivelse.....	26
6.1.1 Dammen.....	26
6.1.2 Stabile hjørner og kanter.....	26
6.1.3 Isoleringen ud over kanten.....	26
6.2 Økonomiske forhold	27
6.2.1 Sammenligning med priser for ikke-tryksatte ståltanke	27
6.3 Planlægningsmæssige forhold.....	29
7 DIVERSE.....	29

7.1	Niveauekontrol.....	29
7.1.1	Optisk niveauekontrol.....	30
7.1.2	Niveauekontrol og spædevand (af Carsten Wesenberg, NIRAS).....	31
7.2	Ind- og udløb samt manøvrearrangement og tilslutningsanlæg	32
REFERENCELISTE.....		33
BILAG 1: KRAV TIL SVEJSEPROCEDURERNE		34
BILAG 2: OPTISK SENSOR TIL NIVEAUMÅLER		38
BILAG 3: BYGGEMØDEREFERAT AF 2. MAJ 2001.....		39
BILAG 4: SVEJSEPROCEDURE PRØVNINGSRAPPORT.....		40
BILAG 5: SKITSEFORSLAG TIL ISOLERING UD OVER KANTEN		41
BILAG 6: ØKONOMISKE FORHOLD FOR DAMVARMELAGRE.....		42

1 INDLEDNING

1.1 Formål og den overordnede fremgangsmåde

Der er mange gode grunde til at udvikle store, termiske lagre. Kraftværkerne kunne nyttiggøre en store del af deres termiske energi som man enten køler væk eller undgår med betydelige effektivitetstab for systemet. Lagrene kunne også udnyttes til affaldsvarme fra industrien, øge solenergiudnyttelsen og meget mere.

Gennem flere års arbejde med store, termiske lagre, er ”damvarmelagre” udpeget som den teknologi der menes at være den mest lovende og billigste lagerudformning Wesenberg, C. [1]. Denne antagelse har vist sig at ”holde vand”, da vi i det foreliggende projekt kan forevise en teknologi der er billig og skalerbar, dvs. opfylder de mål der er stillet for en række år siden for en teknologi der opfylder behovet for sæsonvarmelagring osv.

Det viser sig at være relativt nemt at udføre damvarmelagre til lave lagertemperaturer, dvs. temperaturer under 70°C, da man kan finde plastiklinere der kan tåle denne temperatur over lang tid. Forslag til udførelse med plastliner er beskrevet i Duer, K. [2]. Det må dog fremhæves at en sådan konstruktion også skal overholde de designkrav der diskuteres i foreliggende rapport. Specielt kravet om en veldefineret kantløsning skal opfyldes. Det er op til læseren at sætte de løse ender sammen.

Energiindholdet i et damvarmelager afhænger naturligvis af lagertemperaturen. For at opnå høj energitæthed skal lagringen derfor helst ske ved høje temperaturer, dvs. tæt ved kogepunktet. Anvendelse af plastliner har vist sig at være risikabelt pga. polymerernes manglende bestandighed over for høje temperaturer. Temperaturerne nedsætter levetiden af liner materialet afgørende. Problemstillingen er beskrevet i Pedersen, S. and Nielsen, U. [3], og der gennemføres for tiden tilsvarende levetidsundersøgelser på Teknologisk Institut af Søren Pedersen. Plastlinere bliver ikke yderligere behandlet i foreliggende rapport. Rapporten fokuserer på anvendelse af rustfri stålliner i stedet for, hvor temperaturerne ikke på samme måde påvirker materialets levetid.

Ved etablering af damvarmelagre udgraves en stor ”dam” i jorden hvori der fyldes vand. Vandet varmes af en given varmekilde. Varmen vil være højest i toppen af lageret, hvilket kaldes temperaturlagdeling. Bl.a. derfor isoleres dammen i toppen for at undgå varmetab. I de fleste tilfælde isoleres lagrene ikke i bunden, da temperaturerne der er lave, og varmetabene dermed begrænsede.

Damvarmelagre involverer to problemstillinger der skal løses:

1. Tætningen af bunden, som er beskrevet i bl.a. Heller, A. [4] og ikke er central for denne rapport.
2. Lågkonstruktioner holder lageret tæt og varmt hvilket er hovedemnet i foreliggende rapport.

Lågkonstruktioner kan bygges som statiske konstruktioner der kan holde sig selv oppe. I de foregående projekter er det vist at en understøttet løsning i alle tilfælde vil være dyrere end flydende lågløsninger, sidst dokumenteret i Duer, K. [2]. Ved flydende låg er det udelukkende vandet der holder låget oppe. Låget vil altså lægge sig ned på bunden hvis vandet forsvinder. Pga. den relativt lave pris er det den flydende konstruktion der er udviklet i det foreliggende projekt. En oversigt over lågkonstruktioner findes bl.a. i Heller, A. [5].

1.2 Historisk forløb for udvikling af flydende låg til damvarmelagre

I foråret 1997 afsluttedes den første fase af projektet “lågkonstruktioner til damvarmelagre”, hvor et ca. 1.500 m³ damvarmelager blev bygget i Ottrupgård, Skørping, og undersøgt under laboratorieforhold på DTU. Anlægget er beskrevet i slutrapporten af Wesenberg, C. [6] og resultater gengivet i Heller, A. [7]. Dammen på Ottrupgård er tætnet med en hybrid tætning af lermembran-plastikliner. Låget består af sandwichelementer af PUR-skum der er indkapslet i syrefast, rustfrit stål i bunden og plastisolbelagt stålplader i toppen. Disse elementer bliver typisk brugt til frysehuse og lastvogne. Problemet med løsningen var at samlingerne mod vand ikke holdt tætte. Herudover var det vanskeligt at udføre samlingsproceduren. Derfor blev løsningen også for dyr.

Da Ottrupgård-låget ikke var helt tilfredsstillende, blev der igangsat et forløb der havde til formål at videreudvikle den grundlæggende teknologi, den flydende lågkonstruktion. I projektets fase II, som blev afsluttet i april 1998, blev der først defineret en række funktionskrav til lågkonstruktioner som beskriver hvilke fysiske belastninger der skal leves op til, og hvilke mulige løsninger der kunne findes på disse problemstillinger. Derefter blev de mulige løsninger skitseret. Projektets fase II resulterede i fire mulige løsninger, der alle blev præsenteret på skitseniveau Maureschat, G. [8].

Da alle fire løsninger - især plastløsningerne – indeholdt en del nytænkning, kunne man ikke gå direkte til en udførelse eller afprøvning. Derfor blev der opstartet en fase III af projektet, hvor der blev foretaget en viderebearbejdning af de fire forslag. Fase III resulterede i en yderligere indkredsning af skitseforslagene, idet en plastbaseret og to versioner af en stålbaseret løsning blev underkastet en nærmere detaljering, evaluering og prissætning Duer, K. [2].

Da det ene løsningsforslag involverer plastbaserede løsninger, og da levetidsproblemet ved høje temperaturer allerede tidligere er blevet beskrevet, Nielsen, U. [9], blev der parallelt med udviklingsprojektet for flydende låg gennemført et første projekt til estimering af levetid for polymerlinere af Pedersen, S. and Nielsen, U. [3]. Her blev en af de mest lovende polypropylene-linere udvalgt til accelerationsforsøg. Accelerationstesten gik og går ud på at udsætte lineren for de påvirkninger som man forventer den bliver udsat for over en lang årrække. Det var forventet at linermaterialet skulle holde i ca. 20 år ved høje temperaturer (over 80°C som toptemperatur). Undersøgelsen viste dog efter nogle måneders forsøg at levetiden ligger mellem 5-6 år, altså en levetid der ville være en katastrofe for et damvarmelager. Årsagen til denne korte levetid formodes at være det grundlæggende forhold at lineren på den ene side vil være udsat for varmt vand og på den anden side for jord og luft. Derved påvirkes lineren på forskellige måder som tilsammen reducerer dens levetid. Begrundelser hertil ikke helt kendte endnu og bliver for tiden videre undersøgt i et samarbejde mellem DTU og TI. Resultaterne har givet anledning til refleksioner, også i vore nabolande, som f.eks. Tyskland, hvor der er bygget store lagre med plastlinere.

Det er klart at forholdene kun er opdaget på grund af de specielle forhold linerne er testet under, nærmere sagt vand-luft grænsebetingelsen. Dette ville man ikke havde opdaget ved anvendelse af vand-til-vand eller luft-til-luft grænsebetingelser som anvendes til standardiserede undersøgelser. Dermed er der måske behov for ændringer af normerne.

1.3 Fremgangsmåde

Den foreliggende fase IV af udviklingsprojektet ”Flydende låg til damvarmelager” er på grund af de ovenfor nævnte problemer med plastiklinerne reduceret til en undersøgelse af damvarmelagre der er tætnet med stållinere.

For at skabe en opstilling til afprøvning af lågkonstruktioner i relativt store sektioner, er der på DTU opbygget et forsøgsdamvarmelager. Lageret har en lille dybde, og dermed en lille volumen. Låget har dog en relativt stor overflade på 6 gange 16 meter. Dammen er isoleret mod jorden for at undgå varmetab og dermed forstyrrelser af forsøgene med lågløsninger. Lageret er tætnet med en tyndpladeliner og beskrives nedenfor. Lageret kan opvarmes og afkøles efter behov, så man er i stand til at gennemføre accelererede tests med konstruktionerne. Man kan altså på relativt kort tid gennemføre flere årscykler med denne opstilling. Det er meningen med opstillingen at der gennemføres forsøg med andre konstruktioner i de kommende år. Disse ville kunne gennemføres med relativt små omkostninger, da forsøgs-lageret er etableret.

1.4 Rapportens indhold og læsevejledning

Formålet med modelforsøget var, ifølge *Bilag 1 til ansøgning ”Lågkonstruktioner – fase IV”* (DTU, oktober 1999), oprindeligt at undersøge de i fase III fremkomne løsningers funktionsduelighed og anvendelighed ved forsøg i stor skala med henblik på at muliggøre en efterfølgende konstruktion af en flydende lågkonstruktion i fuld skala. Herunder at undersøge:

1. arbejdsmetode samt tids- og materialeforbrug
2. monteringsmæssige erfaringer
3. materialernes anvendelighed (vand-/damptæthed, fugt- og vandindtrængning i isoleringen) samt
4. lågets bevægelser som følge af termisk udvidelse m.v.

Formålet er opfyldt og dokumenteret i foreliggende rapport. Her bliver der fremlagt nøjagtige budgettal til opbygning af damvarmelagre med flydende låg, tætnet med stålliner af rustfrit materiale i bunden og på lågets underside. Procedurene og metoder til opbygning og håndtering af liner etc. bliver dokumenteret i ord og billedet. Materialernes anvendelighed er dokumenteret, bl.a. gennem målinger og løbende erfaringsopsamling. Lågets bevægelse kunne ikke dokumenteres tilfredsstillende da man ikke var i stand til at opbygge låget i den endelige udformning. Det viser sig dog klart at løsningen er meget tolerant over for fysiske påvirkninger, personer, vind, vejr, termiske påvirkninger m.m.

Dermed kan den foreliggende rapport anses som en fuldstændig dokumentation for udførelse af damvarmelagre med tyndpladeliner i rustfrit stål. Prissætningen vil dog nok i et vist omfang afhænge af de involverede aktører og den aktuelle konjunktur.

Det mest fremtrædende resultat fra projektet er: Der er udviklet metoder til opbygning og udlægning af rustfri tyndpladeliner der er dokumenteret og direkte kan anvendes ved gennemførelse af anlægsprojekter, dvs. til etablering af meget store damvarmelagre. Procedurene og krav til metoder og materialer er dokumenteret i Duer, K. [2] og den nærværende rapports tilføjelser.

I afsnit 2 gennemgås det overordnede projektforsløb hvorefter anlægningen af dammen gennemgås i detaljer i afsnit 3. Anlægningen af låget samt opsamling af erfaringer, problemer og løsninger på disse problemer er gengivet i afsnit 4. Forsøgslåget er udsat for virkelighedsnære eksperimenter der skal dokumentere at låget kan anvendes i virkelige anlægsprojekter. Resultaterne er gengivet i afsnit 5. Ud fra de erfaringer der er lavet i anlægsprojektet samt efterfølgende undersøgelser, er den endelige løsning beskrevet og prissat i afsnit 6. Herefter følger nogle detailemner under diverse i afsnit 7.

I bilagene findes dokumenter der danner grundlag for de resultater der er vist i rapporten.

Rapporten i elektronisk form og et billedgalleri kan findes på BYG.DTU's hjemmeside på adressen www.byg.dtu.dk under publiceringer og solenergi.

1.5 Projektorganisation

Projektet er gennemført i et samarbejde mellem følgende virksomheder og kontaktpersoner:

- NIRAS, Aage Hansen (bygherrerådgiver)
- NIRAS, Carsten Wesenberg (designer og rådgiver)
- Jacobsen & Blindekilde (Esben Pedersen og medarbejdere), entreprenør for jordarbejde og plastlinerarbejde
- Marstal VVS, (Michael Pedersen og medarbejdere), entreprenør for tyndplade-stålarbejde
- BYG•DTU, DTU, Alfred Heller og Karsten Duer, projektleder og redaktør for nærværende rapport

Herudover har projektet fået hjælp fra FORCE-Instituttet der har kontrolleret svejsninger i konstruktionen.

2 PROJEKTFORLØB

Af Carsten Wesenberg, NIRAS.

2.1 Det overordnede forløb

Oprindeligt var det tanken at teste 2 lågløsninger – en plastbaseret løsning og en stålløsning – samtidigt i et lavvandet bassin placeret i DTU's gamle forsøgs-damvarmelager, som havde et lågareal på ca. 16 x 16 m.

Da plastløsningen ikke var moden til afprøvning ved forsøgets planlagte start i foråret 2000, besluttede projektgruppen i samråd med Energistyrelsen at afprøve stålløsningen først i et ca. 6 x 16 m lavvandet forsøgsbassin placeret i den ene side af DTU's gamle forsøgslager. En plastløsning kunne så afprøves på et senere tidspunkt i samme bassin.

Forsøgsbassinet skulle udformes som en omvendt keglestub (dybde ca. 80 cm) med en sidehældning på 1:2 og en kantkonstruktion som i et fuldskala damvarmelager.

For senere at give mulighed for at afprøve lågkonstruktioner ved en høj temperatur (op til 95°C), blev det valgt at tætné forsøgsbassinet med én stor 0,4 mm rustfri stålliner af samme type som den der skulle bruges i bunden af lågsektionen. Endvidere skulle bassinet isoleres i bunden.

Lågsektionen skulle bygges op på et formbord placeret ved bassinets langside – med flydebro til udtrækning over vandoverfladen og i øvrigt udformet som et fuldskala formbord til en 110 x 110 m lågkonstruktion.

Efter flere forgæves forhandlinger med CONSWEDE AB om levering og montering af de rustfri stålmembraner til bassinbund og bund i lågsektionen inden for de givne tids- og budgetmæssige rammer, blev det i februar 2001 besluttet at overdrage stålentreprisen til Marstal VVS som i mellemtiden havde valgt selv at investere i det nødvendige mobile sømsvejseudstyr.

Af hensyn til de fremtidige perspektiver og den pressede økonomi valgtes tæthedskontrollerede enkelt sømsvejsninger i stedet for dobbeltsømsvejsninger, som kun CONSWEDE AB kunne udføre.

I marts 2001 var entrepriseaftalerne med henholdsvis Marstal VVS A/S (stållinerarbejde) og Jacobsen & Blindkilde A/S (udgravnings- og monteringsarbejde) på plads, og den 9. april 2001 blev arbejdet med at etablere forsøgsbassinet og den stålbaserede lågsektion startet op.

2.2 Opbygning af forsøgsbassin og bassinets bundmembran

Udgravningen af bassinet og opbygningen af formbordet samt bund og kantkonstruktioner i forsøgsbassinet forløb – som det fremgår af vedlagte byggemødereferat af 2. maj 2001 (Bilag 3) – nogenlunde planmæssigt.

Sammensvejsningen af de 1,2 m brede rustfri stållinere med den helt nye sømsvejsemaskine forløb – efter et par forsøg med svejseprøver m.v. - ligeledes planmæssigt, idet FORCE forinden havde godkendt svejseprocedurer m.v. (se godkendte svejseprocedureprøver i Bilag 4).

I et forsøg på at undgå dyre og vejrfølsomme manuelle TIG-svejsninger i hjørnerne, var det blevet besluttet at afprøve en ny foldeteknik, som gik ud på at trække stållineren ud over bassinet i ét stykke, og herefter folde hjørnerne, så lineren fulgte bassinets bundprofil som en omvendt keglestub.

Som det også fremgår af byggemødereferat af 2. maj 2001, forløb foldningen – efter et første mislykket forsøg – nogenlunde planmæssigt, men dog med noget besvær.

På baggrund af foldningsforsøget må det konstateres, at foldning af hjørnerne i en større bundmembran vil være besværligt og kræve nogen øvelse samt betydelige investeringer i specielt storskala bukke- og monteringsværktøj. Dog viser disse ligeledes at det grundlæggende er muligt at udføre en tæt bundmembran i 0,4 mm rustfrit stål - udformet som en omvendt keglestub – udelukkende samlet med tæthedskontrollerede sømsvejsninger – helt uden tidskrævende og vejrfølsomme TIG-svejsninger.

Dette emne diskuteres mere i afsnit 4.1.

2.3 Opbygning af lågsektion og udtrækning på vandoverflade

Tirsdag den 1. maj udførtes sømsvejsning af stållineren til undersiden af lågsektionen (ca. 125 m²), og den 2. maj var hjørnerne foldet og anbragt på flydebroen og udtrækningen over vandoverfladen påbegyndt. Efterfølgende kontrol af sømsvejsningerne viste dog at sømsvejsningerne – måske på grund af en fejl ved svejsemaskinen - ikke var perfekte, og at krav til svejsekernen i fremtiden bør beskrives nøjere. Se mere herom i afsnit 4.4.

Monteringen af stropper pr. 600 mm til fastgørelse af isolering og tagmembran var ligeledes påbegyndt. Entreprenøren havde valgt at bruge rustfri popnitter i stedet for punktsvejsninger, hvilket dog skyldtes manglende svejseudstyr. Se endvidere byggemødereferat af 2. maj 2001.

Den efterfølgende montering af isoleringen forløb planmæssigt – men det viste sig dog nødvendigt at gøre noget for at undgå at lågsektionens skrå kant ikke lagde sig på kanten af bassinet når flydebroen blev fjernet.

Det blev derfor på byggemødet den 2. maj besluttet at afprøve 3 forskellige metoder til afhjælpning af problemet;

1. Et 50 mm PEX-rør blev placeret mellem bundlineren og låglineren, på den side hvor flydebroen befandt sig.
2. På den modsatte side af flydebroen (op mod formbordet) foretages ingen særlige foranstaltninger. Her var problemet yderligere forværret af at der ikke kunne frembringes veldefinerede kanter ved bukning.
3. På de 2 andre sider anvendtes stropper til fastgørelse af stållineren ind i lågkonstruktionen. Stropperne, der er tynde striber linermateriale, popnittedes til svejsebanerne og hænges op i plader der ligger mellem isoleringen og holder siderne op.

Nedsækningen og fastgørelsen af låget forløb planmæssigt, og den 15. maj 2001 var låget på plads i forsøgsbassinet.

3 FORSØGSLAGERETS OPBYGNING

Dammen er udført af entreprenøren Jacobsen & Blindekilde. Det er ligeledes dette firma der har dokumenteret det foreliggende arbejde ved fotografering.



Dammen udgraves med tunge maskiner, og udgravningen udføres med fint sand for at beskytte lineren mod spidse sten osv.



Kanten til dammen støbes i beton.

Bemærk at plastlinerens er anbragt for at beskytte isoleringen mod regnvand. Det har ikke noget formål på det nuværende anlægstrin.



Dammen isoleres. Det må bemærkes at et stort lager ikke isoleres i bunden. Her er isoleringen trukket helt ned for at sikre velfungerende forsøg uden for store varmetab gennem bunden.

VIGTIGT: Dammen efterkontrolleres og rettes op, så den geometrisk er meget eksakt. Dette er vigtigt, da det er besværligt at tilpasse stållinerens til "mærkelige" former.

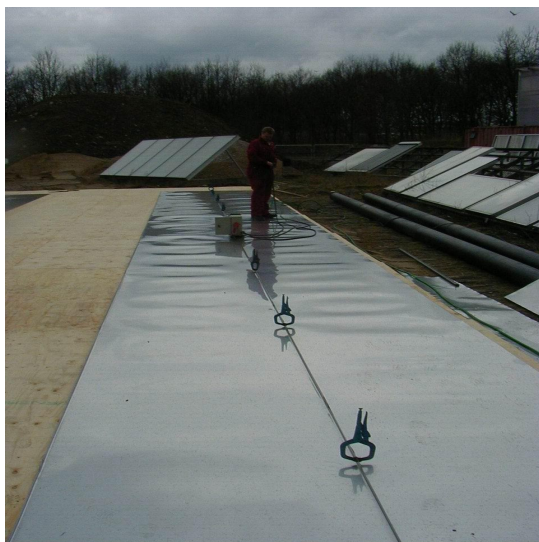
Nu er opgaven at lægge en bundliner der sikrer mod vandudsivning. Arbejdet udføres og dokumenteres af Marstal VVS A/S ved fotografering.

For at kunne håndtere udlægningen af stållinerens, opbygges en arbejdsplatform på dammens langside. Platformen består af lægter og krydsfinerplader i en bredde på ca. 5 meter. Platformen trækkes til begge sider ud over dammens længde for at muliggøre opstilling af stållinerrullerne osv.

For at undgå unødvendig fugt- og regnophobning i lågkonstruktionen anbefales det i fremtiden at overdække platformen.



Stållineren kommer i baner der er rullet op og opstilles i nærheden af arbejdsplatformen. Der udtrækkes to baner som hver for sig bukket i kanterne.



Kanterne fæstnes under svejsningen med svejsetænger.



Svejsningen udføres af en simpel maskine der presser to ruller sammen omkring de to opbukkede baner. Ved tilførsel af elektrisk strøm smeltes metallet og trykkes sammen.



Udsnit af en svejsning. Eksemplet viser tydelig at man skal overholde et højt krav til renholdelse af arbejdspladsen, nøje indstilling af svejsemaskinen osv.

Eksemplet viser et sted hvor svejsemaskinen ikke helt er indreguleret. Mens de ydre områder er ret "jævne" i svejsesporene, viser den centrale del at der er problemer. Disse kan så undgås ved indregulering og rimelig renholdelse.

Proceduren gentages indtil man har en helt liner parat til udlægning. I det foreliggende billedrække vises udlægningen af dammens bundmembranen.



Tyndpladelinieren svejses i en stor sektion.



Linieren lægges ned i dammen.



Nu ser man at lineren ikke er andet end et stykke "aluminiumsfolie" der krøller som det passer den.

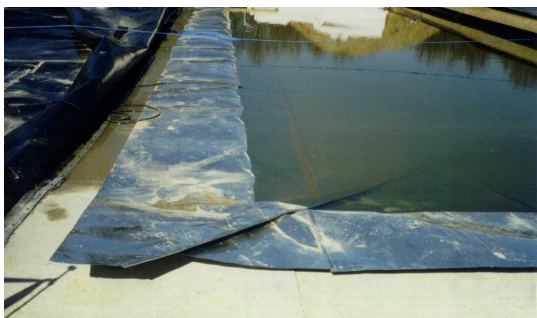


Nu skal kanterne og hjørnerne tilpasses:

I første omgang forsøger man at "forme" en kant ved at bukke to kanter i materialet hvorefter det forventes at kanten kan "klappes" sammen. Det viser sig ikke at være muligt.



Ved første forsøg hvor der bukkes en hjørne fra en plan plade, opstår et mindre hul nederst i kanten. Dette undersøges, sammen med svejsningerne af FORCE-Instituttet, delvis på stedet og delvis ved fremsendelse af "udklip". Krav til svejsningen diskuteres i afsnit 4.4.



Nu er dammen klar til at blive fyldt op med vand. Vandet fyldes helt op til kanten, så låget kan flyde ud på vandet.

I gennemgangen er der kun vist de overordnede proceduretrin. Nedenfor gennemgås nogle centrale detaljer nærmere.

Det kan bemærkes at håndteringen af tyndpladelineren er ens for dammen og låget. Dermed kan ovenfor viste billeder anvendes til dokumentation af opbygningen af låget.



Når en række baner er svejset sammen, lægges de op på en flydeponton.



I forsøget lægges der et lag PUR-skum i bunden som flydelag. Resten isoleres med mineraluld.

Plastdugen der beskytter isoleringen mod regnen lægges ligeledes direkte på isoleringen.





Hele konstruktionen trækkes ud over vandet ved hjælp af nogle trækarrangementer der er sat fast på den anden side af dammen. (Se wire på stålkanten.

Det er en løbende proces, hvor stålbanerne svejses, isoleringen og plastdugen pålægges og konstruktionen trækkes ud på vandet.

Fremgangsmåden er planlagt som en løbende arbejdsrutine mellem de involverede entreprenører.

Når hele lineren er trukket ud over vandet skal pontonen fjernes og vandet sænkes. Herved lægger låget sig ind i lageret og lukker opadtil. Næste trin er nu at tætnes lageret mod mulig dampudsvingning fra bassinet.



Der udlægges et Butyl-gummibånd¹ langs kanten mellem de to stållinere. Herefter lægges regndugen ud over, og hele kantkonstruktionen skrues fast ved hjælp af en stålskinne betondybler for hver ca. 10-20 cm.

Bemærk: Det anbefales at trække isoleringen og topdugen ud over kanten for at undgå kuldebroer og deformationer i isoleringen. Emnet diskuteres nedenfor.

Fastgørelsen af topdugen udføres ved at lægge en hulplade imellem isoleringslagene og herefter at sætte dugen fast med skruer fra dugens underside gennem hulpladerne, som skitseret i foregående rapport, Duer, K. [2].

Der er naturligvis nogle forhold der ikke er medtaget i dokumentationen, herunder ind- og udløb, måleudstyr, samt niveaukontrollen der sikrer at vandspejlet holdes konstant. Disse skal naturligvis udføres så utætheder undgås.

¹ Svampegummi 40x10 mm-EPDM fra H.Sindby & Co, Vejle.

4 OPBYGNING AF LÅGET (BUND) I TYNDPLADESTÅL

Som det er vist på DTU's forsøgslager, kan tætning af bunden og tætning af låget gennemføres på helt den samme måde. Derfor kan resultaterne fra lågudviklingen direkte overføres til bundlineren, hvilket en vågen læser skal holde sig for øje.

4.1 Foldning af tyndplader i hjørnerne

Konceptet på DTU's låg kræver at hjørnerne bukkes. Denne procedure er gennemført uden større problemer på værkstedet. Det har dog vist sig at være meget vanskeligt for store linersektioner. Derfor anbefales en alternativ løsning med stive sektioner i hjørnerne og kanter som beskrives senere. Her er en dokumentation af de problemer som foldningen har givet.



I et foregående afsnit ses det, at linerbanerne svejses sammen til en hel folie der trækkes ned i dammen og formes herefter i kanter og hjørner for at passe til dammens form.

På låget bukkes den første kant før låget trækkes ud over vandet.

I dette afsnit diskuteres fremgangsmåden for opbukningen.

For at kunne folde lineren prøver man at bruge simple værktøjer, skruetvinger og hammer.



Efter nogle anstrengelser fungerer det nogenlunde.

Til sidst lægges (bankes) hjørnet så fladt som muligt.

Der er to grundlæggende muligheder for at løse problemet med foldningen;

- 1) at udvikle en procedure hertil
- 2) at undgå foldninger som vist nedenfor

Det er den anden løsning der er udviklet i foreliggende projekt og dokumenteres nedenfor. Her anvendes tykkere plader der danner veldefinerede kanter og hjørner. Derved undgås

deformationer af materialerne, og det medfører mere kontrol med udlægningen, fastgørelsen og tætningen. Se denne alternative løsning i afsnit 4.2.3.

4.2 Problemer ved lågkant

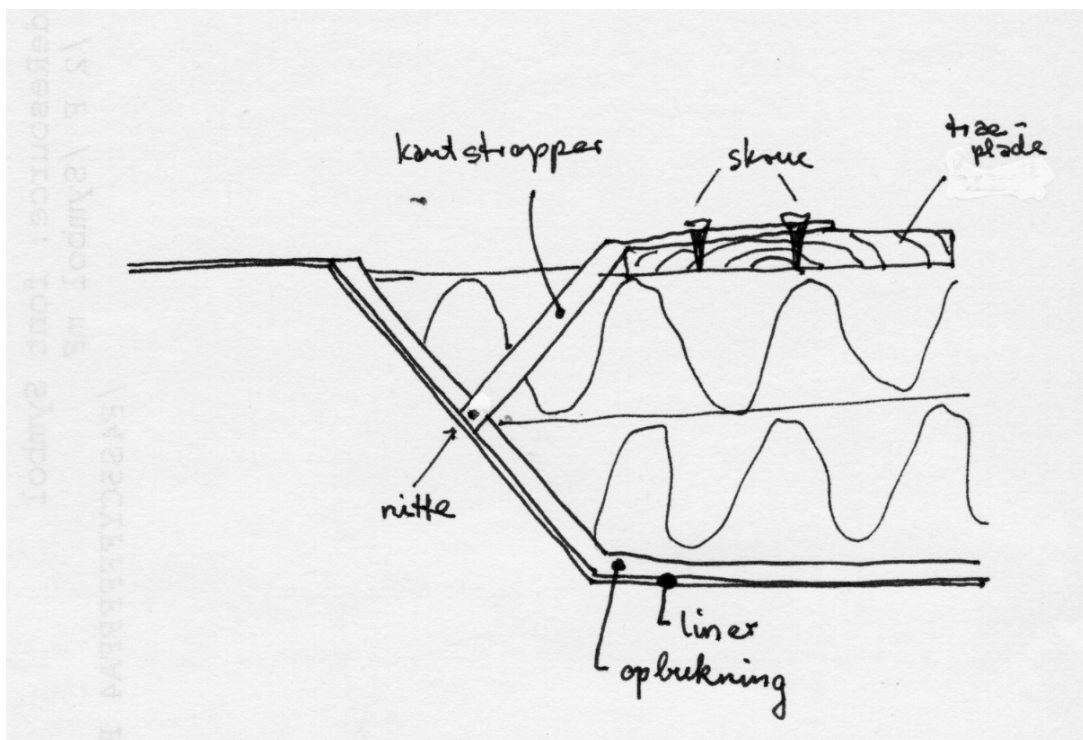
Lågkonstruktionen flyder på vandet. På grund af opdriften, der skyldes isoleringsmaterialet, er det kun en lille del der trykkes ned under vandoverfladen. Derfor er trykket på lågets skrå sider meget begrænset. Det medfører at de aktuelle lågkanter ”hænger igennem”. Isoleringen tilpasser sig deformationen hvilket igen resulterer i at der kan opstå kuldebroer, og at oversiden af låget bliver ujævn. Ujævnhederne på overfladen medfører ansamling af vand og et heraf følgende øget tryk på oversiden af isoleringen. Dette accelererer deformationen af isoleringsmaterialet og en øget vandansamling. Efter det første regnskyl var renden ca. 20 cm langs siderne. Efter ca. 2 måneder var denne udvidet langt ind på låget. Herefter er den uheldige udvikling gået i stå og isoleringen har tilsyneladende sat sig på plads.



