



Institutionen för vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

ISSN 0348 - 1069

KOLTRANSPORTER OCH KOLHANTERING LAGRING I TERMINALER OCH HOS STORFÖRBRUKARE

KOSTNADER

Delrapport 2

av

Anders Mattsson

Rapport

Serie B:40

Göteborg 1983



Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

KOLTRANSPORTER OCH KOLHANTERING

LAGRING I TERMINALER OCH HOS
STORFÖRBRUKARE

KOSTNADER

Delrapport 2

av

Anders Mattsson

Rapport

Serie B:40

Göteborg 1983

Adress: Institutionen för Vattenbyggnad
Chalmers Tekniska Högskola
412 96 Göteborg

Telefon: 031/81 01 00

KOLTRANSPORTER OCH KOLHANTERING
LAGRING I TERMINALER OCH HOS STORFÖRBRUKARE

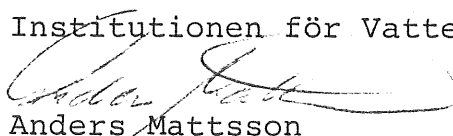
<u>INNEHÅLLSFÖRTECKNING</u>	<u>Sid</u>
FÖRORD	
1. BAKGRUND	1
2. MÅLSÄTTNING	1
3. FÖRUTSÄTTNINGAR	1
.1 Allmänt	1
.2 Ekonomi	2
.3 Undersökta alternativ	4
4. NORDISKA LAGER	8
.1 Allmänt	8
.2 Omsättning 100.000 t/år	8
.3 Omsättning 500.000 t/år	10
.4 Omsättning 1.000.000 t/år	12
.5 Omsättning 2.000.000 t/år	13
5. EUROPEISKA LAGER	15
.1 Allmänt	15
.2 Omsättning 1.000.000 t/år	15
.3 Omsättning 2.000.000 t/år	17
.4 Omsättning 4.000.000 t/år	18
6. JÄMFÖRELSE AV HUVUDDATA FÖR ÖPPNA LAGER	20
7. BEREDSKAPSLAGER	21
8. TÄCKTA LAGER	22
.1 Allmänt	22
.2 Täckt planlager	23
.3 Storsilo	24
9. INVESTERINGSKOSTNADER	25
10. ÅRSKOSTNADER	28
11. KOMMENTARER TILL INVESTERINGS- OCH ÅRSKOSTNADER	31
12. SAMMANFATTNING	34
BILAGA 1	
BILAGA 2	

FÖRORD

Föreliggande rapport som behandlar investerings- och årskostnader för kollager i hamnterminaler och hos större förbrukare utgör den avslutande delrapporten beträffande forskningsprojektet avseende kollager. Projektet ingår i Transportforskningsdelegationens forskning avseende koltransporter och kolhantering.

Göteborg 1983-08-31

Chalmers Tekniska Högskola
Institutionen för Vattenbyggnad



Anders Mattsson

1. BAKGRUND

I det pågående forskningsprojektet avseende koltransporter och kolhantering finansierat av Transportforskningsdelegationen studeras den långa transportkedjan mellan kolgruva och förbrukare. I denna kedja ingår terminallänkarna som mycket betydelsefulla delar. För att dessa terminaler skall fungera såsom avsetts är det nödvändigt att deras lagerfunktion är rätt dimensionerad. Ett lager med felaktig lagervolym kan utgöra en dyrbar flaskhals i transportkedjan.

I en tidigare delrapport, Koltransporter och kolhantering, Lagring i terminaler och storförbrukare, Rapport Serie B:37, Inst.f.Vattenbyggnad, CTH, har de tekniska förutsättningarna för kollager samt olika lagertyper redovisats. I föreliggande rapport studeras investeringsvolym och årskostnader för några huvudtyper av lager. Vidare ges översiktliga regler för ekonomiskt val av lagertyp.

2. MÅLSÄTTNING

Studien avser att klargöra storleksordningen av investeringskostnader samt kostnader per ton vid lagring av kol i större terminaler.

3. FÖRUTSÄTTNINGAR

.1 ALLMÄNT

De typer av kollager som utnyttjas i hamnterminaler och större landterminaler har tidigare detaljerat redovisats i ovannämnda rapport. För en närmare beskrivning av lagerutformning och lagervolym i förhållande till årsomsättning hänvisas till denna rapport.

I föreliggande rapport behandlas företrädesvis s.k. aktiva lager, dvs buffert- och säsonglager. Passiva lager, dvs främst beredskapslager, behandlas endast översiktligt. Nedan redovisas de ekonomiska förutsättningararna för studien.

.2 EKONOMI

Inventeringskostnaderna liksom drifts- och personalkostnader har baserats på kostnadsläget under första halvåret 1983.

Årskostnaderna för lagret utgörs av:

- o kapitalkostnader
- o underhållskostnader
- o driftskostnader
- o personalkostnader
- o administrationskostnader

Som en särskild post har även bedömts de årskostnader som är att hänföra till miljövårdande åtgärder. Även om dessa årskostnader kan delas upp enligt ovan har vi ansett det lämpligt att särskilja denna kostnad.

Kapitalkostnaderna har beräknats enligt annuitetsmetoden, innebärande lika stora årliga avsättningar för amortering och ränta. Kalkylräntan har satts till 13%, vilket är den ungefärliga nivå som den s.k. kommunräntan har idag. Annuitetsbeloppet är beroende av avskrivningstiden. I tabell 3.1 nedan redovisas annuiteter för skilda avskrivningstider vid 13% kalkylränta.

Tabell 3.1 Annuitetsfaktorer

Avskrivningstid	Annuitetsfaktor
1	1,130
2	0,599
5	0,284
8	0,208
10	0,184
15	0,155
20	0,142
25	0,136
40	0,131

Den avskrivningstid som beräkningarna baserats på är den tekniska avskrivningstiden motsvarande den tid efter vilken byggnadsverket eller redskapet är utslitet eller så omodernt att det är motiverat att byta ut redskapet.

Underhållskostnaderna har baserats på de värden som är allmänt vedertagna inom branschen. Underhållskostnaderna kan naturligtvis variera kraftigt beroende på den underhållsfilosofi som förekommer i terminalen. Ett medeltal av underhållsvärden för svenska och utländska projekt har dock utnyttjats. De årliga underhållskostnaderna har ställts i relation till investeringskostnaderna, en beräkningsmetod som är vanlig vid dessa bedömningar. Hänsyn har ej tagits till att underhållskostnaderna även är en funktion av den årliga utnyttjandetiden.

Driftskostnaderna är en funktion av utnyttjandetiden och kapacitetsutnyttjandet, dvs är normalt proportionella mot årsomsättningen. Driftskostnaderna utgöres främst av kostnader för energi, dvs för el, diesel m.m. I kostnaderna ingår även smörj- och oljekostnader. Utbyte av däck, kedjor, etc. har inkluderats i denna kostnadspost.

Elkostnaden har beräknats med utgångspunkt från förbrukad energi och har satts till 0,25 kr/kWh. I denna ingår eventuell effektkostnad. Bränslekostnaden har för diesel antagits till 2,60 kr/liter. Olje- och smörjningskostnaden har relaterats till dieseloljeförbrukningen och avsatts till 0,35 kr/liter dieselolja.

Personalkostnaderna har baserats på en kostnad per årsarbetare av 130.000 kr I denna summa inkluderas eventuella drifts- och övertidstillägg. En del av personalen sysselsättes normalt på andra platser i terminalen eller hamnen. Lagret har därför endast belastats med kostnader för den tid då personalen arbetar i lagret.

Lagret kan även belastas med administrationskostnader som även omfattar kostnader för risk och viss vinst på verksamhet. Det bör här observeras att vinst ej lagts i kalkylräntan, som är en normal låneränta. Administrationskostnaden har schabloniserats till 10% av de totala årliga kostnaderna.

När det gäller miljövårdskostnaderna har årskostnaderna för dessa samlats till en post som alltså innehåller kapital-, drifts- och personalkostnader. Denna kostnad har beräknats mycket översiktligt med utgångspunkt från befuktning av lagret med vatten och emulsionsmedel samt renhållningsåtgärder.

.3 UNDERSÖKTA ALTERNATIV

Investerings- och årskostnader har beräknats för nedanstående lagerutformningar:

- o nordiska lager, dvs lager i form av högar, fig. 3.1
- o europeiska lager, dvs mekaniserade lager i form av långa kolsträngar, fig. 3.2
- o täckta planlager, fig. 3.3
- o storsilor, fig. 3.4

