

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:
Postboks 333, Blindern
Oslo 3

Brekke 23 52 80

Rapportnummer:
0-83098
Undernummer:
Løpenummer:
1562
Begrenset distribusjon:
Sperret

Rapportens tittel: Avsluttende funksjonsprøve for membran-filterpresser ved VEAS oktober-november 1983 VA 29/83	Dato: 29.11.83
	Prosjektnummer:
Forfatter(e): Lasse Vråle Bjarne Paulsrud	Faggruppe: Slambehandling
	Geografisk område: Akershus, Stemmestad
	Antall sider (inkl. bilag): 82

Oppdragsgiver: PURAC A/S	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:

Det er gjennomført en avsluttende funksjonsprøve for 3 lasta membran-filterpresser ved VEAS renseanlegg. Undersøkelsen viser at pressene ikke klarer å oppfylle garantikravene for pressekapasitet slik de er gitt i kontrakt mellom byggherre og leverandør. Presseleveransen kan på dette grunnlag ikke godkjennes.

4 emneord, norske:
1. Membran filterpresser
2. Slam avvanning
3. Kommunalt slam
4. Presse kapasitet
VA-29/83

4 emneord, engelske:
1. Membrane filterpresses
2. Sludge dewatering
3. Municipal sludge
4. Filterpress dewatering capacity

Prosjektleder:

Bjarne Paulsrud Lasse Vråle

Divisjonssjef:

Egil Gjessing

ISBN 82-577-0711-2

For administrasjonen:

J. F. Paulsen
André Erlin

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING
OSLO

0-83098

AVSLUTTENDE FUNKSJONSPRØVE FOR MEMBRAN FILTERPRESSER
VED VEAS, OKTOBER-NOVEMBER 1983.

Oslo, 29. november 1983

Saksbehandlere: L. Vråle
B. Paulsrud

For administrasjonen: J.E. Samdal
Lars N. Overrein

FORORD

Ved de tidligere funksjonsprøvinger av membran filterpressene ved VEAS (30. nov. - 12. des. 1982 og 14-15. mars 1983) har siv.ing. Lasse Vråle, NIVA, vært engasjert av byggherren som besiktigelsesmann.

Fra 1. juni 1983 har Lasse Vråle vært engasjert av VEAS for å arbeide med driftsoptimalisering av renseanlegget. Dette medførte at leverandøren ønsket å engasjere en helt nøytral person som sammen med Lasse Vråle kunne fungere som besiktigelsesmann ved den avsluttende funksjonsprøving. Siv.-ing. Bjarne Paulsrud, NIVA, ble valgt til denne jobben.

Lasse Vråle har gjort alle forberedelser til funksjonsprøvingen og har hatt det daglige ansvaret for gjennomføringen av den. Likeledes har han utarbeidet denne rapporten. Bjarne Paulsrud fulgte opp funksjonsprøvingen den første uken og har dessuten bearbeidet rapporten sammen med Lasse Vråle. Vi innestår i fellesskap for de resultater og konklusjoner som her er presentert.

Oslo, 29. november 1983


Lasse Vråle


Bjarne Paulsrud

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	6
2. INNLEDNING	9
3. UNDERSØKELSESMETODE, FORBEDRINGER OG GJENNOMFØRING	10
3.1. Forbedringer siden forrige funksjonsprøve	10
3.2. Funksjonsgaranti og avklaringer	11
3.3. Metodevalg og beregninger	13
3.3.1. Bestemmelse av pressekapasitet	13
3.3.2. Bestemmelse av netto pressekapasitet	15
3.3.3. Bestemmelse av tørrstoffkonsentrasjonen	16
3.3.4. Bestemmelse av slammets avvanningsegenskaper	17
3.3.5. Beregning av kalkdoseringsprosenten	18
3.3.6. Bestemmelse av slamkakenes tørrstoffprosent	18
3.3.7. Bestemmelse av avskillingsgrad	19
3.4. Program for funksjonsprøving	19
3.5. Gjennomføring av undersøkelsen	20
4. RESULTATER	22
4.1. Funksjonsforutsetningene	22
4.1.1. Jernkloriddosering og renseresultat i vannfasen	22
4.1.2. Tørrstoffkonsentrasjoner i råslammet	23
4.1.3. Kalk-kondisjonering	24
4.1.4. Slammets avvanningsegenskaper	25
4.2. Oppfyllelse av funksjonskravene	26
4.2.1. Pressekapasitet	26
4.2.2. Tørrstoff i slamkakene	31
4.2.3. Filtrat vannkvalitet - avskillingsgrad	33
4.2.4. Pressenes driftsregularitet	34
5. REFERANSER	38
6. VEDLEGG	39

FIGURER

Figur nr.		Side
1.	Råslammets tørrstoffkonsentrasjon, organisk stoff- og jerninnhold.	23
2.	Kalkdosering for kondisjonering uttrykt i prosent av råslammets tørrstoffinnhold.	24
3.	Slammets avvanningsegenskaper målt som CST/TS.	25
4.	Oversikt over netto pressekapasitet (m^3/h) for alle tre pressene.	27
5.	Totale pressekapasiteter basert på volum og tørrstoff.	28
6.	Forholdet mellom pressekapasitet og garantikrav i prosent for hver av pressene under funksjonsprøven.	29
7.	Gjennomsnittlig pressekapasitet for alle tre pressene.	30
8.	Slamkakenes gjennomsnittlige tørrstoff prosent.	32

TABELLER

Tabell nr.		Side
1.	Sentrale data for innløpsvann og rensegrad ved VEAS under funksjonsprøven.	22
2.	Spesifikke pressekapasiteter.	27
3.	Gjennomsnittsverdien for pressekapasiteten for alle 25 døgn og 22 døgn da T.S.-konsentrasjonene er innenfor området 2,0 % T.S. til 5,5 % T.S.	30
4.	Tørrstoffkonsentrasjon i slamkakene.	32
5.	Analyser av filtratvannskvalitet.	34
6.	Antall sykluser i funksjonsprøveperioden.	35

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Ifølge kontrakt mellom VEAS og leverandør av avvanningsutrustningen ved Sentralrenseanlegg Vest skal det gjennomføres en funksjonsprøving av pressene for å se om kravene til funksjon og kapasitet er i overensstemmelse med garantiene. Besiktigelsesmannen skal foreslå metoder for gjennomføring, overvåke funksjonsprøvingen og avgjøre om utstyret godkjennes eller ikke.

Første funksjonsprøving ble gjennomført fra 30. november til 12. desember 1982, men denne ble ikke godkjent av leverandøren fordi kjemikaliedoseringen var lavere enn angitt i funksjonsforutsetningene. Den neste funksjonsprøvingen ble gjennomført 14. og 15. mars 1983, og resulterte i at pressene ikke klarte funksjonsgarantiene. Begge disse undersøkelsene er rapportert i egen NIVA-rapport, 0-82130, datert 26. april 1983 (1).

Etter forrige funksjonsprøving har leverandøren fått den nødvendige tiden som fremgår av kontrakten til å utbedre presseinstallasjonen. Det er gjennomført flere tiltak som er beskrevet i rapporten. Noen av disse tiltakene har til hensikt å forhindre skader og havarier på pressene mens andre tiltak skulle øke kapasiteten.

Den avsluttende funksjonsprøve startet 10. oktober og ble avsluttet 9. november 1983. Det har vært et avtalt avbrudd midt i undersøkelsen (fra 19.10 til og med 23.10). Funksjonsprøven omfatter derfor 2 separate perioder med 25 undersøkelsesdøgn tilsammen. Det er ialt presset 22.165 m³ slam under funksjonsprøven og det er foretatt daglige målinger av hver av de tre pressene. Pressene har arbeidet til sammen 1215,2 timer, det vil si 48,6 timer pr. døgn eller 16,2 timer/døgn pr. presse.

Funksjonsprøveforutsetningen med hensyn på kjemikaliedosering i vannfasen ligger innenfor toleransekravet og har i gjennomsnitt vært 210 gram Ferriklor/m³. Tørrstoffkonsentrasjonene i råslammet har for de fleste døgnene holdt seg innenfor garantitabellens grenser (2,5-5,5 % T.S.). I tre av døgnene har tørrstoffinnholdet i råslammet vært høyere enn 5,5 % og resultatene fra disse døgnene kan derfor ikke godkjennes.

Kalkdoseringen har i gjennomsnitt for hele perioden ligget på 20,5 % Ca(OH)_2 i forhold til slammets T.S.-innhold. Variasjonene er ikke større enn at alle døgnene godkjennes. Målingene av slammets avvaningsegenskaper (CST/ % T.S.) viser at alle målingene tatt på slam foran pumper og gorator er lavere enn grensen på 15 sek.. Det er derfor ingen grunn til å ekskludere noen av døgnene på dette grunnlaget.

Gjennomsnittlig pressekapasitet for hele undersøkelsesperioden og for de 22 døgnene hvor tre døgn med for høy tørrstoffkonsentrasjon er fratrukket, er vist nedenfor.

Parameter	Enhet	Gjennomsnittsverdier	
		Alle 25 døgn	22 døgn fra 12.10 kl 0800 til 8.11 kl. 0800.
Tørrstoffkonsentrasjon i råslammet	%	4,70	4,55
Sum netto volum pressekapasitet for alle pressene	m^3/h	51,98	52,80
Sum netto tørrstoff pressekapasitet for alle pressene	kg T.S/h	2414	2381
Pressekapasitet ytelse/krav	%	76,1*	77,6

* Pressekapasiteten er beregnet på basis av volum.

Resultatene viser at kapasitetene er vesentlig lavere enn garantiverdiene. Kapasitetene er særlig lave mot slutten av forsøksperioden på tross av at ingen av pressene har gått mer enn ca. 1000 sykluser i

perioden etter syrevasking (1500 sykluser er normalt). De individuelle målingene viser at bare presse nr. 3 klarte kapasitetskravet på ett enkelt døgn. Alle øvrige døgn viser for lave verdier.

Tørrstoffanalysene av slamkakene viser et gjennomsnittlig T.S.-innhold på 38,7 %. Dette er litt lavere enn garantikravet på 39 % T.S.

Filtratvannskvaliteten har i hele perioden vært bra og har i gjennomsnitt gitt en avskillingsgrad på 99,9 % mens kravet er på > 99 %. Pressene har derfor klart dette kravet.

Det har under funksjonsprøven oppstått flere kortere driftsavbrudd og havarier. To ganger har flatjernet ved endedukene skapt problemer, men i begge tilfeller ble pressene stanset manuelt. Disse hendelsene kunne ha ført til større havarier. Slampumpen for presse 3 hadde dessuten ett havari mot slutten av perioden.

På grunnlag av funksjonsprøvingens resultater må besiktigelsesmannen trekke følgende konklusjon:

1. Kammerfilterpressene ved VEAS har ikke klart å oppfylle de garantikravene som er gitt av leverandøren, og utstyret kan på dette grunnlag ikke godkjennes.
2. Begrunnelsen er at pressene ikke har den kapasitet (m^3/h og kg T.S./h) som leverandøren har garantert.