Efter et år uden at rette op på fejlkonstruktionen, kan man ikke konstatere negative påvirkninger på plastdugen der bruges som regnfrakke. Alligevel bør en fremtidig konstruktion undgå sådanne problemer. Fænomenet kan undgås på forskellig vis. Her følger nogle forslag. Dog må der for alle løsninger påregnes øgede udgifter.

4.2.1 Kantstropper

På de sider hvor der findes samlinger mellem linerens sammensvejsede og opbukkede baner, vil man umiddelbart kunne hænge lineren fast i nogle stropper og holde siderne op til isoleringen. Fremgangsmåden er dokumenteret, dog er det vanskeligt at forklare den ud fra billederne. Derfor følgende skitse.



Metoden går grundlæggende ud på at popnitte en strop linermateriale til de kanter der fremkommer ved rullesvejsning. Denne strop trækkes så op igennem isoleringen og sættes fast mellem de øverste lag isolering, f.eks. med en træplade der fordeler trækspændingen over et større areal. I afsnit 5.4 vises om denne løsning løser problemet med deformationen og det dermed forøgede varmetab.

4.2.2 PEX-rør som afstandsholder

Kanten på låget kan endvidere holdes oppe ved hjælp af en afstandsprofil af en eller anden art. Vi har forsøgt at anvende et 50 mm PEX-rør, da dette materiale ville kunne holde i mange år.



PEX-røret ligger foran på jorden.

Røret lægges mellem bundlinereren og lågets side på vandoverfladen.

I afsnit 5.4 vises om denne løsning løser problemet med deformationen og det dermed forøgede varmetab.

4.2.3 Tykpladeløsning

Et tredje løsningsforslag er at anvende tykt linermateriale i de kritiske områder (kanter og hjørner) og derved undgå at materialet ”hænger igennem”.

Materialer kan f.eks. bukket og dermed stabiliseres. Fremgangsmåden er dog næppe realistisk i banernes længderetning. Alternativt kan der påsvejses stivere ved TIG-svejsning.

Pladeelementer kan præfabrikeres på værkstederne i lange elementer der svejses sammen på byggepladsen. I langsgående retning svejses tyndpladebanerne sammen med de tykke plader ved rullesvejsning. På de stødene mellem de tykke plader kan umiddelbart bruges TIG-svejsning, eller der påsvejses overgangskanter i tyndt materiale som vist nedenfor.

Fremgangsmåden er demonstreret ved en skuemodel tegnet af NIRAS (Aage Hansen), afprøvet på DTU og udført på værkstedet af Marstal VVS. Fremgangsmåden har vist sig at være gangbar og procedurerne bliver dokumenteret i den følgende tabel.

	På billedet ses to sidesektioner der stødes sammen i en hjørnesektion i størrelse 1:1. Hjørnerne kan direkte svejses ved TIG, da begge sider er af tykt linermateriale. Bundlinerbanen (der er ”uendelig lang”) stødes med siden op mod kantsektionen og svejses ved rullesvejsning. Samlingen mellem bundsegmentet og det ”tværgående kantsegment” beskrives i næste billede.
	Man ser to bundsektioner der møder den tværgående kantsektion. Beskrivelse af denne detalje findes nedenfor.

Ud fra de erfaringer der er høstet med projektet, skal det anbefales at mulige entreprenører gennemfører ”øvelser” og indarbejder de nødvendige færdigheder på deres værksteder før de drager ud på byggepladsen. Man skal kunne håndtere hvert samlingselement uden utætheder og usikkerheder før man gennemfører et anlægsprojekt. Tidsforbruget hertil behøver ikke overstige nogle få timer eller dage, afhængig af håndværkernes forkundskaber.

Som vist på billederne, er metoden undersøgt på en model i fuld skala. Metoden er desværre ikke demonstreret på eksperimentlageret på DTU. Alligevel har metoden vist sig at være så sikker at vi kan stå inde for denne fremgangsmåde.

4.2.4 Lodret kant

En lodret afslutning af lågkonstruktionen vil kunne løse problemet ved lågkanten. Løsningsforslaget vil medføre en formindskelse af lågets totale areal og dermed reducere udgifterne hertil. Derimod kan der forventes en øget udgift til at få kontrol over de udvidelser af låget som skyldes isoleringsmaterialernes udvidelser ved høje temperaturer som en konstruktion skal kunne kompensere for. Udvidelsen skal inddrages i planlægningen fra begyndelsen. Herudover skal man også specielt fokusere på overgangene fra den stive del af konstruktionen, kanterne, til de løse konstruktionsdele.

I konstruktionen med skrå sider findes ingen overgange mellem statiske og ikke-statistiske dele, og udvidelsen kompenseres af lågets skrå sider og højde over vandspejlet.

4.3 Bukning af tyndplader i baner

Ovenfor er det dokumenteret hvor besværligt det er at bukke hjørnerne på tyndpladekonstruktioner. Ved anvendelse af stålliner i lange baner vil der forekomme to typer af bukninger der skal gennemføres på stedet:

1. Langsgående bukninger i hele længden af de givne linerbaner.
2. Endebukninger som gennemføres i hånden ved hjælp af et simpelt bukkeværktøj.

Langsgående bukninger gennemføres med en specialmaskine, f.eks. fra firmaet Schleback SPA Automatic Profiling Machine, der kan bukke fra ruller til lange profiler. Informationer om maskinerne kan findes på Internettet ved at søge efter firmaet.

4.4 Svejsning af tyndplader (tynd-tynd, tyk-tynd)

Svejsning af tyndpladematerialerne involverer tre typer svejsning:

1. To tynde (lige tykke) plader der er opbukket og svejset sammen med rullesvejsning.
2. En tyk og en tynd (ulige tykke) plade der er opbukket og svejset sammen med rullesvejsning.
3. TIG- eller elektrode-svejsning af løse samlinger.

4.4.1.1 Tynd-tynd

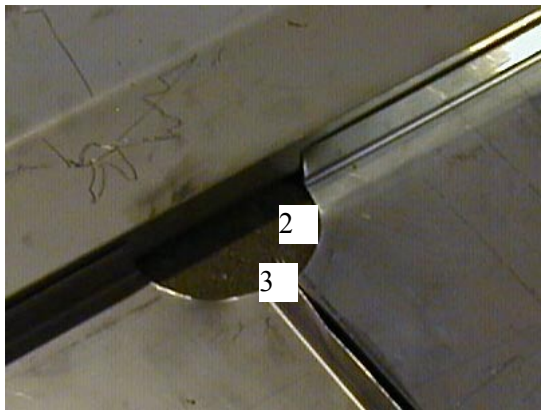
Kravene til svejseprocedurerne der står i gængse normer har vist sig at være for upræcist formulerede til at tilsynet kan kassere svejsninger med henvisning til de anførte krav. Derfor er der i Bilag 4 udarbejdet en revideret udgave til specifikationskrav til svejseprocedurerne, hvor der er tilføjet følgende under pkt. 2: Sømbredden skal være mindst 4 gange kvadratroden af pladetykkelsen, og opsmeltningen skal være mindst 40% af pladetykkelsen. Disse krav er fastlagt ud fra styrkemæssige hensyn, og kravene kan fraviges efter forudgående skriftlige aftale med bygherren for sømsvejsninger, hvortil der kun er tæthedsmæssige krav, men ikke behov for nævneværdig styrke.

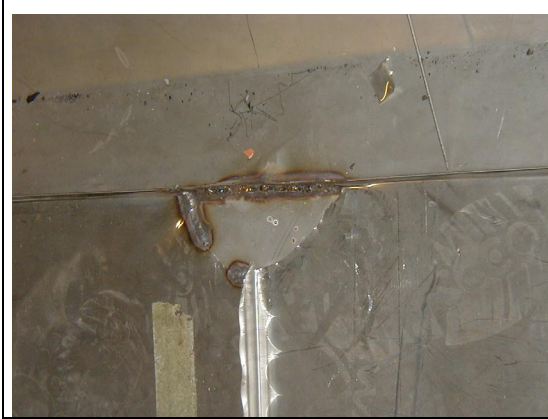
4.4.1.2 Tyk-tynd

Forsøg på værkstedet har vist at man kan gennemføre rulle-svejsninger med forskellige tykkelser af materialet. For at kunne opnå sikre resultater skal forskellen i pladetykkelser kompenseres af de anvendte ”svejseruller” og nødvendig tilpasning af strømtilførsel m.m.

4.4.1.3 TIG-svejsning (el. Elektrode-svejsning) af samlinger – Detaljer

Når en rullesvejset samling møder en opkantet bane i en ret vinkel, skal der anvendes en særlig samlingsprocedure. Proceduren, der dokumenteres i den følgende tabel, er tidligere med succes anvendt ved rekonstruktion af Tubberupvængetanken i Herlev, se rapport af Wesenberg, C og Munch, K [10].

	Man ser to bundsektioner der møder den tværgående kantsektion. 1) Før bundsektionerne stødes op mod kantsektionen, skal der TIG-svejses en tyk plade på det sted hvor bundpladerne kommer til at støde ind i kantsektionen. Dette gøres bedst på værkstedet under præfabrikation af kantsektioner. Man kan evt. svejse en plade langs hele kantelementet. Herved undgås at man ikke rammer stedet når bundelementerne skal stødes op mod kanten.
	2) På bundsegmenterne udskæres en rondel på en specielt måde der muliggør at man kan rullesvejses helt ind i ”rondellen”. Dette opnås ved ikke at fjerne den del af ”rondellen” der er en del af opbukningen. Ved en endelig version anvendes specialværktøj til ”udskæring” af den runde form. Dermed vil spændinger og tilpasningsproblemer kunne undgås.
	De to bundbaner rullesvejses sammen. Her skal man sikre sig at svejsningen er perfekt helt ind over ”rondellen”. 3) Efter rullesvejsning mellem bundelementerne kan den del af opbukningen der rækker ind i rondellen, skæres af. Se også afsnit 4.4.1.3



I beskrivelsen er det ikke vist at man har påsvejset tykke plader under det område der skæres ud i tyndpladeelementerne.

Hele området under ”rondellen” er altså lukket af en tyk plade.

Når rullesvejsningen er overstået, kan man nu lukke hullet tæt ved enten TIG- eller elektrode-svejsning.

Det er vigtigt at svejsesømmene trækkes helt op til rullesvejsningen for at undgå lækager.

Bemærk: De viste samlingsdetaljen kan ligeledes bruges til liner i dammen som lineren i låget.

5 EFTERFØLGENDE FORSØG OG RESULTATER

5.1 Monitorering

På forsøgslageret er der monteret en række følere der bruges i den videre analyse af lågkonstruktionens anvendelighed. Her gennemgås de vigtigste.

Temperaturer måles med termotråde, Type TT, der er isoleret med en varmebestandig Teflon. Temperaturer måles på ind- og udløb og tre tilfældige steder i vandet. Herudover måles temperaturen på kedlen ved indbyggede temperaturfølere. Styringssystemet måler ind- og udløb samt nogle styringstemperaturer. I forbindelse med fugtmålingerne gennemføres temperaturmålinger med PT-1000 fem steder i låget.

Fugtmålinger gennemføres med HIH-3602-L, integrerede fugtfølere fra Honeywell, fordelt over låget på fem punkter, i hjørnerne og i centrum. Højden er valgt forskellig for at finde fugt i toppen og bunden af låget.

Ud over temperaturer og fugt, måler et multifunktionsinstrument energistrømmen, masse-transport og temperaturer til/fra lageret.

5.2 Styring af opvarmnings- og køleforløb

Opvarmningsforløbet er kontrolleret ved at væsketemperaturen tilbage fra varmelageret måles. Metoden forudsætter naturligvis at man opvarmer hele karret til samme temperatur. Når lagertemperaturen er under den ønskede temperatur, tilføres varmt vand fra kedlen. Er temperaturen for høj, køles væsken i en serie af køleaggregater. Styringen holder temperaturen, afhængig af indstillingen i et temperaturinterval, omkring setpunktstemperaturen.

5.3 Opvarmningsforløb

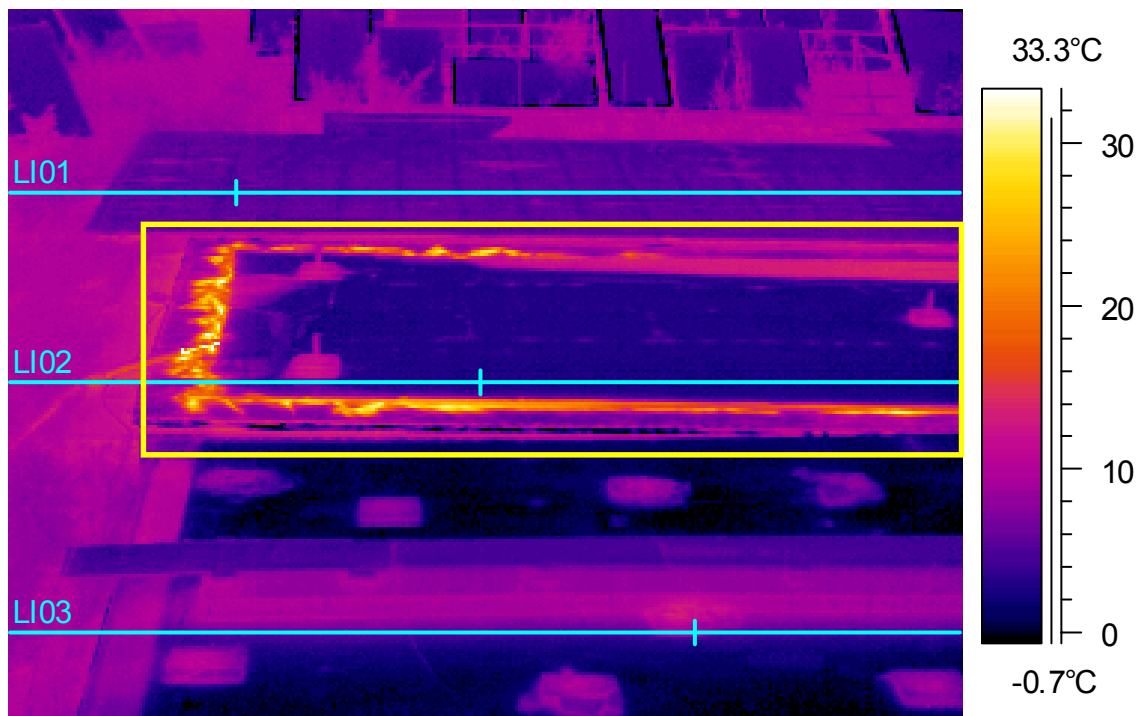
For at undersøge materialernes og løsningernes opførsel under opvarmning af lageret, er der gennemført to opvarmningscykler til 72°C. På grund af en defekt varmekedel kunne vi ikke øge temperaturen til de ønskede 90°C, da varmetabet var for stort. Dette skyldes naturligvis de u hensigtsmæssigt store varmetab i kantsamlingerne der er diskuteret ovenfor. Der er ikke fundet afgørende forskelle mellem forsøgsrækkerne.

I det følgende ses på varmetabet set ved termografering. Herudfra kan varmetabet fra en ”god” løsning forudsiges.

5.4 Termografering og varmetab

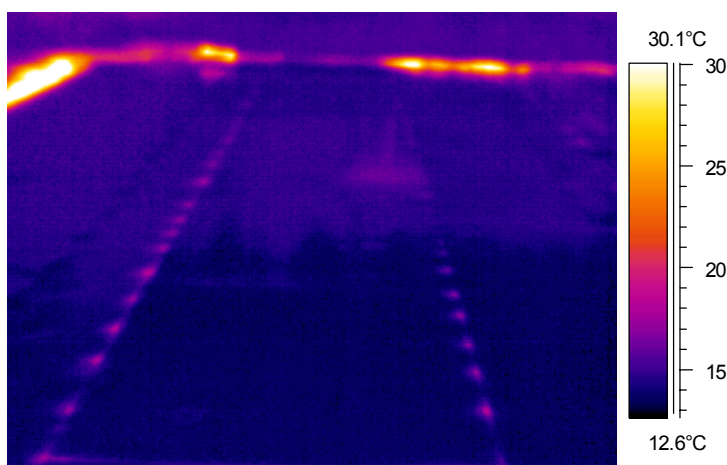
Da lagertemperaturen var på sit højeste, blev der taget nogle termograferingsbilleder der viser temperaturen på overfladen af lageret, låget og kanterne. Det viste sig at være en ikke helt trivial opgave, og de viste billeder er derfor taget om natten og under nogenlunde vindstille forhold hvor man kan forvente mindst indflydelse fra sol m.m. Derved er forskellige uønskede indflydelser elimineret.

Det må bemærkes at termograferingsbilleder er lidt vanskelige at forstå. Billederne består af en "scene" og en temperaturskala der viser hvilke farve der repræsenterer hvilke temperaturer. Det første billede viser låget fotograferet fra taget af en nærliggende bygning. Lageret er indrammet for at give læseren en bedre fornemmelse af lagerets beliggenhed.



Af billedet kan man se at temperaturen langs lagerkanten er afgørende større end inde på lagerets låg. Mens temperaturen på låget er mellem 2 og 6 grader, er temperaturen langs kanterne mellem 15 og 30 grader. Temperaturen skyldes varmetransporten i linermaterialet, samt varmetab pga. dårlig isolering. Man kan helt klar se at der er forskel i varmetab langs kanterne.

Billedet ovenfor viser øverst den kant der ikke er stabiliseret af nogen form. Det er også her vandet har samlet sig mest. Man skulle nu forvente en høj temperatur langs denne kant. Det er dog vandet der modtager varmen før den når op til den synlige kant. Derfor er temperaturen lav.



I figuren til venstre er låget afbildet på nært hold. Man ser små "pletter" med temperaturer der ligger omkring 17 grader. På disse punkter er topdugen sat fast til nogle hulplader lidt længere nede i isoleringslagene. Dette viser at der er kuldebroer forbundet med samlingsdetaljen, dog ikke så kritiske at det kan sammenlignes med de

mere problematiske kantløsninger.

Der er taget en hel række billeder som det viste. Der er ikke nogen kanter der ikke viser høje temperaturer. Dermed kan ingen af de anvendte løsninger anvendes direkte uden at man skal regne med et uhensigtsmæssigt varmetab.

5.5 Fugtindtrængning

Mulig fugtindtrængning er målt løbende under forsøgene og efterfølgende også som stikprøvekontrol. Der har ikke vist sig fugt- og vandindtrængning i isoleringen.

For at sikre disse resultater, er et af hjørnerne blevet åbnet. Ved at undersøge lågets forskellige dele i det givne hjørne, blev konstruktionen undersøgt for fugt. Der er fundet lidt vanddråber i bunden af låget hvilket tilskrives den fugt der er tilført låget under opbygning. Da lageret var koldt under inspektionen, har fugten lagt sig i bunden af lageret. Havde man et varmt lager, ville man kunne forvente fugten i toppen af lageret.

Dette forhold viser at man i konstruktionen skulle anvende ”udluftnings-header” der kendes fra tagkonstruktioner.

Da fugtmålingerne ikke har vist nogen afgørende svingninger, anses tilstedeværelsen af fugten ikke at være kritisk. Tilførsel af fugt under opbygningen skal dog helst undgås ved at anvende overdækning af arbejdsplatformen, så isoleringen holdes tør.

5.6 Lågets bevægelser som følge af termisk udvidelse m.v.

Opvarmningen af bassinet har ikke givet anledning til ødelæggende deformationer af bassinbunden eller lågkonstruktionen. Der er iagttaget nogle lommer i lågets overside som har gjort at der samles regnvand i store vandpytter på låget. Efter et års forløb med en hård vinter ser det dog ikke ud til at låget tager skade heraf.

5.6.1 Korrosive omgivelser

Det er stadig usikkert om rustfrie bundlinere kan anvendes i alle omgivende jordarter. Da damvarmelagre bygges i jord, er det denne omgivende ”jordart” der bestemmer hvilken slags rustfrit stål der kan anvendes til at tætnes lageret. Jorden kan, specielt i nærheden af havvand, indeholde høj-korrosive substanser, som f.eks. klorider og lignende. Dette spørgsmål bearbejdes ikke i foreliggende rapport og lægges ud til andre specialister i emnet som en meget relevant problemstilling ved anvendelse af den her demonstrerede linerløsning. Det anbefales at inddrage f.eks. FORCE-Instituttet i vurderingen af sådanne forhold.

6 DEN ENDELIGE LÅGKONSTRUKTION

Efter opsamling af erfaringerne fra nærværende projekt, kommer man frem til følgende konstruktion og detaljer vedr. flydende låg til damvarmelagre med rustfri tyndpladelinere som tætningsmateriale mod lagervandet. De fleste detaljer er dokumenteret i Duer, K. [2] hvor der i nærværende rapport kun gives tilføjelser der sikrer en succesfuld udførelse af damvarmelagre.

6.1 Teknisk beskrivelse

6.1.1 Dammen

Anlægsarbejdet har vist at man skal være meget nøjagtig i sit arbejde. Man skal gå ud fra at linerarbejdet kræver en veldefineret og symmetrisk geometri.

Isoleringen af dammen har ikke vist nogen overraskende forhold og kan gennemføres efter gængse rutiner.

Betonarbejdet i toppen af dammen skal udføres på en måde at kanterne er nøjagtige og ikke resulterer i at der fremstår nogen skarpe ujævnheder på overfladen.

Linerarbejdet er dokumenteret ovenfor. Det anbefales at gennemprøve alle detaljer i modeller der er 1:1 i værksteder. Hermed spares afgørende tid på byggepladser hvor indlæringen er vanskeliggjort af snavs, regn m.m.

6.1.2 Stabile hjørner og kanter

Som vist i nærværende rapport, anbefales det at der anvendes tykke (1,5 mm) materialer i kanter og hjørner. Herved er det muligt at svejse med TIG og elektroder. Dette giver veldefinerede kanter og hjørner og letter montagearbejdet betragteligt. Prisen stiger ikke afgørende pga. materialeforbruget, da tidsforbruget nok er mindre i forhold til den vanskelige håndtering af tyndpladeløsninger. Tykke plader sikrer herudover geometrisk stabilitet hvilket er vigtigt for at undgå kuldebroer gennem konstruktionen og vandansamling på oversiden af låget.

Anvendelse af tykke materialer anbefales såvel til tætning af dammen som til tætning af låget.

6.1.3 Isoleringen ud over kanten

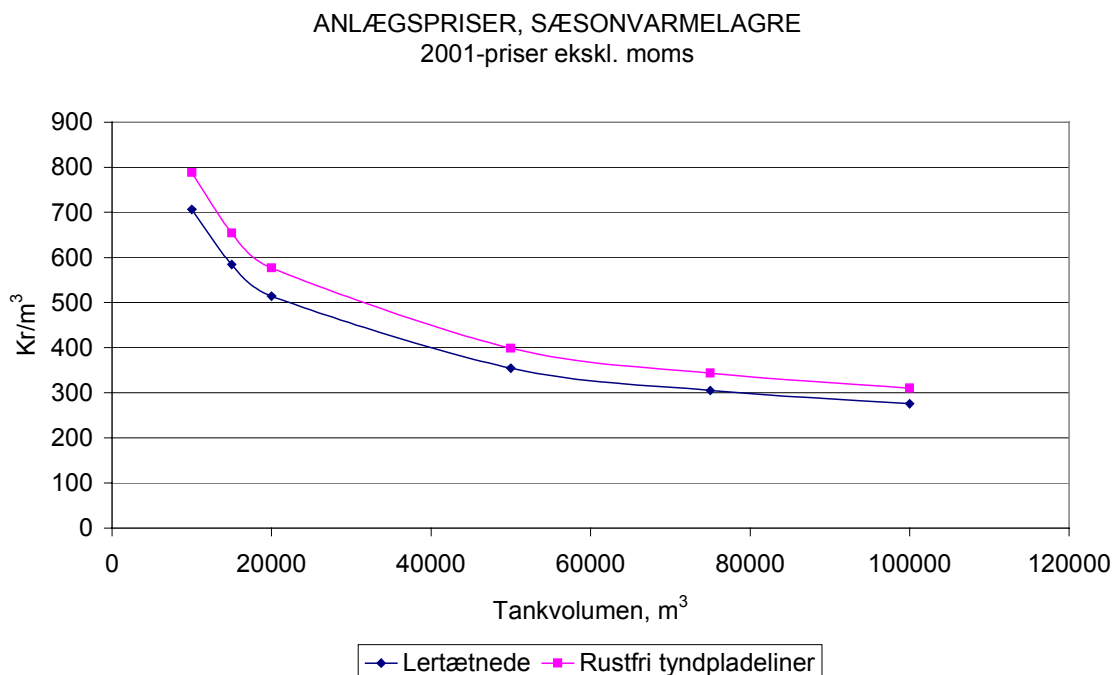
På trods af at veldefinerede og stabile kanter i lågets bundliner medfører en meget bedre isolering af låget langs kanten, så medfører varmetransporten i linermaterialet et betragteligt varmetab. Derfor anbefales anvendelsen af et isoleringslag der går ud over kanten af damvarmelageret som vist i Bilag 5. Dette løser samtidig nogle andre problemer. Hvis kantelementerne alligevel bliver lidt deformet, medfører det ikke store varmetab, og der opstår ikke vandansamlinger på låget. Anvendelse af kantisolering muliggør også en bedre afvanding af låget. Det må anbefales at anvende kileskårede isoleringsplader i toppen af låget for at sikre afvanding af regnvand. Sne kan dog stadig samle sig på låget.

Ulempen ved ændringen er primært en mindre merudgift i forhold til det første forslag.

6.2 Økonomiske forhold

Af Carsten Wesenberg, NIRAS.

I Bilag 6 gengives detaljerede prisberegninger på damvarmelagre med stålliner som tætning i dammen og låget. Prisen kan sammenfattes i følgende priskurve der viser afhængigheden mellem prisen per kubikmeter lager og lagerets volumen.



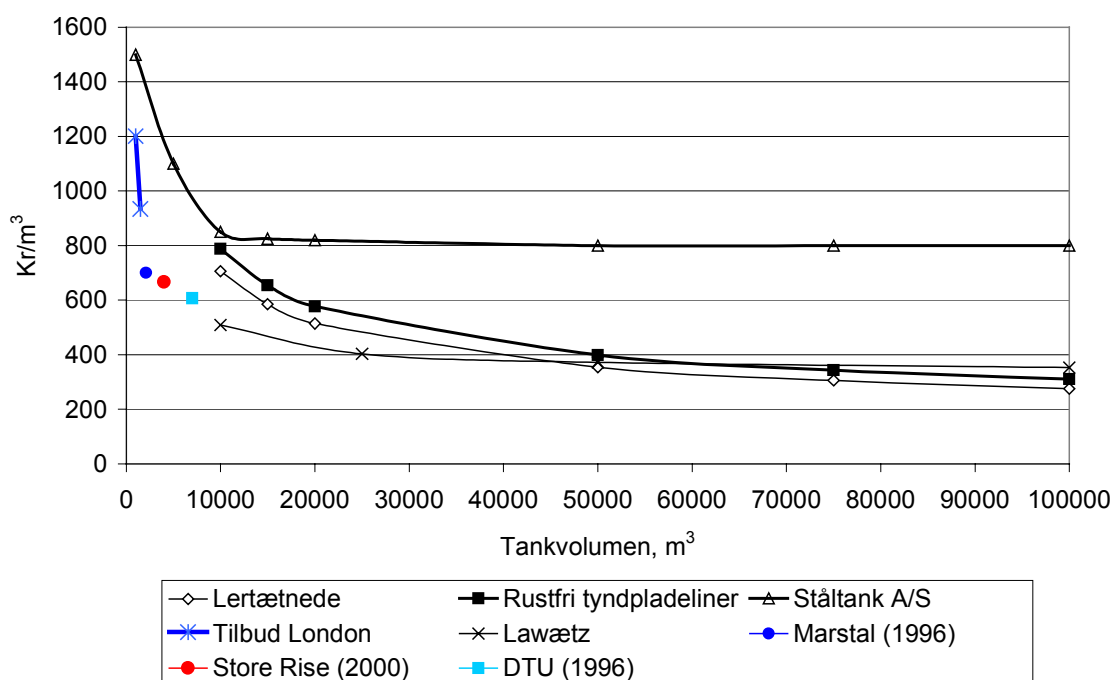
På grafen ses to kurver. Den øverste er prisen for et damvarmelager tætnet med en hybridliner af ler og plastmateriale, som man har udført det på Ottrupgård-lageret. Den nedre kurve viser prisen for et damvarmelager der er tætnet efter den foreliggende dokumentation.