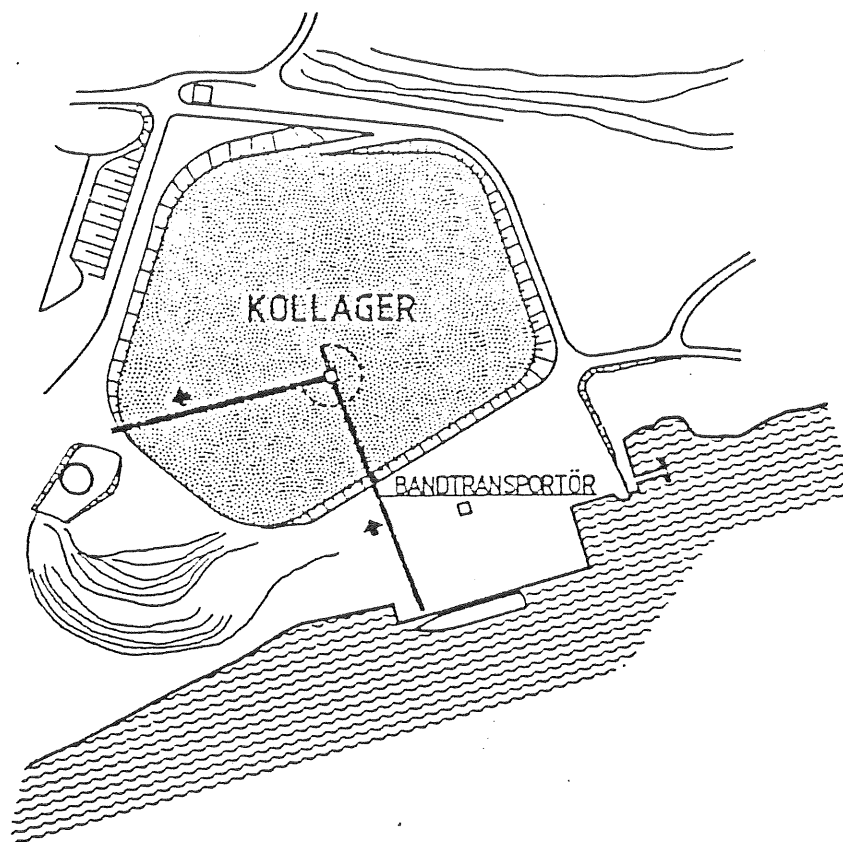


Fig. 3.1 Nordiskt lager

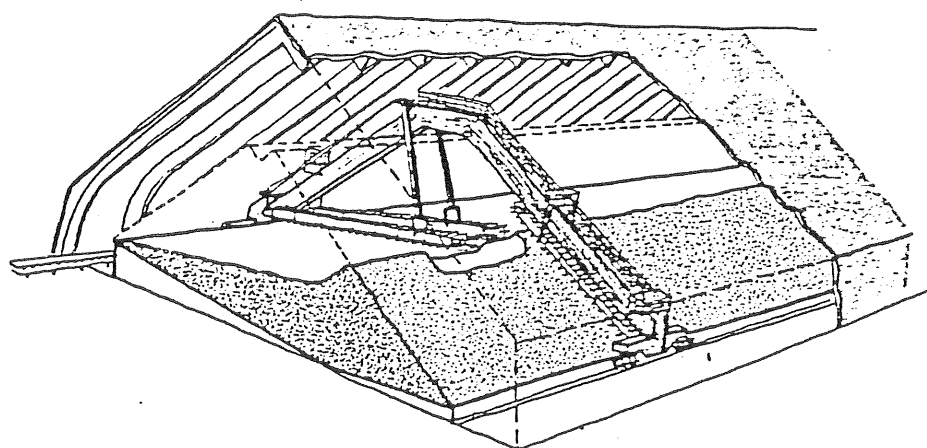


Fig. 3.2 Europeiskt lager

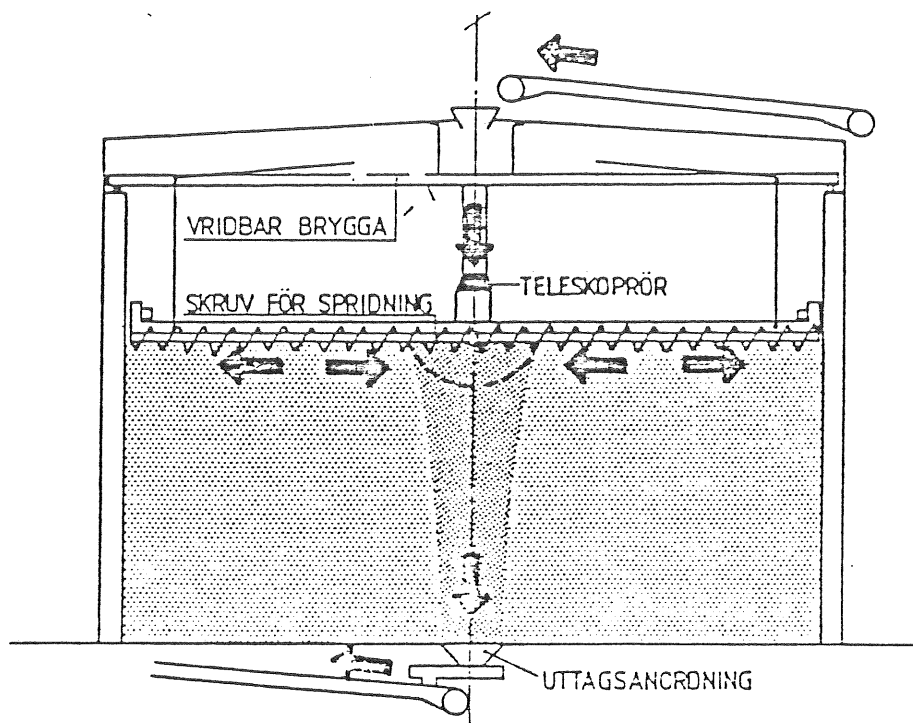


Fig. 3.3 Täckt planlager

Plan of the Cordemais power station showing: (1) coalpit for unloading wagons; (2) storage area with loading and unloading devices; (3) belt conveyors with transfer towers; (4) management building and command post; (5) intermediate storage silos; (6) supply into crushing silos; (7) gas oil cistern; (8) ash storage and truck loading; (9) loading post of ash into wagons; (10) clinker storage; (11) storage of waste products; (12) boilers and chimneys; (13) workshops; (14) warehouses; and (15) barge delivery berth

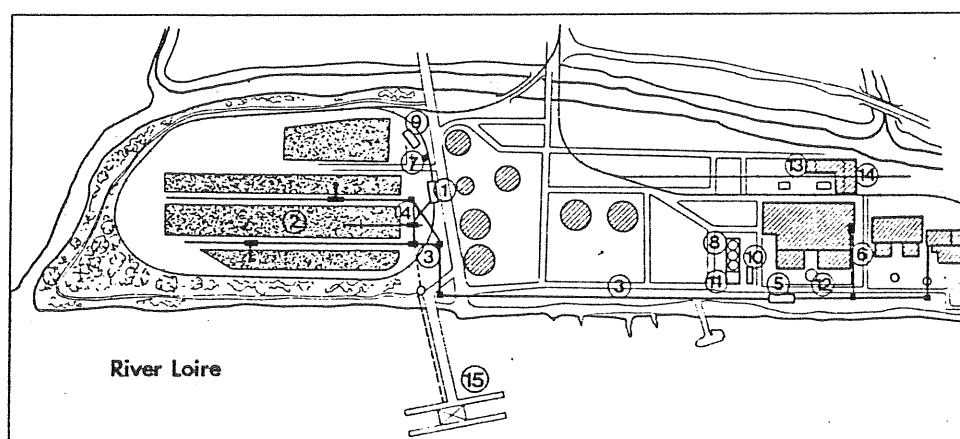


Fig. 3.4 Storsilo, typ Eurosilo

Tidigare undersökningar har visat att nordiska lager är ekonomiska vid lägre årsomsättningar, upp till några miljoner ton per år. För större omsättningar synes europeiska lager vara mer ekonomiska.

Den nordiska lagertypen har studerats för nedanstående omsättningar:

- o 100.000 t/år
- o 500.000 t/år
- o 1.000.000 t/år
- o 2.000.000 t/år

Den europeiska lagervarianten har kostnadsberäknats för:

- o 1.000.000 t/år
- o 2.000.000 t/år
- o 4.000.000 t/år

Lagervolymen för den aktiva delen av lagret, dvs buffertlagret, har beräknats med utgångspunkt från omsättning, fartygsstorlekar och antal kvaliteter som hanteras i enlighet med regler angivna i den tidigare rapporten avseende kollager. Vid flertalet kostnadsberäkningar har varierande antal kolkvaliteter utnyttjats.

Vid det täckta planlagret har en automatiserad variant studerats, nämligen täckt planlager med taktransportör och s.k. kratzer, fig.3.3.

Planlagret har studerats för omsättningarna:

- o 100.000 t/år
- o 500.000 t/år.

När det gäller storsilokoncepten som huvudsakligen bygger på hela system är det ej möjligt att beräkna kostnaderna lika detaljerat som för de andra lagerutformningarna. I stället har valts att ange investeringskostnader som erhållits från leverantören av Eurosilo. Årskostnaderna har sedan utvärderats ur den angivna totala investeringskostnaden.

Investerings- och årskostnaderna för beredskapslager har även studerats. Lagret utgöres av en lagerhög som lägges upp med hjullastare. Transporten till lagret utföres med dumper eller lastbil. Studerad volym för beredskapslagret är:

- o 40.000 t
- o 200.000 t
- o 400.000 t
- o 800.000 t
- o 1.600.000 t.

4. NORDISKA LAGER

.1 ALLMÄNT

Den nordiska lagertypen är lämplig vid lägre årsomsättningar och vid ett mindre antal kolkvaliteter eftersom investeringarna är låga. I det följande beskrivs detaljerat de layouter för lager av den nordiska typen vid årsomsättningarna:

- o 100.000 t
- o 500.000 t
- o 1.000.000 t
- o 2.000.000 t.

Nedan redovisas de tekniska faktorerna för lagren. De ekonomiska beräkningarna har samlats i kapitel 9 och 10.

.2 OMSÄTTNING 100.000 T/ÅR

Lagret har förutsatts ligga i en hamn som kan besökas av fartyg om 10-20.000 dwt. Erforderlig buffertlagervolym vid 1 kolkvalitet uppgår till ca 30.000 t.

Lagret kan utformas enligt layout i fig.4.1. Lagerhöjden 10 m har förutsatts.

Lagervolymer och asfaltbelagda ytor har beräknats med utgångspunkt från en skrymdensitet av $0,85 \text{ t/m}^3$ för det lagrade kolet. Kolets skrymdensitet efter utläggning på lager och viss kompaktering är dock högre än $0,85 \text{ t/m}^3$. Efter viss tids lagring kan skrymdensiteten uppgå till $1,1\text{--}1,2 \text{ t/m}^3$. Storleken av lagerytan är därför tilltagen med en viss säkerhet.