2. INNLEDNING

Slammet ved Sentralrenseanlegg Vest avvannes i 3 store Lasta membranfilterpresser. Avvanningsutstyret er beskrevet i maskinentreprise 6A og er levert av Sala Tolu A/S (senere PURAC A/S). I kontrakten for leveransen mellom byggherren VEAS og Sala Tolu A/S inngår en funksjonsgaranti som garanterer pressens ytelser i henhold til en angitt garantitadatatabell (bilag 1). Dette bilaget er i sin helhet angitt som vedlegg 1 i denne rapporten. Det fremgår her hvilke ytelser som pressene skal oppnå, hvilke forutsetninger som gjelder og hvordan funksjonsprøvingen skal gjennomføres.

Det er tidligere gjennomført to funksjonsprøver av pressene. En i november/desember 1982 som ikke ble godkjent av leverandøren, fordi kjemikaliedoseringen i renseprosessen var tilpasset kjemikaliebehovet for normale forhold og ikke fulgte de oppsatte garantiforutsetningene. Ny funksjonsprøving ble gjennomført i mars 1983. Pressene klarte ikke å oppfylle garantikravene, og det ble nødvendig å følge kontraktens pkt. 1.09, "Tiltak ved ikke godkjent utstyr". Det innebar at leverandøren fikk 6 måneder for å utbedre og forandre utstyret for å øke pressenes funksjonsytelser slik at disse er i overensstemmelse med garantiverdiene.

Den funksjonsprøven som her beskrives er derfor å betrakte som den avsluttende slik det reguleres i kontraksbilaget. Det har vært en meget omfattende og grundig gjennomført funksjonsprøve, vesentlig større i omfang enn de foregående.

3. UNDERSØKELSESMETODE, FORBEDRINGER OG GJENNOMFØRING

3.1. Forbedringer siden forrige funksjonsprøve.

I løpet av perioden fra forrige funksjonsprøve i mars 1983 og til 15. september har leverandøren gjennomført flere tiltak for å øke pressekapasiteten og redusere omfanget av driftsavbrudd. Flere av disse tiltakene har gjort det enklere å gjennomføre funksjonsprøvingen. Blant annet er det foretatt en ombygging av rørsystemet slik at "coreblow", som er en blanding av slam og vaskevann, ikke lenger returneres til kondisjoneringstanken, men ledes til renseanleggets sandfang. Dette medfører at det kondisjonerte slammet ikke lenger fortynnes med "corewash"-vann og gjør det lettere å kontrollere slamanalysene. Dessuten vil det nå bli mulig å sammenligne de pressede slammengder og den slammengden som overpumpes fra fortykkerne.

Følgende tiltak er gjennomført for å øke kvaliteten i datagrunnlaget og gjøre det mulig å gjennomføre en funksjonsprøve over lengre tid:

1. Installasjon av en tredje filtratvanntank med tilhørende rørsystem, slik at alle pressene samtidig kan overvåkes uavhengig av hverandre. Hver presse har nå sin egen nivåmåler i filtratvannstanken som registrerer filtratvannmengdene og derved pressekapasiteten.
2. Installasjon av 3 skrivere, som registrerer alle nivåene i filtratvanntanken, matetrykket i slamledningen inn i pressene og trykket i membranvannsledningen. Unormale endringer i pressekapasitet kan derved ses i sammenheng med unormale trykkforhold. Membranvanntrykket avslører om kompresjonsfasen foregår normalt og viser også vakuumentrykket og coreblow tidspunktet.
3. Endringene i innpumpnings- og kompresjonstiden kan også leses av fra skriverne. Disse endringene gjøres manuelt og kan være vanskelige å kontrollere uten kontinuerlig registrering på skriver.
4. Installasjon av trykkende tellere for hver av pressene. Disse skriver automatisk ut tidspunktet for start av hver syklus og

teller antall sykluser hvert døgn. Tidsdifferansen mellom hver start gir den totale syklustiden.

5. Installasjon av nye elektromagnetiske målere på de to slamledningene fra fortykker til avvanningshallen istedet for "dopplermålere" som man tidligere ikke stolte på. De nye målerne ble kalibrert rett før funksjonsprøven og viste minimale måleavvik (1-2%)
6. Bedre kontroll og styring av de automatiske slamprøvetakerne for råslammet fra fortykkerne ved blant annet hyppigere prøvetaking.
7. Installasjon av 3 nye automatiske slamprøvetakere for kondisjonert slam fra innløpsrøret inn i hver av pressene. Derved kan man kontrollere slammet før og etter kalkdosering.
8. Installasjon av automatiske prøvetakere på ledningen som leverer kalkmelk i kondisjoneringstanken.
9. Installasjon av automatisk T.S.-måler på kalkslurryledning for å få bedre styring av kalkdoseringen.

3.2. Funksjonsgaranti og avklaringer

Funksjonsgarantien er som tidligere nevnt presentert i vedlegg 1. Den inneholder blant annet en garantitabell som viser hvilke garanti-data leverandøren har gitt for de tre pressene. Garantitabellen er bygget opp med garanterte presseytelser angitt for bestemte T.S. konsentrasjoner i innkommende slam. Det er enighet om at det her menes tørrstoffkonsentrasjonene i råslammet fra fortykkeren før kalkdosering. Det er gitt garantier for T.S. konsentrasjoner i råslammet fra 2,0 % til 5,5 %. Det er også enighet om at garantiverdiene skal forstås som punkter på sammenhengende kurver slik at pressekapasiteten målt på slam med T.S. konsentrasjoner mellom de angitte verdien kan beregnes ved interpolering. Garantitabellen setter følgende krav for at garantien skal være gyldig:

1. Kjemikaliedosering i renseprosessens vannfase
Fellingskjemikalier. Det er angitt to alternativer:
 - a) AVR + svovelsyre
 - b) Ferriklor + svovelsyre.

Det er enighet om at SRV's eksisterende fellingsmiddel ferriklor uten syredosering aksepteres som fellingsmiddel. Kjemikaliedoseringen skal være $225 \text{ g/m}^3 \pm 25 \%$, altså variere mellom $169 \text{ g ferriklor/m}^3$ og $281 \text{ ferriklor/m}^3$.

2. Kalkdosering for kondisjonering av råslammet før pressing
Det er forutsatt at kalkdoseringen skal være 11 % i fortykkerne og 9 % i kondisjoneringstanken d.v.s. tilsammen 20 %. Byggherre og leverandør ble på forhånd enige om at hele doseringen på 20 % skal tilsettes i kondisjoneringstanken foran pressene. Kalkdoseringen er angitt som 100 % ren Ca(OH)_2 og beregnes som forholdet mellom vekt Ca(OH)_2 og tørrstoff i råslammet angitt i prosent. Det var en del diskusjon før undersøkelsen om hvilke toleransegrenser som skal aksepteres. Det er i utgangspunktet vanskelig å tilsette en bestemt kalkdosering i forhold til slammets tørrstoffmengde. Dette stiller store krav til doseringsutstyret. Det ble enighet om at besiktigelsesmannen skulle avgjøre dette spørsmålet når resultatene forelå.
3. Slammets avvanningsegenskaper
Etter kondisjonering skal slammet ha en kapillær sugetid (CST), dividert med slammets T.S.-innhold angitt i prosent, som er lik eller mindre enn 15 sek.

Garantitabellen inneholder følgende garantikrav:

1. Garantier for pressekapasitet
Hvis funksjonsforutsetningene tilfredstilles og råslammets tørrstoffkonsentrasjon er innenfor yttergrensene på 2,0 % T.S. til 5,5 % T.S., garanterer leverandøren at de tre pressene klarer bestemte presse-kapasiteter angitt som volum (m^3/h) og tørrstoff (kg/h). Garantitabellen angir hvilke slammengder som pressene skal klare angitt på timebasis, kg T.S. pr. 16 timer, kg T.S. pr. uke basert på 7 døgn og T.S. pr. år og tilsvarende målt i m^3 .

Sammenhengen mellom T.S. og m^3 er direkte utregnet på basis av den angitte T.S. konsentrasjon i råslammet. Det fremgår dessuten at filterbelastningen er angitt som tørrstoff uten kondisjoneringsmiddel. Dette betyr at filterbelastningen skal regnes som netto tørrstoff uten T.S. fra kondisjoneringsmiddel og eksklusiv det volum kalkmelken utgjør i det kondisjonerte slammet.

2. Garantier for slamkakens tørrstoffkonsentrasjon

Leverandøren gir dessuten garantier for at slamkakenes tørrstoffkonsentrasjon skal være større enn 39 % når råslammets T.S.-innhold er større enn 3,5 %.

3. Garantier for avskillingsgrad

Filtratvannet fra pressene skal ha en kvalitet som tilsvarer en avskillingsgrad større enn 99 %.

Funksjonsgarantien beskriver også hvordan funksjonsprøvingen skal gjennomføres og hvilke tidsfrister som gjelder.

3.3. Metodevalg og beregninger

3.3.1. Bestemmelse av pressekapasitet

For å kunne gi individuelle pressekapasiteter for hver presse er man i praksis avhengig av å måle filtratvannsmengden fra hver syklus. Disse målingene har også vist seg å være de mest nøyaktige fordi arealet i filtratvannstanken, som har vertikale vegger, er mindre enn arealet i kondisjoneringstanken. En cm i tankens nivå utgjør 53.1 liter. Måleprinsippet baserer seg på at slamvolumet pr. syklus er lik:

$V_{\text{slaminn.}} = V_{\text{filtratmate}} + V_{\text{kammermaks}} + V_{\text{vann i slanger}}$

$V_{\text{slaminn.}} = \text{volum slam inn i pressen pr. syklus} - (\text{liter})$

$V_{\text{filtratmate}} = \text{volum av filtratvann fra slammateperioden før kompresjon} - (\text{liter})$

$V_{\text{kammermaks}} = \text{maksimalt kammervolum} = 3377 \text{ liter}$

$V_{\text{vann i slanger}} = \text{volum av filtratvann som fylles opp slanger med motfall nedstrøms kammer. Blåses ut under slamtaketørking. Dette er målt til 117 liter og benyttes for alle pressene.}$

Årsaken til at bare filtratvannet fra matefasen benyttes, altså uten filtratvannet fra kompresjonsfasen, er at kammervolumet da er konstant og lik det maksimale kammervolumet som er kjent.

Størrelsesorden på de tre leddene i beregningsformelen fordeler seg omtrent slik: $V_{\text{slaminn.}} = 65\% + 34\% + 1\%$. Denne metoden er valgt ut som den mest anvendelige og er benyttet for alle slammengdeberegningene i undersøkelsen.

Slammengden kan også måles på grunnlag av nivået i kondisjoneringstanken. Her tilsvarer 1 cm 138 liter. Imidlertid mates alle pressene fra samme kondisjoneringstank og ofte overpumpes slam fra fortykkeren slik at målinger for hver syklus ikke er mulig. Noe av det innpumpede slammet (ca 2 %) sendes til sandfang og må trekkes fra ("Coreblow"). Disse forhold gjør denne metoden mindre egnet.