Vi ser at prisen for begge kurver aftager med volumen, og at de forløber nogenlunde parallelle. Lagre på en størrelse omkring 10.000 m³, dvs. ret store lagre, kan udføres for en volumenpris på ca. 788 kr. per kubikmeter. Vi ser at et damvarmelager på 100.000 m³ kan udføres for 310 kr. per kubikmeter. Prisen er inkl. rådgiverhonorar, men ekskl. moms.

Det var målet, i 1990, at finde et damvarmelager til en totalpris på 250 kr. per kubikmeter. Indeks-korrigeres dette tal, findes at vi har opnået målet næsten på kr.

6.2.1 Sammenligning med priser for ikke-tryksatte ståltanke

Da ståltanke er den mest anvendte teknologi og mange bygherrer er trygge ved denne teknologi, er det nærliggende at sammenligne priserne for disse ståltanke med de fundne priser for damvarmelagre.



Figur 1. Pris per kubikmeter tank op til 100.000 m³ for et lertætnet damvarmelager, et damvarmelager med rustfri stålliner og priser for ståltanke, givet af tankentreprenører Ståltank A/S til formålet, samt en kurve genereret ud fra en undersøgelse fra Lawætz i 1996 der er index-korrigeret med 24% fra 1999 til 2002.

Tilbudspriser for et damvarmelager med plastliner for lave temperaturer er plottet under "Tilbud London".

Ståltankspriser fra gennemførte projekter er plottet som enkelte punkter i plottet. Her er der en 2100 m² tank bygget i 1996 i Marstal, en 4000 m³ tank bygget i 2000 i Store Rise, samt en ståltank på 7000 m³ bygget i 1996 på DTU.

Der er en hel del observationer der kan gøres ud fra figuren:

Ståltanke kan iflg. Ståltank A/S ikke konkurrere med damvarmelagre, mens disse iflg. Lawætz's beregninger kan konkurrere helt op til et volumen på over 40.000 m³, hvis man antager en index-regulering på 24% fra 1996 til 2002. Priser fra Bladt A/S, en anden ståltanksentreprenør, peger på et prisniveau der ligger mellem disse to udsagn.

Sammenlignes damvarmelagerpriser med de realiserede ståltankspriser, så ser det ud til at priserne kan holdes ganske lave for ret store ståltanke, dog at der synes en tendens til at priserne bestemt ud fra Lawætz er relativt lave.

Figuren kan ikke give entydig svar på konkurrenceforholdet mellem ståltanke og damvarmelagre!

De underliggende priser for figuren findes i følgende tabeller:

Tabel 1. Priser for forskellige store varmelagere.

			1000	5000	10000	15000	20000	25000	50000	75000	100000
Damvarmelager m. rustfrit stålliner	2001				788	654	576		399	343	310
Damvarmelager m. hybrid lermembran	2001				707	584	514		354	305	276
Ståltank	Lawätz	1996			410			325	300		285
		2001	1.24		508			403	372		353
	Ståltank A/S	2001		1500	1100	850	825	820	800	800	800
Ståltank uden fundament	Bladt A/S	2001		1100	600	500	480	450	400	400	400

Tabel 2. Priser for konkrete ståltanke.

Sted	Volumen	Årstal f. opførelse	Bemærkning	Pris pr. m ³ i kr.
Marstal (1996)	2100	1997		700
Store Rise (2000)	4000	2000		666
Vestkraft Esbjerg	40000	1991	tryksat (?)	625
Skærbæk Fredericia	27000	1991	tryksat	852
Adveøre	26000	2000	2. stks	
Studstrup	30000			
DTU, Lyngby	7000	1996		607

Priserne for et damvarmelager med polypropylenliner er 1200 og 934 kr/m³ for hhv. en 100 og en 1500m³ lager. Priserne stammer fra konkrete tilbud givet i 2002.

Det er relevant at fremhæve at omkostningerne for store lagre i Tyskland er reduceret til en tredjedel til en fjerdedel af omkostningerne for de første forsøg. Her er damvarmelagre af beton, dvs. statiske konstruktioner, tendentielt dyrere end kunstige aquifer-lagre der medfører anlægsomkostninger på ca. 250 DM/m³, dvs. ca. 1000 kr./m³. Ståltanke er i sammenligning angivet til 200 DM/m³, dvs. ca. 800 kr./m³. Vi kan se herudfra at ståltankprisen, givet af Ståltank A/S, er i god overensstemmelse med den tyske pris. Vi ser også at de danske damvarmelagre er afgørende billigere end dammene der bygges af betonkonstruktioner i Tyskland.

Da prisen for varmelagre er afgørende for at få et gennembrud af solvarme i større målestok, er det centralt at få viden om damvarmelagre udbredt.

6.3 Planlægningsmæssige forhold

Det er vigtigt for udførelse af damvarmelagre at de involverede entreprenører er interesserede i opgaven, og at de er villige til et tæt samarbejde med de andre involverede entreprenører. Det er helt afgørende ved samlingen af låget, hvor stållinererne samles parallelt, til udførelse af isoleringen og pålægning af plastdugen som regnbesskyttelse. Derfor skal de involverede håndværkere kunne koordinere deres indsats.

7 DIVERSE

7.1 Niveaukontrol

Da låget i damvarmelagre kan forventes at blive ødelagt ved større vertikale bevægelser, og da lågkonstruktionen stadig udgør næsten halvdelen af etableringsomkostningerne ved et

damvarmelager, stilles store krav til kontrol med lågets position og til fastholdelse af vandspejlet i bassinet. I dette afsnit følger nogle overvejelser om mulige metoder til niveauekontrol.

7.1.1 Optisk niveauekontrol

Niveauet for låget kan bestemmes i forhold til vandoverfladen eller i forhold til den omgivende dam.

Ønskes lågets højde holdt fast i forhold til vandspejlet, så er der i projektet udviklet følgende simple opstilling som er vist i Figur 1.



Figur 1. Niveauekontrol med tre optiske følere.

Figur 1 viser en aluminiumskinne hvori der er fastgjort tre optiske sensorer.

Sensorerne bygger på optisk måling af refleksion fra en given væske. Databladet for sensorerne kan findes i Bilag 2.

Højden, og dermed højden for responsen for den enkelte sensor, kan kontrolleres af underlagsskiver af valgt tykkelse som lægges på oversiden af aluminiumskinnen. De tre sensorer indstilles til hver sin højde med følgende formål:

1. Laveste vandniveau. Hvis vandet falder under dette niveau, skal der pumpes vand til lageret.
2. Normalniveau. Når der fyldes vand på, stoppes pumpningen på dette niveau. Hvis der udtrækkes vand, standses dette ved dette normalniveau.
3. Højeste vandstand hvor en udpumpning startes.

Det må bemærkes at sensorerne har en hysteres og nøjagtigheden derfor nok ikke kan være under ca. 2 mm omkring et setpunkt. Dette synes for de fleste tilfælde at være tilstrækkeligt og diskuteres ikke mere i den foreliggende rapport. Styringen som sådan behøver ikke tage hensyn til hysteres ud over at tilpasse højden af sensorerne med de ovenfor nævnte underlagsskiver.

De enkelte sensorer giver signaler som hver elektrotekniker kan udnytte til en given styringsenhed. Det er op til det aktuelle projekt at koble niveauekontrollenheden til den omgivende styringsenhed. Koblingen afhænger også af om der er tale om en enkelt eller to pumper udelukkende til niveauekontrol, eller om man udnytter den almindelige pumpe i varmesystemet til dette formål.

I et virkeligt anlæg ville man naturligvis udskifte aluminiumskinnen med en statisk konstruktion der gøres fast på siden af dammen. Dette medfører at der skal laves plads i låget for at kunne placere niveauelementet uden forstyrrelse fra låget. Endvidere er det en god ide at overveje to sæt (redundans) af sådanne følere for at undgå fejlstyring på grund af defekt i en enkelt føler.

7.1.2 Niveauelement og spædevand (af Carsten Wesenberg, NIRAS)

Følgende tekst stammer fra rapporten "Forundersøgelse for 10-20.000 m³ damvarmelager ved Sydlangeland halmvarmeværk.

Når vandet i lageret opvarmes, vil vandet udvide sig. Opvarmes vandet om 50°C, vil vandets udvidelse være ca. 2 % svarende til 2.000 m³ i et 100.000 m³ damvarmelager og 200 m³ i et 10.000 m³ damvarmelager. I standardudformningen med et 110 x 110 m låg, vil vandets udvidelse svare til en vandstandsstigning på 165 mm, men da vandoverfladen skal holdes konstant, skal en tilsvarende mængde vand bortledes fra bunden af bassinet, hvor det er koldest.

Spædevand bør tages fra egen vandforsyning med rent grundvand fra en boring tæt ved damvarmelageret. Spædevand skal påfyldes og aftappes automatisk og sikre, at låget maksimalt bevæger sig op/ned svarende til +/- 5 mm. Da belastningen af låget vil variere over året, kan ind- og udpumpning af spædevand ikke styres efter en niveauføler i en overløbsbeholder som i Ottrupgårdlageret, men skal styres efter en niveauføler på undersiden af låget.

Da låget vil blive ødelagt ved større vertikale bevægelser - som følge af en defekt styring, vandmangel eller en massiv lækage - skal der etableres en visuel alarm og et nødstrømsanlæg til sikring af spædevandsforsyningen. Et mekanisk styret overløb (påvirket direkte af låget) skal ligeledes sikre, at låget maksimalt kan bevæge sig 10 mm over "dagligt vande" - uafhængigt af det offentlige elnet.

Vandstanden i bassinet og lågets position bør kunne aflæses med 1 mm's nøjagtighed - både manuelt og via fjernaflæsning - og ind/udpumpningen kontrolleres via et SRO-anlæg i manøvrerummet på halmvarmeværket. SRO-anlægget skal endvidere kunne sende en alarm til driftslederen ved for høj/lav vandstand/lågniveau.

Damvarmelageret skal fyldes med rent vand, som adskilles fra fjernvarmenettet og et eventuelt solvarmeanlæg med varmevekslere. Vandet kan være blødgjort (calcium fjernet), for at undgå belægninger og tilstopning i varmevekslere m.v. i ladekredsen. Udfældning af calcium direkte i tanken eller permanente renseskredse ved varmevekslerne bør overvejes.

Ind- og udpumpning af koldt vand til og fra damvarmelagerets bund, skal - for at undgå forstyrrelse af lagerets termiske lagdeling - foregå via en præisoleret rørledning, som evt. kan være røret til den nederste diffusor.

Herudover kan følgende systemløsninger anvendes til niveauelementet:

A. Daglig driftskontrol (automatisk styring af ind- og udløb)

Elektronisk niveauelement med optiske følere i "forbundne kar" fyldt med ren glycol (frostfri) - hvoraf det ene kar placeres/fastgøres midt på låget over en strop til bundlineren - og det andet kar placeres i manøvrerum i flugt med overside låg. Karrene forbindes med en tynd kobberledning (Ø10 mm), som føres/fastgøres oven på lågets topmembran

B. Manuel stikprøvekontrol (check af driftskontrol)

Nivellering med nivellérapparat eller laserudstyr - opstillet permanent ved låg. Stadiet placeres/fastgøres på midten af låget lige over en strop til bundlineren.

C. Mekanisk overløb

Overløbsbeholder med justerbar overløbskant forbundet med præisoleret fjernvarmerør til bunden af bassinet (hvor vandet er koldest).

Rørdimensionen skal være så stor, at vandet fra en defekt spædevandsventil kan løbe igennem overløb til recipient uden vandstanden i bassinet hæves mere end nogle få mm. Røret skal være beskyttet mod frost, hvor det føres i jord etc.

Overløbsbeholderen placeres i manøvrerum i højde med underkant låg - og forsynes med niveaufølere, som kan give alarm ved for høj vandstand. Alarmen føres til SRO-anlæg, så driftslederen øjeblikkeligt kan se, at der er noget galt - vandspildet kan være stort, hvis ikke en defekt magnetventil i spædevandsforsyningen etc. opdages hurtigt.

7.2 Ind- og udløb samt manøvrearrangement og tilslutningsanlæg

Den i Ottrupgård benyttede udformning af ind- og udløb, diffusorer, manøvrearrangement m.v. har givet en god lagdeling i tanken. Alle rør, pumper og ventiler m.v. i kontakt med bassinvandet bør dog udføres i rustfrit stål, idet lange perioder med iltholdigt vand vil kunne forekomme.

Rørdimensioner og pumpekapaciteten i lagerkredsen (diffusorer, ind- og udløbsrør, forbindelsesledninger, varmevekslere m.v.) skal dimensioneres under hensyn til det lave statiske tryk (trykløs tank med fri vandoverflade) og vandets lave temperatur ved opstart (10 * 20°C); Tryktabet er typisk 2,8 gange så stor ved 20°C som ved 80°C.

Der bør benyttes variable og flowstyrede pumper i ladekredsen.

Vandhastigheden ved udmundingen af diffusorerne skal være < 0,1 m/sek. for at sikre en god lagdeling i varmelageret.

REFERENCELISTE

- [1] Wesenberg, C. (1996) *Sol/sæsonvarmelagre, Statusrapport, Lærtætnet damvarmelager med flydende lågkonstruktion, Status for udvikling*. Store Lagre 4, NNR.
- [2] Duer, K. (2000) *Flydende låg for damvarmelager - Statusrapport: Fase III*. Report R 040, Institut for Bygninger og Energi, Danmarks Tekniske Universitet, Bygning 118, DTU, 2800 Lyngby, ISSN1396-4011, ISBN 87-7877-042-4.
- [3] Pedersen, S. & Nielsen, U. (1999) *Fastlæggelse af levetider for plastliner til sæsonvarmelagre*. Teknologisk Institut, Gregersvej, 2630 Tåstrup.
- [4] Heller, A. (2000) *15 Years of R&D in Central Solar Heating in Denmark*. Solar Energy 69, (6):437-447 . 0038-092X.
- [5] Heller, A. (1997) *Floating Lid Constructions for Pit Water Storage - A Survey*. Report R-011, Institut for Bygninger og Energi, Danmarks Tekniske Universitet, Bygning 118, DTU, 2800 Lyngby, ISSN 1396-4011, ISBN 87-7877-01-6.
- [6] Wesenberg, C. (1995) *Ottrupgård, 1.500 m³ damvarmelager - Slutrapport-Ottrupgaard - A 1.500 m³ Pit Water Storage - Final Report*. NNR.
- [7] Heller, A. (1997) *Floating Lid Constructions for Large Pit Water Heat Storage*. Megastock '97, Sapporo, Japan, Volume 1pp. 503-508 .
- [8] Maureschat, G. (1998) *Udvikling af flydende lågkonstruktioner til damvarmelagre*. Rapport R-23, Institut for Bygninger og Energi, Danmarks Tekniske Universitet, Bygning 118, DTU, 2800 Lyngby.
- [9] Nielsen, U. (1994) *Linerløsninger til sæsonvarmelagre*. PlastConsult, Randers, ISBN 87-983763-2-2.
- [10] Wesenberg, C og Munch, K [10]: Udbedring af utæt lagertank med rustfri tyndpladeliner. Del 2: Bygning og idriftsættelse.

BILAG 1: KRAV TIL SVEJSEPROCEDURERNE

Af Aage Hansen, NIRAS, Allerød.

Krav vedrørende svejsning:

1. Dokumentation af stålmaterialer

Alt stål skal leveres med certifikat efter DS/EN 10204 i form af inspektionscertifikat type 3.1.B. Certifikater skal foreligge inden materialernes ankomst til montagepladsen.

Prøvningsomfanget skal mindst omfatte kemisk analyse samt mekaniske egenskaber som flydespænding, brudspænding og brudforlængelse.

Alt stål skal være mærket, således at en angivelse af mærkningen på certifikaterne er tilstrækkelig identifikation af materialet. Mærkningen skal omfatte chargenummer og ståltype.

Ved opskæring af mærkede plader m.v. skal mærkningen overføres til hvert enkelt delelement under tilsyn af en af NIRAS accepteret, uvildig instans, der arbejder for entreprenørens regning.

Stålet skal være fri for overfladefejl, herunder revner, lagdeling, buler m.m., af betydning for fremstilling og anvendelse.

2. Svejseprocedureprøver (PQR)

For alle svejseprocedurer der anvendes, skal der udføres prøvesvejsninger under overværelse af tilsynet. Prøvesvejsningerne skal udføres på plader og profiler af samme materiale og tykkelse som i den endelige konstruktion.

Alle svejsedata skal måles og registreres kontinuerligt under svejsearbejdets udførelse.

De udførte prøvesvejsninger skal underkastes afprøvning efter bygherrens ønske, og for hver af svejseprocedurerne skal der udarbejdes en procedure-prøveattest, PQR (Procedure Qualification Record) eller WPAR (Welding Procedure Approval Record), hvor alle svejsedata og testresultater er anført. Denne procedure-prøveattest skal godkendes og underskrives af NIRAS.

For lysbuesvejsning (TIG svejsning og Mikro-TIG svejsning) skal procedureprøverne udføres efter DS/EN 288-3. For modstandssvejsning (sømsvejsning) skal der udføres følgende prøver, idet EN 15614-12 er vejledende for WPAR:

- Skrælleprøve
- Besigtigelse
- Undersøgelse af makroætsede slib.

PQR/WPAR skal indeholde følgende data:

- Svejseudstyr (svejsemaskine, motor, gear, styring, motorstyring, trykmåler)
- Elektroder (rullemateriale samt rulle diameter og rullebredde med 0,2 mm nøjagtighed)
- Materialer (materialtype, pladetykkelse)
- Svejsedata, indstillinger (strømstyrke, svejsehastighed og elektrodetryk)
- Svejsedata, målinger (strømstyrke, svejsehastighed og elektrodetryk)
- Resultater af prøver efter svejsning (skrælleprøve, besigtigelse, undersøgelse af makroætsede slib, samlet bedømmelse af svejsningen)

3. Svejsespecifikationer (WPS)

På basis af de udførte procedureprøver (PQR) skal der for hver procedure udarbejdes en procedurespecifikation, WPS (Welding Procedure Specification).

For lysbuesvejsning (TIG svejsning og Mikro-TIG svejsning) skal procedure-specifikationerne udføres efter DS/EN 288-2. For modstandssvejsning (sømsvejsning) er EN 15609-5 vejledende for udførelse af WPS. Sømbredden skal være mindst 4 gange kvadratroden af pladetykkelsen, og opsmeltningen skal være mindst 40% af pladetykkelsen. Disse krav er fastlagt ud fra styrkemæssige hensyn, og kravene kan fraviges efter forudgående skriftlig aftale med bygherren for sømsvejsninger, hvortil der kun er tæthedsmæssige krav, men ikke behov for nævneværdig styrke. WPS'en skal indeholde alle svejsedata i overensstemmelse med den tilsvarende PQR/WPAR. WPS'en skal godkendes og underskrives af NIRAS.

4. Godkendelsesprøvning for svejsere (WPQ)

Alle svejsere skal, inden de deltager i arbejdet, have aflagt en tilfredsstillende arbejdsprøve, WPQ (Welder Performance Qualification), gældende for de svejseprocedurer, som de skal arbejde med.

For lysbuesvejsning skal arbejdsprøven udføres efter DS/EN 287-1. For modstandssvejsning skal arbejdsprøven udføres efter DS/EN 1418. Acceptkriterier for prøveemner er som ved procedureprøvning.

Arbejdsprøven kan samtidig være procedureprøve, såfremt alle svejsedata måles og registreres kontinuerligt under svejsearbejdets udførelse, hvilket ikke kræves ved godkendelsesprøvning for svejsere.

Certifikater for godkendelsesprøvning af svejsere skal godkendes af NIRAS før de pågældende svejsere deltager i arbejdet.

5. *Svejskvalitet*

Svejsearbejdet skal udføres i en kvalitet svarende til acceptkravet for procedureprøverne.

6. *Svejskontrol*

Under arbejdets udførelse skal entreprenøren dagligt foretage kontrol af at WPS'erne overholdes ved måling og registrering af alle svejsedata. Kontrollen skal dokumenteres med måleresultater. NIRAS vil kontrollere svejsedataene stikprøvevis.

Entreprenøren skal foretage visuel kontrol af alle svejsninger. Kontrollen skal dokumenteres med kontroljournal.

7. *Ikke-destruktiv prøvning (NDT)*

NIRAS vil lade en uvildig prøvningsinstans foretage stikprøvevis ikke-destruktiv prøvning af svejsningerne.

Såfremt der findes fejl i svejsningerne ved denne prøvning, udvides prøvningsomfanget for entreprenørens regning med to svejsninger, den forudgående og den efterfølgende svejsning udført af samme svejser.

Hvis én af disse to svejsninger indeholder fejl, udvides prøvningsomfanget yderligere for entreprenørens regning med 6 svejsninger, 3 forudgående og 3 efterfølgende.

Hvis én af disse 6 svejsninger udført af samme svejser indeholder fejl, skal alle svejsninger udført af den pågældende svejser undersøges for entreprenørens regning.

8. Destruktiv prøvning

NIRAS kan udvælge nogle svejsninger til destruktiv prøvning.

Entreprenøren skal udskære svejsningerne og udføre de nødvendige udbedringsarbejder. Den destruktive prøvning skal udføres som ved procedureprøverne.

Bygherren betaler omkostningerne ved prøvningen og udbedringsarbejdet såfremt svejsningen bliver godkendt. Hvis svejsningen imidlertid ikke opfylder alle acceptkriterierne, skal entreprenøren betale omkostningerne.

I så fald kan NIRAS udtage yderligere én svejsning til destruktiv prøvning, og omkostningerne ved både prøvning og udbedring af denne svejsning skal betales af entreprenøren uanset resultatet af prøvningen.

Hvis svejsningen ikke opfylder kravene, kan kontrolomfanget udvides yderligere på entreprenørens regning. Omfanget af en sådan udvidet kontrol fastlægges af NIRAS med henblik på at sandsynliggøre, at svejsearbejdet i sin helhed overholder de stillede krav.

BILAG 2: OPTISK SENSOR TIL NIVEAUMÅLER

Databladet for optiske sensorer til brug for vandspejlets niveauekontrol.

Level Sensors Optical Types VP, Modulated, Metal Housing

CARLO GAVAZZI



- Modulated light
- Built-in amplifier
- Output: NPN or PNP, 4-wire (NO & NC)
- Housing: Stainless steel or nickel plated brass
- Tip: Polysulphone or glass
- High chemical resistance to most acids and bases
- Liquid and electrical circuit completely isolated
- Power supply: DC models 10 to 40 VDC

Product Description

Optical level probe with modulated infrared light for detection of liquids. Self-contained unit has built-in amplifier. Separate transmitting and receiving elements

sealed behind the tip. Designed for direct mounting through the wall of a tank. The polysulphone tip is especially resistant to most acids and bases.

Ordering Key

VPB1 M NA-1

Type: Refraction principle

Housing material

Tip material

Light source

Output type

Connection

Type Selection

Housing material	Tip material	Ordering no. NPN, Make & break switching Cable	Ordering no. NPN, Make & break switching M12 Plug	Ordering no. PNP, Make & break switching Cable	Ordering no. PNP, Make & break switching M12 Plug
Stainless steel	Polysulphone	VPA1MNA	VPA1MNA-1	VPA1MPA	VPA1MPA-1
Stainless steel	Glass	VPA2MNA	VPA2MNA-1	VPA2MPA	VPA2MPA-1
Nickel plated brass	Polysulphone	VPB1MNA	VPB1MNA-1	VPB1MPA	VPB1MPA-1
Nickel plated brass	Glass	VPB2MNA	VPB2MNA-1	VPB2MPA	VPB2MPA-1

Specifications

Rated operational voltage	10 - 40 VDC	Pressure	≤ 10 bar at +60°C (+ 140°F)
Ripple	≤ 10 V	Environment	
Output current		Degree of protection	IP 67
Continuous	≤ 200 mA	Operating temperature	-20° to +80°C (-4° to +176°F)
No-load supply current	≤ 7 mA	Storage temperature	-40° to +100°C (-40° to +212°F)
Voltage drop	≤ 2.5 VDC	Liquid temperature	+100°C (+212°F) for ≤ 60 s
Protection	Reverse polarity, short circuit, transients	Housing material	Stainless steel or nickel plated brass
Ambient light	≤ 50.000 lux	Cable	2 m, 4 x 0.3 mm ² , grey, Ø 5.2 oil resistant PVC
Transient voltage	1 kV	Resistance	≤ 100 Ω, extension possible
Delay after power-on	20 ms	Weight	90 g
Operating frequency	≤ 30 Hz	Tightening torque	
Indication for		Stainless steel	30 Nm
Output ON	LED, yellow	Nickel plated brass	30 Nm
	No LED indication on plug types	External thread	3/8" (ISO 228/1)
Sensing accuracy		CE-marking	Yes
Liquid level difference	Horizontal mounting: ± 5 mm		
LED indication on plug types	Vertical mounting: ± 2.5 mm		

Mode of Operation

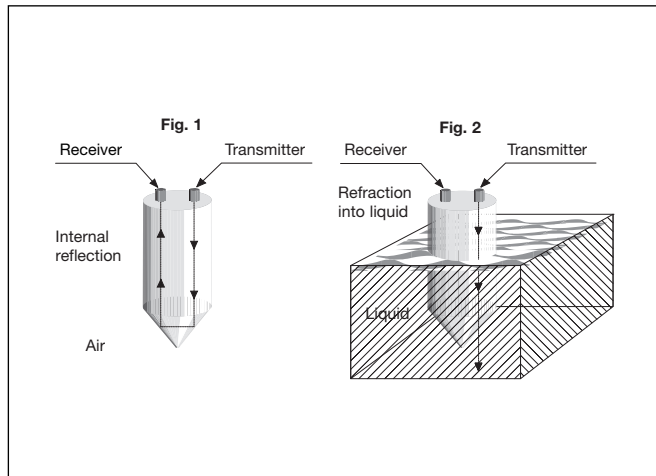
The probe contains IR transmitter, receiver and amplifier with open collector NPN or PNP output. The light source is a Ga-As diode emitting modulated, infrared light in short pulses.

This level probe is thus insensitive to ambient light (up to 50,000 lux) and suitable even for adhesive liquids.

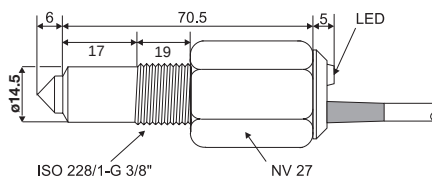
The conical tip of the sensor forms an angle of 90°. This angle acts as a prism, i.e. the beam, emitted from the Ga-As diode placed in one side of

the sensor head, is reflected internally to the phototransistor placed in the other side of the sensor head (fig. 1), provided that the tip of the sensor is situated in free air. If the sensor tip is immersed in a liquid, always having a refractive index different from air (fig. 2), the beam will be refracted into the liquid.

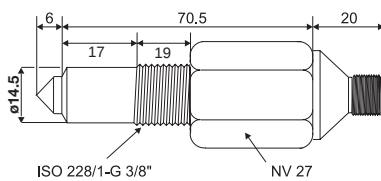
All types of sensors can operate in oil, waste water, aqueous solutions such as beer, wine, alcohol etc. without any kind of accessory.



Dimensions

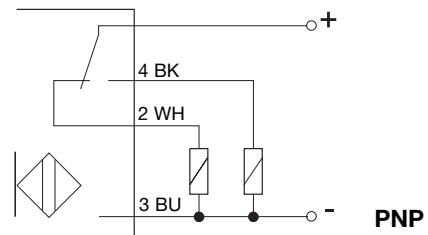


VP..M.A

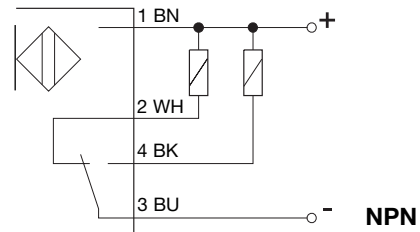


VP..M.A-1

Wiring Diagrams



PNP



NPN

Accessories

- Plugs: Standard M 12, CONH1A-.. or CONH1O-.. series.

BILAG 3: BYGGEMØDEREFERAT AF 2. MAJ 2001

Mødereferat

BYG.DTU, Danmarks Tekniske Universitet

DAMVARMELAGER MED FORSØGSLÅG

Referat af Byggemøde nr. 1

Mødetid/-sted: 2. maj 2001 på DTU, Lyngby

Mødedeltagere: Alfred Heller, DTU
Karsten Duer, DTU
Esben S. Pedersen, Jakobsen & Blindkilde
Paul Jakobsen, Jakobsen & Blindkilde
Michael Jacobsen, Marstal VVS
Carsten Wesenberg, NIRAS
Aage Hansen, NIRAS (ref.)

Fraværende: Ingen

Fordeling: Mødedeltagerne

Næste møde: Efter nærmere aftale

**Rådgivende ingeniører
og planlæggere A/S**

NIRAS
Sortemosevej 2
DK-3450 Allerød

Telefon 4814 0066
Fax 4814 0033
E-mail niras@niras.dk

Direkte:
Telefon 4814 2266 - 289
E-mail aah@niras.dk

CVR-nr. 37295728
Tilsluttet F.R.I

4. maj 2001

1. Generelt

1.1 Byggemøder

Næste byggemøde afholdes i forbindelse med aflevering af begge entrepriser. Det afholdes efter nærmere aftale i uge 19.

1.2 Øvrige møder

Sæsonlagergruppen ved Per Alex Sørensen blev inviteret til at se montagearbejdet i uge 18 og evt. deltage i nærværende byggemøde. Ingen ud over bygherren og rådgiveren deltog.

1.3 Byggepladsindretning og -drift

Entreprenørerne har fået tilladelse til at benytte DTU's toilet og bad. Alle øvrige sikkerheds- og sundhedsforanstaltninger samt miljø- og arbejdsmiljøforanstaltninger i henhold til gældende lovgivning er etableret af entreprenørerne.

2. **Kontrakt**

Entrepriseaftalerne mellem bygherren og henholdsvis Jakobsen & Blindkilde A/S og Marstal VVS A/S foreligger hos bygherren i to eksemplarer for hver aftale underskrevet af entreprenørerne.