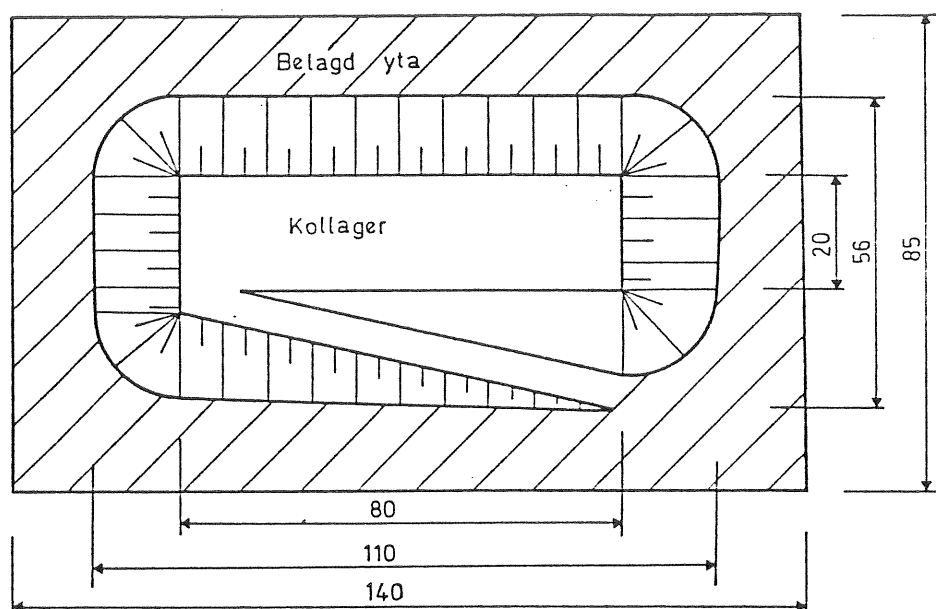


Fig. 4.1 Nordiskt lager, omsättning 100.000 t/år

Transport mellan kaj och lager utföres mest ekonomiskt med inhyrda lastbilar, som transporterar kolet upp på lagerhögen och där tippar det. Uttransporten på lagret sker med 1 större hjullastare med en skopa om ca 7 m^3 , exempelvis Volvo BM 4600.

Lossning av fartyg förutsättes ske med en medelkapacitet av 200–300 t/h, vilket är den kapacitet som 2 kranar om 7–8 t kan åstadkomma. En hjullastare med 7 m^3 skopa hinner under lossningstiden lägga ut den kolvolym som lossas.

Uttransporten från lagret förutsättes ske med samma hjullastare som lastar lastbilar eller utgående bandtransportör direkt till förbrukare.

Reservmaskin förutsättes kunna inhyras.

Det 10 m höga lagret vilar på en asfaltbelagd yta som sträcker sig 15 m utanför lagret på varje sida. Den belagda ytan uppgår till ca 12.000 m².

Uppsamling av dagvatten och lakvatten sker i ledningar runt lagret. Vattnet avledes till hamnbassängen. Vid torrt kol kan lagret befuktas med vatten och våtmedel. För justering av pH-värdet i lakvattnet utnyttjas en utjämningsbassäng. Kollagret utrustas med belysningsmaster.

Lagret skötes av i genomsnitt 1 årsarbetare.

Vid lager för 4 kolkvaliteter bör lagervolymen ökas till 60.000 t. Layouten för de fyra lagerhögarna blir i stort sett densamma som för 1 kolkvalitet. Erforderlig asfaltbelagd yta bedömes uppgå till ca 30.000 m². Det bedömes dock som mindre sannolikt att mer än en kolkvalitet hanteras vid en så liten omsättning som 100.000 t/år.

Samma redskap användes vid 4 kolkvaliteter som vid 1 kvalitet.

.3 OMSÄTTNING 500.000 T/ÅR

Lagret förutsättes ligga i en hamn som besökes av bulkfartyg upp till 40.000 dwt. Erforderlig buffertlagervolym vid 1 kolkvalitet bedömes uppgå till ca 100.000 t.

Grunden medger en lagerhöjd av 12 m.

För transport mellan kaj och lager bedömes bandtransportör vara lämplig. Hamnen har en lossningsutrustning som medger en medellossningskapacitet av ca 700 t/h, motsvarande 2 svängkranar om 20 t. Bandtransportörens kapacitet förutsättes vara ca 1500 t/h.

Lagerlayouten vid lagring av 1 kolkvalitet redovisas i fig. 4.2 nedan.

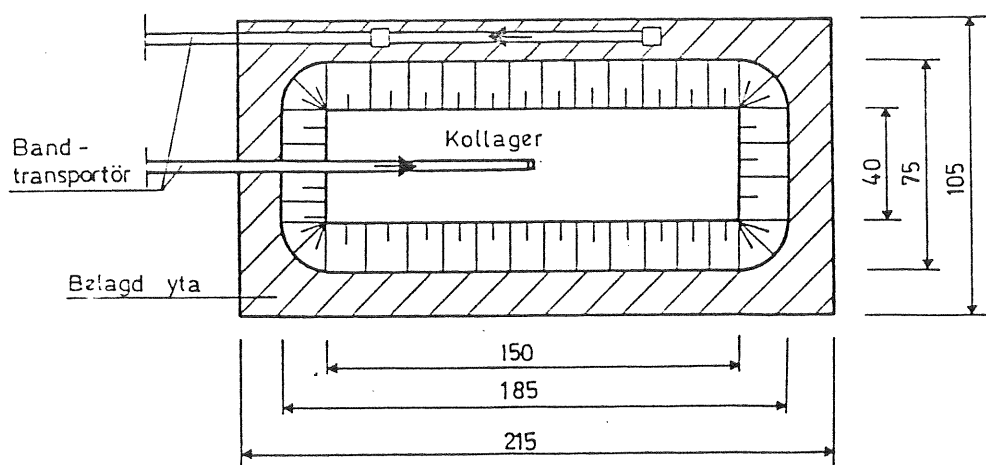


Fig. 4.2 Nordiskt lager, omsättning 500.000 t/år

Intransport på lagret samt uttransport från lagret utföres med 2 hjullastare med 7 m³ skopa.

Den asfaltbelagda ytan är ca 23.000 m² vid 12 m lagerhöjd. Vid 10 resp. 15 m lagerhöjd är asfaltytan 25.500 resp. 20.500 m².

Miljövårdsåtgärder vidtages enligt beskrivning för lager vid 100.000 t/år.

Belysningsmaster uppsättes intill lagret.

Lagret betjänas av i genomsnitt 2-3 årsarbetare.

Ett buffertlager för 4 kolkvaliteter bör kunna rymma ca 200.000 t kol.

Hanteringen av kol utföres på samma sätt som vid 1 kolkvalitet. Erforderlig asfaltbelagd yta vid lager för 4 kolkvaliteter är ca 51.000 m².

.4 OMSÄTTNING 1.000.000 T/ÅR

Lagret förutsättes ligga i en hamn som besökes av Panamax fartyg, dvs fartyg om 60-70.000 dwt. Erforderlig lagervolym vid 1 kolkvalitet uppskattas till ca 160.000 t.

Tillåten lagerhöjd är 15 m.

Transport mellan kaj och lager utföres med bandtransportör. Hamnen har en medellossningskapacitet av ca 1.000 t/h. Bandtransportören bör därför ha en kapacitet av ca 2.000 t/h.

Lagerlayout vid 1 kolkvalitet visas i fig.4.3 nedan.

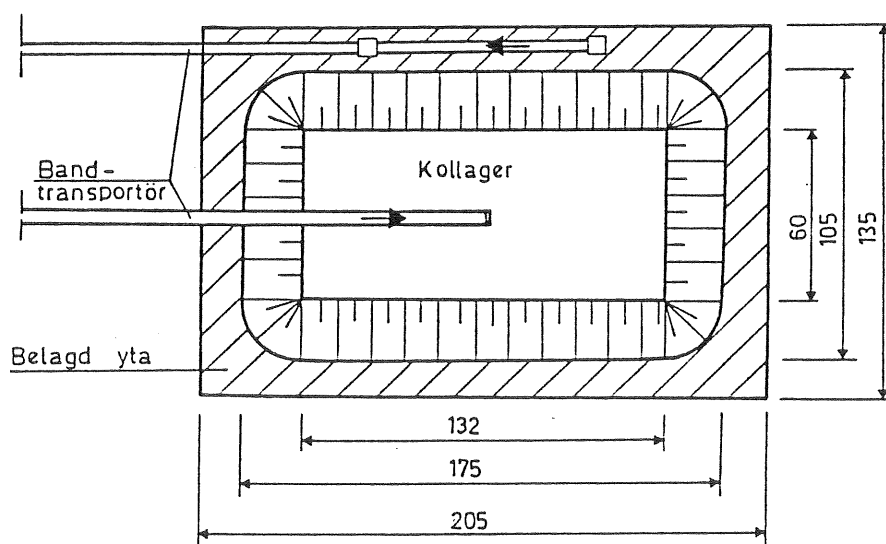


Fig. 4.3 Nordiskt lager, omsättning 1.000.000 t/år

Intransport på lagret samt uttransport därifrån utföres med 3 hjullastare med 7 m³ skopa.

Den asfaltbelagda ytan är ca 28.000 m². Vid 12 resp. 18 m lagerhöjd erfordras en lageryta av 32.000 resp. 26.000 m².

Miljövårdsåtgärder i likhet med de som beskrives för lager vid en omsättning av 100.000 t/år insättes.

Belysningsmaster erfordras i lagerområdet.

Lagret betjänas i genomsnitt av 5 årsarbetare.