Leverandøren hevdet at filtratvannet som fylte opp rillene i platene ikke kom ut før under kompresjonsfasen slik at det målte volumet ble for lite ved den metoden besiktigelsesmannen benytter. Leverandøren har antydnet at slammengden kan måles på basis av total filtratvannsmengde pluss kammerets faktiske volum målt ut fra kaketykkelse.

Det ble gjennomført en undersøkelse hvor alle 3 metodene ble sammenlignet. Alle nivåmålingene ble kontrollert med manuelt avleste millimetermål. I forbindelse med metoden som baseres på kaketykkelse var utgangspunktet å måle to hele slamkaker for å beregne volumet. Målingene av de to kakene var imidlertid så forskjellige at flere kaker måtte veies. I alt ble 14 kaker av 40 veiet med høyeste og laveste kakevekt på h.h.v. 31,64 kg og 24,95 kg. Gjennomsnittlig kakevekt var 28.66 kg. Variasjonene gjør denne metoden usikker og er ikke brukbar i praksis ved kontinuerlig kjøring over lengre tid.

Kontrollundersøkelsen som er beskrevet ovenfor viste ingen store avvik mellom metodene. Leverandøren representanter kontrollerte alle målinger og beregninger og sa seg enig i at metodene besiktigelsesmannen benyttet, gir riktige volumer. Resultatene av beregningene er vist i vedlegg 3.

Besiktigelsesmannen har lagt opp testen slik at alle beregnede volum etter hans metode kan summeres daglig for alle pressene og sammenlignes med målte volumer fra råslammets elektromagnetiske mengdemålere.

Disse resultatene er presentert i vedlegg 4 og viser svært god overensstemmelse. Dette er ennå et argument for at den anvendte beregningsmetoden må være riktig.

Siden disse målingene er utført på helt ulike grunnlag tar besiktigelsesmannen dette som et klart tegn på at hans benyttede volumer pr. syklus er riktige. Resultatene er vist i tabellen nedenfor og viser også hvilke totale slammengder som inngår i undersøkelsen.

Periode	Brutto slammengde (inkl. kalk). Målt på basis av filtratvannsmengden m^3	Målt slamvolum overpumpet fra fortykker inkl. kalk minus coreblowslam m^3
11.10-19.10	8240	8271
21.10-09.11	13925	13922
Sum hele perioden	22165	22193

De gjennomsnittlige slammengdene som er avvannet i hver presse pr. døgn er beregnet ved at besiktigelsesmannen har gått gjennom alle syklusene og målt nivået i filtratsvanntanken for hver tredje syklus i testperioden og beregnet gjennomsnittet. Endringene over døgnet er imidlertid svært små så lenge det ikke er foretatt endringer i syklus-tiden eller har forekommet mindre avbrudd. Det er normalt neglisjerbare forskjeller i slammengden pr. syklus i perioder hvor pressingen har foregått lenger enn testperiodene. Gjennomsnittlig slammengde pr. syklus er stort sett like for disse periodene.

3.3.2. Bestemmelse av netto pressekapasitet

De målingene som er beskrevet i foregående kapittel gjelder brutto slammengder, d.v.s. at kalkmengden er inkludert. For beregning av netto pressekapasitet skal kalkmelkens tørrstoffinnhold og volum trekkes i fra slik som beskrevet i punkt 3.2. Det har imidlertid vært

litt forskjellig praksis om kalkmelkens (kalkslurryens) volum skal trekkes fra eller ikke når netto pressekapasitet beregnes. Ved Sandvika undersøkelsene i 1979 (2) ble det ikke gjort. Ved forrige funksjonstest (1) ble kalkmelkens volum fratrukket ved beregning av netto slamvolum, men ikke for beregning av netto tørrstoff. Garantitabellen slik den er satt opp gir imidlertid ingen tvil om at både kalkmelkens volum og tørrstoffmengde må fratrekkes når netto kapasitetene beregnes.

Først beregnes døgnets bruttoslammengde pr. syklus ut fra besiktellesmannens gjennomsnittlige volumberegninger for hver tredje syklus over hele døgnet for hver presse. Deretter beregnes kalkmelkens volum i prosent av summen av slam og kalk som er overpumpet. Begge disse målingene foretas med forhåndskalibrerte elektromagnetiske målere.

Netto avvannet slammengde beregnes ved å trekke volumet av kalkmelken fra bruttovolumet. Pressenes timekapasitet kan beregnes når døgnets gjennomsnittlige syklustid er kjent. Syklustiden beregnes ut fra registreringene på de trykkende tellerne. Det er utarbeidet oversikt som viser tidspunkt for første syklus start, siste syklus i testen, pressenes arbeidstid i minutter og antall sykluser i testen. Oversikten viser også pressenes arbeidstid totalt i hele døgnet og totalt antall sykluser i døgnet. Avtalte sene starter og avtalt stans i presseperiodene er holdt utenom. Derimot er perioder med driftsstans og havari tatt med i pressenes arbeidstid når syklustiden beregnes.

3.3.3. Bestemmelse av tørrstoffkonsentrasjonen

Mest mulig korrekt bestemmelse av tørrstoff-konsentrasjonene er tillagt stor vekt ved undersøkelsen. Det var på forhånd lagt opp til tørrstoffmåling både på råslammet og det kondisjonerte slammet etter kalkdosering. Begge steder tas slamprøvene med automatiske slamprøvetakere. Det benyttes trykkluftstyrte gummihylseventiler som tar slamprøver med innstillbar hyppighet når pumpene arbeider. Åpning og lukking av prøvetakingsventilen styres av tidsreleer som har arbeidstid helt ned til 0,15 sek. (ventilåpningstid). Prøvetakerne i fortykkerhallen har i gjennomsnitt tatt prøver ca. hver 1-2 minutt. En overpumping tar vanligvis ca. 20. minutter. Den hyppige prøvetakingstiden er nødvendig fordi det pumpes slam fra alle 4 fortykkerne etter tur for hver overpumping. Dette fører til raske endringer i

T.S. konsentrasjonene når det veksles til ny fortykker. Dette stiller store krav til prøvetakerne. Undersøkelser av prøvetakerne er vist i vedlegg 5. Tørrstoffkonsentrasjonene for første periode er øket med 4,0 %, fordi pausetiden i denne perioden kom først. Dette ga noe lavere T.S.-innhold enn parallelle kontrollundersøkelser viste. Alle slamprøvene ble grundig omrørt med padleåre for å få homogene prøver.

På grunn av at det er to ledninger som transporterer slam til avvanningshallen med hver sin prøvetaker må gjennomsnittet av tørrstoffanalysene veies i forhold til den aktuelle slammengden som er pumpet gjennom hver slamledning.

Slamprøvetakerne som har tatt prøver av det kondisjonerte slammet inn i de tre pressene har gitt god overensstemmelse seg imellom. Tørrstoffanalyser tatt fra kondisjoneringstank og inn i pressene i forbindelse med CST målingene viser konsekvent for høye verdier fra de automatiske slamprøvetakerne. Beregning av T.S. konsentrasjonen i råslammet med den aktuelle kalkdosering viser samme tendens. Årsaken er etter alt å dømme at prøvetakerne, selv om de står på vertikale rør, står på den siden som representerer bunnen i de lange slammateledningene. Sannsynligvis forekommer det sedimentering i slamrørene på tross av pumping. Det ble installert en ekstra prøvetaker på den andre siden av slamrøret inn i presse 2 og tatt parallelle prøver det siste døgnet i funksjonsprøven. Disse analysene viser lavere tørrstoffkonsentrasjon i slammet med prøveuttak på den andre siden av røret. På dette grunnlag velger besiktigelsesmannen å se bort fra T.S.-målingene i slamprøvene fra pumpeledningen inn i pressene og benytter råslamsanalysene i det videre arbeid. Beregning av pressekapasiteten basert på tørrstoff beregnes derfor ut fra data fra råslammet.

3.3.4. Bestemmelse av slammets avvanningsegenskaper

Funksjonsgarantien setter grenser for slammets avvanningsegenskaper og det er forutsatt at parameteren CST/T.S. skal være mindre enn 15 sekunder. Det har imidlertid oppstått noe diskusjon om hvor prøvene for CST målingene skal tas. Besiktigelsesmannen er på dette punkt ikke i tvil og mener at CST prøven må hentes fra slammet før påvirkning av leverandørens pumper og gorator slik det er gjort ved tidlige funksjonsprøver. De nye prøvetakerne på pumpeledningen foran

pressene har ført til at noen prøver er tatt fra slamledningen etter påvirkning av skjærkreftene fra pumpene og grotorene. Dette er ifølge besiktigelsesmannen ikke normalt og verdiene er derfor sortert avhengig av hvor prøvene er tatt. CST målingene uten skjærkraftpåvirkning legges til grunn ved vurdering av hvorvidt garanti forutsetningene er oppfylt.

3.3.5. Beregning av kalkdoseringen

Kalkdoseringen angis som vekten av tilsatt hydratkalk $\text{Ca}(\text{OH})_2$ i forhold til vekten av råslammets tørrstoffinnhold før kalkdosering. Dette forholdet kan måles på to måter. Beregningen av tørrstoff fra fortykkeren er felles ved begge metodene, og er basert på de samme data som ellers benyttes i rapporten. Det er vekten av tilsatt kalk som kan beregnes på to måter:

1. På basis av volum kalkmelk overpumpet pr. døgn og kalsiumkonsentrasjonene i kalkmelken.
2. På basis av økningen i kalsiumkonsentrasjonene i slammet før og etter kalkdoseringen.

Begge metodene er benyttet, men vi har fått noen høyere gjennomsnittsdosering ved førstnevnte metode (henholdsvis 23,4 % kontra 20,5 %). Dessuten varierer den daglige kalkdoseringen noe mer med førstnevnte metode. På grunnlag av undersøkelse ved flere kalklaboratorier er det klart at kalsiumanalyse ved atomabsorpsjon på høye kalsiumkonsentrasjoner kan være vanskelig. Kalsiumanalysene i kalkmelken omregnet til hydratkalk $\text{Ca}(\text{OH})_2$ gir i enkelte tilfeller høyere verdier enn tørrstoffanalysene tilsier. Vi må regne med at det i det minste er ca. 8-12 % av vekten i kalken som er urenheter og som ikke kan være med å bidra til $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Noe av dette skilles ut i kalkleskerne, men det er mye som følger kalkmelken. Hvis man tar utgangspunkt i kalkmelkens tørrstoffinnhold og trekker fra ca. 10 % i urenheter, og sammenlikner denne $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -konsentrasjonen med den som er beregnet fra Ca-konsentrasjonen i kalkmelken ser man avvik.

Besiktigelsesmannen finner derfor at metode nr. 2 gir en noe sikrere bestemmelse og velger å legge denne metode til grunn for beregningen.