3. **Planlægning**

3.1 *Arbejdets forløb og status for Jakobsen & Blindkilde*

Jakobsen & Blindkilde A/S påbegyndte bygningsentreprisen mandag den 9. april 2001 med anstilling og udgravning for damvarmelageret, hvorefter gruslaget i bassinet blev afrettet, betonkanterne støbt og isoleringen lagt.

På grund af unøjagtigheder i udførelsen af bassinet, således at hældningen blev forskellig på de fire sider og hældningen af betonkanten forskellig fra den nedenfor liggende isolering, måtte dette arbejde laves om, hvilket skete fra mandag den 23. april 2001 til onsdag den 25. april 2001.

Mandag den 30. april 2001 fyldte Jakobsen & Blindkilde bassinet med vand samt monterede formbordet og flydebroen, og på mødetidspunktet den 2. maj, hvor udtrækningen af låget var påbegyndt, blev isoleringsarbejdet forberedt.

3.2 *Arbejdets forløb og status for Marstal VVS*

Marstal VVS A/S påbegyndte stålentreprisen onsdag den 18. april 2001. Den første sømsvejsning udviste gennembrændinger på en strækning á 30 cm midt på linerstrækningen, hvor der blev udført overlappende svejsning fra midten ud mod begge ender (for at undgå buler fra svejsedeformationer). Denne svejsning blev skåret ud, og de følgende svejsninger blev udført i én retning fra den ene ende til den anden. Disse svejsninger i bundlineren viste sig tilfredsstillende både ved visuel inspektion og makroslib.

Onsdag den 25. og torsdag den 26. april 2001 udførte Marstal VVS foldning af hjørnerne i bundlineren. Der blev anvendt træskabeloner, som lineren ved hjælp af wirer blev bukket hen over. Den første foldning, som strakte sig helt ned til spidsen i bunden af bassinet, resulterede i et skarpt knæk med en lille revne. De øvrige tre hjørner blev foldet uden problemer, idet foldningen blev afbrudt ca. 30 cm højere oppe. Til gengæld kom der en blød bule på den nederste del af hjørnet, hvilket vurderes at give en bedre holdbarhed af lineren end skarpe knæk i flere retninger. Fredag den 27. april 2001 blev ovennævnte revne repareret ved TIG-svejsning, og der blev udført visuel inspektion og penetrantprøvning af en kontrollant fra Forceinstituttet med tilfredsstillende resultat.

Tirsdag den 1. maj 2001 udførte Marstal VVS sømsvejsning af liner til låget, og på mødetidspunktet den 2. maj var hjørnerne foldet, lineren

anbragt på flydebroen og udtrækningen påbegyndt. Montering af stropper pr. 600 mm for fastgørelse af isolering var ligeledes påbegyndt. Entreprenøren har valgt at anvende rustfrie popnitter i stedet for punktsvejsning.

3.3 *Planlagte aktiviteter*

- Udtrækning af låg
- Montering af hulplader i rustfrit stål for fastgørelse af isolering
- Tildannelse og fastgørelse af isolering til låget
- Pålægning af topliner
- Montering af temperaturfølere
- Montering af fylderør og sugerør
- Sænkning af vandspejl til blivende niveau
- Fastgørelse af lågkonstruktion til betonkant

3.4 *Tidsplan*

Entreprenørerne påregner afleveringsforretning i uge 19.

3.5 *Levering af materialer*

Alle materialer er leveret.

4. **Organisation**

Alfred Heller har overtaget ansvaret som projektleder for bygherren efter Karsten Duer, der fratræder sin stilling på DTU pr. 1. juni 2001.

Aage Hansen er byggeleder og tilsynsførende og Carsten Wesenberg er bygherrerådgiver og projekterende.

Esben S. Pedersen er projektleder for Jakobsen & Blindkilde A/S og Michael Jacobsen er projektleder for Marstal VVS A/S.

5. **Koordination**

Entreprenørerne skal selv indhente de nødvendige godkendelser fra myndigheder, Arbejdstilsynet, DTU's tekniske forvaltning m.v.

6. **Teknik**

6.1 *Rørgennemføringer*

Marstal VVS skal sende tilbud incl. udførelsesskitse til byggeledelsen, der indhenter bygherrens godkendelse. Tilbud er modtaget og godkendt den 3. maj 2001.

6.2 *Vandstandsregulering*

NIRAS udfører skitse og indhenter tilbud fra Jakobsen & Blindkilde. Efter mødet er det aftalt at udelade automatisk vandstandsregulering.

6.3 *Temperaturfølere*

Følere leveres af bygherren den 2. maj 2001. Placeringer aftales med bygherren.

6.4 *Stabilitet af låg efter fjernelse af flydebro*

Det blev drøftet, hvilke foranstaltninger der skal træffes for at hindre stållineren i at hænge ned på midten langs bassinkanten, når flydebroen fjernes. Der kan anvendes stropper, som fastgøres i modsat side, eller der kan placeres et 50 mm pex-rør mellem bundliner og låg.

Det blev aftalt at prøve tre forskellige løsninger: Et pex-rør placeres på den side, hvor flydebroen befinder sig. På den modsatte side foretages ingen særlige foranstaltninger, men på de to øvrige sider anvendes stropper, som ovenfor beskrevet.

Efter mødet foreslog Carsten Wesenberg at stållineren bukkes og tilbagebukkes som papirfold i skarpt hjørne inden ilægning af isolering.

7. **Økonomi**

7.1 *Betalingsplan*

I henhold til entrepriseaftalerne sker betaling af den faste entreprise-sum når entreprisen er afleveret til bygherren.

7.2 *Tillægspriser*

Ingen ekstraarbejder må igangsættes, før bygherren har afgivet skriftlig accept heraf, og der foreligger en aftale om arbejdsomfang og afregning.

Der udestår prisaftale om den nødvendige afvanding af byggegruben.

8. **Kvalitetssikring**

Der mangler dokumentation for udførelse af makroslib på lågets stål-liner.

I henhold til entrepriseaftalerne skal den krævede dokumentation for entreprenørens kvalitetssikring foreligge ved aflevering af entreprisen.

9. **Sikkerhed og miljø**

Al koordinering for sikkerhed efter arbejdsmiljøloven påhviler entreprenørerne, ligesom det påhviler entreprenørerne at sikre sig, at alle arbejdsmiljøregler og miljøbestemmelser overholdes.

Aage Hansen

BILAG 4: SVEJSEPROCEDURE PRØVNINGSRAPPORT

NIRAS A/S
Sortemosevej 2
3460 Allerød

att.: Aage Hansen

KIH/ilp
Svejsning og Produktionsteknologi
2001-05-29

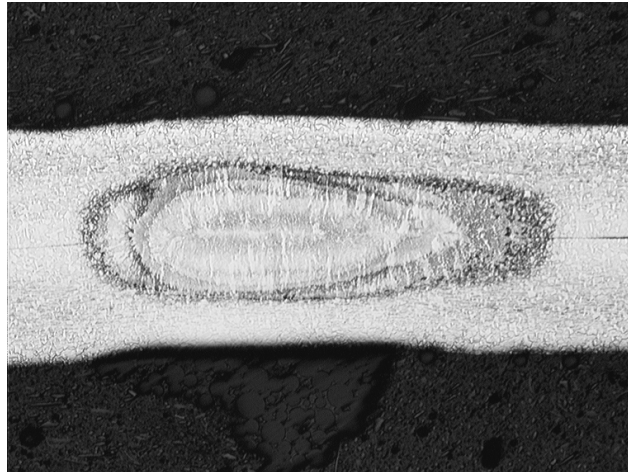
Vedr.: Sømsvejsning af 2 X 0.4 mm SS2343 rustfri stålliner, DTU forsøgslager.

FORCE Institutet skal hermed kort redegøre for svejse kvaliteten af den rustfrie stålliner. Lineren er sammensvejst med modstandssvejsning (sømsvejsning), samt ved en enkelt reparation med TIG svejsning.

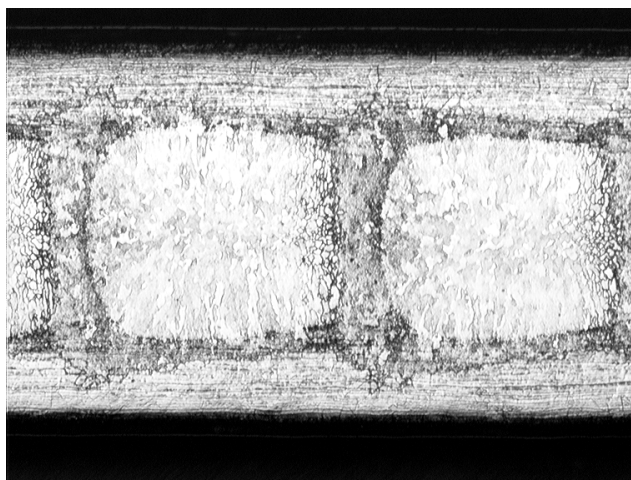
Sømsvejsning

Der blev hjemtaget prøver fra en stor del af sømsvejsningerne. Prøverne er endeafklip fra svejsningerne. Disse er blevet undersøgt, dels ved makroslib og nogle også ved en destruktiv test (skrælleprøve). Makroslibene af svejsningerne blev primært udført på tværs svejsning. Resultatet af disse prøver deler sig op i to. Dels bundlineren som generelt viser en god svejsekvalitet (se figur 1 og 2), og dels toplineren, som ved den første prøve viste problemer med mangelfuld opsmeltning (se figur 3). På baggrund af dette blev det besluttet at undersøge endeafklip fra alle svejsninger i låget. Se figur 4 – 9.

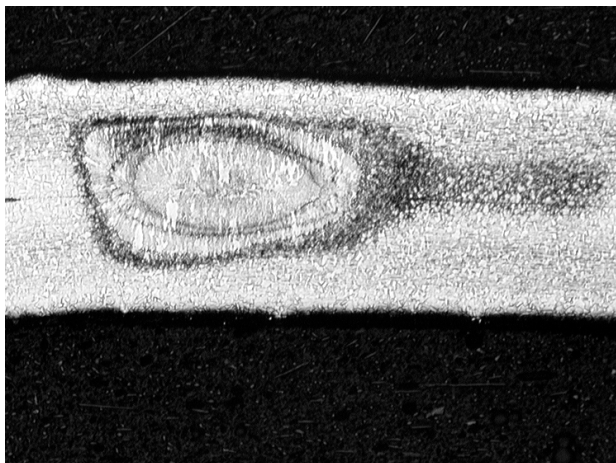
Som det ses af figur 1, er der lidt deformation af selve lineren. Dette skyldes ikke svejsningen, men stammer derimod fra afklipningen af prøven. Figur 2 viser at der er lidt afstand mellem svejsningerne, men der er fuld binding i mellem, og dermed fuld tæthed.



Figur 1. Makroslib af sømsvejsning fra bundliner på tværs af svejsningen 47 X 1:2



Figur 2. Makroslib af sømsvejsning fra bundliner på langs af svejsningen 90 X 1:2



Figur 3. Makroslib af sømsvejsning fra topliner på tværs af svejsningen 47 X. Svejsning 2 øst. 1:2

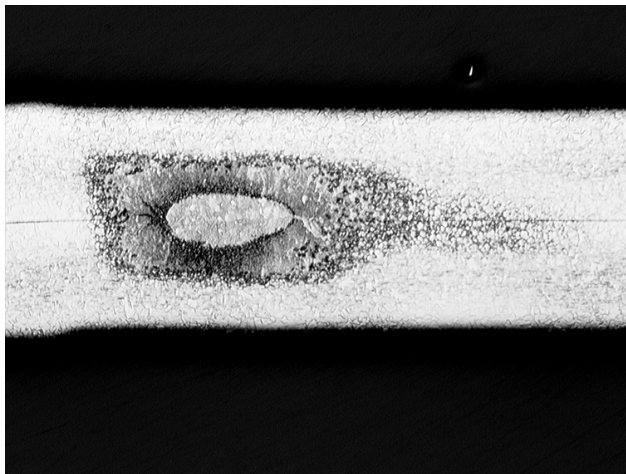
Skrælleprøverne af svejsningerne viser generelt en god styrke i alle de afprøvede udklip. Alle bryder i grundmaterialet, og ikke i svejsningen. Det vil sige, at der umiddelbart ikke er styrkeproblemer.

En umiddelbar konklusion på ovenstående afprøvninger må være, at der er en relativ stor spredning i kvaliteten på de udførte svejsninger af toplineren, set i relation til opsmeltning. Se figur 4-9. Dette ville under normale omstændigheder medføre, at svejsningerne skulle kasseres. Makroslib af svejsning 3 vest i høj forstørrelse (370 X), viser dog at der er binding, i nogle af de områder, hvor der ikke er opsmeltning. Se. figur 10.

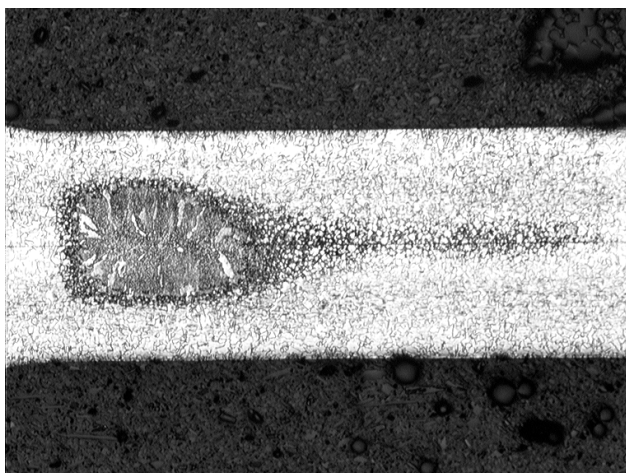
Både skrælleprøverne og visuelt check på svejsesømmene ikke viser nogle problemer, og man kan formentlig med stor sandsynlighed, alligevel acceptere det udførte arbejde. specielt set i forhold til den anvendelse der er tiltænkt, hvor lineren ikke skal optage store kræfter, men derimod være tæt. Der bør dog tages en form forbehold idet svejsningerne som nævnt ikke er udfør optimalt. En mulig forklaring på dette fænomen, skal muligvis findes i selve liner materialet i det nogle af makroslibene, viste tendens til ændret mikrostruktur. Se figur 6. Dette kan ændre de elektriske egenskaber af pladen, og dermed påvirke svejsekvaliteten. Dette bør dog undersøges nærmere.

TIG svejsning

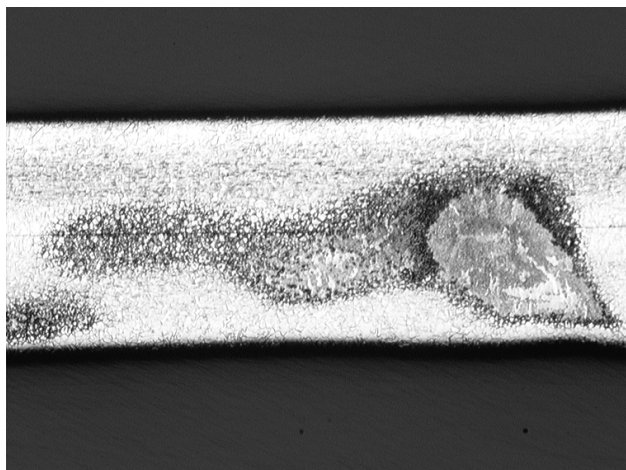
Efter sømsvejsning, skulle bundlineren foldes i facon. Ved denne foldning opstod der en revne, som efterfølgende blev TIG svejst. FORCE instituttet undersøgte denne reparation, dels visuelt og dels med penetrant. Der blev fundet to porer, som efterfølgende blev repareret, hvorefter der udførtes endnu en penetrantprøve, som ikke viste nogle utætheder. Omfaget og resultatet af disse undersøgelser er vedlagt som bilag 1-4.



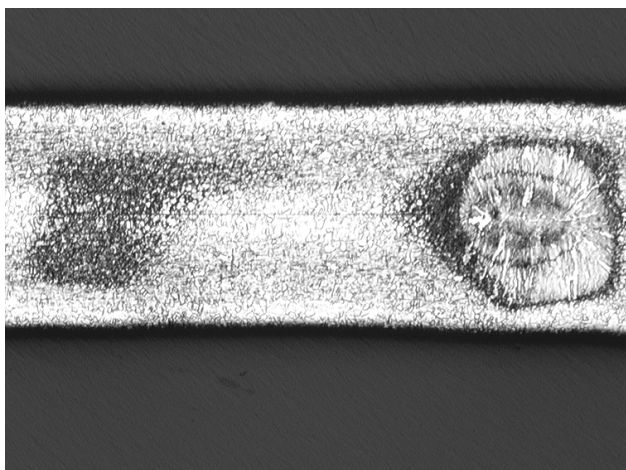
Figur 4. Makroslib af sømsvejsning fra topliner på tværs af svejsningen 47 X. Svejsning 1 vest. 1:2



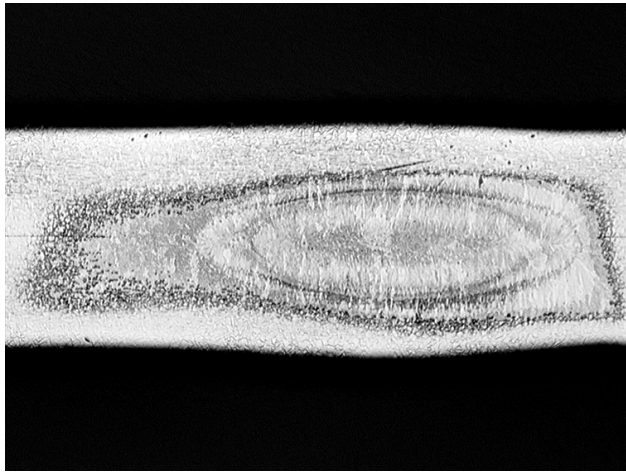
Figur 5. Makroslib af sømsvejsning fra topliner på tværs af svejsningen 47 X. Svejsning 2 vest. 1:2



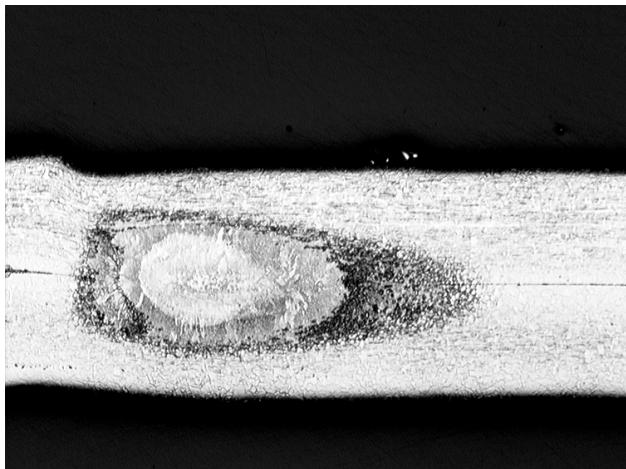
Figur 6. Makroslib af sømsvejsning fra topliner på tværs af svejsningen 47 X. Svejsning 3 vest. 1:2



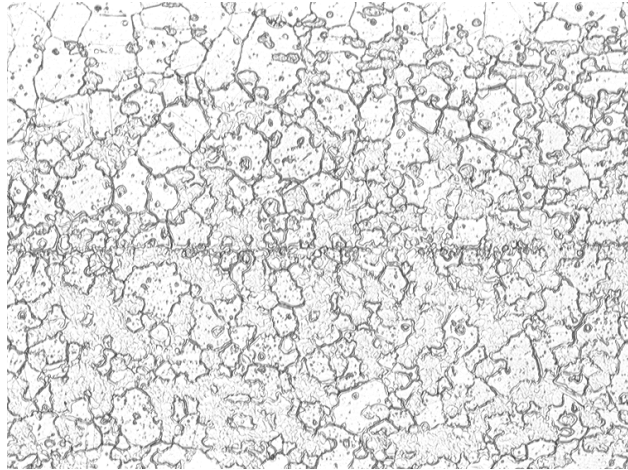
Figur 7. Makroslib af sømsvejsning fra topliner på tværs af svejsningen 47 X. Svejsning 4 vest. 1:2



Figur 8. Makroslib af sømsvejsning fra topliner på tværs af svejsningen 47 X. Svejsning 5 vest. 1:2



Figur 9. Makroslib af sømsvejsning fra topliner på tværs af svejsningen 47 X. Svejsning 6 vest. 1:2



Figur 10. Makroslib af sømsvejsning fra topliner på tværs af svejsningen 370 X. Svejsning 3vest. 1:2

Med venlig hilsen
FORCE Instituttet

Kim Hurup

MARSTAL VVS A/S

INDUSTRIVEJ 5 · DK-5960 MARSTAL · DANMARK

TLF. +45 6253 2346 · FAX +45 6253 1929 · MOBIL +45 2168 2650
E-MAIL: mar_vvs@post10.tele.dk

CVR-NR.: 21 82 54 41
GIRO: 454-6601
BANK: AMTSSPAREKASSEN FYN
KONTO NR.: 0823-076-56-11865

Annex A (informative)

Welding procedure specification -

I - Planned process requirements

No.: **MVVS - 01**

Issue/Revision: 1	No. of welding procedure specification for next operational sequence for this joint/assembly: NA
Date: 6-4-2001	
Customer: BYG.DTU, Brovej, Bygning 118, 2800 Lyngby	
Manufacturer: Marstal VVS A/S, Industrivej 5, 5960 Marstal	

Product

Description: Varmelager m. forsøgslåg, SS	Product identification No. ¹⁾ :
Assembly name:	Assembly No. ¹⁾ :
Joint location/operation number/identification code ¹⁾ :	Joint type: Seam welding
Parent material: SS2343, thickness 0,4mm	
Surface condition:	Form:
Number of welds per joint:	Weld pat/em/sequence (sketch) ¹⁾ :
Quality category:	Quality acceptance specification: Annex B

Process specification

Type: IBE 10 SSA	Location: Open air – InSitu
Environmental constraints: None	Machine type: PS
Machine identification No.: 1334	Machine size/capacitv: (0,1+0,1) – (0,5+0,5)
Manual/mechanized/automated: Automated	Tooling ¹⁾ :
Electrode set-up ¹⁾ :	Electrode change/dressing program: Annex C
Special services needed:	Control settings (program) chart No.:
Machine control type: SME 10DC	Welding current form:
Electrode holder drilled/not drilled:	Monitor type:
Machine control identification number:	Welding current (kA): 3,1 kA at 60% load
Auxiliary services:	Secondary voltage (V): 3,0V
Type of actuator (air cylinder): **	Electrode force (kN): 3,0 Nm +/- 0,2
Seam and roller spot welding:	Forge force:
Active travel speed (m/min): Max 3,6 m/min	Cooling type/flow rate (l/min): Aut. - water
Non-active travel speed (m/min):	Specified post-weld treatment Annex C
Welding rate (weld/min):	Post-weld treatment equipment: NA

Special instructions:

Prepared by: **Michael Jakobsen**

Date: **6-4-2001**

**AUT. GAS-, VAND- OG SANITETSMESTER • OLIEFYRSSERVICE • SMEDE- OG BLIKKENSLAGERARBEJDE
ALTERNATIV ENERGI • VENTILATION M. M.**

ALLE ARBEJDER OG LEVERANCER UDFØRES I HENHOLD TIL GÆLDENDE SALGS- OG LEVERINGSBETINGELSER.
EVT. REKLAMATIONER INDEN 8 DAGE.

MARSTAL VVS A/S

INDUSTRIVEJ 5 • DK-5960 MARSTAL • DANMARK

TLF. +45 6253 2346 • FAX +45 6253 1929 • MOBIL +45 2168 2650
E-MAIL: mar_vvs@post10.tele.dk

CVR-NR.: 21 82 54 41
GIRO: 454-6601
BANK: AMTSSPAREKASSEN FYN
KONTO NR.: 0823-076-56-11865

Annex B (informative)

Welding procedure specification - 11- Quality acceptance criteria

No.: MVVS-01

Issue/Revision: 1	No. of welding procedure specification for next operational sequence for this joint/assembly: NA
Date: 6-4-2001	
Customer: BYG.DTU, Brovej, Bygning 118, 2800 Lyngby	
Manufacturer: Marstal VVS A/S, Industrivej 5, 5960 Marstal	

Product

Description: Varmelager m. forsøgslåg, SS	Product identification No. ²⁾ :
Assembly name:	Assembly No. ²⁾ :
Joint location/operation number/identification code ²⁾ :	Joint type: Seam welding

Quality requirements

Product:	Appearance:
Type of weld: Seam	
Welds quality rating:	

Geometrical and physical properties of joint

Specified test values

	minimum value (mm)	minimum value (kN)	minimum plug diameter (mm)
Nugget diameter: 2v0,4	1,26		
Nugget indentation:		Chisel test:	
Electrode indentation diameter:		Peel force:	
Electrode indentation death:		Shear force:	
		Cross tension force:	
Sheet separation:		Impact force:	
		Fatigue force (kN) and cycles:	

Special instructions:	Corrosion test:
Prepared by: Michael Jakobsen	
Date: 6-4-2001	

²⁾ Insert drawing number

AUT. GAS-, VAND- OG SANITETSMESTER • OLIEFYRSSERVICE • SMEDE- OG BLIKKENSLAGERARBEJDE
ALTERNATIV ENERGI • VENTILATION M. M.

ALLE ARBEJDER OG LEVERANCER UDFØRES I HENHOLD TIL GÆLDENDE SALGS- OG LEVERINGSBETINGELSER.
EVT. REKLAMATIONER INDEN 8 DAGE.

MARSTAL VVS A/S

INDUSTRIVEJ 5 · DK-5960 MARSTAL · DANMARK

TLF. +45 6253 2346 · FAX +45 6253 1929 · MOBIL +45 2168 2650
E-MAIL: mar_vvs@post10.tele.dk

CVR-NR.: 21 82 54 41
GIRO: 454-6601
BANK: AMTSSPAREKASSEN FYN
KONTO NR.: 0823-076-56-11865

Welding procedure specification -

111- Welding machine set-up

Annex C (informative)

No.: **MVVS - 01**

Issue/Revision: **1**

Date: **6-4-2001**

Customer: **BYG.DTU, Brovej, Bygning 118, 2800 Lyngby**

Manufacturer: **Marstal VVS A/S, Industrivej 5, 5960 Marstal**

Product

Description: **Varmelager m. forsøgslåg, SS**

Assembly name:

Joint location/operation number/identification code³⁾:

Parent metal: **SS2343, thickness 0,4mm**

Product identification No.³⁾:

Assembly No.³⁾:

Joint type: **Seam**

Number of welds pr joint: **Mutiple**

Machine

Machine/Gun type: **Iberobot 10 SSA**

Platen/electrode dimension (mm): **Ø54*3mm**

Transformer rating:

Tap No.:

Control timer/programmer:

Cylinder type:

High lift:

Electrode set-up³⁾

Check of auxiliaries:

Electrode force (kN): **3Nm +/- 0,2***

Safety guard:

Location (work station): **In Situ**

Machine identification No.: **1334**

Secondary cable/shunt size (mm x mm):

Secondary cable(s) type x length (m):

Transformer identification No.:

Control timer/programmer identification No.:

Tooling³⁾

Cooling type/flow rate (l/min): **Automatic**

Electrode approach rate (m/min):

Source of start signal: **Manual switch**

End of cycle trigger signal:

Throat dimensions:

Weld control parameters

Pre-squeeze time(cycles with 50 or 60 periods):

Squeeze time (cycles):

Weld time (cycles): **Continous**

Off time (cycles):

Repeat weld time (cycles):

Hold time (cycles):

Off time (cycles):

Monitor type:

Stepper control type:

Weld current:

Heat setting:

Number of pulsations:

Weld current: **60% +10/-5%**

Heat setting:

Up-slope

Down-slope

Recorder active:

Stepper control active:

Stepper control program:

AUT. GAS-, VAND- OG SANITETSMESTER • OLIEFYRSSERVICE • SMEDE- OG BLIKKENSLAGERARBEJDE
ALTERNATIV ENERGI • VENTILATION M. M.

ALLE ARBEJDER OG LEVERANCER UDFØRES I HENHOLD TIL GÆLDENDE SALGS- OG LEVERINGSBETINGELSER.
EVT. REKLAMATIONER INDEN 8 DAGE.

MARSTAL VVS A/S

INDUSTRIVEJ 5 · DK-5960 MARSTAL · DANMARK

TLF. +45 6253 2346 · FAX +45 6253 1929 · MOBIL +45 2168 2650

E-MAIL: mar_vvs@post10.tele.dk

CVR-NR.: 21 82 54 41

GIRO: 454-6601

BANK: AMTSSPAREKASSEN FYN

KONTO NR.: 0823-076-56-11865

Machine/tooling

Machine control settings:

Conditions of auxiliary services:

Post-weld treatment:

Condition of electrodes:

Condition of tooling:

Special instructions:* Measured at

Prepared by: Michael Jakobsen, MVVS
--

Date: 6-4-2001



AUT. GAS-, VAND- OG SANITETSMESTER • OLIEFYRSSERVICE • SMEDE- OG BLIKKENSLAGERARBEJDE
ALTERNATIV ENERGI • VENTILATION M. M.

ALLE ARBEJDER OG LEVERANCER UDFØRES I HENHOLD TIL GÆLDENDE SALGS- OG LEVERINGSBETINGELSER.
EVT. REKLAMATIONER INDEN 8 DAGE.