Vid 4 resp. 8 kolkvaliteter bör buffertlagret ha en volym av 400.000 resp. 600.000 t.

Hanteringen av kol sker på samma sätt som vid 1 kolkvalitet. Erforderlig belagd yta uppgår till 65.000 resp. 105.000 m²

.5 OMSÄTTNING 2.000.000 T/ÅR

Lagret förutsättes ligga i en hamn för fartyg upp till 150.000 dwt. Erforderlig lagervolym vid 1 kolkvalitet bedömes uppgå till 230.000 t. Tillåten lagerhöjd är 18 m.

Transport mellan kaj och lager utföres med bandtransportörer. Hamnen har en medellossningskapacitet av ca 1.250 t/h. Bandtransportören från kajen bör därför ha kapaciteten 2.500 t/h. Lagerlayout vid 1 kolkvalitet redovisas i fig. 4.4 nedan.

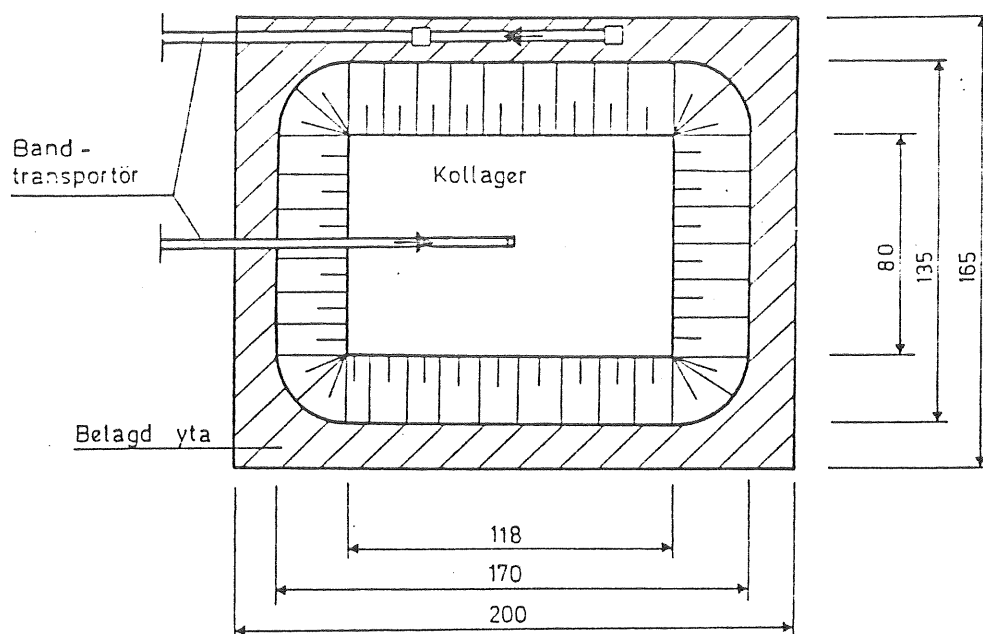


Fig. 4.4 Nordiskt lager, omsättning 2.000.000 t/år

Intransport på lagret samt uttransport därifrån utföres med 3 hjullastare med 10-11 m³ skopa.

Den asfaltbelagda ytan är ca 33.000 m². Vid en lagerhöjd av 15 resp. 21 m är motsvarande yta 38.000 resp. 31.000 m².

Lagerhanteringen bedömes erfordra 7 årsarbetare i genomsnitt.

Miljövårdsåtgärderna framgår av beskrivning för nordiskt lager med en omsättning av 100.000 t/år.

Belysningsmaster uppsättes kring lagret.

Vid 4 resp. 8 kolkvaliteter bör buffertlagret ha en volym av 500.000 resp. 750.000 t.

Hantering av kol sker på samma sätt som vid 1 kolkvalitet. Erforderlig asfaltbelagd yta bedömes uppgå till 76.000 resp. 120.000 m².

5. EUROPEISKA LAGER

.1 ALLMÄNT

Den europeiska lagertypen är ekonomisk vid höga årsomsättningar. I det följande redovisas lagerlayout för omsättningsarna:

- o 1.000.000 t/år
- o 2.000.000 t/år
- o 4.000.000 t/år.

Nedan redogöres detaljerat för de tekniska faktorerna. I kapitel 9 och 10 redovisas resultatet av de ekonomiska beräkningarna.

De lagertyper och de redskap som utnyttjas i lagerhanteringen har tidigare beskrivits i tidigare delrapport: Koltransporter och kölhantering, Lagring i terminaler och hos storförbrukare, varför någon beskrivning ej ansetts vara nödvändig i föreliggande rapport.

Optimering av lagerlayout med lämpliga redskapsstorlekar har ej utförts.

Liksom för de nordiska lagren har en skrymdensitet av 0,85 t/m³ utnyttjats vid volym- och ytberäkningar.

.2 OMSÄTTNING 1.000.000 T/ÅR

Förutsättningarna beträffande lagervolym, lagerhöjd och lossningskapacitet är desamma som redovisats i kapitel 4 Nordiskt lager. Omsättning 1.000.000 t/år. Lagerlayout vid 1 kolkvalitet redovisas i fig. 5.1.

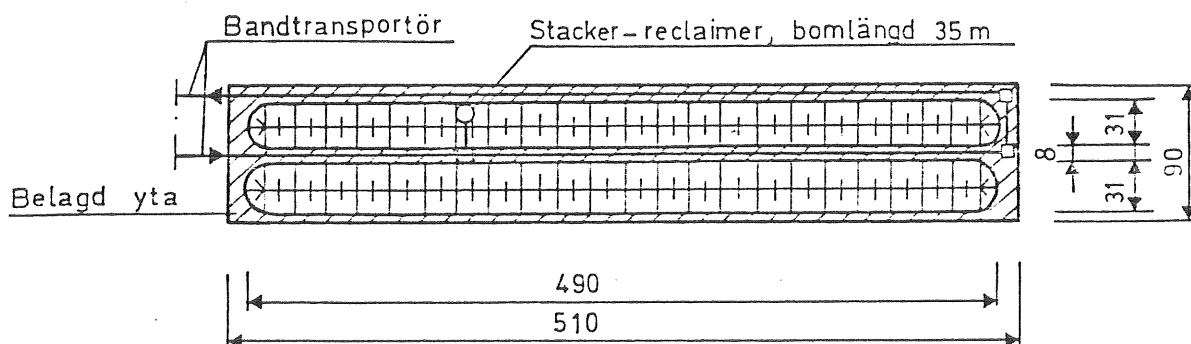


Fig. 5.1 Europeiskt lager, omsättning 1.000.000 t/år

Den kombinerade stacker-reclaimern har en bomlängd av 35 m. Redskapet löper på räls.

Med hänsyn till kolets naturliga rasvinkel har lagret en höjd av ca 11 m.

Transport från kaj till lager utföres med bandtransportör med en nominell kapacitet av 2.000 t/h. Bandtransportören till lastningsanordningarn för landtransportmedel har en kapacitet av 1.000 t/h. Denna bandtransportör går längs en sida av lagret. Mitt i lagret löper en bandtransportör med kapaciteten 2.000 t/h. Denna transportör förser stackern i den kombinerade utrustningen med kol liksom den transporterar bort det kol som reclaimern tar ut ur lagret.

En nackdel med redovisad layout är att inlastning i och utlastning från lagret ej kan utföras samtidigt.

För mindre transporter i lagret erfordras en hjullastare med ca 5 m³ skopa. Denna hjullastare kan även utnyttjas på andra platser i terminalen. Kolet vilar på en tät yta bestående av t.ex. Merolitbeläggning. Den täta ytan har sin begränsning 8-10 m utanför lagerhögens kant. Den belagda ytan har en areal av ca 42.000 m².

Uppsamling av dagvatten och lakvatten sker i ledningar som går runt lagret. Liksom för det nordiska lagret avledes vattnet till hamnbassängen. En mindre utjämningsbassäng utnyttjas för eventuell pH-justering. Anordningar för befuktning av kolytorna med vatten och våtmedel arrangeras.'

Lagret förses med belysning.

Arbetsinsatser i lagret motsvarar 2 årsarbetare.

När kvaliteterna uppgår till 3-4 bedömes det vara lämpligare att utnyttja 2 stacker-reclaimers, vardera med bomlängd av 30 m. Vid 4 resp. 8 kolkvaliteter erfordras ett buffertlager av ca 400.000 resp. 600.000 t. Vid 4 kolkvaliteter uppgår den belagda ytan till ca 83.000 m², och vid 8 till ca 125.000 m².

.3 OMSÄTTNING 2.000.000 T/ÅR

Förutsättningarna framgår av kapitel 4. Nordiskt lager, 2.000.000 t/år.

Lagerlayout vid 1 kolkvalitet redovisas i fig. 5.2.

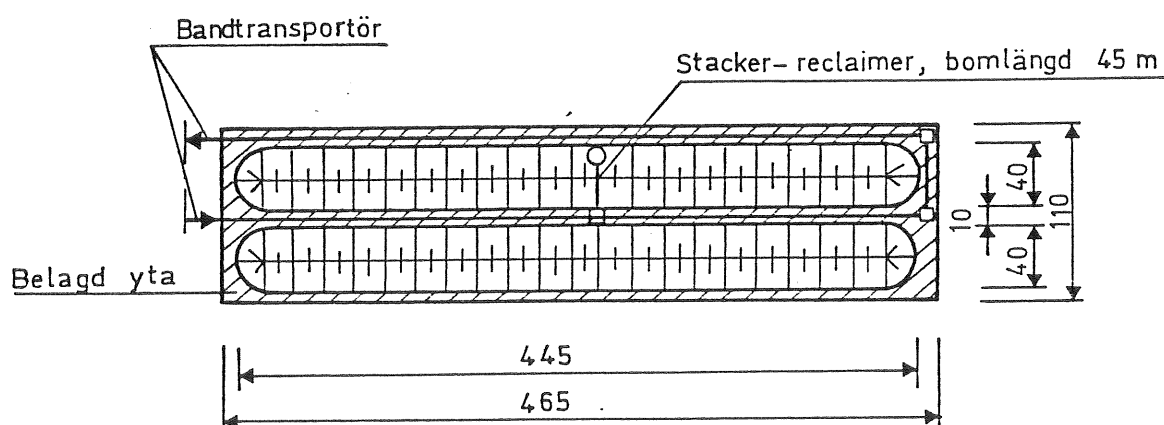


Fig. 5.2 Europeiskt lager, omsättning 2.000.000 t/år

Den kombinerade stacker-reclaimern som betjänar lagret har en bomlängd av 45 m. Denna bomlängd ger en lagringshöjd av ca 14 m.