3.3.6. Bestemmelse av slamkakenes tørrstoffprosent

Tørrstoffprosenten i slamkakene utgjør ett eget krav i funksjonsgarantien. Det er direkte sammenheng mellom slamkakenes-tørrstoff innhold og pressekapasitet fordi tørrere kaker krever lengre kompresjonstid som igjen øker den totale syklustid. For råslam med T.S.-innhold mellom 3,5 % og 5,5 % skal tørrstoffinnholdet i kaken være høyere enn 39 %. Det er derfor viktig for leverandøren at kakens tørrstoffkonsentrasjon er over denne grensen. På grunn av at tørrstoffkonsentrasjonene i kakene ikke er jevnt fordelt, ble det tatt ca. 5 separate kakeprøver fra hver presse pr. døgn direkte fra redler under pressene.

Det er beregnet gjennomsnitt av alle analysene pr. døgn og middelverdien avgjør om kravet er oppfylt.

3.3.7. Bestemmelse av avskillingsgrad

Avskillingsgraden skal begrenses etter formelen som er angitt i punkt 4.2.3. Man er derfor avhengig av å måle filtratvannets innhold av suspendert stoff. Det ble tatt automatiske blandprøver av filtratvannet fra presse 1 og fellesblandprøver av filtratvannet fra presse 2 og 3. Filtratvannet er analysert med hensyn på suspendert stoff T.S., alkalitet og kalsium.

3.4. Program for funksjonsprøving

Det ble på forhånd utarbeidet et program for funksjonsprøven (se vedlegg 2), og dette ble forelagt byggherre og leverandør.

Programmet fastsatte blant annet undersøkelsens starttidspunkt og omfang. Besiktigelsesmannen skulle ha mulighet til å redusere funksjonsprøvens omfang etter drøftelser med partene. Den lange varigheten ble bestemt for å kunne vurdere pressens driftsstabilitet (regularitet). Programmet beskrev også pressenes arbeidsomfang i perioden, og som målsetning skulle pressene arbeide 16 timer pr. døgn i 30 dager. Programmet beskrev også måle metodene og analysene som skulle utføres. Alle analysene ble utført ved VEAS laboratorium. Det ble lagt opp til å få flere målepunkter og analyser enn strengt nødvendig slik at besiktigelsesmannen kunne kontrollere måledata fra uavhengige stasjoner og eventuelt sløyfe data som skulle vise seg å være usikre.

3.5. Gjennomføring av undersøkelsen

Undersøkelsen startet mandag 10.10. med test av ca. 6 sykluser fra hver presse som arbeidet normalt hele døgnet. Døgnkjøringene startet dagen etter og varte fra 11.10. kl. 0800 og fram til 09.11 kl. 0800.

Det oppsto imidlertid diskusjon omkring pressens arbeidstid pr. døgn. Byggherren ønsket å kjøre hver presse mer enn 16 timer pr. døgn, når slammengdene hopet seg opp og slammet tørrstoffkonsentrasjon ble høyere enn øvre grense i funksjonsgarantien. Dette ble akseptert av alle parter.

Spørsmålet som reiste seg her var om alle syklusene skulle være med i testen eller bare de fra 16 timers perioden. Besiktigelsesmannen ville at alle pressesyklusene skulle være med i testen fordi dette ga enklere oversikt over målingene. Både byggherren og leverandøren ønsket imidlertid ekstra kjøring utenom funksjonsprøving og besiktigelsesmannen aksepterte dette.

Byggherren ønsket videre å kjøre pressene mindre enn 16 timer når slamsituasjonen i anlegget tilsa dette. Byggherren hevdet at dette måtte være hans avgjørelse.

VEAS' motiv var å kjøre med så tykt slam som mulig av kapasitetsmessige og økonomiske grunner, og så nær de faktiske forholdene i anlegget som mulig. Disse forholdene førte til atskillig diskusjon og besiktigelsesmannen måtte regulere pressenes arbeidsomfang mot hver av partenes vilje i hver sin periode.

Imidlertid viste det seg at den fallende tørrstoff konsentrasjonen i slammet i perioden 15 - 18. oktober med unormalt mye regn kan ha vært bestemt ut fra slammets fortykkingssegenskaper og ikke at slambeholdningen minket. Årsaken er sansynligvis at det er dannet mye jernhydroksyd i slammet. Slammet fra siste del av denne perioden var heller ikke så lett avvannbart som tidligere og begge parter ble enige om å avbryte prøveperioden til det relativt hydroksydrike slammet var ute av systemet.

Undersøkelsen ble igjenopptatt 24.10, og kontinuerlig kjøring med alle pressene minst 16 timer i døgnet reduserte ikke tørrstoffkonsentrasjonen i råslammet under 4.35% T.S. noen gang i perioden fram til 9.11. Dette indikerer at T.S. konsentrasjonen i slammet fra fortykkerne ikke er fullt så avhengig av slamuttaket som man opprinnelig trodde.

4. RESULTATER

4.1 Funksjonsforutsetningene

4.1.1 Jernkloriddosering og renseresultat i vannfasen

Driftsdata fra renseprosessen fra Sentralrenseanlegg Vest er presentert i tabell 1. Gjennomsnittverdiene for de dagene undersøkelsen har pågått er også vist. Det er spesielt verdiene for jernklorid-dosering som er av stor interesse. I følge kontrakten er det forutsatt at jernklorid-doseringen skal være $225 \text{ g/m}^3 \pm 25 \%$, altså mellom 169 g/m^3 og 281 g/m^3 . Det fremgår at doseringen har vært innenfor dette toleransekravet alle dager. Gjennomsnittdoseringen har vært 210 g/m^3 . Garanti-forutsetningene på dette punkt er derfor tilfredsstillt.

Tabell 1. Sentrale data for innløpsvann og rensegrad ved VEAS under funksjonsprøven.

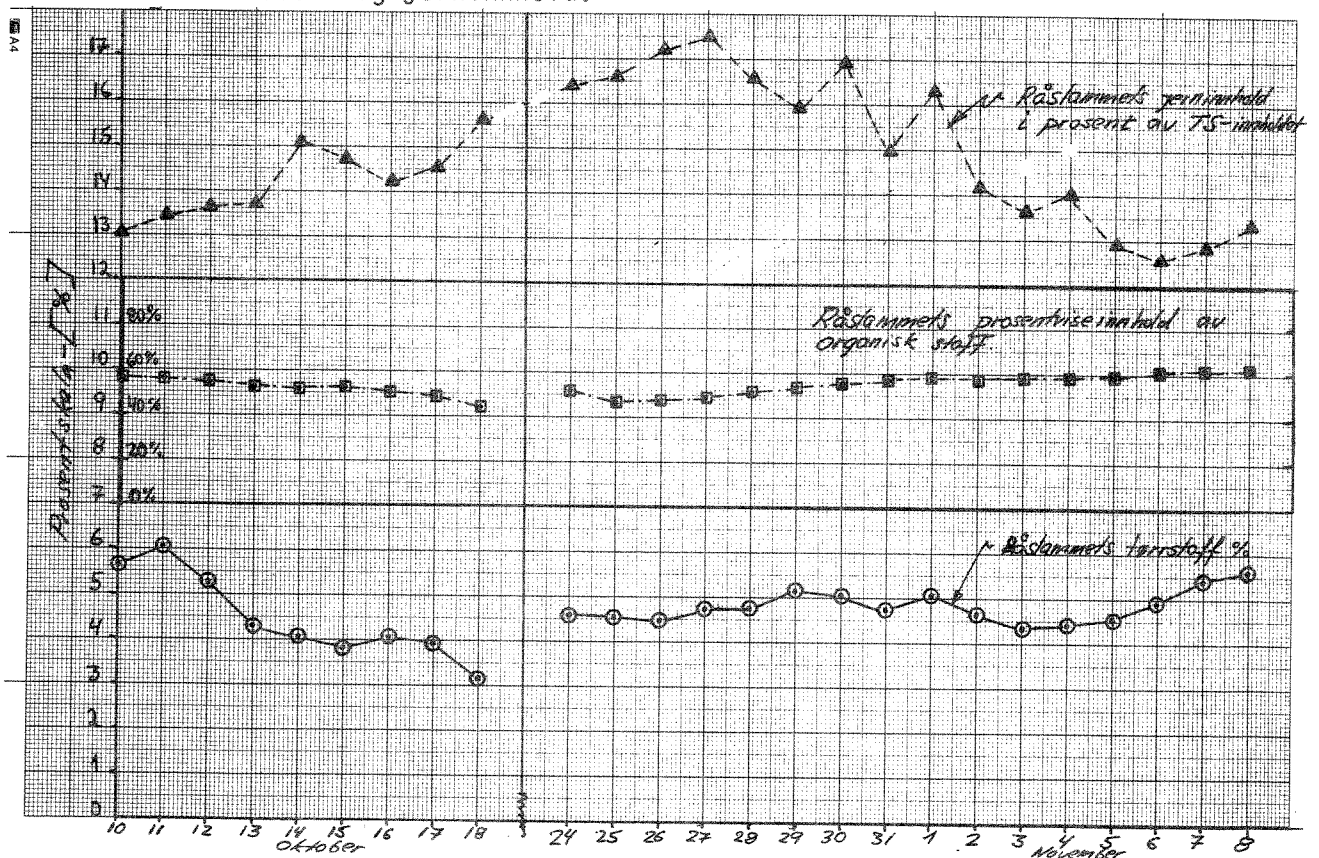
Dato	Døgnvann- føring m^3/d	Alkalitet mekv/l	Ferri- kloridos- eringg g/m^3	Total- fosfor inn mgP/l	Total- fosfor ut mgP/l	Prosent rense- grad %
Periode 1						
10.10 - 11.10	258136	1,99	246	3,31	0,26	92,2
11.10 - 12.10	218230	2,36	227	3,49	0,33	90,6
12.10 - 13.10	221200	2,32	238	4,01	0,35	91,3
13.10 - 14.10	245170	2,36	232	3,46	0,27	92,3
14.10 - 15.10	321980	2,38	209	2,71	0,20	92,7
15.10 - 16.10	329680	2,18	200	2,66	0,11	95,8
16.10 - 17.10	521250	2,03	192	1,15	0,11	90,4
17.10 - 18.10	504010	2,60	200	1,05	0,13	88,1
18.10 - 19.10	481590	2,69	198	1,70	0,13	92,1
Periode 2						
24.10 - 25.10	215080	2,74	211	4,23	0,44	89,6
25.10 - 26.10	251850	2,51	209	2,84	0,33	88,3
26.10 - 27.10	227470	2,76	209	4,39	0,45	89,8
27.10 - 28.10	217160	2,69	214	4,07	0,37	91,0
28.10 - 29.10	204440	2,66	212	4,43	0,46	89,6
29.10 - 30.10	188640	2,54	214	2,85	0,29	90,0
30.10 - 31.10	198760	2,54	202	3,53	0,18	94,8
31.10 - 01.11	205190	2,61	200	4,32	0,25	94,1
01.10 - 02.11	196210	2,62	202	4,27	0,23	94,6
02.11 - 03.11	188880	2,68	209	4,54	0,38	91,6
03.11 - 04.11	210840	2,53	213	4,70	0,37	92,2
04.11 - 05.11	198420	2,50	200	4,35	0,51	88,2
05.11 - 06.11	183630	2,23	214	3,68	0,43	88,4
06.11 - 07.11	182150	2,16	206	4,19	0,34	91,8
07.11 - 08.11	195870	2,47	192	4,97	0,68	86,3
08.11 - 09.11	202680	2,38	208	4,74	0,57	87,9
Gjennomsnitt	254740	2,57	210	3,59	0,33	91,0

4.1.2 Tørrstoffkonsentrasjoner i råslammet

Valg av målestasjon for bestemmelse av slammets tørrstoffkonsentrasjon og vurdering av de forskjellige metodene er presentert i avsnitt 3.3.3.