MARSTAL VVS A/S

INDUSTRIVEJ 5 · DK-5960 MARSTAL · DANMARK

TLF. +45 6253 2346 · FAX +45 6253 1929 · MOBIL +45 2168 2650

E-MAIL: mar_vvs@post10.tele.dk

CVR-NR.: 21 82 54 41

GIRO: 454-6601

BANK: AMTSSPAREKASSEN FYN

KONTO NR.: 0823-076-56-11865

Weldability lobe prEN 14327:2000

Maskine IBEROBOT

Elektrode

Ø54*3mm, klasse 3

Type IBE10SSA

Elektrodekraft

3,0 N

Nummer 1334

Materiale

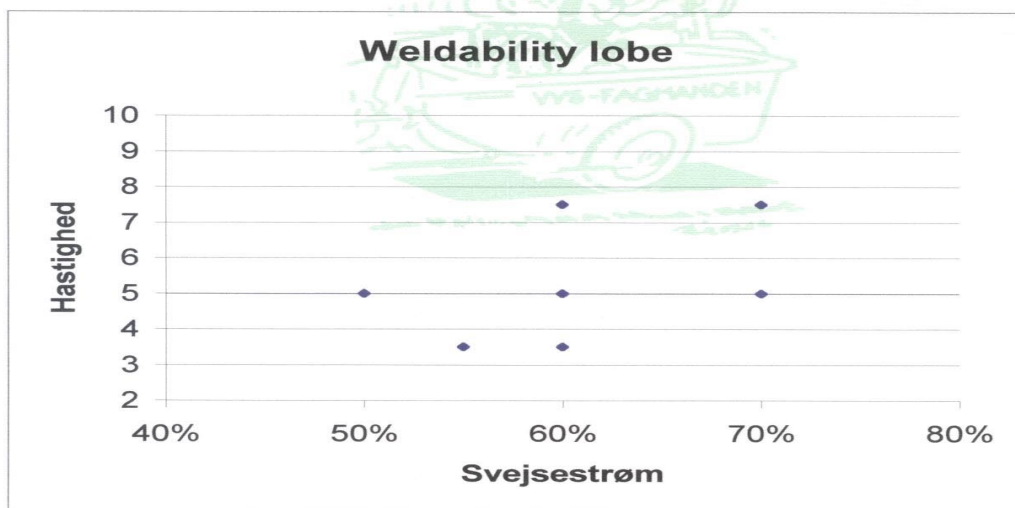
SS 2343 plade 0,4mm

Dato 05-04-01

Operatør

Jan-Ole Hansen

Test	Strøm	Hastighed	Slib	Opsmeltning	Bemærkninger
1	60%	5	x	1,30 mm	
2	70%	5	x	1,45 mm	
3	80%	5			Overfladesmelt
4	85%	5			Meget gennembrænding
5	50%	5	x	0 mm	Mangelfuld svejsning, ingen smelt
6	50%	3,5			
7	60%	3,5	x	1,70 mm	Gennembrænding
8	55%	3,5	x	1,3 mm	Gennembrænding
9	60%	7,5	x	1,3 mm	
10	70%	7,5	x	1,85 mm	Pore i midt, max strøm ved hastigheden
11	80%	7,5			Overflade smelt



AUT. GAS-, VAND- OG SANITETSMESTER • OLIEFYRSSERVICE • SMEDE- OG BLIKKENSLAGERARBEJDE
ALTERNATIV ENERGI • VENTILATION M. M.

ALLE ARBEJDER OG LEVERANCER UDFØRES I HENHOLD TIL GÆLDENDE SALGS- OG LEVERINGSBETINGELSER.
EVT. REKLAMATIONER INDEN 8 DAGE.

MARSTAL VVS A/S

INDUSTRIVEJ 5 · DK-5960 MARSTAL · DANMARK

TLF. +45 6253 2346 · FAX +45 6253 1929 · MOBIL +45 2168 2650

E-MAIL: mar_vvs@post10.tele.dk

CVR-NR.: 21 82 54 41

GIRO: 454-6601

BANK: AMTSSPAREKASSEN FYN

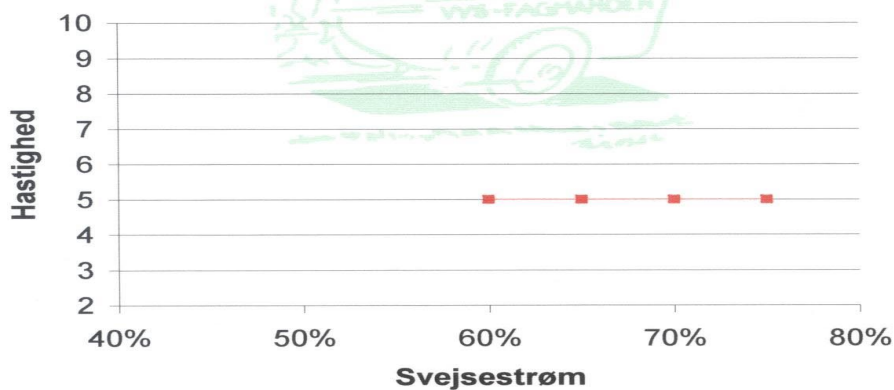
KONTO NR.: 0823-076-56-11865

Weldability lobe prEN 14327:2000

Maskine	IBEROBOT	Elektrode	Ø54*3,5mm, klasse 3
Type	IBE10SSA	Elektrodekraft	3,0 N
Nummer	1334	Materiale	SS 2343 plade 0,4mm
Dato	06-04-01	Operatør	Jan-Ole Hansen

Test	Strøm	Hastighed	Slib	Opsmeltning	Bemærkninger
1	60%	5	x		
2	65%	5	x	1,33mm	
3	70%	5	x		
4	75%	5	x		
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Weldability lobe



AUT. GAS-, VAND- OG SANITETSMESTER • OLIEFYRSSERVICE • SMEDE- OG BLIKKENSLAGERARBEJDE
ALTERNATIV ENERGI • VENTILATION M. M.

ALLE ARBEJDER OG LEVERANCER UDFØRES I HENHOLD TIL GÆLDENDE SALGS- OG LEVERINGSBETINGELSER.
EVT. REKLAMATIONER INDEN 8 DAGE.

MARSTAL VVS A/S

INDUSTRIVEJ 5 · DK-5960 MARSTAL · DANMARK

TLF. +45 6253 2346 · FAX +45 6253 1929 · MOBIL +45 2168 2650

E-MAIL: mar_vvs@post10.tele.dk

CVR-NR.: 21 82 54 41

GIRO: 454-6601

BANK: AMTSSPAREKASSEN FYN

KONTO NR.: 0823-076-56-11865

Svejselog - modstandssvejsning

Sted	DTU - Forsøgsområde 120	Svejser	JOH	WPS	MVVS01
Projekt	Låg forsøg - Sæsonlager	Svejsmaskine	IBEROBOT IBE 10 SSA		

Dato	Svejsning no.	Hastighed	Strøm %	Ruller	Bemærkninger
19-04-01	Bund 1	5	65%	3,5mm	Gennembrændning på midten, svejsningen kasseret og klippet ud. Svejsehjul rensat for svejseslagger.
19-04-01	Bund 1.1	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvejsning, ingen gennembrændinger.
19-04-01	Bund 2	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvejsning, ingen gennembrændinger.
19-04-01	Bund 3	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvejsning, ingen gennembrændinger.
19-04-01	Bund 4	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvejsning, ingen gennembrændinger.
20-04-01	Bund 5	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvejsning, ingen gennembrændinger.
20-04-01	Bund 6	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvejsning, ingen gennembrændinger.
27-04-04	Låg 1	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvejsning, ingen gennembrændinger.
27-04-04	Låg 2	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvejsning, ingen gennembrændinger.
27-04-04	Låg 3	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvejsning, ingen gennembrændinger.

MARSTAL VVS A/S

INDUSTRIVEJ 5 · DK-5960 MARSTAL · DANMARK

TLF. +45 6253 2346 · FAX +45 6253 1929 · MOBIL +45 2168 2650

E-MAIL: mar_vvs@post10.tele.dk

CVR-NR.: 21 82 54 41

GIRO: 454-6601

BANK: AMTSSPAREKASSEN FYN

KONTO NR.: 0823-076-56-11865

Svejselog - modstandssvejsning

Sted	DTU - Forsøgsområde 120	Svejser	JOH	WPS	MVVS01
Projekt	Låg forsøg - Sæsonlager	Svejsemaskine	IBEROBOT IBE 10 SSA		

01-05-01	Låg 4	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvajsning, ingen gennembrændinger.
01-05-01	Låg 5	5	65%	3,5mm	Fuld gennemsvajsning, ingen gennembrændinger.
01-05-01	Låg 6	5	65%	3,5mm	Gennembrændning på sidste meter, svejsningen undersøgt med vakuumbasse og fundet tæt. Skiftet svejs hjul til 3,0mm



Poul Thinggaard AS

INSPECTION CERTIFICATE
ACC TO EN 10204-3.1.1.B

ERKTØJ & ERHVERVSPRØVNING

Reference/Referenz
E. LARSSON

Avesta Sheffield AB
Coil Products Nvby
S-644 80 TORSHÄLLA
SWEDEN

Telephone +46 16 349159
Telefax +46 16 349014

Date/Datum
99-10-08

Certificate No./Zeugnis-Nr
P 54760

Customer/Bestiller
AVESTA SHEFFIELD NORDIC AB

Manufacturers Order No/
Werksauftrag-Nr

Invoice No./Rechnung-Nr
64151

BOX 1134
631 80 ESKILSTUNA

Customer's Order No/Bestell-Nr
118937

Consignee/Emplanger
NSC SILVERDALEN

Product/Verzeugnisform

COLD ROLLED STAINLESS COIL, FINISH 2B

Requirements/Anforderungen

ASME SA 240 ED 98. ASTM A 240-96. SS 219120.

Grade/Werkstoff

TYPE 316/SS 2343-28

Trade mark/Markenbezeichnung
AVESTA 17-12-2.5

Manufacturers mark/
Zeichen des Herstellerswerkes

NYBY

Process/Erbsmelzungstert

E+CLU/AOD

Imp. stamp/Abnahme-Stempel

EXTENT OF DELIVERY / UMFANG DER LIEFERUNG

Item/ Pos	Quantity/ Stückzahl	Length m/ Länge m	Dimensions/Abmessungen	Heat-Coil/ Schmelze-Band	Sample/ Probe
3	15		0.40 1250.00	792878-011	01-02

CHEMICAL COMPOSITION / CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG

Fe3V Schmelze	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	W	N	Co	Cu
792878	.031	.44	.81	.028	.005	16.9	10.7	2.57		.047	.20	.39

RESULT OF TESTING / ERGEBNIS DER PRÜFUNG

L: In the rolling direction/ Länge der Walzrichtung, T: Across the rolling direction/ Quer der Walzrichtung

Sample/ Probe LT	RP 0.2 N/mm ²	RP 1.0 N/mm ²	Rm N/mm ²	A %	2" HB HARDNESS BRINELL
Requirements/ Sollwerte	220	250	515 - 710	40	217
01 T	300	316	633	46	44 167 GRADE VERIF. (SPECTROSCOP): OK
02 T	284	307	624	54	51 160 HEAT TREATMENT: 1100 C BEGINNING = 01 END = 02

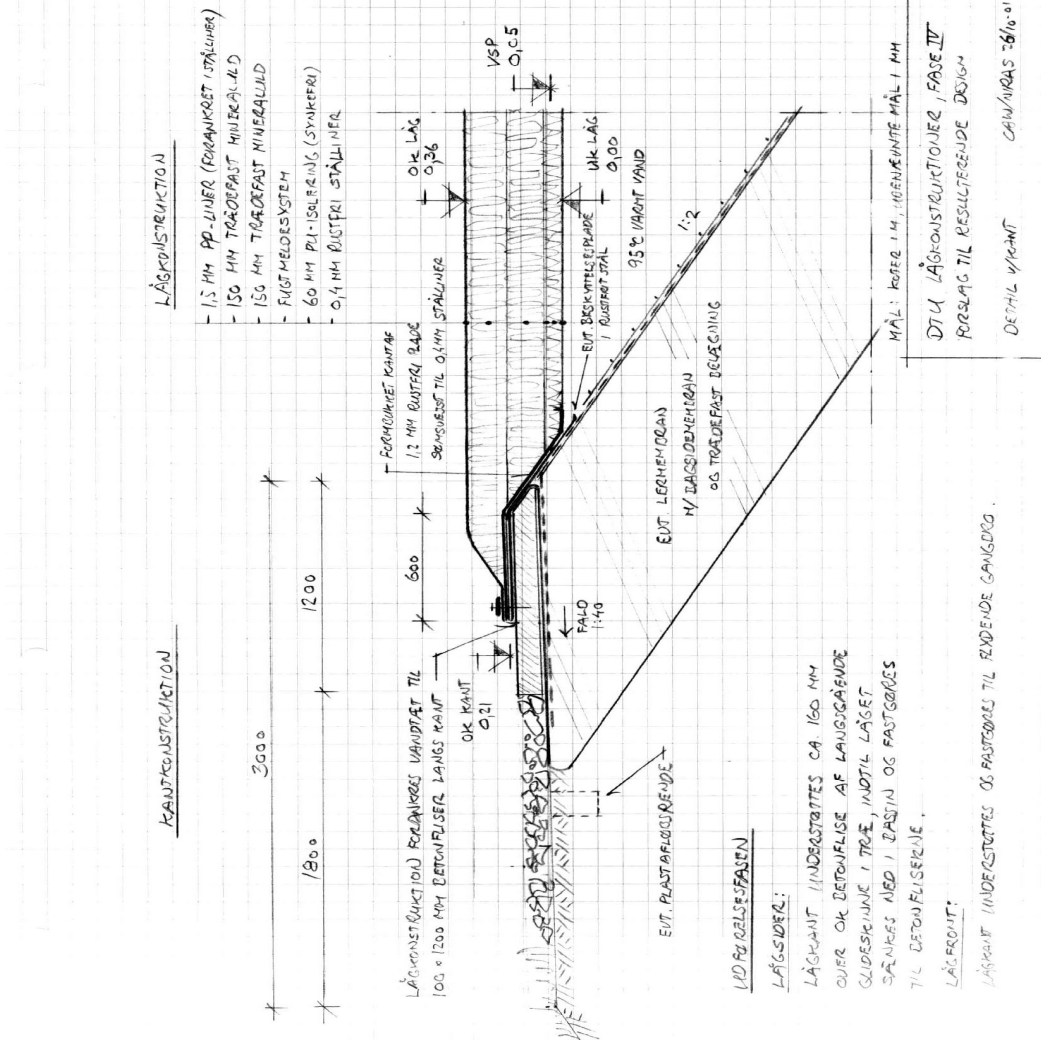
Resistance to corrosion acc. to
Beständigkeit gegen Korrosion gemäss

Imp. and gauge measurement
Beschügung und Ausmessung
SATISFACTORY

The requirements stipulated are
satisfied.
Die gestellten Anforderungen sind erfüllt.

QC Dep./Qualitätsstelle

BILAG 5: SKITSEFORSLAG TIL ISOLERING UD OVER KANTEN



BILAG 6: ØKONOMISKE FORHOLD FOR DAMVARMELAGRE

Af Carsten Wesenberg, NIRAS, Ålborg.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
LERTÆTNET

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 10068 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos. ANLÆGSDEL		MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1 BYGGEPLADS	Byggepladsdrift	4714274 kr	4.00 %	188571 kr		Overslag
	Drift af byggeplads/-veje	Byggeplads og -vej	1101 m2	100.00 kr/m2	110091 kr	Overslag
	I alt			298662 kr	5.4%	
	kr/m3 tank:		29.67 kr/m3			
2 TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
		15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
	I alt			247098 kr	4.4%	
3 UDGRAVNING OG FØLERMONTERING	Muldafrømning	6017 m2	10.00 kr/m2	60170 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl. afretning og montering af følere.	Udgr. bassin	5190 m3	27.00 kr/m3	140142 kr	Overslag
		Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
	Afretning	3470 m2	4.60 kr/m2	15964 kr		Pilotanlæg +15%
	I alt			228876 kr	4.1%	
	kr/m3 tank:		22.73 kr/m3			
4 TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL	Bagsidemembran	3426 m2	66.03 kr/m2	226213 kr		Pilotanlæg +15%
	Levering og indbygning af 0,75 mm EPDM-membran	Membranudlægning	3426 m2	6.61 kr/m2	22653 kr	Pilotanlæg +15%
	lagt m. 1-2 m overlæg samt transport og	Lerpris	2508 m3	0.00 kr/m3	0 kr	Overslag
	indbygning af ler fra depot < 15 km fra	Transport + indbygning, bund	458 m3	149.50 kr/m3	68524 kr	Pilotanlæg +15%
	damvarmelager (lagtykkelse 0,85 m)	Transport + indbygning, side	2050 m3	149.50 kr/m3	306483 kr	Pilotanlæg +15%
	Trædefast belægning af RIO-net 8/8/200/200	TROXLER-kontrol	2508 m3	14.95 kr/m3	37501 kr	Pilotanlæg +15%
	på geotextil.	Kvalitetskontrol, GEO	2508 m3	23.30 kr/m3	58446 kr	Overslag, GEO
		Bøsningssrør m.v.	3 stk	7500.00 kr/stk	22500 kr	Pilotanlæg +15%
		Belægning	2412 m2	70.00 kr/m2	168828 kr	Overslag
		Bund, in-situ støbt	32 m3	1178.75 kr/m3	38138 kr	Pilotanlæg +15%
	I alt:	2951 m2	321.68 kr/m2	949285 kr	17.1%	
	kr/m3 tank:		94.29 kr/m3			
5 BASSINKANT	Afretning i 2,4 m bredde	522 m2	10.00 kr/m2	5215 kr		Overslag
	Dæmningskrone afrettes med fald og	Geotextil + udlægning	825 m2	15.00 kr/m2	12375 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Betonelementer	255 m2	390.00 kr/m2	99454 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	betonelementer og singles/fliser.	Drænrende	222 m	600.00 kr/m	133266 kr	Overslag
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Singles	13 m3	250.00 kr/m3	3260 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Fliser udlagt	225 m	100.00 kr/m	21251 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
	I alt	208 m	1443.46 kr/m	299821 kr	5.4%	
	kr/m3 tank:		29.78 kr/m3	550943.2783		
6 IND- OG UDLØB M.V.	Ind-/udløb	52 m	2500.00 kr/m	130235 kr		Overslag, CONSWEDE
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
	I alt			175235 kr	3.1%	
7 FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI	Anstilling, spil m.v.	5 % af	2199758 kr	109988 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	52 m	2333.00 kr/m	121146 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	2581 m2	229.20 kr/m2	591548 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbukket RS-liner	252 m2	837.50 kr/m2	211160 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbukket kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	2833 m2	12.50 kr/m2	85413 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	2622 m2	110.00 kr/m2	288441 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbatte	5519 m2	79.50 kr/m2	438757 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	2908 m2	43.00 kr/m2	125051 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og	Fastgørelse, teleskopskruer	3400 stk	55.00 kr/stk.	186982 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	213 m	255.00 kr/m	54190 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflade	2696 m2	5.00 kr/m2	13482 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	2696 m2	31.00 kr/m2	83590 kr	Overslag
	I alt	2696 m2	856.59 kr/m2	2309746 kr	41.5%	
	kr/m3 tank:		229.42 kr/m3			
8 TERRÆNREGULERING OG RETABLERING	Indbygning af råjord i jordv	5189 m3	50.00 kr/m3	259472 kr		Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	9501 m2	1.73 kr/m2	16388 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	1504 m3	37.70 kr/m3	56706 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	9501 m2	3.45 kr/m2	32777 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	220 m	69.00 kr/m	15160 kr	Pilotanlæg +15%
	Indbygning af råjord i øvrigt	3535 m3	35.00 kr/m3	123710 kr		Overslag
	I alt			504213 kr	9.1%	
9 DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER	Tæthedsprøvning	10068 m3	5.00 kr/m3	50338 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	501294 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
	I alt		54.79 kr/m3	551632 kr	9.9%	
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	552.72 kr/m3	5564568 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 10068 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			5564568 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	5829568 kr	10.00 %	582957 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	6412524 kr	2.50 %	160313 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	6572837 kr	7.50 %	492963 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE (kr/m3 tank og kr ialt):		701.83 kr/m3	7065800 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 10000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 10625 m3 106%

DIMENSIONER, VANDVOLUMEN	NIRAS Dato: 20.11.01	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Skråningsanlæg, 1 til :		2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:		0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):		51.1 m	51.9 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):		7.0 m	7.2 m*
Bundbredde:		23.2 m	23.2 m
Skråningsbredde (vandret mål):		13.9 m	14.4 m
Skråningslængde (skrå mål):		15.6 m	16.0 m
Omkreds top:		204.3 m	207.7 m
Topareal:		2610 m2	2696 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):		2315 m2	2412 m2
Bundareal, vandret bund:		539 m2	539 m2
Bundmembranareal ialt:		2854 m2	2951 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)		10068 m3	10625 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og $V = 0,075 \cdot B^3$		Vandvolumen (netto)	10068 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.54 m2/m3	0.56 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	29%	30%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 642 MWh	642 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 2.2 MW	2.2 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 94 m3/h	94 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 805 MWh	805 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse, t:	0.85 m	0.85 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	1.90 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.95 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	4.69 m	4.82 m*
Udgravningsbredde, U:	42.38 m	42.89 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	23.62 m	23.62 m
Udgravningsvolumen, $V_u = d/3 \cdot (U^2 + u^2 + 2 \cdot U \cdot u)$:	4966 m3	5190 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	3.13 m	3.21 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	6.25 m	6.42 m
Jordvolde, skråningslængde:	6.99 m	7.18 m
Jordvolde, bundbredde:	13.61 m	13.34 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	69.59 m	69.57 m
Jordvolde, volumen	5337 m3	5189 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	6021 m2	6017 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	1505 m3	1504 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	9588 m2	9501 m2
Lågareal, flydende låg	2610 m2	2696 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	2818 m2	2908 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	-371 m3	1 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
LERTÆTNET

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 15101 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos. ANLÆGSDEL		MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1 BYGGEPLADS	Byggepladsdrift	5907549 kr	4.00 %	236302 kr		Overslag
	Drift af byggeplads/-veje	Byggeplads og -vej	1212 m2	100.00 kr/m2	121181 kr	Overslag
	I alt			357483 kr	5.1%	
	kr/m3 tank:		23.67 kr/m3			
2 TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
	I alt			247098 kr	3.5%	
3 UDGRAVNING OG FØLERMONTERING	Muldafrømning	7495 m2	10.00 kr/m2	74954 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	7600 m3	27.00 kr/m3	205213 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
	Afretning	4444 m2	4.60 kr/m2	20443 kr		Pilotanlæg +15%
	I alt			313209 kr	4.5%	
	kr/m3 tank:		20.74 kr/m3			
4 TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL	Bagsidemembran	4417 m2	66.03 kr/m2	291675 kr		Pilotanlæg +15%
	Levering og indbygning af 0,75 mm EPDM-membran	Membranudlægning	4417 m2	6.61 kr/m2	29208 kr	Pilotanlæg +15%
	lagt m. 1-2 m overlæg samt transport og	Lerpris	3273 m3	0.00 kr/m3	0 kr	Overslag
	indbygning af ler fra depot < 15 km fra	Transport + indbygning, bund	601 m3	149.50 kr/m3	89791 kr	Pilotanlæg +15%
	damvarmelager (lagtykkelse 0,85 m)	Transport + indbygning, side	2673 m3	149.50 kr/m3	399556 kr	Pilotanlæg +15%
	Trædefast belægning af RIO-net 8/8/200/200	TROXLER-kontrol	3273 m3	14.95 kr/m3	48935 kr	Pilotanlæg +15%
	på geotextil.	Kvalitetskontrol, GEO	3273 m3	23.30 kr/m3	76266 kr	Overslag, GEO
		Bøsningssrør m.v.	3 stk	7500.00 kr/stk	22500 kr	Pilotanlæg +15%
		Belægning	3144 m2	70.00 kr/m2	220098 kr	Overslag
		Bund, in-situ støbt	42 m3	1178.75 kr/m3	49974 kr	Pilotanlæg +15%
	I alt:	3851 m2	318.89 kr/m2	1228003 kr	17.6%	
	kr/m3 tank:		81.32 kr/m3			
5 BASSINKANT	Afretning i 2,4 m bredde	593 m2	10.00 kr/m2	5925 kr		Overslag
	Dæmningskrone afrettes med fald og	Geotextil + udlægning	928 m2	15.00 kr/m2	13927 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Betonelementer	290 m2	390.00 kr/m2	113294 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	betonelementer og singles/fliser.	Drænrende	252 m	600.00 kr/m	151009 kr	Overslag
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Singles	15 m3	250.00 kr/m3	3703 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Fliser udlagt	255 m	100.00 kr/m	24208 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
	I alt	237 m	1420.54 kr/m	337067 kr	4.8%	
	kr/m3 tank:		22.32 kr/m3	550943.2783		
6 IND- OG UDLØB M.V.	Ind-/udløb	57 m	2500.00 kr/m	141507 kr		Overslag, CONSWEDE
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
	I alt			186507 kr	2.7%	
	kr/m3 tank:		12.35 kr/m3			
7 FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI	Anstilling, spil m.v.	5 % af	2792843 kr	139642 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	59 m	2333.00 kr/m	138394 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	3387 m2	229.20 kr/m2	776325 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbukket RS-liner	288 m2	837.50 kr/m2	240880 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbukket kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	3675 m2	12.50 kr/m2	95934 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	3434 m2	110.00 kr/m2	377740 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbatte	7182 m2	79.50 kr/m2	570939 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	3760 m2	43.00 kr/m2	161688 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og	Fastgørelse, teleskopskruer	4410 stk	55.00 kr/stk.	242532 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	242 m	255.00 kr/m	61731 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflad	3519 m2	5.00 kr/m2	17595 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	3519 m2	31.00 kr/m2	109086 kr	Overslag
	I alt	3519 m2	833.35 kr/m2	2932485 kr	42.1%	
	kr/m3 tank:		194.19 kr/m3			
8 TERRÆNREGULERING OG RETABLERING	Indbygning af råjord i jordv	7325 m3	50.00 kr/m3	366257 kr		Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	10785 m2	1.73 kr/m2	18604 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	1874 m3	37.70 kr/m3	70638 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	10785 m2	3.45 kr/m2	37207 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	249 m	69.00 kr/m	17200 kr	Pilotanlæg +15%
	Indbygning af råjord i øvrigt	4379 m3	35.00 kr/m3	153274 kr		Overslag
9 DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER	Tæthedsprøvning	15101 m3	5.00 kr/m3	75507 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	626503 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
	I alt		46.49 kr/m3	702010 kr	10.1%	
	kr/m3 tank:					
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	461.35 kr/m3	6967042 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 15101 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			6967042 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	7232042 kr	10.00 %	723204 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	7955246 kr	2.50 %	198881 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	8154128 kr	7.50 %	611560 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE (kr/m3 tank og kr ialt):		580.45 kr/m3	8765687 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 15000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 15830 m3 106%

DIMENSIONER, VANDVOLUMEN	NIRAS Dato: 20.11.01	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Skråningsanlæg, 1 til :		2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:		0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):		58.5 m	59.3 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):		8.0 m	8.2 m*
Bundbredde:		26.6 m	26.6 m
Skråningsbredde (vandret mål):		15.9 m	16.4 m
Skråningslængde (skrå mål):		17.8 m	18.3 m
Omkreds top:		233.9 m	237.3 m
Topareal:		3420 m2	3519 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):		3034 m2	3144 m2
Bundareal, vandret bund:		707 m2	707 m2
Bundmembranareal ialt:		3740 m2	3851 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)		15101 m3	15830 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3		Vandvolumen (netto)	15101 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.47 m2/m3	0.49 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	25%	26%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 963 MWh	963 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 3.3 MW	3.3 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 141 m3/h	141 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 1208 MWh	1208 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse, t:	0.85 m	0.85 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	1.90 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.95 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	5.29 m	5.42 m*
Udgravningsbredde, U:	48.16 m	48.67 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	26.98 m	26.98 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	7310 m3	7600 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	3.53 m	3.61 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	7.06 m	7.23 m
Jordvolde, skråningslængde:	7.89 m	8.08 m
Jordvolde, bundbredde:	15.22 m	14.95 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	78.60 m	78.58 m
Jordvolde, volumen	7517 m3	7325 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	7500 m2	7495 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	1875 m3	1874 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	10884 m2	10785 m2
Lågareal, flydende låg	3420 m2	3519 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	3658 m2	3760 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	-207 m3	275 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
LERTÆTNET