Bandtransportören till och mellan lagerhögarna har en nominell kapacitet av ca 2.500 t/h. Den utgående transportören utanför lagret har en kapacitet av 1.500 t/h.

För flyttning av mindre kolmängder etc. utnyttjas en hjul-lastare med en skopvolym av ca 5 m³.

Kolet vilar på en tät yta av förslagsvis Merolit. Den belagda ytan har en storlek av ca 47.000 m².

Lagret utrustas med miljöskyddsanordningar och belysning i likhet med lagret för 1.000.000 t/år.

Lagerhanteringen fordrar i genomsnitt 3 årsarbetare.

Vid 4 eller flera kolkvaliteter förutsättes 2 stacker-reclaimers med en bomlängd 40 m. Vid 4 resp. 8 kolkvaliteter bör lagervolymen uppgå till 500.000 resp. 750.000 t, vilket motsvarar en belagd yta av ca 85.000 resp. 130.000 m².

.4 OMSÄTTNING 4.000.000 T/ÅR

Lagret förutsättes ligga i en hamn som kan besökas av fartyg upp till 150.000 dwt. Erforderlig lagervolym vid 1 kolkvalitet bedömes uppgå till ca 300.000 t.

Tillåten lagerhöjd är 18 m.

Transport mellan kaj och lager utföres med bandtransportörer. Hamnen har en medellossningskapacitet av 1.750 t/h vilket motsvarar en nominell kapacitet av ca 3.500 t/h, vilket skall vara den nominella kapaciteten hos bandtransportörerna till och i lagret.

Lagerlayout vid 1 kolkvalitet redovisas i fig. 5.3 nedan.

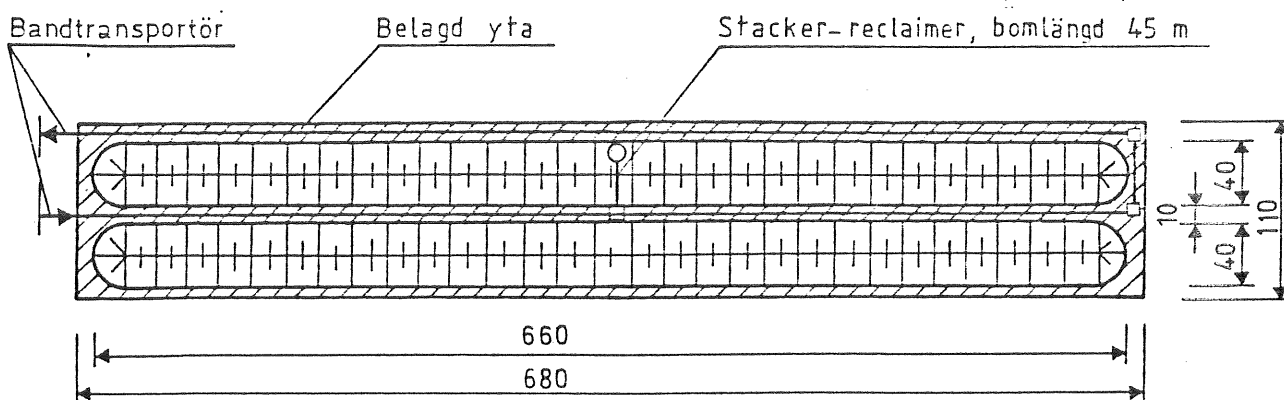


Fig. 5.3 Europeiskt lager, omsättning 4.000.000 t/år

För lagerhanteringen utnyttjas 1 stacker-reclaimer med en bomlängd av 45 m.

Uttransporten från lagret sker med en bandtransportör om 2.000 t/h belägen intill ena lagerhögen.

I lagret utnyttjas även en hjullastare med 5 m³ skopa.

Lagerytan skall vara tät och utgöres förslagsvis av Merolit. Den belagda ytan har en storlek av ca 65.000 m².

Lagret utrustas med miljöskyddsanordningar och belysning enligt tidigare beskrivningar.

För lagerhanteringen fordras i genomsnitt 4 årsarbetare.

Vid 4 resp. 8 kolkvaliteter utnyttjas 2 stacker-reclaimers med bomlängden 45 m. Lagervolymer bör uppgå till ca 700.000 resp. 1050.000 t. De belagda ytornas storlek bedömes uppgå till ca 105.000 resp. 160.000 m².

6. JÄMFÖRELSE AV HUVUDDATA FÖR ÖPPNA LAGER

För att förenkla jämförelsen av de olika lagertyperna har uppgifter avseende bedömda erforderliga buffertlagerstorlekar samt huvuddata för studerade nordiska och europeiska typer av lager sammanställts nedan.

I tabell 6.1 redovisas buffertlagervolymer och i 6.2 huvuddata för de olika lagren såsom belagd lageryta, bandtransportörlängd, personal i lager samt typ av hanteringsutrustning.

Tabell 6.1 Buffertlagervolym och högsta lagerhöjd

Omsättning kt/år	Kolkvaliteter	Total buffert- lagervolym, t	Max.lagerhöjd m.
100	1	30.000	10
500	1	100.000	12
500	4	200.000	12
1.000	1	160.000	15
1.000	4	400.000	15
1.000	8	600.000	15
2.000	1	230.000	18
2.000	4	500.000	18
2.000	8	750.000	18
4.000	1	300.000	18
4.000	4	700.000	18
4.000	8	1.050.000	18

Tabell 6.2 Huvuddata för lager vid olika omsättningar

Typ av lager	Omsättning, kt/år	Kvali- teter	Belagd yta m ²	Band- transportör- längd	Per- sonal	Hanterings- redskap
Nordiskt	100	1	12.000	--	1	1 hjullastare, 7 m ³
Nordiskt	500	1	23.000	340	2,5	2 hjullastare, 7 m ³
Nordiskt	500	4	51.000	850	2,5	2 hjullastare, 7 m ³
Nordiskt	1.000	1	28.000	330	5	3 hjullastare, 7 m ³
Nordiskt	1.000	4	65.000	1050	5	3 hjullastare, 7 m ³
Nordiskt	1.000	8	105.000	2050	5	3 hjullastare, 7 m ³
Europeiskt	1.000	1	42.000	1045	2	1 stacker/reclaimer bom 35 m
Europeiskt	1.000	4	85.000	2100	2	2 stacker/reclaimer bom 30 m
Europeiskt	1.000	8	125.000	3000	2	2 stacker/reclaimer bom 30 m
Nordiskt	2.000	1	33.000	320	7	3 hjullastare, 10 m ³
Nordiskt	2.000	4	76.000	950	7	3 hjullastare, 10 m ³
Nordiskt	2.000	8	120.000	1350	7	3 hjullastare, 10 m ³
Europeiskt	2.000	1	47.000	1100	3	1 stacker/reclaimer bom 45 m
Europeiskt	2.000	4	85.000	2100	3	2 stacker/reclaimer bom 40 m
Europeiskt	2.000	8	130.000	3000	3	2 stacker/reclaimer bom 40 m
Europeiskt	4.000	1	65.000	1450	4	1 stacker/reclaimer bom 45 m
Europeiskt	4.000	4	105.000	2200	4	2 stacker/reclaimer bom 45 m
Europeiskt	4.000	8	160.000	3100	4	2 stacker/reclaimer bom 45 m

7. BEREDSKAPSLAGER

Enligt förslag till bestämmelser avseende beredskapslagring av kol skall beredskapslagret innehålla 40% av årsförbrukningen. Om konsumenten ligger på rimligt transportavstånd från kolterminalen kan hela beredskapslagret placeras i terminalen.

Lagret kan utformas mycket enkelt med en tät botten för att eliminera risken för förorening av grundvattnet. Lagerhöjden bestämmas av de geotekniska förhållandena.

Kolet upplägges i beredskapslagret i form av en hög. Transporten ut i lagret utföres med hjullastare. Transporten till lagret ombesörjes bäst med lastbil eller traktordragna dumpers.

Den täta ytan kan utgöras av makadamburen Merolitbeläggning.

Hjullastarna är de som utnyttjas för buffertlagren, varför inga extra kostnader uppkommer för dessa redskap.

Extra personal behövs ej för att sköta beredskapslagren eftersom de avses ligga orörda under lång tid.

I tabell 7.1 nedan redovisas erforderliga belagda ytor för varierande storlek på beredskapslagret.

Tabell 7.1 Huvuddata för beredskapslager

Omsättning, kt/år	Beredskapslager, t	Lagerhöjd, m	Belagd yta, m ²
100	40.000	15	9.000
500	200.000	18	24.000
1.000	400.000	21	38.000
2.000	800.000	21	67.000
4.000	1.600.000	21	119.000

Omhändertagande av dag- och lakvatten utföres enligt tidigare beskrivning för buffertlager.

Lagerytan besprutas med plastemulsion för att en bindande hinna skall täcka lagret.

Belysning erfordras ej i lagret.