Resultatene av tørrstoffkonsentrasjonene er presentert i vedlegg nr. 6. Tørrstoffkonsentrasjonene i råslammet, innhold av organisk stoff og jernkonsentrasjonen er presentert i figur 1. Resultatene viser at tørrstoffkonsentrasjonen i slamm fra fortykkeren de to første døgnene og det siste døgnet, har vært høyere enn garantigrensen på 5,5 %. Disse tre døgnene kan derfor ekskluderes fra forsøksperioden dersom en av partene ønsker dette. De øvrige døgnene faller innenfor garantiens gyldighetsområde.

Figur 1. Råslammets tørrstoffkonsentrasjon, og innhold av organisk stoff og jerninnhold.



Det er også viktig å merke seg at tørrstoffkonsentrasjonen har holdt seg høyt i slutten av siste periode på tross av at alle pressene har arbeidet minimum 16 timer pr døgn. Tendensen til fallende tørrstoffkonsentrasjoner på slutten av første periode, skyldes etter alt å dømme slammets dårligere fortykningsegenskaper. VEAS var i denne

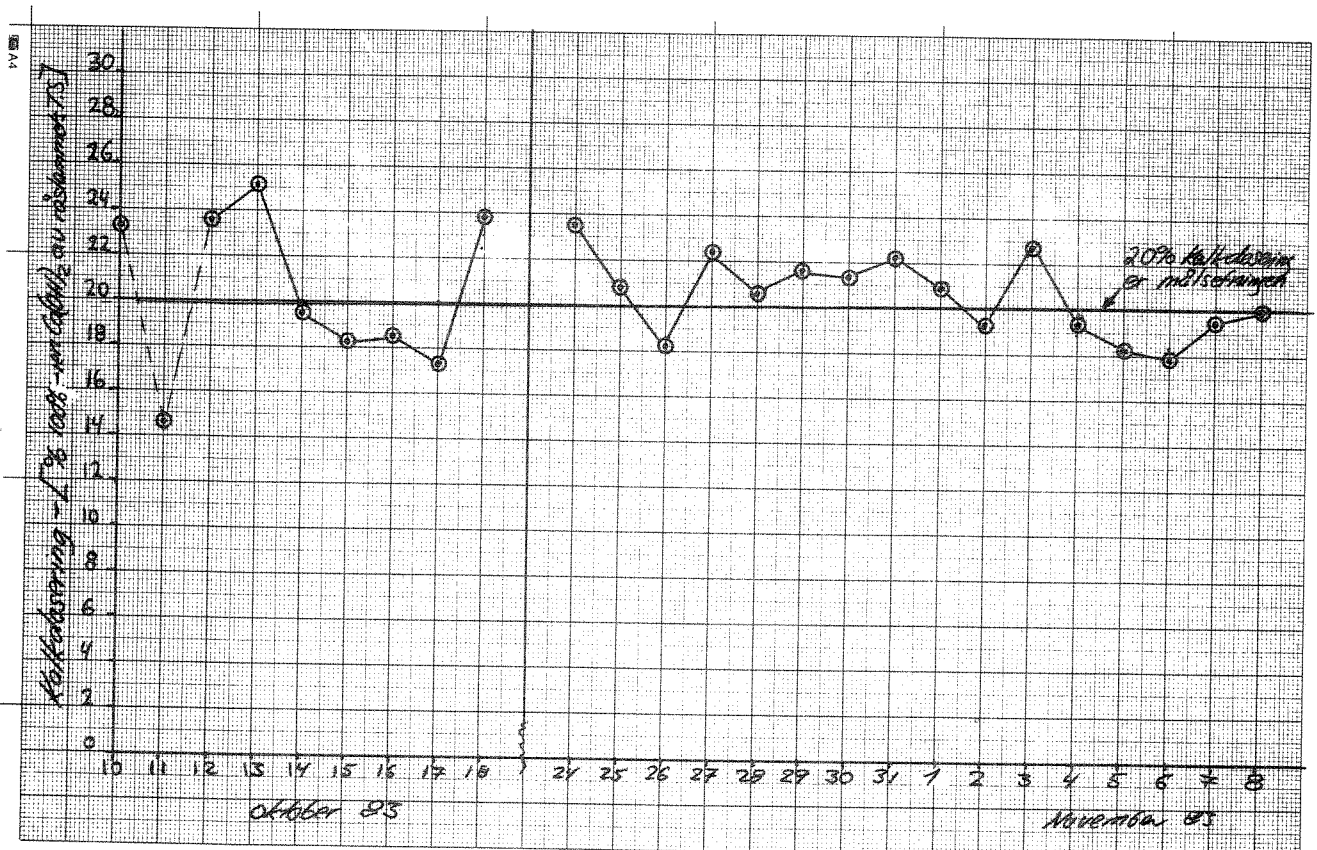
perioden forpliktet til å holde en unødvendig høy jerndoseringen fordi leverandøren hadde forkastet resultatet fra den første funksjonstesten da VEAS i en lignende regnvørsperiode ikke gjorde dette. Den høye jerndoseringen har produsert et relativt høyt innhold av jernhydroksyd i slammet.

4.1.3 Kalk-kondisjonering

De forskjellige mulighetene for å beregne kalkdoseringen når slammet kondisjoneres er belyst i avsnitt 3.3.5. Beregningen av kalkdoseringen er presentert i vedlegg nr. 7. Resultatet er grafisk fremstilt i figur 2. Den lave kalkdoseringen den 11.10 er sannsynligvis utslag av analysefeil. For øvrig virker kalkdoseringen etter forholdene relativt stabil og varierer på hver side av 20 % grensen som er målsettingen i kontrakten. Gjennomsnittlig kalkdosering i hele perioden har vært 20,5 %.

Det er ikke grunnlag for å ekskludere noen døgn ut fra kalkdoseringen. VEAS har et vesentlig mer avansert styringsopplegg og kalkdoseringsutstyr enn det som opprinnelig inngikk i leveransen. De variasjonene som fremkommer her må derfor aksepteres som normale.

Figur 2. Kalkdosering for kondisjonering uttrykt i prosent av råslammets tørrstoffinnhold.

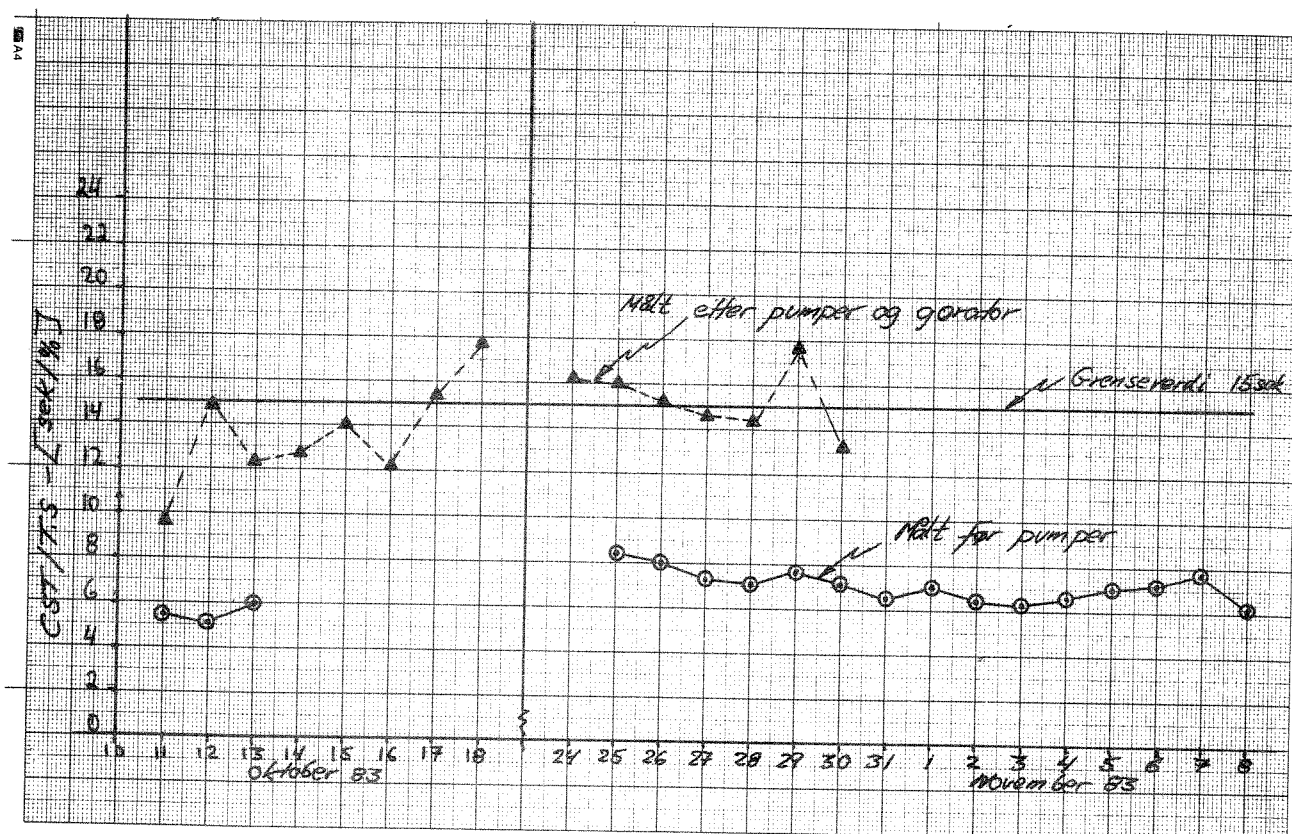


4.1.4 Slammets avvanningsegenskaper

Funksjonsgarantien krever at slammets kapillære sugetid (CST) dividert med slammets tørrstoffkonsentrasjon i prosent skal være lik eller mindre enn 15 sekunder. Resultatene fra målingene er vist i vedlegg 8 og er grafisk fremstilt i figur 3. Verdiene som er angitt for de enkelte døgnene representerer gjennomsnittet av alle målingene som er tatt i løpet av døgnet. Antall målinger er angitt i vedlegget.

Kurven viser at alle CST/TS-målingene som er tatt på slam foran pumper og gerator er mindre enn 15 sek. Gjennomsnittet var 5,8 sek. Det er derfor ingen grunn til å ekskludere noen verdier på dette grunnlaget.

Figur 3. Slammets avvanningsegenskaper målt som CST/TS.