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 20135 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos. ANLÆGSDEL		MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1 BYGGEPLADS Drift af byggeplads/-veje	Byggepladsdrift	6973549 kr	4.00 %	278942 kr		Overslag
	Byggeplads og -vej	1300 m2	100.00 kr/m2	130009 kr		Overslag
	I alt			408951 kr	5.0%	
	kr/m3 tank:		20.31 kr/m3			
2 TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr		Overslag
	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr		1994-overslag +15%
	D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr		1994-overslag +15%
	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr		Overslag
	Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr		Overslag
	I alt			247098 kr	3.0%	
	kr/m3 tank:		12.27 kr/m3			
3 UDGRAVNING OG FØLERMONTERING Udgravning, transport og deponering af råjord på grunden, inkl. afretning og montering af følere.	Muldafrømning	8788 m2	10.00 kr/m2	87882 kr		Overslag
	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr		Overslag
	Udgr. bassin	9980 m3	27.00 kr/m3	269459 kr		Overslag
	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr		1994-overslag +15%
	Afretning	5305 m2	4.60 kr/m2	24402 kr		Pilotanlæg +15%
	I alt			394343 kr	4.8%	
	kr/m3 tank:		19.58 kr/m3			
4 TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL Levering og indbygning af 0,75 mm EPDM-membran lagt m. 1-2 m overlæg samt transport og indbygning af ler fra depot < 15 km fra damvarmelager (lagtykkelse 0,85 m) Trædefast belægning af RIO-net 8/8/200/200 på geotextil.	Bagsidemembran	5296 m2	66.03 kr/m2	349715 kr		Pilotanlæg +15%
	Membranudlægning	5296 m2	6.61 kr/m2	35020 kr		Pilotanlæg +15%
	Lerpris	3955 m3	0.00 kr/m3	0 kr		Overslag
	Transport + indbygning, bund	728 m3	149.50 kr/m3	108775 kr		Pilotanlæg +15%
	Transport + indbygning, sider	3227 m3	149.50 kr/m3	482460 kr		Pilotanlæg +15%
	TROXLER-kontrol	3955 m3	14.95 kr/m3	59123 kr		Pilotanlæg +15%
	Kvalitetskontrol, GEO	3955 m3	23.30 kr/m3	92146 kr		Overslag, GEO
	Bøsningssrør m.v.	3 stk	7500.00 kr/stk	22500 kr		Pilotanlæg +15%
	Belægning	3797 m2	70.00 kr/m2	265766 kr		Overslag
	Bund, in-situ støbt	51 m3	1178.75 kr/m3	60540 kr		Pilotanlæg +15%
	I alt:	4653 m2	317.25 kr/m2	1476044 kr	18.0%	
	kr/m3 tank:		73.31 kr/m3			
5 BASSINKANT Dæmningskrone afrettes med fald og afdækkes med geotextil, betonelementer og singles/fliser. Til opsamling af regnvand kan etableres plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Afretning i 2,4 m bredde	649 m2	10.00 kr/m2	6490 kr		Overslag
	Geotextil + udlægning	1011 m2	15.00 kr/m2	15163 kr		Overslag
	Betonelementer	319 m2	390.00 kr/m2	124312 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Drænrende	275 m	600.00 kr/m	165134 kr		Overslag
	Singles	16 m3	250.00 kr/m3	4056 kr		Overslag
	Fliser udlagt	278 m	100.00 kr/m	26562 kr		Overslag
	Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr		Overslag
	I alt	261 m	1406.00 kr/m	366718 kr	4.5%	
	kr/m3 tank:		18.21 kr/m3	550943.2783		
6 IND- OG UDLØB M.V. Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Ind-/udløb	60 m	2500.00 kr/m	150480 kr		Overslag, CONSWEDE
	Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr		Overslag
	I alt			195480 kr	2.4%	
	kr/m3 tank:		9.71 kr/m3			
7 FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI Levering og montering af låg bestående af: 0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/ tæthedskontrollerede sømsvejsninger og 1,2 mm bred formbuktet kant af 1,2 mm RS-liner inkl. 20% avance, stropper m.v. 60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift, 2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt) 0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og 1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner. inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v. (DTU Lågprojekt)	Anstilling, spil m.v.	5 % af	3316242 kr	165812 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Form, flydende kant m.v.	65 m	2333.00 kr/m	152126 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm RS-liner + stropper	4107 m2	229.20 kr/m2	941338 kr		MARSTAL VVS
	1,2 mm formbuktet RS-liner	316 m2	837.50 kr/m2	264540 kr		MARSTAL VVS
	Svejskontrol (FORCE m.v.)	4423 m2	12.50 kr/m2	105287 kr		Overslag m/50.000 til WPQ
	60 mm PU-skumplader	4158 m2	110.00 kr/m2	457428 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	150 mm terrænbatte	8662 m2	79.50 kr/m2	688595 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm PP-liner + kontrol	4517 m2	43.00 kr/m2	194216 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Fastgørelse, teleskopskrue	5308 stk	55.00 kr/stk.	291913 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Fastgørelse, kant	266 m	255.00 kr/m	67734 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Udtrækning på vandoverflad	4252 m2	5.00 kr/m2	21259 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Fugtkontrol, ventilation m.v.	4252 m2	31.00 kr/m2	131806 kr		Overslag
	I alt	4252 m2	818.96 kr/m2	3482054 kr	42.4%	
	kr/m3 tank:		172.93 kr/m3			
8 TERRÆNREGULERING OG RETABLERING Terrænregulering og øvrig retablering. Mulddudlægning, græssåning og afhegning. (forudsat jordbalance)	Indbygning af råjord i jordv	9396 m3	50.00 kr/m3	469795 kr		Overslag
	Terrænregulering	11849 m2	1.73 kr/m2	20440 kr		Pilotanlæg +15%
	Mulddudlægning	2197 m3	37.70 kr/m3	82822 kr		Pilotanlæg +15%
	Græssåning	11849 m2	3.45 kr/m2	40881 kr		Pilotanlæg +15%
	Hegn eller sten	273 m	69.00 kr/m	18825 kr		Pilotanlæg +15%
	Indbygning af råjord i øvrigt	5116 m3	35.00 kr/m3	179049 kr		Overslag
	I alt			811812 kr	9.9%	
9 DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Tæthedsprøvning	20135 m3	5.00 kr/m3	100676 kr		Overslag
	Øvrige diverse m.v.		10.00 %	738250 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
	I alt		41.66 kr/m3	838926 kr	10.2%	
A ANLÆGSARBEJDER IALT:	(kr/m3 tank og kr ialt):		408.31 kr/m3	8221426 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 20135 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			8221426 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	8486426 kr	10.00 %	848643 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	9335069 kr	2.50 %	233377 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	9568446 kr	7.50 %	717633 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE(kr/m3 tank og kr ialt):		510.85 kr/m3	10286079 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 20000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 21017 m3 105%
NIRAS
DIMENSIONER, VANDVOLUMEN Dato: 20.11.01 STANDARDFORM 1) VALGT FORM: *

Skråningsanlæg, 1 til :	2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:	0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):	64.4 m	65.2 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):	8.8 m	9.0 m*
Bundbredde:	29.3 m	29.3 m
Skråningsbredde (vandret mål):	17.6 m	18.0 m
Skråningslængde (skrå mål):	19.6 m	20.1 m
Omkreds top:	257.5 m	260.8 m
Topareal:	4143 m2	4252 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):	3675 m2	3797 m2
Bundareal, vandret bund:	856 m2	856 m2
Bundmembranareal ialt:	4531 m2	4653 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)	20135 m3	21017 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3	Vandvolumen (netto)	20135 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.43 m2/m3	0.44 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	23%	24%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 1285 MWh	1285 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 4.4 MW	4.4 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 188 m3/h	188 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 1611 MWh	1611 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse, t:	0.85 m	0.85 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	1.90 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.95 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	5.78 m	5.90 m*
Udgravningsbredde, U:	52.76 m	53.27 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	29.66 m	29.66 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	9632 m3	9980 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	3.85 m	3.93 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	7.70 m	7.87 m
Jordvolde, skråningslængde:	8.61 m	8.80 m
Jordvolde, bundbredde:	16.50 m	16.24 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	85.77 m	85.75 m
Jordvolde, volumen	9627 m3	9396 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	8793 m2	8788 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	2198 m3	2197 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	11959 m2	11849 m2
Lågareal, flydende låg	4143 m2	4252 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	4404 m2	4517 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	4 m3	584 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
LERTÆTNET

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 25169 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos. ANLÆGSDEL		MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1 BYGGEPLADS Drift af byggeplads/-veje	Byggepladsdrift	7955876 kr	4.00 %	318235 kr		Overslag
	Byggeplads og -vej	1375 m2	100.00 kr/m2	137464 kr		Overslag
	I alt			455699 kr	4.9%	
	kr/m3 tank:		18.11 kr/m3			
2 TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr		Overslag
	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr		1994-overslag +15%
	D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr		1994-overslag +15%
	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr		Overslag
	Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr		Overslag
	I alt			247098 kr	2.6%	
	kr/m3 tank:		9.82 kr/m3			
3 UDGRAVNING OG FØLERMONTERING Udgravning, transport og deponering af råjord på grunden, inkl. afretning og montering af følere.	Muldafrømning	9960 m2	10.00 kr/m2	99600 kr		Overslag
	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr		Overslag
	Udgr. bassin	12339 m3	27.00 kr/m3	333154 kr		Overslag
	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr		1994-overslag +15%
	Afretning	6090 m2	4.60 kr/m2	28016 kr		Pilotanlæg +15%
	I alt			473371 kr	5.0%	
	kr/m3 tank:		18.81 kr/m3			
4 TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL Levering og indbygning af 0,75 mm EPDM-membran lagt m. 1-2 m overlæg samt transport og indbygning af ler fra depot < 15 km fra damvarmelager (lagtykkelse 0,85 m) Trædefast belægning af RIO-net 8/8/200/200 på geotextil.	Bagsidemembran	6100 m2	66.03 kr/m2	402819 kr		Pilotanlæg +15%
	Membranudlægning	6100 m2	6.61 kr/m2	40338 kr		Pilotanlæg +15%
	Lerpris	4580 m3	0.00 kr/m3	0 kr		Overslag
	Transport + indbygning, bund	844 m3	149.50 kr/m3	126222 kr		Pilotanlæg +15%
	Transport + indbygning, sider	3736 m3	149.50 kr/m3	558551 kr		Pilotanlæg +15%
	TROXLER-kontrol	4580 m3	14.95 kr/m3	68477 kr		Pilotanlæg +15%
	Kvalitetskontrol, GEO	4580 m3	23.30 kr/m3	106724 kr		Overslag, GEO
	Bøsningssrør m.v.	3 stk	7500.00 kr/stk	22500 kr		Pilotanlæg +15%
	Belægning	4395 m2	70.00 kr/m2	307681 kr		Overslag
	Bund, in-situ støbt	60 m3	1178.75 kr/m3	70250 kr		Pilotanlæg +15%
	I alt:	5389 m2	316.13 kr/m2	1703562 kr	18.2%	
	kr/m3 tank:		67.68 kr/m3			
5 BASSINKANT Dæmningskrone afrettes med fald og afdækkes med geotextil, betonelementer og singles/fliser. Til opsamling af regnvand kan etableres plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Afretning i 2,4 m bredde	697 m2	10.00 kr/m2	6967 kr		Overslag
	Geotextil + udlægning	1080 m2	15.00 kr/m2	16207 kr		Overslag
	Betonelementer	343 m2	390.00 kr/m2	133616 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Drænrende	295 m	600.00 kr/m	177063 kr		Overslag
	Singles	17 m3	250.00 kr/m3	4355 kr		Overslag
	Fliser udlagt	298 m	100.00 kr/m	28550 kr		Overslag
	Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr		Overslag
	I alt	281 m	1395.62 kr/m	391758 kr	4.2%	
	kr/m3 tank:		15.57 kr/m3	550943.2783		
6 IND- OG UDLØB M.V. Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Ind-/udløb	63 m	2500.00 kr/m	158057 kr		Overslag, CONSWEDE
	Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr		Overslag
	I alt			203057 kr	2.2%	
	kr/m3 tank:		8.07 kr/m3			
7 FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI Levering og montering af låg bestående af: 0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/ tæthedskontrollerede sømsvejsninger og 1,2 mm bred formbuktet kant af 1,2 mm RS-liner inkl. 20% avance, stropper m.v. 60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift, 2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt) 0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og 1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner. inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v. (DTU Lågprojekt)	Anstilling, spil m.v.	5 % af	3793610 kr	189681 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Form, flydende kant m.v.	70 m	2333.00 kr/m	163721 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm RS-liner + stropper	4769 m2	229.20 kr/m2	1093052 kr		MARSTAL VVS
	1,2 mm formbuktet RS-liner	340 m2	837.50 kr/m2	284520 kr		MARSTAL VVS
	Svejskontrol (FORCE m.v.)	5109 m2	12.50 kr/m2	113859 kr		Overslag m/50.000 til WPQ
	60 mm PU-skumplader	4824 m2	110.00 kr/m2	530657 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	150 mm terrænbatte	10019 m2	79.50 kr/m2	796530 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm PP-liner + kontrol	5209 m2	43.00 kr/m2	224004 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Fastgørelse, teleskopskruer	6130 stk	55.00 kr/stk	337175 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Fastgørelse, kant	286 m	255.00 kr/m	72804 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Udtrækning på vandoverflade	4925 m2	5.00 kr/m2	24623 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Fugtkontrol, ventilation m.v.	4925 m2	31.00 kr/m2	152665 kr		Overslag
	I alt	4925 m2	808.84 kr/m2	3983291 kr	42.5%	
	kr/m3 tank:		158.26 kr/m3			
8 TERRÆNREGULERING OG RETABLERING Terrænregulering og øvrig retablering. Mulddudlægning, græssåning og afhegning. (forudsat jordbalance)	Indbygning af råjord i jordv	11424 m3	50.00 kr/m3	571191 kr		Overslag
	Terrænregulering	12778 m2	1.73 kr/m2	22042 kr		Pilotanlæg +15%
	Mulddudlægning	2490 m3	37.70 kr/m3	93866 kr		Pilotanlæg +15%
	Græssåning	12778 m2	3.45 kr/m2	44083 kr		Pilotanlæg +15%
	Hegn eller sten	293 m	69.00 kr/m	20197 kr		Pilotanlæg +15%
	Indbygning af råjord i øvrigt	5782 m3	35.00 kr/m3	202360 kr		Overslag
	I alt			953738 kr	10.2%	
9 DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Tæthedsprøvning	25169 m3	5.00 kr/m3	125845 kr		Overslag
	Øvrige diverse m.v.		10.00 %	841157 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
	I alt		38.42 kr/m3	967003 kr	10.3%	
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	372.62 kr/m3	9378577 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 25169 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			9378577 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	9643577 kr	10.00 %	964358 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	10607935 kr	2.50 %	265198 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	10873134 kr	7.50 %	815485 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE(kr/m3 tank og kr ialt):		464.40 kr/m3	11688619 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 25000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 26191 m3 105%

DIMENSIONER, VANDVOLUMEN NIRAS Dato: 20.11.01 STANDARDFORM 1) VALGT FORM: *

Skråningsanlæg, 1 til :	2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:	0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):	69.3 m	70.2 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):	9.5 m	9.7 m*
Bundbredde:	31.5 m	31.5 m
Skråningsbredde (vandret mål):	18.9 m	19.3 m
Skråningslængde (skrå mål):	21.1 m	21.6 m
Omkreds top:	277.3 m	280.7 m
Topareal:	4807 m2	4925 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):	4264 m2	4395 m2
Bundareal, vandret bund:	993 m2	993 m2
Bundmembranareal ialt:	5258 m2	5389 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)	25169 m3	26191 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3	Vandvolumen (netto)	25169 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.40 m2/m3	0.41 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	22%	22%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 1606 MWh	1606 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 5.5 MW	5.5 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 235 m3/h	235 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 2014 MWh	2014 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse, t:	0.85 m	0.85 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	1.90 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.95 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	6.18 m	6.31 m*
Udgravningsbredde, U:	56.65 m	57.15 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	31.92 m	31.92 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	11937 m3	12339 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	4.12 m	4.21 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	8.24 m	8.41 m
Jordvolde, skråningslængde:	9.22 m	9.40 m
Jordvolde, bundbredde:	17.59 m	17.32 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	91.82 m	91.80 m
Jordvolde, volumen	11691 m3	11424 m3
Muldafrømnig, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	9965 m2	9960 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	2491 m3	2490 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	12895 m2	12778 m2
Lågareal, flydende låg	4807 m2	4925 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	5089 m2	5209 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	246 m3	915 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
LERTÆTNET

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 25169 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos. ANLÆGSDEL		MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1 BYGGEPLADS	Byggepladsdrift	7955876 kr	4.00 %	318235 kr		Overslag
	Drift af byggeplads/-veje	Byggeplads og -vej	1375 m2	100.00 kr/m2	137464 kr	Overslag
	I alt			455699 kr	4.9%	
	kr/m3 tank:		18.11 kr/m3			
2 TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
	I alt			247098 kr	2.6%	
	kr/m3 tank:		9.82 kr/m3			
3 UDGRAVNING OG FØLERMONTERING	Muldafrømning	9960 m2	10.00 kr/m2	99600 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	12339 m3	27.00 kr/m3	333154 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
		Afretning	6090 m2	4.60 kr/m2	28016 kr	Pilotanlæg +15%
	I alt			473371 kr	5.0%	
	kr/m3 tank:		18.81 kr/m3			
4 TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL	Bagsidemembran	6100 m2	66.03 kr/m2	402819 kr		Pilotanlæg +15%
	Levering og indbygning af 0,75 mm EPDM-membran	Membranudlægning	6100 m2	6.61 kr/m2	40338 kr	Pilotanlæg +15%
	lagt m. 1-2 m overlæg samt transport og	Lerpris	4580 m3	0.00 kr/m3	0 kr	Overslag
	indbygning af ler fra depot < 15 km fra	Transport + indbygning, bund	844 m3	149.50 kr/m3	126222 kr	Pilotanlæg +15%
	damvarmelager (lagtykkelse 0,85 m)	Transport + indbygning, sider	3736 m3	149.50 kr/m3	558551 kr	Pilotanlæg +15%
	Trædefast belægning af RIO-net 8/8/200/200	TROXLER-kontrol	4580 m3	14.95 kr/m3	68477 kr	Pilotanlæg +15%
	på geotextil.	Kvalitetskontrol, GEO	4580 m3	23.30 kr/m3	106724 kr	Overslag, GEO
		Bøsningssrør m.v.	3 stk	7500.00 kr/stk	22500 kr	Pilotanlæg +15%
		Belægning	4395 m2	70.00 kr/m2	307681 kr	Overslag
		Bund, in-situ støbt	60 m3	1178.75 kr/m3	70250 kr	Pilotanlæg +15%
	I alt:	5389 m2	316.13 kr/m2	1703562 kr	18.2%	
	kr/m3 tank:		67.68 kr/m3			
5 BASSINKANT	Afretning i 2,4 m bredde	697 m2	10.00 kr/m2	6967 kr		Overslag
	Dæmningskrone afrettes med fald og	Geotextil + udlægning	1080 m2	15.00 kr/m2	16207 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Betonelementer	343 m2	390.00 kr/m2	133616 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	betonelementer og singles/fliser.	Drænrende	295 m	600.00 kr/m	177063 kr	Overslag
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Singles	17 m3	250.00 kr/m3	4355 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Fliser udlagt	298 m	100.00 kr/m	28550 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
	I alt	281 m	1395.62 kr/m	391758 kr	4.2%	
	kr/m3 tank:		15.57 kr/m3	550943.2783		
6 IND- OG UDLØB M.V.	Ind-/udløb	63 m	2500.00 kr/m	158057 kr		Overslag, CONSWEDE
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
	I alt			203057 kr	2.2%	
	kr/m3 tank:		8.07 kr/m3			
7 FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI	Anstilling, spil m.v.	5 % af	3793610 kr	189681 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	70 m	2333.00 kr/m	163721 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	4769 m2	229.20 kr/m2	1093052 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbukket RS-liner	340 m2	837.50 kr/m2	284520 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbukket kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	5109 m2	12.50 kr/m2	113859 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	4824 m2	110.00 kr/m2	530657 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbatte	10019 m2	79.50 kr/m2	796530 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	5209 m2	43.00 kr/m2	224004 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og	Fastgørelse, teleskopskruer	6130 stk	55.00 kr/stk	337175 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	286 m	255.00 kr/m	72804 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflade	4925 m2	5.00 kr/m2	24623 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	4925 m2	31.00 kr/m2	152665 kr	Overslag
	I alt	4925 m2	808.84 kr/m2	3983291 kr	42.5%	
	kr/m3 tank:		158.26 kr/m3			
8 TERRÆNREGULERING OG RETABLERING	Indbygning af råjord i jordv	11424 m3	50.00 kr/m3	571191 kr		Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	12778 m2	1.73 kr/m2	22042 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	2490 m3	37.70 kr/m3	93866 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	12778 m2	3.45 kr/m2	44083 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	293 m	69.00 kr/m	20197 kr	Pilotanlæg +15%
		Indbygning af råjord i øvrigt	5782 m3	35.00 kr/m3	202360 kr	Overslag
	I alt			953738 kr	10.2%	
9 DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER	Tæthedsprøvning	25169 m3	5.00 kr/m3	125845 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	841157 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
	I alt		38.42 kr/m3	967003 kr	10.3%	
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	372.62 kr/m3	9378577 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 25169 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			9378577 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	9643577 kr	10.00 %	964358 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	10607935 kr	2.50 %	265198 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	10873134 kr	7.50 %	815485 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE(kr/m3 tank og kr ialt):		464.40 kr/m3	11688619 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 25000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 26191 m3 105%

DIMENSIONER, VANDVOLUMEN NIRAS Dato: 20.11.01 STANDARDFORM 1) VALGT FORM: *

Skråningsanlæg, 1 til :	2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:	0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):	69.3 m	70.2 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):	9.5 m	9.7 m*
Bundbredde:	31.5 m	31.5 m
Skråningsbredde (vandret mål):	18.9 m	19.3 m
Skråningslængde (skrå mål):	21.1 m	21.6 m
Omkreds top:	277.3 m	280.7 m
Topareal:	4807 m2	4925 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):	4264 m2	4395 m2
Bundareal, vandret bund:	993 m2	993 m2
Bundmembranareal ialt:	5258 m2	5389 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)	25169 m3	26191 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3	Vandvolumen (netto)	25169 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.40 m2/m3	0.41 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	22%	22%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 1606 MWh	1606 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 5.5 MW	5.5 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 235 m3/h	235 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 2014 MWh	2014 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse, t:	0.85 m	0.85 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	1.90 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.95 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	6.18 m	6.31 m*
Udgravningsbredde, U:	56.65 m	57.15 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	31.92 m	31.92 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	11937 m3	12339 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	4.12 m	4.21 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	8.24 m	8.41 m
Jordvolde, skråningslængde:	9.22 m	9.40 m
Jordvolde, bundbredde:	17.59 m	17.32 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	91.82 m	91.80 m
Jordvolde, volumen	11691 m3	11424 m3
Muldafrømnig, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	9965 m2	9960 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	2491 m3	2490 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	12895 m2	12778 m2
Lågareal, flydende låg	4807 m2	4925 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	5089 m2	5209 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	246 m3	915 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
LERTÆTNET

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 50338 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos.	ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1	BYGGEPLADS					
	Drift af byggeplads/-veje	Byggepladsdrift	12173127 kr	4.00 %	486925 kr	Overslag
		Byggeplads og -vej	1645 m2	100.00 kr/m2	164497 kr	Overslag
		I alt			651422 kr	4.5%
		kr/m3 tank:		12.94 kr/m3		
2	TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE					
	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
		I alt			247098 kr	1.7%
		kr/m3 tank:		4.91 kr/m3		
3	UDGRAVNING OG FØLERMONTERING					
	Muldafrømning	14824 m2	10.00 kr/m2	148240 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	23961 m3	27.00 kr/m3	646956 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
		Afretning	9393 m2	4.60 kr/m2	43208 kr	Pilotanlæg +15%
		I alt			851004 kr	5.9%
		kr/m3 tank:		16.91 kr/m3		
4	TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL					
	Bagsidemembran	9492 m2	66.03 kr/m2	626796 kr		Pilotanlæg +15%
	Levering og indbygning af 0,75 mm EPDM-membran	Membranudlægning	9492 m2	6.61 kr/m2	62767 kr	Pilotanlæg +15%
	lagt m. 1-2 m overlæg samt transport og	Lerpris	7234 m3	0.00 kr/m3	0 kr	Overslag
	indbygning af ler fra depot < 15 km fra	Transport + indbygning, bund	1340 m3	149.50 kr/m3	200364 kr	Pilotanlæg +15%
	damvarmelager (lagtykkelse 0,85 m)	Transport + indbygning, side	5894 m3	149.50 kr/m3	881166 kr	Pilotanlæg +15%
	Trædefast belægning af RIO-net 8/8/200/200	TROXLER-kontrol	7234 m3	14.95 kr/m3	108153 kr	Pilotanlæg +15%
	på geotextil.	Kvalitetskontrol, GEO	7234 m3	23.30 kr/m3	168560 kr	Overslag, GEO
		Bøsningssrør m.v.	3 stk	7500.00 kr/stk	22500 kr	Pilotanlæg +15%
		Belægning	6934 m2	70.00 kr/m2	485395 kr	Overslag
		Bund, in-situ støbt	95 m3	1178.75 kr/m3	111515 kr	Pilotanlæg +15%
		I alt:	8511 m2	313.39 kr/m2	2667216 kr	18.6%
		kr/m3 tank:		52.99 kr/m3		
5	BASSINKANT					
	Åfretning i 2,4 m bredde	Afretning i 2,4 m bredde	870 m2	10.00 kr/m2	8697 kr	Overslag
	Dæmningskrone afrettes med fald og	Geotextil + udlægning	1333 m2	15.00 kr/m2	19992 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Betonelementer	429 m2	390.00 kr/m2	167353 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	betonelementer og singles/fliser.	Drænrende	367 m	600.00 kr/m	220315 kr	Overslag
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Singles	22 m3	250.00 kr/m3	5436 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Fliser udlagt	370 m	100.00 kr/m	35759 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
		I alt	353 m	1367.81 kr/m	482553 kr	3.4%
		kr/m3 tank:		9.59 kr/m3	550943.2783	
6	IND- OG UDLØB M.V.					
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Ind-/udløb	74 m	2500.00 kr/m	185533 kr	Overslag, CONSWEDE
		Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
		I alt			230533 kr	1.6%
		kr/m3 tank:		4.58 kr/m3		
7	FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI					
	Anstilling, spil m.v.	5 % af	5796254 kr	289813 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	88 m	2333.00 kr/m	205766 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	7584 m2	229.20 kr/m2	1738142 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbuktet RS-liner	426 m2	837.50 kr/m2	356968 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbuktet kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	8010 m2	12.50 kr/m2	150122 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	7652 m2	110.00 kr/m2	841765 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbatte	15771 m2	79.50 kr/m2	1253787 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	8136 m2	43.00 kr/m2	349835 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og	Fastgørelse, teleskopskrue	9612 stk	55.00 kr/stk.	528643 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	358 m	255.00 kr/m	91186 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflad	7779 m2	5.00 kr/m2	38894 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	7779 m2	31.00 kr/m2	241146 kr	Overslag
		I alt	7779 m2	782.38 kr/m2	6086067 kr	42.4%
		kr/m3 tank:		120.90 kr/m3		
8	TERRÆNREGULERING OG RETABLERING					
	Indbygning af råjord i jordv	21207 m3	50.00 kr/m3	1060326 kr		Overslag
	Terrænregulering	16368 m2	1.73 kr/m2	28235 kr		Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning	3706 m3	37.70 kr/m3	139705 kr		Pilotanlæg +15%
	Græssåning	16368 m2	3.45 kr/m2	56469 kr		Pilotanlæg +15%
	Hegn eller sten	365 m	69.00 kr/m	25171 kr		Pilotanlæg +15%
	Indbygning af råjord i øvrigt	8536 m3	35.00 kr/m3	298750 kr		Overslag
		I alt			1608656 kr	11.2%
9	DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER					
	Tæthedsprøvning	50338 m3	5.00 kr/m3	251690 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	1282455 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
		I alt			1534145 kr	10.7%
		kr/m3 tank og kr ialt:	285.25 kr/m3	14358694 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 50338 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			14358694 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	14623694 kr	10.00 %	1462369 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	16086063 kr	2.50 %	402152 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	16488215 kr	7.50 %	1236616 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE(kr/m3 tank og kr ialt):		352.12 kr/m3	17724831 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 50000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 51956 m3 104%
NIRAS
DIMENSIONER, VANDVOLUMEN Dato: 20.11.01 STANDARDFORM 1) VALGT FORM: *

Skråningsanlæg, 1 til :	2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:	0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):	87.4 m	88.2 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):	11.9 m	12.1 m*
Bundbredde:	39.7 m	39.7 m
Skråningsbredde (vandret mål):	23.8 m	24.2 m
Skråningslængde (skrå mål):	26.6 m	27.1 m
Omkreds top:	349.4 m	352.8 m
Topareal:	7631 m2	7779 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):	6769 m2	6934 m2
Bundareal, vandret bund:	1577 m2	1577 m2
Bundmembranareal ialt:	8346 m2	8511 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)	50338 m3	51956 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3	Vandvolumen (netto)	50338 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.32 m2/m3	0.32 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	17%	17%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 3212 MWh	3212 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 10.9 MW	10.9 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 471 m3/h	471 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 4027 MWh	4027 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse, t:	0.85 m	0.85 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	1.90 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.95 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	7.66 m	7.78 m*
Udgravningsbredde, U:	70.74 m	71.24 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	40.11 m	40.11 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	23334 m3	23961 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	5.10 m	5.19 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	10.21 m	10.38 m
Jordvolde, skråningslængde:	11.42 m	11.60 m
Jordvolde, bundbredde:	21.52 m	21.26 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	113.78 m	113.75 m
Jordvolde, volumen	21626 m3	21207 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	14830 m2	14824 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	3707 m3	3706 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	16515 m2	16368 m2
Lågareal, flydende låg	7631 m2	7779 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	7985 m2	8136 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	1708 m3	2755 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
LERTÆTNET