8. TÄCKTA LAGER

.1 ALLMÄNT

Två typer av täckta lager har studerats, nämligen:

- o täckt planlager
- o Eurosilo.

En översiktlig studie av buffertlagerlayouten för täckta planlager har utförts för omsättningarna:

- o 100.000 t/år
- o 500.000 t/år.

De erforderliga buffertlagervolymererna för dessa årsomsättningar framgår av tabell 6.1.

.2 TÄCKT PLANLAGER

Flera typer av täckta planlager finns, dels planlager i form av enkelt skjul där inlastning och utlastning av kol utföres med hjullastare, dels planlager med automatiserad hantering. Den första lagertypen fordrar relativt stora utrymmen eftersom lagringshöjden ej bör vara högre än ca 4 m eftersom hjullastarna ej kan lägga upp kol högre. Denna lagertyp är ovanlig när det gäller kol. Något närmare studium av dess kostnader är därför ej motiverad.

I stället har det automatiserade täckta planlagret studerats. Hanteringen i lagret framgår i grova drag av fig.3.3.

Kolet lastas in i lagret med en bandtransportör i byggnadens tak. Från denna transportör avlastas kolet utefter byggnadens längdaxel med en åkbar avlastarvagn. Kolet upplägges i form av en triangulär sträng mellan låga betongväggar.

Uttransport ur lagret utföres med en rälsbunden portal försedd med höj- och sänkbar kedjetransportör, en s.k. kratzer. Kratzern transporterar kolet över en av de lägre betongväggarna ned på en golvförlagd bandtransportör parallell med lagrets längdaxel.

I tabell 8.1 redovisas huvuddata för täckta planlager vid de årsomsättningarna som utvärderats.

Tabell 8.1 Huvuddata för täckt planlager

Omsättning kt/år	Kol- kval.	Buffert- lager, t	Byggnads- diameter LxBxH, m	Spårvidd kratzer, m
100	1	30.000	210x42x21	35
500	1	100.000	445x47x24	40
500	4	200.000	785x52x26	45

Lagerytan utgöres av tät beläggning t.ex. Merolit. Belysning erfordras i byggnaden.

Driften av det täckta planlagret kan automatiseras varför endast någon form av övervakning fordras. Det förutsättes att 1 årsarbetare fordras.

.3 STORSILO

Många typer av storsilor förekommer idag. För beräkning av kostnaderna har Eurosilon valts eftersom en av dessa silor utnyttjas för lagring av kol.

Hanteringen i Eurosilor framgår av fig. 3.4.

Kolet transporteras upp till Eurosilons tak med en lutande bandtransportör. Från ett störtrör i centrum av silon transporteras kolet till avsedd plats med en skruvtransportör.

Transport ut från silon sker med samma transportör som körs baklänges. Kolet förs in till silons centrum, där det rasar ned till silons botten som är försedd med en utmatningsanordning. Kolet går sedan vidare med en bandtransportör lagd i kulvert.

Det är svårt att på normalt vis beräkna kostnaderna för Eurosilon eftersom de företrädesvis levereras som ett nyckelfärdigt system. För att ge en indikation på kostnaderna har anbud för tre storlekar på Eurosilon utnyttjats.

Lagervolymen uppgick till 11.600, 29.000 och 36.700 m³ för de tre silorna på vilka anbud lämnades. Anbudet lämnades under fjärde kvartalet 1982, varför en justering till aktuell kostnadsperiod utförts. Anbudet avsåg leverans till ett land i Mellaneuropa. Det bedömes att kostnaden i Sverige skulle vara densamma.

9. INVESTERINGSKOSTNADER

Kostnaderna täcker lagret och de redskap som utnyttjas i själva lagret. Sålunda har i investeringarna ej inkluderats bandtransportörer till och från själva lagerområdet, eftersom längden och utformningen av dessa är beroende av avstånd mellan kaj och lager samt mellan lager och lastningsplats. I bandtransportörkostnaden ingår dock på inlastningssidan band från marknivå upp till och ut på lagret och på uttransport-sidan den del av transportören som ligger inom lagerområdet. I tabell 9.1 redovisas investeringskostnaderna för nordiska och europeiska lager.

Tabell 9.1 Investeringsvolym för nordiska och europeiska lager

Omsättning kt/år	Kol- kval.	Investering, Mkr			
		Nordiskt lager		Europeiskt lager	
		Totalt	Miljövårds- åtgärder	Totalt	Miljövårds- åtgärder
100	1	4,7	0,45	-	-
500	1	13,1	0,65	-	-
500	4	23,9	1,00	-	-
1.000	1	16,1	0,70	42,2	1,85
1.000	4	30,5	1,10	80,6	3,10
1.000	8	49,3	1,40	99,5	4,50
2.000	1	21,7	0,75	48,0	2,20
2 000	4	39,0	1,15	89,6	3,25
2.000	8	54,7	1,45	108,8	4,90
4.000	1	-	-	59,9	2,90
4.000	4	-	-	107,5	3,95
4.000	8	-	-	132,3	5,75

Kostnaderna för lagren är starkt beroende av de lokala förhållandena såsom utfyllnadsvolymer under lagren och geotekniska förhållanden. Lagerkostnaderna kan därför variera relativt mycket. De angivna kostnaderna ger dock en bild av storleksordningen av investeringarna.

I tabell 9.2 nedan redovisas investeringarna för täckt planlager med automatiserad hantering. I kostnaderna har inkluderats bandtransportör från mark in i lagret och utgående bandtransportör i lagret.

Tabell 9.2 Investeringsvolym för täckta planlager med automatiserad hantering

Omsättning, kt/år	Kol- kval.	Investering, Mkr	
		Totalt	Miljövårds- åtgärder
100	1	21,6	0,53
500	1	45,9	1,12
500	4	78,2	2,10

Vid jämförelse med investeringarna får öppna planlager framgå helt naturligt att de öppna lagertyperna ger mycket lägre investeringar.

Med ledning av tidigare omnämnda anbud redovisas investeringskostnaden för tre Eurosilor i tabell 9.3. I priserna ingår ingående bandtransportör från markytan upp till och på silotaket samt utgående bandtransportör i kulvert under silon.

Tabell 9.3 Investeringsvolym för Eurosilor

Lagervolym, t	Motsvarande omsättning kt/år	Investering Mkr
10.000	35	20.0
25.000	80	26.4
32.000	110	30.2

Vid jämförelse mellan investeringarna för täckta planlager och Eurosilor framgår att de täckta planlagren ger betydligt lägre investeringskostnader.

Slutligen redovisas i tabell 9.4 investeringskostnaderna för beredskapslager. I kostnaden ingår enbart själva lagerområdet. Hjullastare har ej inkluderats, eftersom det förutsättes att den eller de hjullastare som utnyttjas i buffertlagret även kan transportera och lägga ut kolet på beredskapslagret.

Tabell 9.4 Investeringsvolym för beredskapslager

Omsättning kt/år	Motsvarande lagervolym, t	Investering, Mkr	
		Totalt	Miljövårds- åtgärder
100	40.000	1,8	0,30
500	200.000	4,1	0,45
1.000	400.000	6,5	0,60
2.000	800.000	11,1	0,75
4.000	1 600.000	18,9	0,95

10. ÅRSKOSTNADER

Årskostnaderna har beräknats med utgångspunkt från investeringarna och de förutsättningar som angivits i kapitel 3.3.

Ovanpå de beräknade årskostnaderna har lagts en administrationsavgift, ca 10 %, täckande delar av terminalens centraladministration och riskpålägg.

Årskostnaderna för de nordiska och europeiska lagren redovisas i tabell 10.1 och 10.2. I tabellerna visas totala årskostnaden, totala kapitalkostnader, drifts- och personalkostnader, kostnader som är att hänföra till miljövårdande åtgärder samt lagerkostnader i kr/t.

Tabell 10.1

Årskostnader för nordisk lagertyp

Omsättning kt/år	Kol- kval.	Kapitalkostnad kkr/år					Total- kostnad, kr/t
		Totalt	Kapital- kostnad	Drifts- kostnad	Personal- kostnad	Miljö- kostnad	
100	1	1.190	710	80	130	60	11,90
500	1	3.330	2.020	260	325	100	6,67
500	4	5.150	3.480	290	325	130	10,30
1.000	1	4.490	2.450	440	650	120	4,49
1.000	4	7.230	4.640	490	650	170	7,23
1.000	8	10.620	7.320	550	650	220	10,62
2.000	1	7.220	3.760	950	910	160	3,61
2.000	4	9.330	5.330	1.000	910	200	4,66
2.000	8	13.010	8.350	1.070	910	250	6,50

Tabell 10.2

Årskostnader för europeisk lagertyp

Omsättning kt/år	Kol- kval.	Kapitalkostnad kkr/år					Total- kostnad, kr/t
		Totalt	Kapital- kostnad	Drifts- kostnad	Personal- kostnad	Miljö- kostnad	
1.000	1	8.300	6.320	220	260	330	8,30
1.000	4	15.300	12.020	320	260	530	15,30
1.000	8	18.800	14.750	420	260	760	18,80
2.000	1	9.700	7.190	400	390	390	4,85
2.000	4	17.500	13.410	580	390	570	8,75
2.000	8	20.700	15.880	760	390	790	10,35
4.000	1	12.400	8.940	750	520	600	3,10
4.000	4	21.200	16.070	850	520	730	5,30
4.000	8	25.800	19.710	980	520	1.030	6,45

I tabell 10.3 nedan redovisas på samma sätt som ovan års-kostnaderna för ett automatiserat täckt planlager.