4.2 Oppfyllelse av funksjonskravene

4.2.1 Pressekapasitet

Fremgangsmåten for bestemmelse av pressekapasitet er beskrevet i avsnitt 3.3.1. og 3.3.2. Oversikt over volum slam som presses pr syklus i gjennomsnitt for hver presse er vist i vedlegg 9. Nettovolumet hvor kalkmelkens prosentvise andel er fratrukket er også angitt.

Neste steg i beregningsprosessen er å skaffe oversikt over pressens gjennomsnittlige syklustider og daglige arbeidstid. Resultatet av dette arbeidet er summert i vedlegg 10. Endringer i syklustider er kontrollert med utskrift av trykksignaler og nivåmålinger for pressene. De gjennomsnittlige syklustidene pr døgn kan avvike fra de som er oppgitt i protokollen fordi endringene kan ha forekommet midt i døgnperioden.

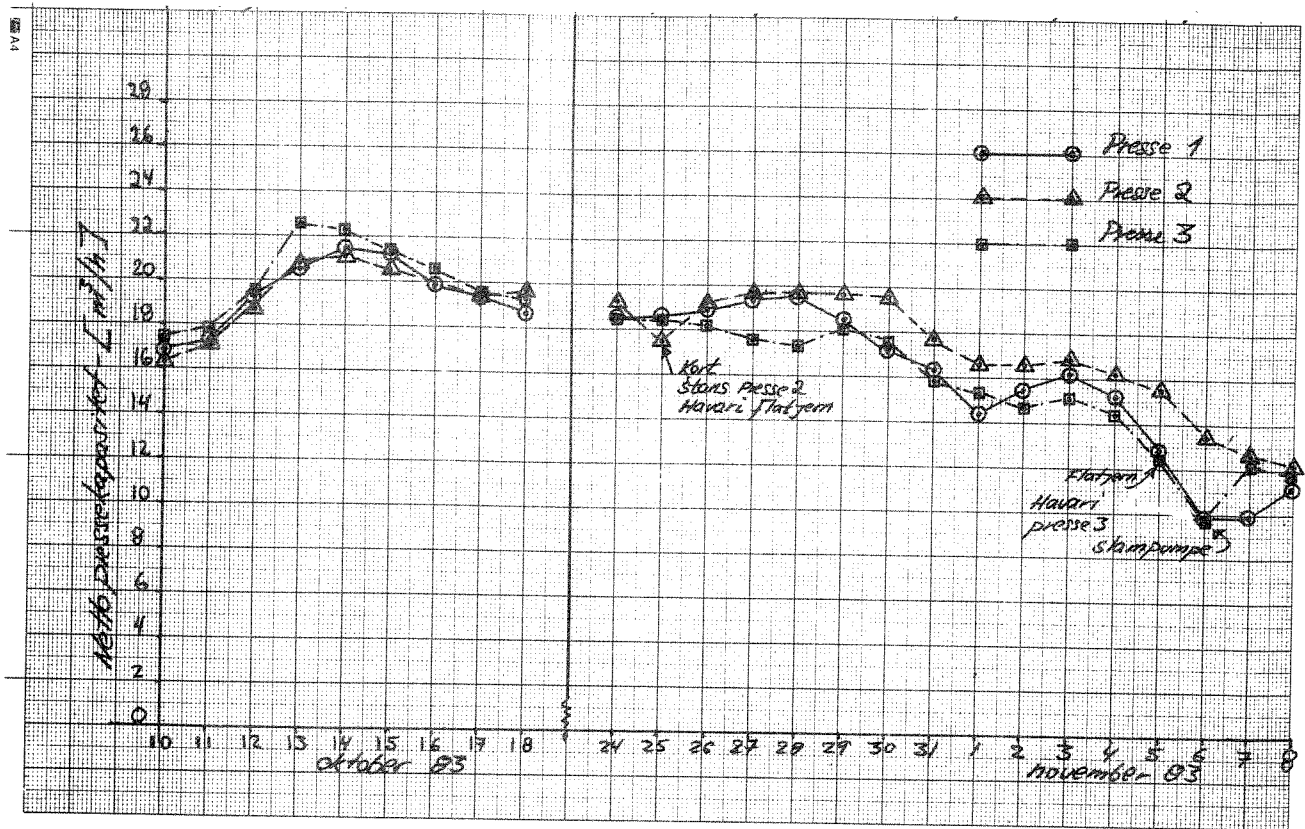
Ut fra de gjennomsnittlige syklustidene beregnes pressekapasiteten angitt som m^3 presset slam pr time. Disse resultatene er vist i vedlegg nr. 11 og er grafisk fremstilt i figur 4. Pressekapasiteten holder seg relativt jevnt over hele perioden, men viser en synkende tendens mot slutten av undersøkelsen. Forskjellen mellom pressene synes å øke etter hvert. Til å begynne med gjør presse 3 det best, mens presse 2 gjør det best på slutten av perioden.

Den relative forskjellen mellom pressenes ydelser pr døgn, vist som m^3/h , vil være det samme for pressenes kapasitet beregnet på tørrstoffbasis.

Det er derfor tilstrekkelig i den videre presentasjonen å vise de totale ydelsene for alle pressene tilsammen. Disse resultatene er vist i vedlegg 12 og er grafisk fremstilt i figur 5.

Det er også beregnet spesifikke pressekapasiteter med utgangspunkt i at de tre pressene har et oppgitt effektivt filter-areal på $768 m^2$. Resultatet av disse beregningene er vist i tabell 2.

Figur 4. Oversikt over netto pressekapasitet (m^3/h) for alle tre pressene.

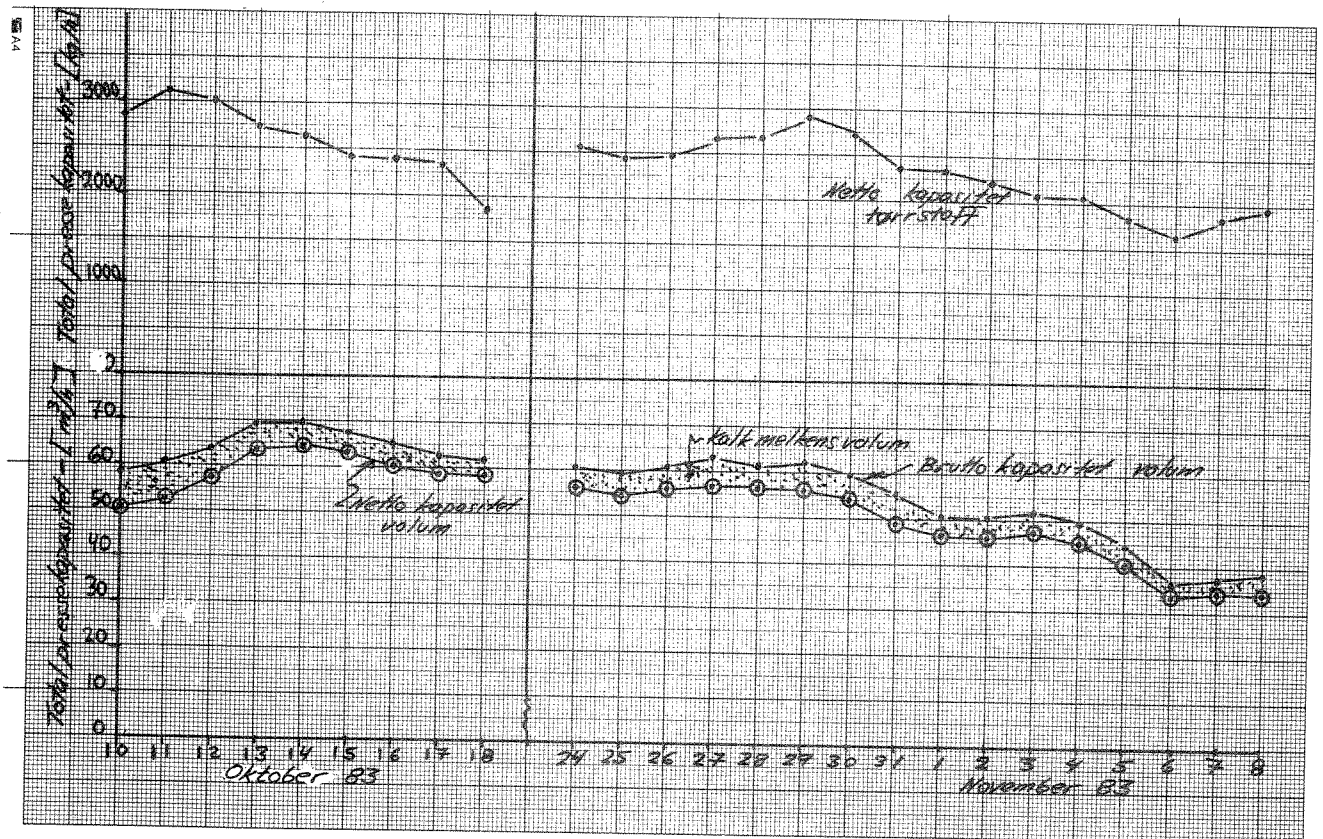


Tabell 2. Spesifikke pressekapasiteter.

Dato	Tørrestoff konsentr. i råslam fra fortykker	Spesifikk pressekapasitet			
		Brutto vol. l/m ² h	Netto vol. l/m ² h	Brutto uten kalk ₂ TS. kg/m ² ·h	Netto TS kg/m ² ·h
Periode 1					
10.10 - 11.10	5,68	75,7	65,6	4,30	3,73
11.10 - 12.10	6,02	78,4	68,2	4,71	4,11
12.10 - 13.10	5,28	82,6	74,6	4,36	3,94
13.10 - 14.10	4,30	90,4	83,2	3,89	3,58
14.10 - 15.10	4,08	91,0	84,3	3,71	3,43
15.10 - 16.10	3,81	88,3	82,1	3,37	3,13
16.10 - 17.10	4,08	85,1	78,9	3,47	3,22
17.10 - 18.10	3,98	81,5	76,2	3,24	3,03
18.10 - 19.10	3,15	81,1	75,7	2,55	2,38
Periode 2					
24.10 - 25.10	4,60	78,9	73,0	3,63	3,36
25.10 - 26.10	4,54	77,6	71,1	3,52	3,23
26.10 - 27.10	4,45	79,6	73,1	3,54	3,25
27.10 - 28.10	4,72	82,0	74,1	3,87	3,50
28.10 - 29.10	4,77	80,7	73,6	3,85	3,51
29.10 - 30.10	5,18	80,7	73,1	4,18	3,79
30.10 - 31.10	5,05	77,8	70,4	3,93	3,56
31.10 - 01.11	4,71	77,1	65,0	3,38	3,06
01.10 - 02.11	5,02	66,1	60,6	3,32	3,04
02.11 - 03.11	4,78	66,1	61,1	3,16	2,92
03.11 - 04.11	4,35	67,6	62,4	2,94	2,71
04.11 - 05.11	4,42	64,1	59,3	2,83	2,62
05.11 - 06.11	4,57	57,8	53,1	2,64	2,43
06.11 - 07.11	4,97	46,9	43,4	2,33	2,16
07.11 - 08.11	5,30	48,9	44,6	2,59	2,37
08.11 - 09.11	5,57	50,2	45,4	2,70	2,53

I siste fase av undersøkelsen ble det reist spørsmål om VEAS hadde fått levert det filter-arealeet som er forutsatt. En slamkake ble tatt ut av pressen og det effektive arealet ble målt til $5,98 \text{ m}^2$ pr. kammer. Det betyr at det effektive filter-arealeet kan beregnes til 718 m^2 som utgjør 93,5 % av det arealet som er oppgitt i garantitabellen.