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 75507 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos. ANLÆGSDEL		MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1 BYGGEPLADS	Byggepladsdrift	15772878 kr	4.00 %	630915 kr		Overslag
	Drift af byggeplads/-veje	Byggeplads og -vej	1835 m2	100.00 kr/m2	183460 kr	Overslag
	I alt			814375 kr	4.4%	
	kr/m3 tank:		10.79 kr/m3			
2 TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
	I alt			247098 kr	1.3%	
	kr/m3 tank:		3.27 kr/m3			
3 UDGRAVNING OG FØLERMONTERING	Muldafrømning	18811 m2	10.00 kr/m2	188113 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	35427 m3	27.00 kr/m3	956518 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
		Afretning	12133 m2	4.60 kr/m2	55814 kr	Pilotanlæg +15%
	I alt			1213044 kr	6.5%	
	kr/m3 tank:		16.07 kr/m3			
4 TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL	Bagsidemembran	12317 m2	66.03 kr/m2	813304 kr		Pilotanlæg +15%
	Levering og indbygning af 0,75 mm EPDM-membran	Membranudlægning	12317 m2	6.61 kr/m2	81444 kr	Pilotanlæg +15%
	lagt m. 1-2 m overlæg samt transport og	Lerpris	9456 m3	0.00 kr/m3	0 kr	Overslag
	indbygning af ler fra depot < 15 km fra	Transport + indbygning, bund	1756 m3	149.50 kr/m3	262552 kr	Pilotanlæg +15%
	damvarmelager (lagtykkelse 0,85 m)	Transport + indbygning, side	7700 m3	149.50 kr/m3	1151169 kr	Pilotanlæg +15%
	Trædefast belægning af RIO-net 8/8/200/200	TROXLER-kontrol	9456 m3	14.95 kr/m3	141372 kr	Pilotanlæg +15%
	på geotextil.	Kvalitetskontrol, GEO	9456 m3	23.30 kr/m3	220332 kr	Overslag, GEO
		Bøsningssrør m.v.	3 stk	7500.00 kr/stk	22500 kr	Pilotanlæg +15%
		Belægning	9059 m2	70.00 kr/m2	634128 kr	Overslag
		Bund, in-situ støbt	124 m3	1178.75 kr/m3	146126 kr	Pilotanlæg +15%
	I alt:	11125 m2	312.17 kr/m2	3472927 kr	18.6%	
	kr/m3 tank:		45.99 kr/m3			
5 BASSINKANT	Afretning i 2,4 m bredde	991 m2	10.00 kr/m2	9911 kr		Overslag
	Dæmningskrone afrettes med fald og	Geotextil + udlægning	1510 m2	15.00 kr/m2	22646 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Betonelementer	490 m2	390.00 kr/m2	191019 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	betonelementer og singles/fliser.	Drænrende	418 m	600.00 kr/m	250656 kr	Overslag
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Singles	25 m3	250.00 kr/m3	6194 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Fliser udlagt	421 m	100.00 kr/m	40816 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
	I alt	403 m	1354.23 kr/m	546243 kr	2.9%	
	kr/m3 tank:		7.23 kr/m3	550943.2783		
6 IND- OG UDLØB M.V.	Ind-/udløb	82 m	2500.00 kr/m	204807 kr		Overslag, CONSWEDE
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
	I alt			249807 kr	1.3%	
	kr/m3 tank:		3.31 kr/m3			
7 FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI	Anstilling, spil m.v.	5 % af	7455245 kr	372762 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	101 m	2333.00 kr/m	235260 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	9945 m2	229.20 kr/m2	2279507 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbukket RS-liner	487 m2	837.50 kr/m2	407789 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbukket kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	10432 m2	12.50 kr/m2	180405 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	10024 m2	110.00 kr/m2	1102642 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbatte	20581 m2	79.50 kr/m2	1636179 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	10576 m2	43.00 kr/m2	454771 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og	Fastgørelse, teleskopskruer	12519 stk	55.00 kr/stk.	688539 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	408 m	255.00 kr/m	104081 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflad	10169 m2	5.00 kr/m2	50844 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	10169 m2	31.00 kr/m2	315230 kr	Overslag
	I alt	10169 m2	769.81 kr/m2	7828007 kr	42.0%	
	kr/m3 tank:		103.67 kr/m3			
8 TERRÆNREGULERING OG RETABLERING	Indbygning af råjord i jordv	30670 m3	50.00 kr/m3	1533520 kr		Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	19096 m2	1.73 kr/m2	32941 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	4703 m3	37.70 kr/m3	177282 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	19096 m2	3.45 kr/m2	65882 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	415 m	69.00 kr/m	28660 kr	Pilotanlæg +15%
		Indbygning af råjord i øvrigt	10785 m3	35.00 kr/m3	377467 kr	Overslag
	I alt			2215751 kr	11.9%	
9 DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER	Tæthedsprøvning	75507 m3	5.00 kr/m3	377536 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	1658725 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
	I alt		26.97 kr/m3	2036261 kr	10.9%	
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	246.65 kr/m3	18623514 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 75507 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			18623514 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	18888514 kr	10.00 %	1888851 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	20777365 kr	2.50 %	519434 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	21296800 kr	7.50 %	1597260 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE(kr/m3 tank og kr ialt):		303.20 kr/m3	22894060 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 75000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 77625 m3 103%

DIMENSIONER, VANDVOLUMEN NIRAS Dato: 20.11.01 STANDARDFORM 1) VALGT FORM: *

Skråningsanlæg, 1 til :	2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:	0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):	100.0 m	100.8 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):	13.6 m	13.8 m*
Bundbredde:	45.5 m	45.5 m
Skråningsbredde (vandret mål):	27.3 m	27.7 m
Skråningslængde (skrå mål):	30.5 m	31.0 m
Omkreds top:	400.0 m	403.4 m
Topareal:	10000 m2	10169 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):	8870 m2	9059 m2
Bundareal, vandret bund:	2066 m2	2066 m2
Bundmembranareal ialt:	10936 m2	11125 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)	75507 m3	77625 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3	Vandvolumen (netto)	75507 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.28 m2/m3	0.28 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	15%	15%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 4817 MWh	4817 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 16.4 MW	16.4 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 706 m3/h	706 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 6041 MWh	6041 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse, t:	0.85 m	0.85 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	1.90 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.95 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	8.69 m	8.82 m*
Udgravningsbredde, U:	80.62 m	81.13 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	45.86 m	45.86 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	34611 m3	35427 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	5.79 m	5.88 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	11.59 m	11.76 m
Jordvolde, skråningslængde:	12.96 m	13.14 m
Jordvolde, bundbredde:	24.28 m	24.01 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	129.18 m	129.15 m
Jordvolde, volumen	31217 m3	30670 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	18818 m2	18811 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	4704 m3	4703 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	19265 m2	19096 m2
Lågareal, flydende låg	10000 m2	10169 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	10404 m2	10576 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	3395 m3	4756 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
LERTÆTNET

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 100676 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos	ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1	BYGGEPLADS	Byggepladsdrift	19035886 kr	4.00 %	761435 kr	Overslag
	Drift af byggeplads/-veje	Byggeplads og -vej	1986 m2	100.00 kr/m2	198556 kr	Overslag
	I alt			959992 kr	4.3%	
	kr/m3 tank:		9.54 kr/m3			
2	TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr	Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
	I alt			247098 kr	1.1%	
	kr/m3 tank:		2.45 kr/m3			
3	UDGRAVNING OG FØLERMONTERING	Muldafrømning	22325 m2	10.00 kr/m2	223246 kr	Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	46805 m3	27.00 kr/m3	1263723 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
		Afretning	14565 m2	4.60 kr/m2	67000 kr	Pilotanlæg +15%
	I alt			1566569 kr	7.0%	
	kr/m3 tank:		15.56 kr/m3			
4	TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL	Bagsidemembran	14828 m2	66.03 kr/m2	979112 kr	Pilotanlæg +15%
	Levering og indbygning af 0,75 mm EPDM-membran	Membranudlægning	14828 m2	6.61 kr/m2	98048 kr	Pilotanlæg +15%
	lagt m. 1-2 m overlæg samt transport og	Lerpris	11438 m3	0.00 kr/m3	0 kr	Overslag
	indbygning af ler fra depot < 15 km fra	Transport + indbygning, bund	2127 m3	149.50 kr/m3	318059 kr	Pilotanlæg +15%
	damvarmelager (lagtykkelse 0,85 m)	Transport + indbygning, side	9310 m3	149.50 kr/m3	1391876 kr	Pilotanlæg +15%
	Trædefast belægning af RIO-net 8/8/200/200	TROXLER-kontrol	11438 m3	14.95 kr/m3	170994 kr	Pilotanlæg +15%
	på geotextil.	Kvalitetskontrol, GEO	11438 m3	23.30 kr/m3	266498 kr	Overslag, GEO
		Bøsningsrør m.v.	3 stk	7500.00 kr/stk	22500 kr	Pilotanlæg +15%
		Belægning	10953 m2	70.00 kr/m2	766723 kr	Overslag
		Bund, in-situ støbt	150 m3	1178.75 kr/m3	177019 kr	Pilotanlæg +15%
	I alt:	13456 m2	311.44 kr/m2	4190828 kr	18.6%	
	kr/m3 tank:		41.63 kr/m3			
5	BASSINKANT	Afretning i 2,4 m bredde	1088 m2	10.00 kr/m2	10877 kr	Overslag
	Dæmningskrone afrettes med fald og	Geotextil + udlægning	1651 m2	15.00 kr/m2	24760 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Betonelementer	538 m2	390.00 kr/m2	209859 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	betonelementer og singles/fliser.	Drænrende	458 m	600.00 kr/m	274810 kr	Overslag
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Singles	27 m3	250.00 kr/m3	6798 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Fliser udlagt	461 m	100.00 kr/m	44842 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
	I alt	444 m	1345.63 kr/m	596946 kr	2.7%	
	kr/m3 tank:		5.93 kr/m3	550943.2783		
6	IND- OG UDLØB M.V.	Ind-/udløb	88 m	2500.00 kr/m	220151 kr	Overslag, CONSWEDE
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
	I alt			265151 kr	1.2%	
	kr/m3 tank:		2.63 kr/m3			
7	FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI	Anstilling, spil m.v.	5 % af	8925806 kr	446290 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	111 m	2333.00 kr/m	258740 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	12054 m2	229.20 kr/m2	2762864 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbukket RS-liner	535 m2	837.50 kr/m2	448247 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbukket kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	12590 m2	12.50 kr/m2	207370 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	12141 m2	110.00 kr/m2	1335462 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbatte	24867 m2	79.50 kr/m2	1976935 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	12747 m2	43.00 kr/m2	548137 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og	Fastgørelse, teleskopskruer	15108 stk	55.00 kr/stk.	830914 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	448 m	255.00 kr/m	114346 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflad	12300 m2	5.00 kr/m2	61499 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	12300 m2	31.00 kr/m2	381292 kr	Overslag
	I alt	12300 m2	761.97 kr/m2	9372097 kr	41.7%	
	kr/m3 tank:		93.09 kr/m3			
8	TERRÆNREGULERING OG RETABLERING	Indbygning af råjord i jordv	39960 m3	50.00 kr/m3	1997987 kr	Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	21392 m2	1.73 kr/m2	36901 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	5581 m3	37.70 kr/m3	210393 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	21392 m2	3.45 kr/m2	73801 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	456 m	69.00 kr/m	31438 kr	Pilotanlæg +15%
		Indbygning af råjord i øvrigt	12762 m3	35.00 kr/m3	446678 kr	Overslag
	I alt			2797197 kr	12.4%	
9	DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER	Tæthedsprøvning	100676 m3	5.00 kr/m3	503381 kr	Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.		10.00 %	1999588 kr	%-sats jf. ELSAMPROJEKT
	I alt			24.86 kr/m3	2502969 kr	11.1%
A	ANLÆGSARBEJDER IALT:	(kr/m3 tank og kr ialt):	223.48 kr/m3	22498847 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 100676 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			22498847 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	22763847 kr	10.00 %	2276385 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	25040232 kr	2.50 %	626006 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	25666237 kr	7.50 %	1924968 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE(kr/m3 tank og kr ialt):		274.06 kr/m3	27591205 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 100000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 103240 m3 103%

NIRAS
DIMENSIONER, VANDVOLUMEN Dato: 20.11.01 STANDARDFORM 1) VALGT FORM: *

Skråningsanlæg, 1 til :	2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:	0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):	110.1 m	110.9 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):	15.0 m	15.2 m*
Bundbredde:	50.0 m	50.0 m
Skråningsbredde (vandret mål):	30.0 m	30.4 m
Skråningslængde (skrå mål):	33.6 m	34.0 m
Omkreds top:	440.3 m	443.6 m
Topareal:	12114 m2	12300 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):	10746 m2	10953 m2
Bundareal, vandret bund:	2503 m2	2503 m2
Bundmembranareal ialt:	13249 m2	13456 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)	100676 m3	103240 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3	Vandvolumen (netto)	100676 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.25 m2/m3	0.26 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	14%	14%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 6423 MWh	6423 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 21.8 MW	21.8 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 941 m3/h	941 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 8054 MWh	8054 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse, t:	0.85 m	0.85 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	1.90 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.95 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	9.52 m	9.64 m*
Udgravningsbredde, U:	88.49 m	89.00 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	50.43 m	50.43 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	45822 m3	46805 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	6.34 m	6.43 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	12.69 m	12.86 m
Jordvolde, skråningslængde:	14.18 m	14.37 m
Jordvolde, bundbredde:	26.47 m	26.21 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	141.44 m	141.41 m
Jordvolde, volumen	40619 m3	39960 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	22332 m2	22325 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	5583 m3	5581 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	21577 m2	21392 m2
Lågareal, flydende låg	12114 m2	12300 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	12558 m2	12747 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	5203 m3	6845 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
RUSTFRI TYNDPLADELINER

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 100676 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos.	ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1	BYGGEPLADS					
	Drift af byggeplads/-veje	Byggepladsdrift	21518087 kr	4.00 %	860723 kr	Overslag
		Byggeplads og -vej	1986 m2	100.00 kr/m2	198556 kr	Overslag
		I alt			1059280 kr	4.2%
		kr/m3 tank:		10.52 kr/m3		
2	TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE					
	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
		I alt			247098 kr	1.0%
		kr/m3 tank:		2.45 kr/m3		
3	UDGRAVNING OG FØLERMONTERING					
	Muldafrømning	21920 m2	10.00 kr/m2	219201 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	42407 m3	27.00 kr/m3	1144999 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
		Afretning	14565 m2	4.60 kr/m2	67000 kr	Pilotanlæg +15%
		I alt			1443800 kr	5.7%
		kr/m3 tank:		14.34 kr/m3		
4	TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL					
	Geotextil fastgjort i låserende	14129 m2	15.00 kr/m2	211934 kr		Overslag
	Levering og indbygning af geotextil og tyndpladeliner	0,4 mm rustfri stålliner	14663 m2	115.20 kr/m2	1689141 kr	MARSTAL VVS
	bestående af 0,4 mm syrefast rustfri stålliner samlet	Sømsvejsning	14663 m2	114.00 kr/m2	1671546 kr	MARSTAL VVS
	m/tæthedskontrollerede sømsvejsninger på formbord	Indbygning, inkl. hjørner	14663 m2	170.00 kr/m2	2492656 kr	Overslag
	samt montering af tyndpladeliner i bassin.	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	14663 m2	50.00 kr/m2	733134 kr	Overslag
	Inkl. tæthedskontrol	Bøsningsrør m.v.	3 stk	5000.00 kr/stk	15000 kr	Overslag
		I alt:	13456 m2	506.34 kr/m2	6813411 kr	26.9%
		kr/m3 tank:		67.68 kr/m3		
5	BASSINKANT					
	Afretning i 2,4 m bredde	1088 m2	10.00 kr/m2	10877 kr		Overslag
	Dæmningskrone afrettes med fald og	Geotextil + udlægning	1651 m2	15.00 kr/m2	24760 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Betonelementer	538 m2	390.00 kr/m2	209859 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	betonelementer og singles/fliser.	Drærende	458 m	600.00 kr/m	274810 kr	Overslag
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Singles	27 m3	250.00 kr/m3	6798 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Fliser udlagt	461 m	100.00 kr/m	44842 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
		I alt	444 m	1345.63 kr/m	596946 kr	2.4%
		kr/m3 tank:		5.93 kr/m3	550943.2783	
6	IND- OG UDLØB M.V.					
	Ind-/udløb	88 m	2500.00 kr/m	220151 kr		Overslag, CONSWEDE
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
		I alt			265151 kr	1.0%
		kr/m3 tank:		2.63 kr/m3		
7	FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI					
	Anstilling, spil m.v.	5 % af	8925806 kr	446290 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	111 m	2333.00 kr/m	258740 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	12054 m2	229.20 kr/m2	2762864 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbuktet RS-liner	535 m2	837.50 kr/m2	448247 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbuktet kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	12590 m2	12.50 kr/m2	207370 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	12141 m2	110.00 kr/m2	1335462 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbatte	24867 m2	79.50 kr/m2	1976935 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	12747 m2	43.00 kr/m2	548137 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og	Fastgørelse, teleskopskrue	15108 stk	55.00 kr/stk.	830914 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	448 m	255.00 kr/m	114346 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflade	12300 m2	5.00 kr/m2	61499 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	12300 m2	31.00 kr/m2	381292 kr	Overslag
		I alt	12300 m2	761.97 kr/m2	9372097 kr	37.0%
		kr/m3 tank:		93.09 kr/m3		
8	TERRÆNREGULERING OG RETABLERING					
	Indbygning af råjord i jordv	40212 m3	50.00 kr/m3	2010593 kr		Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	20855 m2	1.73 kr/m2	35975 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	5480 m3	37.70 kr/m3	206580 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	20855 m2	3.45 kr/m2	71949 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	456 m	69.00 kr/m	31438 kr	Pilotanlæg +15%
		Indbygning af råjord i øvrigt	12087 m3	35.00 kr/m3	423049 kr	Overslag
		I alt			2779584 kr	11.0%
9	DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER					
	Tæthedsprøvning	100676 m3	5.00 kr/m3	503381 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	2257737 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
		I alt		27.43 kr/m3	2761118 kr	10.9%
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	251.68 kr/m3	25338485 kr	100.0%	
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.						

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 100676 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			25338485 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	25603485 kr	10.00 %	2560348 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	28163833 kr	2.50 %	704096 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	28867929 kr	7.50 %	2165095 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE(kr/m3 tank og kr ialt):		308.25 kr/m3	31033024 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 100000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 103240 m3 103%

DIMENSIONER, VANDVOLUMEN NIRAS Dato: 20.11.01 STANDARDFORM 1) VALGT FORM: *

Skråningsanlæg, 1 til :	2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:	0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):	110.1 m	110.9 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):	15.0 m	15.2 m*
Bundbredde:	50.0 m	50.0 m
Skråningsbredde (vandret mål):	30.0 m	30.4 m
Skråningslængde (skrå mål):	33.6 m	34.0 m
Omkreds top:	440.3 m	443.6 m
Topareal:	12114 m2	12300 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):	10746 m2	10953 m2
Bundareal, vandret bund:	2503 m2	2503 m2
Bundmembranareal ialt:	13249 m2	13456 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)	100676 m3	103240 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3	Vandvolumen (netto)	100676 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.25 m2/m3	0.26 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	14%	14%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 6423 MWh	6423 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 21.8 MW	21.8 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 941 m3/h	941 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 8054 MWh	8054 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse incl. 6 cm belægning, t:	0.85 m	0.00 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	0.00 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.00 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	9.52 m	9.13 m*
Udgravningsbredde, U:	88.49 m	86.55 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	50.43 m	50.03 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	45822 m3	42407 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	6.34 m	6.09 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	12.69 m	12.18 m
Jordvolde, skråningslængde:	14.18 m	13.61 m
Jordvolde, bundbredde:	26.47 m	26.75 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	141.44 m	140.05 m
Jordvolde, volumen	40619 m3	40212 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	22332 m2	21920 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	5583 m3	5480 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	21577 m2	20855 m2
Lågareal, flydende låg	12114 m2	12300 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	12558 m2	12747 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	5203 m3	2196 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
RUSTFRI TYNDPLADELINER

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 75507 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos.	ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1	BYGGEPLADS					
	Drift af byggeplads/-veje	Byggepladsdrift	17840643 kr	4.00 %	713626 kr	Overslag
		Byggeplads og -vej	1835 m2	100.00 kr/m2	183460 kr	Overslag
		I alt			897086 kr	4.3%
		kr/m3 tank:		11.88 kr/m3		
2	TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE					
	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp. anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
		I alt			247098 kr	1.2%
		kr/m3 tank:		3.27 kr/m3		
3	UDGRAVNING OG FØLERMONTERING					
	Muldafrømning	18440 m2	10.00 kr/m2	184401 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	31786 m3	27.00 kr/m3	858221 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
		Afretning	12133 m2	4.60 kr/m2	55814 kr	Pilotanlæg +15%
		I alt			1111035 kr	5.3%
		kr/m3 tank:		14.71 kr/m3		
4	TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL					
	Geotextil fastgjort i låserende	11681 m2	15.00 kr/m2	175220 kr		Overslag
	Levering og indbygning af geotextil og tyndpladeliner	0,4 mm rustfri stålliner	12183 m2	115.20 kr/m2	1403500 kr	MARSTAL VVS
	bestående af 0,4 mm syrefast rustfri stålliner samlet	Sømsvejsning	12183 m2	114.00 kr/m2	1388881 kr	MARSTAL VVS
	m/tæthedskontrollerede sømsvejsninger på formbord	Indbygning, inkl. hjørner	12183 m2	170.00 kr/m2	2071138 kr	Overslag
	samt montering af tyndpladeliner i bassin.	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	12183 m2	50.00 kr/m2	609158 kr	Overslag
	Inkl. tæthedskontrol	Bøsningsrør m.v.	3 stk	5000.00 kr/stk	15000 kr	Overslag
		I alt:	11125 m2	509.02 kr/m2	5662897 kr	27.0%
		kr/m3 tank:		75.00 kr/m3		
5	BASSINKANT					
	Åfretning i 2,4 m bredde	991 m2	10.00 kr/m2	9911 kr		Overslag
	Dæmningskrone afrettes med fald og	Geotextil + udlægning	1510 m2	15.00 kr/m2	22646 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Betonelementer	490 m2	390.00 kr/m2	191019 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	betonelementer og singles/fliser.	Drærende	418 m	600.00 kr/m	250656 kr	Overslag
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Singles	25 m3	250.00 kr/m3	6194 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Fliser udlagt	421 m	100.00 kr/m	40816 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
		I alt	403 m	1354.23 kr/m	546243 kr	2.6%
		kr/m3 tank:		7.23 kr/m3		
6	IND- OG UDLØB M.V.					
	Ind-/udløb	82 m	2500.00 kr/m	204807 kr		Overslag, CONSWEDE
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
		I alt			249807 kr	1.2%
		kr/m3 tank:		3.31 kr/m3		
7	FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI					
	Anstilling, spil m.v.	5 % af	7455245 kr	372762 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	101 m	2333.00 kr/m	235260 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	9945 m2	229.20 kr/m2	2279507 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbuktet RS-liner	487 m2	837.50 kr/m2	407789 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbuktet kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	10432 m2	12.50 kr/m2	180405 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	10024 m2	110.00 kr/m2	1102642 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbatte	20581 m2	79.50 kr/m2	1636179 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	10576 m2	43.00 kr/m2	454771 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og	Fastgørelse, teleskopskrue	12519 stk	55.00 kr/stk.	688539 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	408 m	255.00 kr/m	104081 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflade	10169 m2	5.00 kr/m2	50844 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	10169 m2	31.00 kr/m2	315230 kr	Overslag
		I alt	10169 m2	769.81 kr/m2	7828007 kr	37.3%
		kr/m3 tank:		103.67 kr/m3		
8	TERRÆNREGULERING OG RETABLERING					
	Indbygning af råjord i jordv	30825 m3	50.00 kr/m3	1541239 kr		Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	18597 m2	1.73 kr/m2	32079 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	4610 m3	37.70 kr/m3	173784 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	18597 m2	3.45 kr/m2	64158 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	415 m	69.00 kr/m	28660 kr	Pilotanlæg +15%
		Indbygning af råjord i øvrigt	10161 m3	35.00 kr/m3	355636 kr	Overslag
		I alt			2195555 kr	10.5%
9	DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER					
	Tæthedsprøvning	75507 m3	5.00 kr/m3	377536 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	1873773 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
		I alt		29.82 kr/m3	2251309 kr	10.7%
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	277.97 kr/m3	20989037 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottrupgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms)	NIRAS Dato: 20.11.01	VANDVOLUMEN:	75507 M3
Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			20989037 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	Projektering m.v.	10.00 %	2125404 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	Byggeledelse m.v.	2.50 %	584486 kr
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	23963927 kr	7.50 %	1797295 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE (kr/m3 tank og kr ialt):		341.18 kr/m3	25761221 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrerarrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V.		VOLUMEN:		75000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade.		Bassinvolumen:		77625 m3 103%
NIRAS				
Dato: 20.11.01				
DIMENSIONER, VANDVOLUMEN		STANDARDFORM 1)		VALGT FORM: *
Skråningsanlæg, 1 til :		2.0		2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:		0.00 m		0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):		100.0 m		100.8 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):		13.6 m		13.8 m*
Bundbredde:		45.5 m		45.5 m
Skråningsbredde (vandret mål):		27.3 m		27.7 m
Skråningslængde (skrå mål):		30.5 m		31.0 m
Omkreds top:		400.0 m		403.4 m
Topareal:		10000 m2		10169 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):		8870 m2		9059 m2
Bundareal, vandret bund:		2066 m2		2066 m2
Bundmembranareal ialt:		10936 m2		11125 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)		75507 m3		77625 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og $V = 0,075 \cdot B^3$		Vandvolumen (netto)		75507 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.28 m2/m3	0.28 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	15%	15%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 4817 MWh	4817 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 16.4 MW	16.4 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 706 m3/h	706 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 6041 MWh	6041 MWh
MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse incl. 6 cm belægning, t:	0.85 m	0.00 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	0.00 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.00 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	8.69 m	8.31 m*
Udgravningsbredde, U:	80.62 m	78.69 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	45.86 m	45.45 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	34611 m3	31786 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	5.79 m	5.54 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	11.59 m	11.08 m
Jordvolde, skråningslængde:	12.96 m	12.38 m
Jordvolde, bundbredde:	24.28 m	24.55 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	129.18 m	127.79 m
Jordvolde, volumen	31217 m3	30825 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	18818 m2	18440 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	4704 m3	4610 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	19265 m2	18597 m2
Lågareal, flydende låg	10000 m2	10169 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	10404 m2	10576 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	3395 m3	961 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
RUSTFRI TYNDPLADELINER

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 50338 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos.	ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1	BYGGEPLADS					
	Drift af byggeplads/-veje	Byggepladsdrift	13773582 kr	4.00 %	550943 kr	Overslag
		Byggeplads og -vej	1645 m2	100.00 kr/m2	164497 kr	Overslag
		I alt			715440 kr	4.4%
		kr/m3 tank:		14.21 kr/m3		
2	TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE					
	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
		I alt			247098 kr	1.5%
		kr/m3 tank:		4.91 kr/m3		
3	UDGRAVNING OG FØLERMONTERING					
	Muldafrømning	14495 m2	10.00 kr/m2	144947 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	21170 m3	27.00 kr/m3	571587 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
		Afretning	9393 m2	4.60 kr/m2	43208 kr	Pilotanlæg +15%
		I alt			772341 kr	4.8%
		kr/m3 tank:		15.34 kr/m3		
4	TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL					
	Geotextil fastgjort i låserende	8937 m2	15.00 kr/m2	134048 kr		Overslag
	Levering og indbygning af geotextil og tyndpladeliner	0,4 mm rustfri stålliner	9394 m2	115.20 kr/m2	1082163 kr	MARSTAL VVS
	bestående af 0,4 mm syrefast rustfri stålliner samlet	Sømsvejsning	9394 m2	114.00 kr/m2	1070891 kr	MARSTAL VVS
	m/tæthedskontrollerede sømsvejsninger på formbord	Indbygning, inkl. hjørner	9394 m2	170.00 kr/m2	1596942 kr	Overslag
	samt montering af tyndpladeliner i bassin.	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	9394 m2	50.00 kr/m2	469689 kr	Overslag
	Inkl. tæthedskontrol	Bøsningsrør m.v.	3 stk	5000.00 kr/stk	15000 kr	Overslag
		I alt:	8511 m2	513.31 kr/m2	4368732 kr	27.0%
		kr/m3 tank:		86.79 kr/m3		
5	BASSINKANT					
	Dræningskrone afrettes med fald og	Afretning i 2,4 m bredde	870 m2	10.00 kr/m2	8697 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Geotextil + udlægning	1333 m2	15.00 kr/m2	19992 kr	Overslag
	betonelementer og singles/fliser.	Betonelementer	429 m2	390.00 kr/m2	167353 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Drærende	367 m	600.00 kr/m	220315 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Singles	22 m3	250.00 kr/m3	5436 kr	Overslag
		Fliser udlagt	370 m	100.00 kr/m	35759 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
		I alt	353 m	1367.81 kr/m	482553 kr	3.0%
		kr/m3 tank:		9.59 kr/m3		
6	IND- OG UDLØB M.V.					
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Ind-/udløb	74 m	2500.00 kr/m	185533 kr	Overslag, CONSWEDE
		Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
		I alt			230533 kr	1.4%
		kr/m3 tank:		4.58 kr/m3		
7	FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI					
	Anstilling, spil m.v.	5 % af	5796254 kr	289813 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	88 m	2333.00 kr/m	205766 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	7584 m2	229.20 kr/m2	1738142 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbuktet RS-liner	426 m2	837.50 kr/m2	356968 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbuktet kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	8010 m2	12.50 kr/m2	150122 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	7652 m2	110.00 kr/m2	841765 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbatte	15771 m2	79.50 kr/m2	1253787 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	8136 m2	43.00 kr/m2	349835 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og	Fastgørelse, teleskopskrue	9612 stk	55.00 kr/stk.	528643 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	358 m	255.00 kr/m	91186 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflade	7779 m2	5.00 kr/m2	38894 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	7779 m2	31.00 kr/m2	241146 kr	Overslag
		I alt	7779 m2	782.38 kr/m2	6086067 kr	37.6%
		kr/m3 tank:		120.90 kr/m3		
8	TERRÆNREGULERING OG RETABLERING					
	Indbygning af råjord i jordv	21259 m3	50.00 kr/m3	1062948 kr		Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	15915 m2	1.73 kr/m2	27454 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	3624 m3	37.70 kr/m3	136602 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	15915 m2	3.45 kr/m2	54908 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	365 m	69.00 kr/m	25171 kr	Pilotanlæg +15%
		Indbygning af råjord i øvrigt	7976 m3	35.00 kr/m3	279175 kr	Overslag
		I alt			1586257 kr	9.8%
9	DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER					
	Tæthedsprøvning	50338 m3	5.00 kr/m3	251690 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	1448902 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
		I alt		33.78 kr/m3	1700593 kr	10.5%
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	321.62 kr/m3	16189615 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 50338 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			16189615 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	16454615 kr	10.00 %	1645461 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	18100076 kr	2.50 %	452502 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	18552578 kr	7.50 %	1391443 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE (kr/m3 tank og kr ialt):		396.20 kr/m3	19944022 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 50000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 51956 m3 104%
NIRAS
DIMENSIONER, VANDVOLUMEN Dato: 20.11.01 STANDARDFORM 1) VALGT FORM: *