Tabell 10.3 Årskostnader för täckt planlager

Omsättning kt/år	Kol- kval.	Kapitalkostnad kkr/år					Total- kostnad, kr/t
		Totalt	Kapital- kostnad	Drifts- kostnad	Personal- kostnad	Miljö kostnad	
100	1	3.800	3.100	25	65	70	38,00
500	1	8.300	6.810	70	130	150	16,60
500	4	13.600	11.335	95	130	270	27,20

I tabell 10.4 redovisas de bedömda årskostnaderna för några Eurosilor. Kostnaderna har ej uppdelats i delposter eftersom de erhållna uppgifterna ej har varit tillräckligt detaljerade för en sådan uppdelning.

Tabell 10.4 Årskostnader för Eurosilo

Lagervolym, t	Motsvarande omsättn.kt/år	Årskostnad kkr/år	Totalkostnad kr/t
10.000	35	8.000	108,60
25.000	80	5.000	62,50
32.000	110	5.700	51,80

När det gäller beredskapslager ligger dessa orörda under en längre obestämd tid.

Vi har därför i tabell 10.5 valt att ange den årliga kapitalkostnaden för beredskapslagret samt kostnaden för att placera ut kolet på lagret. Denna utläggingskostnad omfattar arbetet från det att kolet tippats intill beredskapslagret tills det att kolet lagts ut på lagret inklusive erforderlig packning. Kostnaden har beräknats på lagrad mängd kol och ej på omsättningen över terminalen.

Tabell 10.5 Kostnader för beredskapslager

Omsättning kt/år	Beredskaps- lager, t	Kapitalkostnad kkr/år	kr/t	Utläggings- kostnad, kr/t
100	40.000	241	6,03	3,00
500	200.000	561	2,81	3,00
1.000	400.000	890	2,23	3,00
2.000	800.000	1.519	1,90	3,00
4.000	1.600.000	2.585	1,62	3,00

11. KOMMENTARER TILL INVESTERINGS- OCH ÅRSKOSTNADER

Kostnadsberäkningarna visar att den nordiska lagertypen är mest ekonomisk i intervallet med en omsättning upp till 4 Mt/år I fig. 11.1 nedan redovisas tonkostnader för ett nordiskt resp. europeiskt lager med 1 kolkvalitet. Vid en omsättning av 4 Mt/år är lagerkostnaden mindre för ett lager av europeisk typ än ett av nordisk typ.

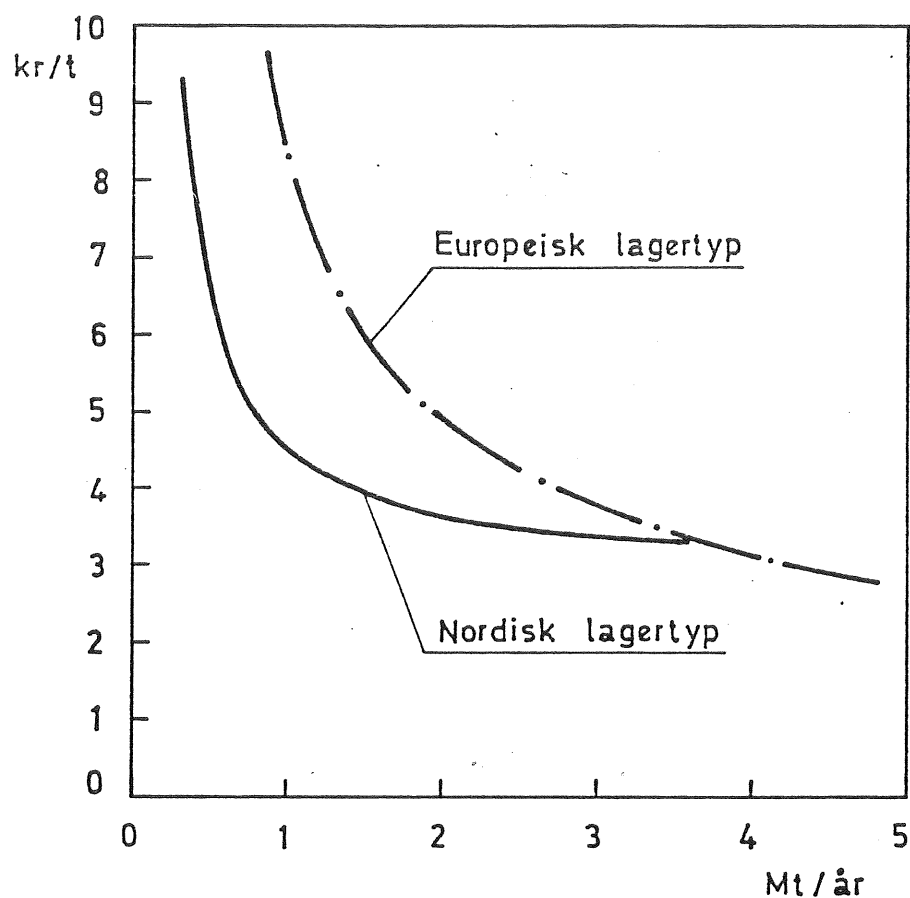


Fig. 11.1 Lagerkostnader för nordiska och europeiskt lager
1 kolkvalitet

Med hänsyn till de förbättrade miljöförhållandena som föreligger vid den europeiska lagertypen i jämförelse med den nordiska samt de bättre möjligheterna att blanda och homogenisera kol synes det vara förmånligt att utnyttja den europeiska lagervarianten redan vid omsättningar av 2,5-3 Mt/år.

Beräkningarna för flera kolkvaliteter har baserats på att de olika kvaliteterna skall läggas upp i separata högar eller strängar. Kostnaderna för lager med 8 kolkvaliteter är mellan 50 och 100 % högre än de som föreligger vid 1 kolkvalitet.

Det är troligt att en detaljberäkning av lagerutformning med simulering av fartygsankomster med olika kolkvaliteter kan minska denna lagerkostnadsskillnad som är för handen vid varierande antal kolkvaliteter.

Det är naturligt att de täckta lageralternativen är betydligt dyrare än de öppna lagren. Kostnaden för ett öppet nordiskt lager är vid en omsättning av 500.000 t/år ca 10 kr lägre per ton än för ett täckt planlager vid lagring av en kolkvalitet.

Kostnaderna vid lagring i Eurosilos är högre än vid lagring i täckt planlager.

Kapital-, drifts-, personal- samt miljökostnadernas andel av de totala årskostnaderna har sammanställts i tabell 11.1 nedan för olika lagertyper.

Tabell 11.1 Årskostnad uppdelad på olika kostnadsposter.

Andel av total årskostnad, %				
Lagertyp	Kapital-kostn.	Drifts-kostn.	Personal-kostn.	Miljö-kostn.
Nordiskt lager	52-68	5-13	6-15	2-5
Europeiskt lager	74-79	2-4	2-4	3-4
Täckt planlager	82-83	1	1	2

Kapitalkostnadernas andel av de totala årskostnaderna är lägst för den nordiska lagertypen och högst för de täckta lagren.

Driftskostnaderna är vanligen låga, mindre än 10 % av de totala årskostnaderna. Detsamma gäller personalkostnaderna.

I miljökostnaderna har för de europeiska lagervarianterna kostnaden för den täta ytan under lagret hänförs till miljökostnaderna. Miljökostnaderna är förhållandevis låga och varierar mellan 2 och 5 % av de totala årskostnaderna.

12. SAMMANFATTNING

De ekonomiska kalkylerna visar icke oväntat att de öppna lagren har mycket lägre kostnader än de täckta lagren. Skillnaden uppgår normalt till mer än 10 kr/t.

De täckta lagren bör endast utnyttjas där det är motiverat av miljöskäl. De täckta lagren bör vidare ej utnyttjas för lagervolymer över ca 100.000 t.

Den nordiska lagertypen bör utnyttjas vid omsättningar upp till 2-3 Mt/år.

Det täckta planlagret är mera ekonomiskt än Eurosilon. De approximativa beräkningarna visar för en omsättning av ca 100.000 t/år att Eurosilon ger en lagerkostnad som är ca kr/t högre än det täckta planlagrets.

En sammanställning av lagerkostnaderna för de mest ekonomiska alternativ vid 1 kolkvalitet visas i tabell 12.1. Kostnaderna täcker ej transporter till och från lagret. I kostnaden ingår ej heller räntekostnader för det kol som ligger i lagret.

Tabell 12.1 Lagerkostnader vid 1 kolkvalitet

Omsättning, t/år	Lagerkostnad, kr/t
100.000	12
500.000	6,50
1.000.000	4,50
2.000.000	3,50
4.000.000	3,10

Studien visar att miljövårdskostnaderna uppgår till mellan 2 och 5 % av de totala lagerkostnaderna. I dessa kostnader för miljövård ingår befuktning av torrt kol med vatten och våtmedel, sopning och renhållning omkring kollager, tätt underlag under lagret, avledning och eventuell behandling av dagvatten och lakvatten.