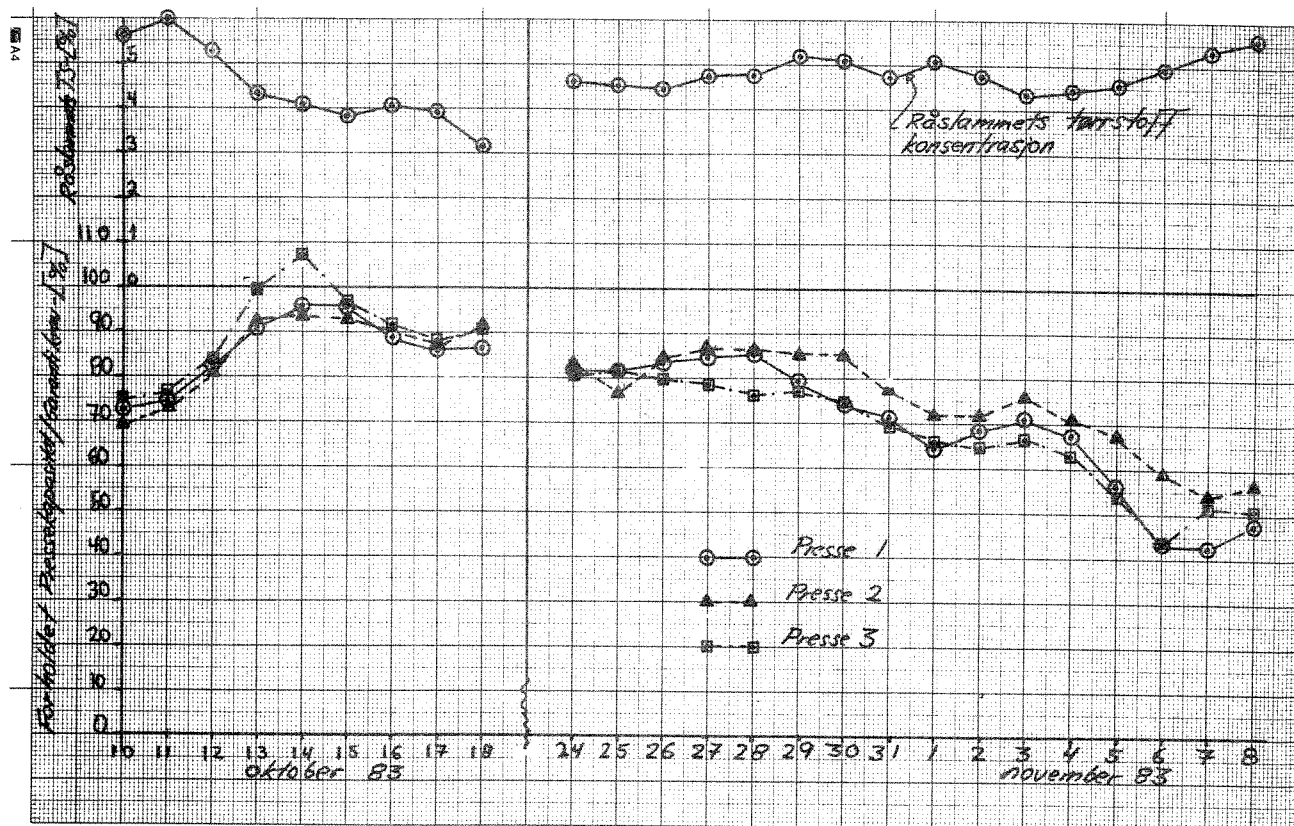
Figur 5. Totale pressekapasiteter basert på volum og tørrstoff.



Pressekapasiteten endrer seg med tørrstoffkonsentrasjonen i råslammet. Det gjør også garantikravet. Størst interesse har sammenligningen mellom presse-ydelsene i m^3/h og garantiverdiene. På basis av råslammets tørrstoffkonsentrasjon kan garantiverdien beregnes ved interpolering. Det prosentvise forholdet mellom presse-ydelse og garantikrav (også omtalt som % kravoppfyllelse) er beregnet for hver av pressene i vedlegg 12.

Den prosentvise kravoppfyllelsen for alle tre pressene er grafisk fremstilt i figur 6. Den viser at pressekapasiteten ligger klart lavere enn garantiverdiene i hele perioden. Bare presse 3 har klart kravet ett døgn av ialt 25. Figuren viser også hvordan forholdet pressekapasitet/garantikrav gradvis synker utover i perioden.

Figur 6. Forholdet mellom pressekapasitet og garantikrav i prosent for hver av pressene under funksjonsprøven.



Gjennomsnittlig kravoppfyllelse for alle tre pressene sett under ett, er også vist i vedlegg 12. Kravoppfyllelsen for kapasitet angitt i prosent er felles enten beregningen baseres på presset slamvolum (m^3/h) eller tørrstoff (kg/h), så lenge tørrstoffet i råslammet ikke overstiger 5,5 %. Over denne grensen vil kravoppfyllelsen basert på T.S. bli noe høyere. Dette har forekommet de to første og det siste døgnet. Den gjennomsnittlige kravoppfyllelsen for alle tre pressene er vist i figur 7. Den viser at pressekapasiteten er lavere enn kravet i alle de døgnene som inngår i funksjonsprøvingen.

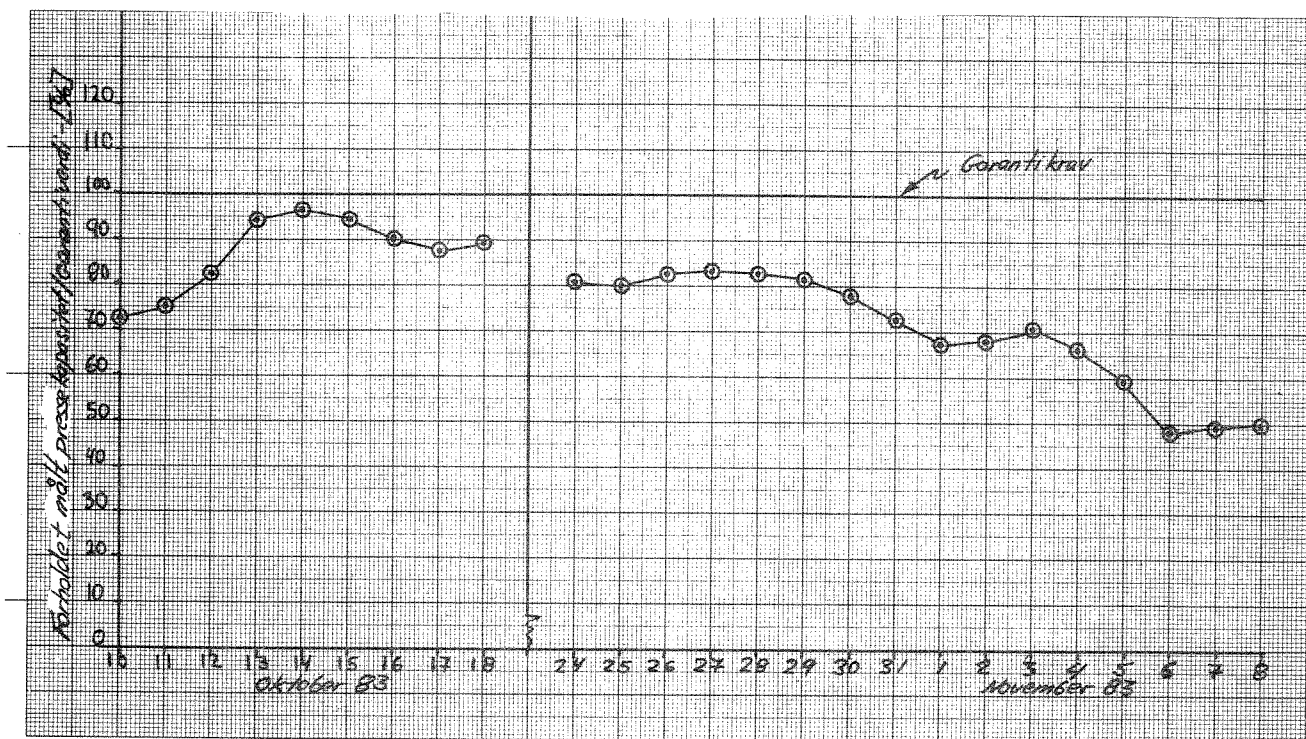
Hvis de to første og det siste døgnet sløyfes fordi T.S. konsentrasjonen i råslammet disse døgnene har vært høyere enn 5,5 %, kan resultatene for de øvrige 22 døgnene beregnes. Gjennomsnittsverdiene for begge alternativene er vist i tabell 3.

Tabell nr. 3. Gjennomsnittsverdien for pressekapasiteten for alle 25 døgn og 22 døgn da T.S.-konsentrasjonene er innenfor området 2,0 % T.S. til 5,5 % T.S.

Parameter	Alle 25 døgn	22 døgn fra 12.10 kl. 0800 til 8.11 kl. 0800
Tørrestoffkonsentrasjon i råslammet % TS	4,70	4,55
Sum brutto volum pressekapasitet i gjennomsnitt m ³ /h	56,85	57,47
Sum netto volum pressekapasitet i gjennomsnitt m ³ /h	51,98	52,81
Sum netto tørrestoff pressekapasitet gjennomsnitt kg/h	2414	2381
Pressekapasitet ytelse/krav i %	76,1 *	77,6

* Basert på volum.

Figur 7. Gjennomsnittlig pressekapasitet for alle tre pressene.



4.2.2 Tørrstoff i slamkakene

Fremgangsmåten for beregning av tørrstoffkonsentrasjonen i slamkakene er vist i avsnitt 3.3.6. Det er som tidligere nevnt tatt ca. 5 tørrstoffanalyser av fra redler direkte under hver presse og gjennomsnittsverdien pr døgn er beregnet. Resultatene av disse beregningen er vist i tabell 4. Kravet er at tørrstoffprosenten skal være 39 % eller høyere. De daglige tørrstoffprosentene som er målt på kakene fra hver av pressene varierer. Det er naturlig fordi kompresjonstiden som bestemmer tørrstoffprosenten må reguleres manuelt når tørrstoffkonsentrasjonen i inngående slam endrer seg. Siden bestemmelse av tørrstoffanalysene tar et døgn vil reguleringen av kompresjonstiden alltid ligge på etterskudd med det opplegget som fungerer i dag. Høyere tørrstoff i slamkaken betyr lavere pressekapasitet.