Skråningsanlæg, 1 til :	2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:	0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):	87.4 m	88.2 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):	11.9 m	12.1 m*
Bundbredde:	39.7 m	39.7 m
Skråningsbredde (vandret mål):	23.8 m	24.2 m
Skråningslængde (skrå mål):	26.6 m	27.1 m
Omkreds top:	349.4 m	352.8 m
Topareal:	7631 m2	7779 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):	6769 m2	6934 m2
Bundareal, vandret bund:	1577 m2	1577 m2
Bundmembranareal ialt:	8346 m2	8511 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)	50338 m3	51956 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3	Vandvolumen (netto)	50338 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.32 m2/m3	0.32 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	17%	17%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 3212 MWh	3212 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 10.9 MW	10.9 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 471 m3/h	471 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 4027 MWh	4027 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse incl. 6 cm belægning, t:	0.85 m	0.00 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	0.00 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.00 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	7.66 m	7.27 m*
Udgravningsbredde, U:	70.74 m	68.80 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	40.11 m	39.71 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	23334 m3	21170 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	5.10 m	4.85 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	10.21 m	9.70 m
Jordvolde, skråningslængde:	11.42 m	10.84 m
Jordvolde, bundbredde:	21.52 m	21.80 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	113.78 m	112.39 m
Jordvolde, volumen	21626 m3	21259 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	14830 m2	14495 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	3707 m3	3624 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	16515 m2	15915 m2
Lågareal, flydende låg	7631 m2	7779 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	7985 m2	8136 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	1708 m3	-89 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruppgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
RUSTFRI TYNDPLADELINER

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 20135 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos.	ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1	BYGGEPLADS					
	Drift af byggeplads/-veje	Byggepladsdrift	7876159 kr	4.00 %	315046 kr	Overslag
		Byggeplads og -vej	1300 m2	100.00 kr/m2	130009 kr	Overslag
		I alt			445055 kr	4.8%
		kr/m3 tank:		22.10 kr/m3		
2	TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE					
	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
		I alt			247098 kr	2.7%
		kr/m3 tank:		12.27 kr/m3		
3	UDGRAVNING OG FØLERMONTERING					
	Muldafrømning	8535 m2	10.00 kr/m2	85351 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	8444 m3	27.00 kr/m3	227996 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
		Afretning	5305 m2	4.60 kr/m2	24402 kr	Pilotanlæg +15%
		I alt			350348 kr	3.8%
		kr/m3 tank:		17.40 kr/m3		
4	TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL					
	Geotextil fastgjort i låserend	4885 m2	15.00 kr/m2	73279 kr		Overslag
	Levering og indbygning af geotextil og tyndpladeliner	0,4 mm rustfri stålliner	5249 m2	115.20 kr/m2	604671 kr	MARSTAL VVS
	bestående af 0,4 mm syrefast rustfri stålliner samlet	Sømsvejsning	5249 m2	114.00 kr/m2	598372 kr	MARSTAL VVS
	m/tæthedskontrollerede sømsvejsninger på formbord	Indbygning, inkl. hjørner	5249 m2	170.00 kr/m2	892309 kr	Overslag
	samt montering af tyndpladeliner i bassin.	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	5249 m2	50.00 kr/m2	262444 kr	Overslag
	Inkl. tæthedskontrol	Bøsningsrør m.v.	3 stk	5000.00 kr/stk	15000 kr	Overslag
		I alt:	4653 m2	525.74 kr/m2	2446074 kr	26.4%
		kr/m3 tank:		121.48 kr/m3		
5	BASSINKANT					
	Dræningskrone afrettes med fald og	Afretning i 2,4 m bredde	649 m2	10.00 kr/m2	6490 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Geotextil + udlægning	1011 m2	15.00 kr/m2	15163 kr	Overslag
	betonelementer og singles/fliser.	Betonelementer	319 m2	390.00 kr/m2	124312 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Drærende	275 m	600.00 kr/m	165134 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Singles	16 m3	250.00 kr/m3	4056 kr	Overslag
		Fliser udlagt	278 m	100.00 kr/m	26562 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
		I alt	261 m	1406.00 kr/m	366718 kr	4.0%
		kr/m3 tank:		18.21 kr/m3		
6	IND- OG UDLØB M.V.					
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Ind-/udløb	60 m	2500.00 kr/m	150480 kr	Overslag, CONSWEDE
		Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
		I alt			195480 kr	2.1%
		kr/m3 tank:		9.71 kr/m3		
7	FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI					
	Anstilling, spil m.v.	5 % af	3316242 kr	165812 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	65 m	2333.00 kr/m	152126 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	4107 m2	229.20 kr/m2	941338 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbuktet RS-liner	316 m2	837.50 kr/m2	264540 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbuktet kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	4423 m2	12.50 kr/m2	105287 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	4158 m2	110.00 kr/m2	457428 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbat	8662 m2	79.50 kr/m2	688595 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbat (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	4517 m2	43.00 kr/m2	194216 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbat og	Fastgørelse, teleskopskrue	5308 stk	55.00 kr/stk.	291913 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	266 m	255.00 kr/m	67734 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflade	4252 m2	5.00 kr/m2	21259 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	4252 m2	31.00 kr/m2	131806 kr	Overslag
		I alt	4252 m2	818.96 kr/m2	3482054 kr	37.6%
		kr/m3 tank:		172.93 kr/m3		
8	TERRÆNREGULERING OG RETABLERING					
	Indbygning af råjord i jordv	9323 m3	50.00 kr/m3	466128 kr		Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	11482 m2	1.73 kr/m2	19806 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	2134 m3	37.70 kr/m3	80437 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	11482 m2	3.45 kr/m2	39613 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	273 m	69.00 kr/m	18825 kr	Pilotanlæg +15%
		Indbygning af råjord i øvrigt	4674 m3	35.00 kr/m3	163578 kr	Overslag
		I alt			788386 kr	8.5%
9	DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER					
	Tæthedsprøvning	20135 m3	5.00 kr/m3	100676 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	832121 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
		I alt		46.33 kr/m3	932798 kr	10.1%
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	459.59 kr/m3	9254012 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 20135 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			9254012 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	9519012 kr	10.00 %	951901 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	10470913 kr	2.50 %	261773 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	10732686 kr	7.50 %	804951 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE(kr/m3 tank og kr ialt):		573.01 kr/m3	11537637 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 20000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 21017 m3 105%

DIMENSIONER, VANDVOLUMEN NIRAS Dato: 20.11.01 STANDARDFORM 1) VALGT FORM: *

Skråningsanlæg, 1 til :	2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:	0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):	64.4 m	65.2 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):	8.8 m	9.0 m*
Bundbredde:	29.3 m	29.3 m
Skråningsbredde (vandret mål):	17.6 m	18.0 m
Skråningslængde (skrå mål):	19.6 m	20.1 m
Omkreds top:	257.5 m	260.8 m
Topareal:	4143 m2	4252 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):	3675 m2	3797 m2
Bundareal, vandret bund:	856 m2	856 m2
Bundmembranareal ialt:	4531 m2	4653 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)	20135 m3	21017 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3	Vandvolumen (netto)	20135 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.43 m2/m3	0.44 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	23%	24%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 1285 MWh	1285 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 4.4 MW	4.4 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 188 m3/h	188 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 1611 MWh	1611 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse incl. 6 cm belægning, t:	0.85 m	0.00 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	0.00 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.00 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	5.78 m	5.39 m*
Udgravningsbredde, U:	52.76 m	50.83 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	29.66 m	29.26 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	9632 m3	8444 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	3.85 m	3.59 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	7.70 m	7.19 m
Jordvolde, skråningslængde:	8.61 m	8.04 m
Jordvolde, bundbredde:	16.50 m	16.78 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	85.77 m	84.39 m
Jordvolde, volumen	9627 m3	9323 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	8793 m2	8535 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	2198 m3	2134 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	11959 m2	11482 m2
Lågareal, flydende låg	4143 m2	4252 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	4404 m2	4517 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	4 m3	-878 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottruggård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
RUSTFRI TYNDPLADELINER

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 15101 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos.	ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1	BYGGEPLADS					
	Drift af byggeplads/-veje	Byggepladsdrift	6663066 kr	4.00 %	266523 kr	Overslag
		Byggeplads og -vej	1212 m2	100.00 kr/m2	121181 kr	Overslag
		I alt			387703 kr	5.0%
		kr/m3 tank:		25.67 kr/m3		
2	TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE					
	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp.anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
		I alt			247098 kr	3.2%
		kr/m3 tank:		16.36 kr/m3		
3	UDGRAVNING OG FØLERMONTERING					
	Muldafrømning	7262 m2	10.00 kr/m2	72617 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	6326 m3	27.00 kr/m3	170812 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
		Afretning	4444 m2	4.60 kr/m2	20443 kr	Pilotanlæg +15%
		I alt			276472 kr	3.5%
		kr/m3 tank:		18.31 kr/m3		
4	TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL					
	Geotextil fastgjort i låserender	4043 m2	15.00 kr/m2	60651 kr		Overslag
	Levering og indbygning af geotextil og tyndpladeliner	0,4 mm rustfri stålliner	4380 m2	115.20 kr/m2	504622 kr	MARSTAL VVS
	bestående af 0,4 mm syrefast rustfri stålliner samlet	Sømsvejsning	4380 m2	114.00 kr/m2	499366 kr	MARSTAL VVS
	m/tæthedskontrollerede sømsvejsninger på formbord	Indbygning, inkl. hjørner	4380 m2	170.00 kr/m2	744668 kr	Overslag
	samt montering af tyndpladeliner i bassin.	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	4380 m2	50.00 kr/m2	219020 kr	Overslag
	Inkl. tæthedskontrol	Bøsningsrør m.v.	3 stk	5000.00 kr/stk	15000 kr	Overslag
		I alt:	3851 m2	530.62 kr/m2	2043327 kr	26.1%
		kr/m3 tank:		135.31 kr/m3		
5	BASSINKANT					
	Dræningskrone afrettes med fald og	Afretning i 2,4 m bredde	593 m2	10.00 kr/m2	5925 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Geotextil + udlægning	928 m2	15.00 kr/m2	13927 kr	Overslag
	betonelementer og singles/fliser.	Betonelementer	290 m2	390.00 kr/m2	113294 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Drærende	252 m	600.00 kr/m	151009 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Singles	15 m3	250.00 kr/m3	3703 kr	Overslag
		Fliser udlagt	255 m	100.00 kr/m	24208 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
		I alt	237 m	1420.54 kr/m	337067 kr	4.3%
		kr/m3 tank:		22.32 kr/m3		
6	IND- OG UDLØB M.V.					
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Ind-/udløb	57 m	2500.00 kr/m	141507 kr	Overslag, CONSWEDE
		Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
		I alt			186507 kr	2.4%
		kr/m3 tank:		12.35 kr/m3		
7	FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI					
	Anstilling, spil m.v.	5 % af	2792843 kr	139642 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	59 m	2333.00 kr/m	138394 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	3387 m2	229.20 kr/m2	776325 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbuktet RS-liner	288 m2	837.50 kr/m2	240880 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbuktet kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	3675 m2	12.50 kr/m2	95934 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	3434 m2	110.00 kr/m2	377740 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbatte	7182 m2	79.50 kr/m2	570939 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbatte (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	3760 m2	43.00 kr/m2	161688 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbatte og	Fastgørelse, teleskopskrue	4410 stk	55.00 kr/stk.	242532 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	242 m	255.00 kr/m	61731 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflade	3519 m2	5.00 kr/m2	17595 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	3519 m2	31.00 kr/m2	109086 kr	Overslag
		I alt	3519 m2	833.35 kr/m2	2932485 kr	37.4%
		kr/m3 tank:		194.19 kr/m3		
8	TERRÆNREGULERING OG RETABLERING					
	Indbygning af råjord i jordv	7232 m3	50.00 kr/m3	361598 kr		Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	10439 m2	1.73 kr/m2	18007 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	1815 m3	37.70 kr/m3	68436 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	10439 m2	3.45 kr/m2	36015 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	249 m	69.00 kr/m	17200 kr	Pilotanlæg +15%
		Indbygning af råjord i øvrigt	3967 m3	35.00 kr/m3	138854 kr	Overslag
		I alt			640111 kr	8.2%
9	DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER					
	Tæthedsprøvning	15101 m3	5.00 kr/m3	75507 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	705077 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
		I alt		51.69 kr/m3	780584 kr	10.0%
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	518.58 kr/m3	7831353 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 15101 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			7831353 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	8096353 kr	10.00 %	809635 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	8905988 kr	2.50 %	222650 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	9128638 kr	7.50 %	684648 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE(kr/m3 tank og kr ialt):		649.83 kr/m3	9813286 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 15000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 15830 m3 106%

NIRAS
DIMENSIONER, VANDVOLUMEN Dato: 20.11.01 STANDARDFORM 1) VALGT FORM: *

Skråningsanlæg, 1 til :	2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:	0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):	58.5 m	59.3 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):	8.0 m	8.2 m*
Bundbredde:	26.6 m	26.6 m
Skråningsbredde (vandret mål):	15.9 m	16.4 m
Skråningslængde (skrå mål):	17.8 m	18.3 m
Omkreds top:	233.9 m	237.3 m
Topareal:	3420 m2	3519 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):	3034 m2	3144 m2
Bundareal, vandret bund:	707 m2	707 m2
Bundmembranareal ialt:	3740 m2	3851 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)	15101 m3	15830 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3	Vandvolumen (netto)	15101 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.47 m2/m3	0.49 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	25%	26%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 963 MWh	963 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 3.3 MW	3.3 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 141 m3/h	141 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 1208 MWh	1208 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse incl. 6 cm belægning, t:	0.85 m	0.00 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	0.00 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.00 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	5.29 m	4.91 m*
Udgravningsbredde, U:	48.16 m	46.23 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	26.98 m	26.58 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	7310 m3	6326 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	3.53 m	3.27 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	7.06 m	6.55 m
Jordvolde, skråningslængde:	7.89 m	7.32 m
Jordvolde, bundbredde:	15.22 m	15.50 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	78.60 m	77.22 m
Jordvolde, volumen	7517 m3	7232 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	7500 m2	7262 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	1875 m3	1815 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	10884 m2	10439 m2
Lågareal, flydende låg	3420 m2	3519 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	3658 m2	3760 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	-207 m3	-906 m3

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG

Overslag baseret på Ottrupgård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001, og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

DTU Lågprojekt
RUSTFRI TYNDPLADELINER

BILAG
NYT KONCEPT

VANDVOLUMEN: 10068 m3

PRISOVERSLAG
(2001-kr excl. moms)

NIRAS
Dato: 20.11.01

Pos.	ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT	%-del	BEMÆRKNINGER
1	BYGGEPLADS					
	Drift af byggeplads/-veje	Byggepladsdrift	5303242 kr	4.00 %	212130 kr	Overslag
		Byggeplads og -vej	1101 m2	100.00 kr/m2	110091 kr	Overslag
		I alt			322221 kr	5.2%
		kr/m3 tank:		32.01 kr/m3		
2	TØRHOLDELSE AF BYGGEGRUBE					
	Anstilling af lænsepumper	4 stk	1500.00 kr/stk	6000 kr		Overslag
	Leje/drift af lænsepumper og sugespidsanlæg	Alm. lænsning	12 mdr	4000.00 kr/mdr	48000 kr	Overslag
	i 3 måneder samt etablering af filterboring m/dykpumpe	Sugespidsanlæg	1 anl.	7475.00 kr/20 stk	7475 kr	1994-overslag +15%
		D&V, sugesp. anl.	13 uger	1753.75 kr/uge	22623 kr	1994-overslag +15%
	Vandforsyninganlæg m.råvand fra filterboring	15 m filterboring m.v.	4 stk	19500.00 kr/stk	78000 kr	Overslag
		Råvand-forsyning m/boring	1 stk	85000.00 kr	85000 kr	Overslag
		I alt			247098 kr	4.0%
		kr/m3 tank:		24.54 kr/m3		
3	UDGRAVNING OG FØLERMONTERING					
	Muldafrømning	5808 m2	10.00 kr/m2	58079 kr		Overslag
	Udgravning, transport og deponering	Anstilling m.v.	1 stk	8000.00 kr/stk	8000 kr	Overslag
	af råjord på grunden, inkl.	Udgr. bassin	4210 m3	27.00 kr/m3	113678 kr	Overslag
	afretning og montering af følere.	Følermontering	1 stk	4600.00 kr	4600 kr	1994-overslag +15%
		Afretning	3470 m2	4.60 kr/m2	15964 kr	Pilotanlæg +15%
		I alt			200321 kr	3.2%
		kr/m3 tank:		19.90 kr/m3		
4	TÆTNINGSMEMBRAN OG KONTROL					
	Geotextil fastgjort i låserende	3099 m2	15.00 kr/m2	46479 kr		Overslag
	Levering og indbygning af geotextil og tyndpladeliner	0,4 mm rustfri stålliner	3401 m2	115.20 kr/m2	391761 kr	MARSTAL VVS
	bestående af 0,4 mm syrefast rustfri stålliner samlet	Sømsvejsning	3401 m2	114.00 kr/m2	387680 kr	MARSTAL VVS
	m/tæthedskontrollerede sømsvejsninger på formbord	Indbygning, inkl. hjørner	3401 m2	170.00 kr/m2	578120 kr	Overslag
	samt montering af tyndpladeliner i bassin.	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	3401 m2	50.00 kr/m2	170035 kr	Overslag
	Inkl. tæthedskontrol	Bøsningsrør m.v.	3 stk	5000.00 kr/stk	15000 kr	Overslag
		I alt:	2951 m2	538.47 kr/m2	1589076 kr	25.5%
		kr/m3 tank:		157.84 kr/m3		
5	BASSINKANT					
	Dæmningskrone afrettes med fald og	Afretning i 2,4 m bredde	522 m2	10.00 kr/m2	5215 kr	Overslag
	afdækkes med geotextil,	Geotextil + udlægning	825 m2	15.00 kr/m2	12375 kr	Overslag
	betonelementer og singles/fliser.	Betonelementer	255 m2	390.00 kr/m2	99454 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	Til opsamling af regnvand kan etableres	Drærende	222 m	600.00 kr/m	133266 kr	Overslag
	plastafløbsrende afsluttet i 4 brønde	Singles	13 m3	250.00 kr/m3	3260 kr	Overslag
		Fliser udlagt	225 m	100.00 kr/m	21251 kr	Overslag
		Afløbsalæg	1 stk	25000.00 kr	25000 kr	Overslag
		I alt	208 m	1443.46 kr/m	299821 kr	4.8%
		kr/m3 tank:		29.78 kr/m3		
6	IND- OG UDLØB M.V.					
	Ind- og udløbsrør i rustfrit stål	Ind-/udløb	52 m	2500.00 kr/m	130235 kr	Overslag, CONSWEDE
		Diffusorer m.v.	3 stk	15000.00 kr/stk	45000 kr	Overslag
		I alt			175235 kr	2.8%
		kr/m3 tank:		17.41 kr/m3		
7	FLYDENDE LÅGKONSTRUKTION, SYNKEFRI					
	Anstilling, spil m.v.	5 % af	2199758 kr	109988 kr		Jacobsen&Blindkilde A/S
	Levering og montering af låg bestående af:	Form, flydende kant m.v.	52 m	2333.00 kr/m	121146 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,4 mm syrefast, rustfri stålliner (RS-liner) samlet m/	0,4 mm RS-liner + stropper	2581 m2	229.20 kr/m2	591548 kr	MARSTAL VVS
	tæthedskontrollerede sømsvejsninger og	1,2 mm formbuktet RS-liner	252 m2	837.50 kr/m2	211160 kr	MARSTAL VVS
	1,2 m bred formbuktet kant af 1,2 mm RS-liner	Svejsekontrol (FORCE m.v.)	2833 m2	12.50 kr/m2	85413 kr	Overslag m/50.000 til WPQ
	inkl. 20% avance, stropper m.v.	60 mm PU-skumplader	2622 m2	110.00 kr/m2	288441 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	60 mm PU-skumplader (1,2 x 2,4 m) til opdrift,	150 mm terrænbat	5519 m2	79.50 kr/m2	438757 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	2 x 150 mm Rockwool terrænbat (lagt i forbandt)	1,0 mm PP-liner + kontrol	2908 m2	43.00 kr/m2	125051 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	0,6 m bred kantisolering af 150 mm terrænbat og	Fastgørelse, teleskopskrue	3400 stk	55.00 kr/stk.	186982 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	1,0 mm plasttopliner af PP forankret i RS-liner.	Fastgørelse, kant	213 m	255.00 kr/m	54190 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	inkl. 10% avance på isolering, PP-liner m.v.	Udtrækning på vandoverflade	2696 m2	5.00 kr/m2	13482 kr	Jacobsen&Blindkilde A/S
	(DTU Lågprojekt)	Fugtkontrol, ventilation m.v.	2696 m2	31.00 kr/m2	83590 kr	Overslag
		I alt	2696 m2	856.59 kr/m2	2309746 kr	37.0%
		kr/m3 tank:		229.42 kr/m3		
8	TERRÆNREGULERING OG RETABLERING					
	Indbygning af råjord i jordv	5078 m3	50.00 kr/m3	253924 kr		Overslag
	Terrænregulering og øvrig retablering.	Terrænregulering	9182 m2	1.73 kr/m2	15839 kr	Pilotanlæg +15%
	Muldudlægning, græssåning og afhegning.	Muldudlægning	1452 m3	37.70 kr/m3	54735 kr	Pilotanlæg +15%
	(forudsat jordbalance)	Græssåning	9182 m2	3.45 kr/m2	31679 kr	Pilotanlæg +15%
		Hegn eller sten	220 m	69.00 kr/m	15160 kr	Pilotanlæg +15%
		Indbygning af råjord i øvrigt	3160 m3	35.00 kr/m3	110609 kr	Overslag
		I alt			481946 kr	7.7%
9	DIVERSE OG UFORUDSIGELIGE UDGIFTER					
	Tæthedsprøvning	10068 m3	5.00 kr/m3	50338 kr		Overslag
	Udgifter til tæthedsprøvning (excl. vand) m.v.	Øvrige diverse m.v.	10.00 %	562546 kr		%-sats jf. ELSAMPROJEKT
		I alt		60.88 kr/m3	612884 kr	9.8%
A ANLÆGSARBEJDER IALT:		(kr/m3 tank og kr ialt):	619.64 kr/m3	6238347 kr	100.0%	

Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, geotekniske undersøgelser, instrumentering og projektering.

DAMVARMELAGER MED FLYDENDE LÅG
Overslag baseret på Ottruppård pilotprojekt (1.528 m3) 18.12.1995, DTU-lågprojekt ultimo 2001,
og prisoverslag fra Marstal VVS og Jacobsen & Blindkilde A/S ultimo 2001.

PRISOVERSLAG (2001-kr excl. moms) NIRAS Dato: 20.11.01 VANDVOLUMEN: 10068 M3

Pos. ANLÆGSDEL	MÆNGDE	ENHEDSPRIS	PRIS IALT
A ANLÆGSARBEJDER IALT:			6238347 kr
10 GEOTEKNIK, PROJEKTERING, ADMINISTRATION M.V.			
Geotekniske undersøgelser, deltagelse i byggemøder m.v., GEO + NIRAS	3 stk	50000.00 kr/stk	150000 kr
Geotekniske detailundersøgelser, GEO	6 stk	15000.00 kr/stk	90000 kr
Boringer	1 stk	25000.00 kr	25000 kr
Databeh.			
Projektering og udbud i fagentrepr.	6503347 kr	10.00 %	650335 kr
Byggeledelse, tilsyn, adm. m.v.	7153682 kr	2.50 %	178842 kr
Byggeledelse m.v.			
11 Byggelånsrenter, stempeludgifter o.l.	7332524 kr	7.50 %	549939 kr
B ETABLERINGSOMKOSTNINGER DAMVARMELAGE(kr/m3 tank og kr ialt):		782.95 kr/m3	7882463 kr
Ekskl. udgifter til tilslutningsanlæg, grund, byggemodning, instrumentering og manøvrearrangement.			

GEOMETRI, ENERGI, MÆNGDER M.V. VOLUMEN: 10000 m3 (valgt vandvolumen)
Bassin udført som en omvendt pyramidestub m/kvadratisk grundflade. Bassinvolumen: 10625 m3 106%

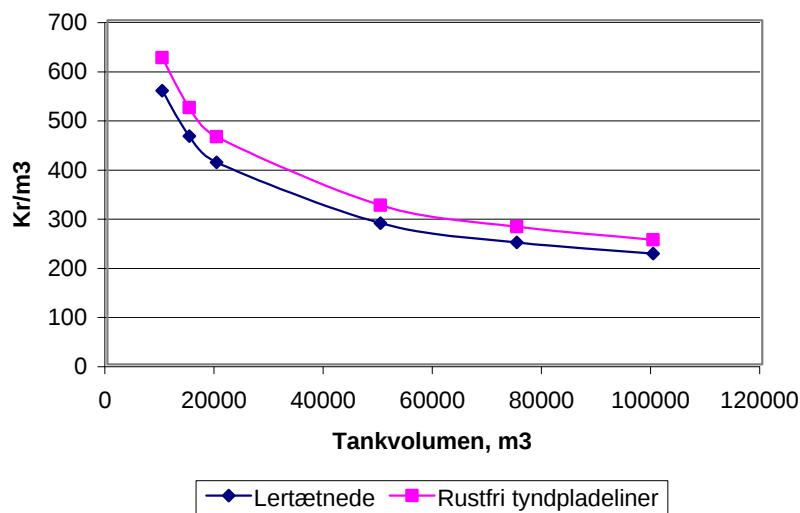
DIMENSIONER, VANDVOLUMEN	NIRAS Dato: 20.11.01	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Skråningsanlæg, 1 til :		2.0	2.0 *
Afstand fra vandoverflade til overkant betonelementer:		0.00 m	0.21 m*
Topbredde (henholdsvis i vandoverflade og ved overkant betonelementer):		51.1 m	51.9 m*
Dybde (henholdsvis i vand og til overkant betonelementer):		7.0 m	7.2 m*
Bundbredde:		23.2 m	23.2 m
Skråningsbredde (vandret mål):		13.9 m	14.4 m
Skråningslængde (skrå mål):		15.6 m	16.0 m
Omkreds top:		204.3 m	207.7 m
Topareal:		2610 m2	2696 m2
Skråningsareal (4 skråningsflader, ialt):		2315 m2	2412 m2
Bundareal, vandret bund:		539 m2	539 m2
Bundmembranareal ialt:		2854 m2	2951 m2
Volumen (kontrol ud fra ovenstående data)		10068 m3	10625 m3
1) Standardform: D/B-forhold: 15/100000, anlæg 1:2,00 og V = 0,075*B^3		Vandvolumen (netto)	10068 m3

ENERGI M.V.	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Overflade / volumenforhold:	0.54 m2/m3	0.56 m2/m3
Overflade i forhold til 1 m3 kugletank (1,86 m2/m3):	29%	30%
Varmelagerkapacitet med maksimal afkøling:	55 °C 642 MWh	642 MWh
Anslået maksimaleffekt (17 MW v/78.000 m3 DMVL):	3.4 kW/MV 2.2 MW	2.2 MW
Indløb-/udløb ved maksimaleffekt og temp. diff.:	20 °C 94 m3/h	94 m3/h
Anslået nyttiggjort varmeindhold som sæsonvarmelager:	80 kWh/m 805 MWh	805 MWh

MÆNGDER (Indbyggede mængder)	STANDARDFORM 1)	VALGT FORM: *
Lermembran, tykkelse incl. 6 cm belægning, t:	0.85 m	0.00 m*
Lermembran, vandret bredde i sider:	1.90 m	0.00 m
Lermembran, lodret højde i sider:	0.95 m	0.00 m
Udgravningsdybde ved jordbalance, d = 0,6*(D+t):	4.69 m	4.31 m*
Udgravningsbredde, U:	42.38 m	40.44 m
Udgravningsbund, bredde (delta u), u:	23.62 m	23.22 m
Udgravningsvolumen, Vu=d/3*(U^2+u^2+U*u):	4966 m3	4210 m3
Jordvolde, højde over terræn, h:	3.13 m	2.87 m
Jordvolde, topbredde:	3.00 m	2.40 m*
Jordvolde, skråningsbredde (anlæg som i bassin):	6.25 m	5.74 m
Jordvolde, skråningslængde:	6.99 m	6.42 m
Jordvolde, bundbredde:	13.61 m	13.88 m
Jordvolde, totalbredde incl. bassin:	69.59 m	68.21 m
Jordvolde, volumen	5337 m3	5078 m3
Muldafrømning, indtil 4 m ud fra skråningsfod:	6021 m2	5808 m2
Muldagets gennemsnitlige tykkelse:	0.25 m	0.25 m*
Muldudlægning:	1505 m3	1452 m3
Terrænregulering indtil 20 m ud fra skåningsfod:	9588 m2	9182 m2
Lågareal, flydende låg	2610 m2	2696 m2
Lågareal, inklusiv kantafdækning bred:	2818 m2	2908 m2
Jordbalance (+ overskud, - underskud)	-371 m3	-868 m3

ANLÆGSPRISER, SÆSONVARMELAGRE

2001-priser ekskl. moms



DAMVARMELAGRE MED FLYDENDE LÅG

NIRAS

Dato: 20.11.01

Størrelse		Tætning	ANLÆGSPRIS		HERAF LÅG		PROJ. M.V.		PRIS I ALT	
			mio kr	kr/m3	mio kr		mio kr		mio kr	
10000	m3	LERMEMBRAN	5.6	556	2.3	42%	1.5	27%	7.1	707
15000	m3	LERMEMBRAN	7.0	464	2.9	42%	1.8	26%	8.8	584
20000	m3	LERMEMBRAN	8.2	411	3.5	42%	2.1	25%	10.3	514
50000	m3	LERMEMBRAN	14.4	287	6.1	42%	3.4	23%	17.7	354
75000	m3	LERMEMBRAN	18.6	248	7.8	42%	4.3	23%	22.9	305
100000	m3	LERMEMBRAN	22.5	225	9.4	42%	5.1	23%	27.6	276
10000	m3	RUSTFRI STÅLLINE	6.2	624	2.3	37%	1.6	26%	7.9	788
15000	m3	RUSTFRI STÅLLINE	7.8	522	2.9	37%	2.0	25%	9.8	654
20000	m3	RUSTFRI STÅLLINE	9.3	463	3.5	38%	2.3	25%	11.5	577
50000	m3	RUSTFRI STÅLLINE	16.2	324	6.1	38%	3.8	23%	19.9	399
75000	m3	RUSTFRI STÅLLINE	21.0	280	7.8	37%	4.8	23%	25.8	343
100000	m3	RUSTFRI STÅLLINE	25.3	253	9.4	37%	5.7	22%	31.0	310