INVESTERINGSKOSTNADERBilaga 1:1

NORDISKT lager
Årsomsättning: 500 000 t/år
Lagervolym: 100 000 t
Kolkvalitet: 1

Objekt	Antal	Enhet	Enhetpris	Investering, kkr	Livslängd, år
Fyllning under lager	69 000	m ³	25	1 725	40
Asfaltbelagd yta	23 000	m ²	100	2 300	20
Dag- och lakvattenledning	800	m	400	320	20
Utgjänningsbassäng för pH-justerings	100	m ³	500	50	20
Vattenledning för befuktning av kol	500	m	300	150	20
Belysning				350	20
Bandtransportör, in	175	m	12 000	2 100	15
Bandtransportör, ut	175	m	5 300	930	15
Hjullastare, 7 m ³ skopa	2	st	1 250 000	2 500	10
Lastficka	2	st	250 000	500	15
Diverse, ca 20%				2 175	20
TOTALT, kkr				<u>13 100</u>	

INVESTERINGSKOSTNADERBilaga 1:2

EUROPEISKT lager
Årsomsättning: 1 000 000 t/år
Lagervolym: 160 000 t
Kolkvalitet: 1

Objekt	Antal	à-pris	Investering, kkkr	Livslängd, år
Fyllning under lager	135 000 m ³		25	3 375
Yta belagd med Merolit	42 000 m ²		50	2 100
Dag- och lakvattenledning	1 350 m		400	540
Utvämningsbassäng för pH- justering	200 m ³		500	100
Vattenledning för befuktning av kol	1 100 m	300	330	20
Belysning			450	20
Spår för stacker/reclaimer	500 m	4 000	2 000	20
Stacker/reclaimer, bomlängd 35 m	1 st		18 500	15
Bandtransportör, in	515 m	8 000	4 120	15
Bandtransportör, ut	530 m	5 500	2 915	15
Hjullastare, 5 m ³ skopa	1 st		750	10
Diverse, ca 20 %			7 020	20
TOTALT, kkr			<u>42 200</u>	

ÅRSKOSTNADERBilaga 2:1

NORDISKT lager
Årsomsättning: 500 000 t/år
Lagervolym: 100 000 t
Kolkvalitet: 1

Objekt	Kostnader i kkr/år				Årskostnad
	Kapital	Underhåll	Drift	Personal	
Fyllning	226	-	-	-	226
Asfaltyta	327	46	-	-	373
Avloppsledning	45	3	-	-	48
Utjämningsbassäng	7	-	-	-	7
Vattenledning	21	2	20	-	43
Belysning	50	11	20	-	81
Bandtransportör	470	91	25	-	586
Hjullastare	488	250	192	325	1 255
Lastficka	78	15	-	-	93
Diverse	309	-	-	-	309
	2 021	418	257	325	3 021
Adminstration etc., ca 10%					<u>309</u>
TOTALT, kkr/år					<u>3 330</u>
Motsvarande					<u>6,66 kr/t</u>

ÅRSKOSTNADERBilaga 2:2

EUROPEISKT lager
Årsomsättning: 1 000 000 t/år
Lagervolym: 160 000 t
Kolkvalitet: 1

Objekt	Kostnader i kkr/år				Årskostnad
	Kapital-	Underhåll	Drift	Personal	
Fyllning	442	-	-	-	442
Merolityta	298	21	-	-	319
Avloppsledning	77	5	-	-	82
Utgjänningsbassäng	14	1	-	-	15
Vattenledning	47	3	40	-	90
Belysning	64	5	40	-	109
Spår	284	60	-	-	344
Stacker/reclamer	2 868	375	40	260	3 543
Bandtransportör	1 090	211	90	-	1 391
Hjullastare	138	75	10	-	223
Diverse	997	-	-	-	997
	6 319	757	220	260	<u>7 556</u>
Administration etc., ca 10%					<u>744</u>
TOTALT, kkr/år					<u>8 300</u>
Motsvarande					<u>8,30 kr/t</u>

Department of Hydraulics
Chalmers University of Technology

Report Series A

- A:1 Bergdahl, L.: Physics of ice and snow as affects thermal pressure. 1977.
- A:2 Bergdahl, L.: Thermal ice pressure in lake ice covers. 1978.
- A:3 Häggström, S.: Surface Discharge of Cooling Water. Effects of Distortion in Model Investigations. 1978.
- A:4 Sellgren, A.: Slurry Transportation of Ores and Industrial Minerals in a Vertical Pipe by Centrifugal Pumps. 1978.
- A:5 Arnell, V.: Description and Validation of the CTH-Urban Runoff Model. 1980.
- A:6 Sjöberg, A.: Calculation of Unsteady Flows in Regulated Rivers and Storm Sewer Systems. (in Swedish). 1976.
- A:7 Svensson, T.: Water Exchange and Mixing in Fjords. Mathematical Models and Field Studies in the Byfjord. 1980.
- A:8 Arnell, V.: Rainfall Data for the Design of Sewer Pipe Systems. 1982.
- A:9 Lindahl, J. och Sjöberg, A.: Dynamic Analysis of Mooring Cables. 1983.

Report Series B

- B:1 Bergdahl, L.: Beräkning av vågkrafter. 1977.
(Ersatts med 1979:07).
- B:2 Arnell, V.: Studier av amerikansk dagvattenteknik. 1977.
- B:3 Sellgren, A.: Hydraulic Hoisting of Crushed Ores.
A feasibility study and pilot-plant investigation
on coarse iron ore transportation by centrifugal pumps. 1977
- B:4 Ringesten, B.: Energi ur havsströmmar. 1977.
- B:5 Sjöberg, A. och Asp, T.: Brukar-anvisning för ROUTE-S.
En matematisk modell för beräkning av icke-stationära
flöden i floder och kanaler vid strömmande tillstånd. 1977.
- B:6 Annual Report 1976/77.
- B:7 Bergdahl, L. and Wernersson, L.: Calculated and Expected
Thermal Ice Pressures in Five Swedish Lakes. 1977.
- B:8 Göransson, C-G and Svensson, T.: Drogue Tracking -
Measuring Principles and Data Handling.
- B:9 Göransson, C-G.: Mathematical Model of Sewage Dis-
charge into confined, stratified Basins - Especially
Fjords.
- B:10 Arnell, V. och Lyngfelt, S.: Beräkning av dagvatten-
avrinning från urbana områden. 1978.
- B:11 Arnell, V.: Analysis of Rainfall Data for Use in Design
of Storm Sewer Systems. 1978.
- B:12 Sjöberg, A.: On Models to be used in Sweden for Detailed
Design and Analysis of Storm Drainage Systems. 1978.
- B:13 Lyngfelt, S.: An Analysis of Parameters in a Kinematic
Wave Model of Overland Flow in Urban Areas. 1978.
- B:14 Sjöberg, A. and Lundgren, J.: Manual for ILLUDAS
(Version S2). Ett datorprogram för dimensionering
och analys av dagvattensystem.
- B:15 Annual Report 1978/79.
- B:16 Nilsdal, J-A. och Sjöberg, A.: Dimensionerande regn
vid höga vattenstånd i Göta älv.
- B:17 Stöllman, L-E.: Närke Svartå. Hydrologisk inventering. 1979.
- B:18 Svensson, T.: Tracer Measurements of Mixing in the
Deep Water of a Small, Stratified Sill Fjord.
- B:19 Svensson, T., Degerman, E., Jansson, B. och Westerlund, S.:
Energiutvinning ur sjö- och havssediment. En förstudie.
R76:1980.

Report Series B

- B:20 Annual Report 1979
- B:21 Stöllman, L-E.: Närkes Svartå. Inventering av vattentillgång och vattenanvändning. 1980.
- B:22 Häggström, S. och Sjöberg, A.: Effects of Distortion in Physical Models of Cooling Water Discharge. 1979.
- B:23 Sellgren, A.: A Model for Calculating the Pumping Cost of Industrial Slurries. 1981.
- B:24 Lindahl, J.: Rörelseekvationen för en kabel. 1981.
- B:25 Bergdahl, L. och Olsson, G.: Konstruktioner i havet. Vågkrafter-rörelser. En inventering av datorprogram.
- B:26 Annual Report 1980.
- B:27 Nilsdal, J-A.: Teknisk-ekonomisk dimensionering av avloppsledningar. En litteraturstudie om datormodeller. 1981.
- B:28 Sjöberg, A.: The Sewer Network Models DAGVL-A and DAGVL-DIFF. 1981.
- B:29 Moberg, G.: Anläggningar för oljeutvinning till havs. Konstruktionstyper, dimensioneringskriterier och positioneringssystem. 1981.
- B:30 Sjöberg, A. och Bergdahl, L.: Förankringar och förankringskrafter. 1981.
- B:31 Häggström, S. och Melin, H.: Användning av simuleringsmodellen MITSIM vid vattenresursplanering för Svartån.
- B:32 Bydén, S. och Nielsen, B.: Närkes Svartå. Vattenöversikt för Laxå kommun. 1982.
- B:33 Sjöberg, A.: On the stability of gradually varied flow in sewers. 1982.
- B:34 Bydén, S. och Nyberg, E.: Närkes Svartå. Undersökning av grundvattenkvalitet i Laxå kommun.
- B:35 Sjöberg, A. och Mårtensson, N.: Regnenveloppmetoden. En analys av metodens tillämplighet för dimensionering av ett 2-års perkolationsmagasin.
- B:36 Svensson, T. och Sörman, L-O.: Värmeupptagning med bottenförlagda kylslangar i stillastående vatten. Laboratorieförsök
- B:37 Koltransporter och kolhantering. Lagring i terminaler och hos storförbrukare. Anders Mattsson. (Delrapport).
- B:38 Strandner, H.: ILL-DIFF. Ett datorprogram för sammankoppling av ILLUDAS och DAGVL-DIFF, 1983.

Report Series B

- B:39 Svensson, S. och Sörman, L-O: Värmeupptagning med bottenförlagda slangar i rinnande vatten. Laboratorieförsök.
- B:40 Mattsson, A.: Koltransporter och kolhantering. Lagring i terminaler och storförbrukare. Delrapport 2.
- B:41 Häggström, S. och Melin, H.: Närkes Svartå. Simuleringsmodellen MITSIM för kvantitativ analys i vattenresursplanering. Inst.f.Vattenbyggnad, CTH. Series B:41. Göteborg 1983.
- B:42 Hård, S.: Seminarium om miljöeffekter vid naturvärmsystem. Dokumentation sammanställd av S.Hård, VIAK AB. BFR rapport R60:1984.
- B:43 Lindahl, J.: Manual för MODEX-MODIM. Ett datorprogram för simulering av dynamiska förlopp i förankringskablar. Göteborg 1983.
- B:44 Activity Report. Göteborg 1984.