Tørrstoffkonsentrasjonen i kakene har vært for lav i flere døgn . Den gjennomsnittlige tørrstoffkonsentrasjonen for alle tre pressene er vist i figur 8. I gjennomsnitt for alle dagene har tørrstoffprosenten vært:

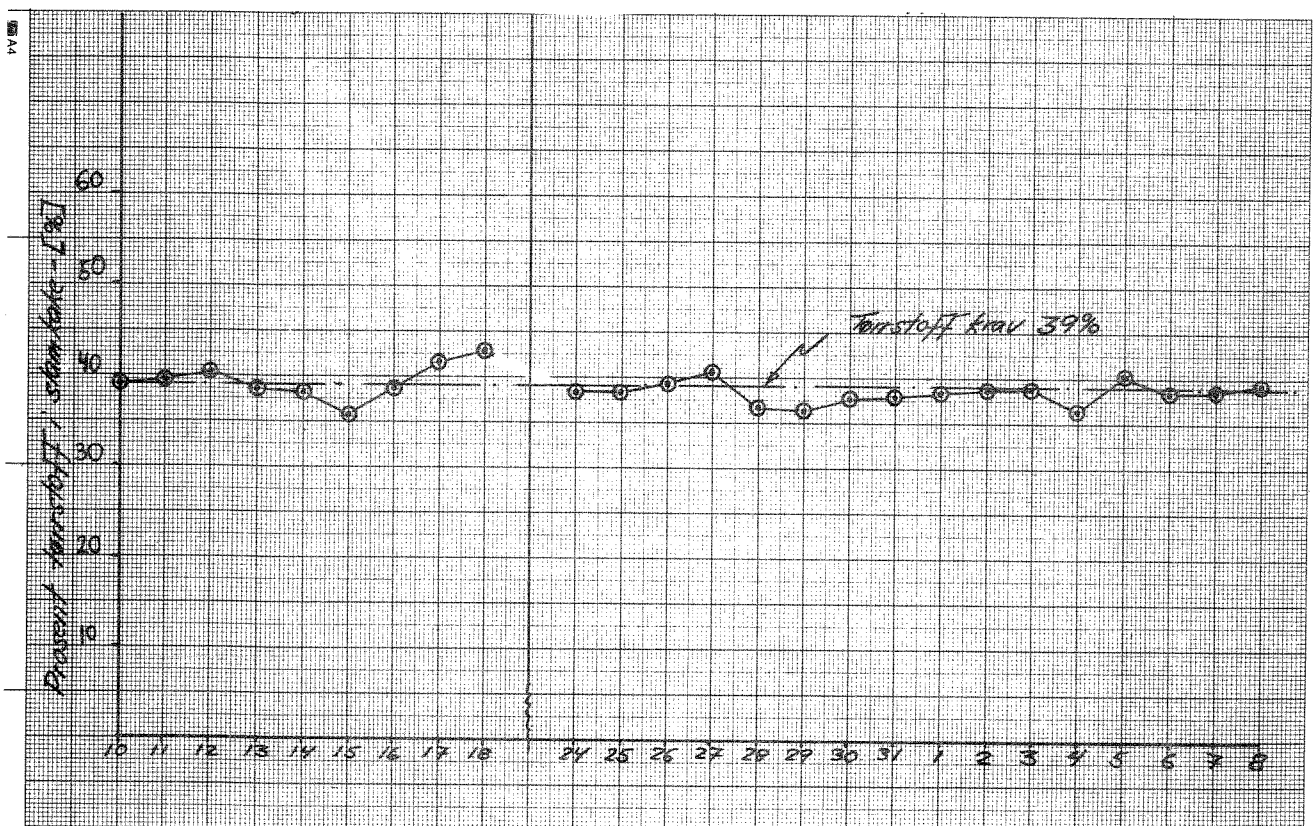
	<u>Presse 1</u>	<u>Presse 2</u>	<u>Presse 3</u>	<u>Totalt</u>
% T.S:	38,26	38,55	39,35	38,74

Dette er tett oppunder kravet som var 39 %.

Tabell 4. Tørrstoffkonsentrasjon i slamkakene.

Dato	Presse 1 TS kake %	Presse 2 TS kake %	Presse 3 TS kake %	Totalt TS kake %
Periode 1				
10.10 - 11.10	39,24	39,94	39,77	39,65
11.10 - 12.10	39,38	39,52	40,48	39,79
12.10 - 13.10	40,80	40,19	39,67	40,22
13.10 - 14.10	38,32	38,46	38,45	38,41
14.10 - 15.10	37,01	39,44	38,04	38,16
15.10 - 16.10	32,64	36,08	38,01	35,58
16.10 - 17.10	38,98	-	38,91	38,94
17.10 - 18.10	41,38	42,13	42,44	41,98
18.10 - 19.10	43,01	42,93	42,20	42,71
Periode 2				
24.10 - 25.10	35,09	39,52	40,29	38,30
25.10 - 26.10	36,40	38,81	39,49	38,23
26.10 - 27.10	40,24	39,06	39,06	39,45
27.10 - 28.10	40,10	41,01	40,04	40,41
28.10 - 29.10	36,00	36,37	38,16	36,84
29.10 - 30.10	35,69	35,73	37,31	36,24
30.10 - 31.10	38,10	37,37	37,78	37,75
31.10 - 01.11	38,29	36,64	38,74	37,89
01.11 - 02.11	39,02	36,45	39,10	38,19
02.11 - 03.11	39,16	38,03	39,12	38,77
03.11 - 04.11	36,00	38,86	41,48	38,78
04.11 - 05.11	34,36	36,94	37,53	36,28
05.11 - 06.11	41,71	38,73	40,03	40,15
06.11 - 07.11	38,30	37,43	38,57	38,10
07.11 - 08.11	37,85	37,48	39,89	38,40
08.11 - 09.11	39,55	39,24	39,29	39,36
Gjennomsnitt	38,26	38,55	39,35	38,74

Figur 8. Slamkakenes gjennomsnittlige tørrstoffprosent.



4.2.3 Filtrat vannkvalitet - avskillingsgrad

Filtratvannet utgjør et stort volum i forhold til volumet av det slammet som går ut av pressene. Dette vannet pumpes tilbake til rensesprosessen og garantien krever at avskillingsgraden skal være høyere enn 99 %. Det ble foretatt analyser av filtratvannet og prøvene ble tatt ved hjelp av automatiske prøvetakere. Presse 1 hadde en egen prøvetaker mens presse 2 og 3 hadde en felles prøvetaker. Analyseresultatene er vist i tabell 5.

Beregning av avskillingsgrad baseres på filtratvannets innhold av suspendert stoff som fremgår av tabell 5. Resultatene viser at SS konsentrasjonen gjennomgående er lav og langt lavere enn i slamvann (rejektvann) fra sentrifuger. Imidlertid viser analysene store variasjoner med vesentlig høyere analyseverdier på enkelte dager. Det ble rapportert fra laboratoriet at kalsiumkarbonat felles ut på GFC filteret. Filtratvannet er sannsynligvis overmettet med hensyn på kalsium som felles ut når CO₂ fra luft kommer i kontakt med filtratvannet. Analyseverdien for suspendert stoff er derfor etter alt å dømme for høye. Det er derfor av liten verdi å beregne daglige avskillingsgrader.

Avskillingsgraden beregnes etter følgende formel:

$$A = 1 - \frac{\text{kg SS/h i filtratvann}}{\text{kg SS/h i inngående slam}} \cdot 100$$

Tørrestoffinnholdet i inngående slam i gjennomsnitt for alle pressene for alle testdagene er beregnet til 3175 kg/h. Gjennomsnittlig brutto slamvolum er beregnet til 56,85 m³/h for hele perioden. Filtratvannsmengden utgjør ca. 88 % av brutto slammengde, og ut fra dette kan den gjennomsnittlige avskillingsgraden beregnes for alle tre pressene. Gjennomsnittlig suspendert stoff konsentrasjon for alle tre pressene beregnes med veid middel til 57,2 mg/l.

$$\text{Avskillingsgrad: } \left(1 - \frac{56,85 \cdot 0,88 \cdot \frac{57,2}{1000}}{3175}\right) \cdot 100 = 99,91 \%$$

I virkeligheten er avskillingsgraden ennå bedre fordi SS konsentrasjonen i filtratvannet er for høy på grunn av kalsiumkarbonatutfellingen på GFC filteret i laboratoriet.

Pressene har derfor klart dette kravet.

Tabell 5. Analyser av filtratvannskvalitet.

Dato	Suspendert stoff mg/l		Kalsium mgCa/l		Alkalitet mekv/l		Total tørrstoff %	
	P*	P 2, 3	P 1	P 2, 3	P 1	P 2,3	P1	P 2, 3
Periode 1								
10.10 - 11.10	45	-	1278	-	58,6	-	0,70	-
11.10 - 12.10	29,6	40,9	1432	1301	62,9	56,1	0,70	0,70
12.10 - 13.10	8,38	7,13	-	-	-	-	0,71	0,66
13.10 - 14.10	-	8,4	-	1048	-	55,2	-	0,60
14.10 - 15.10	53,7	5,2	-	-	52,9	51,5	0,62	0,55
15.10 - 16.10	-	74,5	815	902	40,6	48,1	0,41	0,53
16.10 - 17.10	17,5	45,8	808	833	43,5	44,0	0,47	0,61
17.10 - 18.10	17,4	17,6	-	-	35,9	36,1	0,25	0,40
18.10 - 19.10	-	204	-	865	-	40,8	-	0,40
Periode 2								
24.10 - 25.10	15,8	20,6	884	890	44,3	41,8		
25.10 - 26.10	113,9	26,3	-	-	48,2	47,5		
26.10 - 27.10	22,5	71,9	1040	1112	48,9	50,7		
27.10 - 28.10	11,5	85,4	-	-	56,8	53,3		
28.10 - 29.10	65,7	208	-	-	50,5	47,1		
29.10 - 30.10	8,56	161	-	-	57,1	51,5		
30.10 - 31.10	27,0	193	1076	1117	57,6	57,2		
31.10 - 01.11	83,3	73	1188	-	57,2	63,3		
01.11 - 02.11	78,6	28	-	-	62,1	57,7		
02.11 - 03.11	-	-	1079	1299	56,8	58,4		
03.11 - 04.11	39,1	135	969	896	61,8	59,1		
04.11 - 05.11	10,7	123	1153	1272	56,1	57,5		
05.11 - 06.11	20,9	12,6	1192	1153	58,4	56,5		
06.11 - 07.11	9,44	48,3	1112	1126	54,3	53,5		
07.11 - 08.11	20,3	67,5	-	-	60,3	58,5		
08.11 - 09.11	35,8	97	1431	1379	63,7	61,7		
Gjennomsnitt	35,0	68,2	1104	1085	51,2	52,5	0,55	0,56

* P = Presse

4.2.4 Pressenes driftsregularitet

Tidligere erfaringer fra før siste ombygging i avvanningshallen er at pressenes driftsregularitet ikke har vært god. Etter ombyggingen synes driftsregulariteten å ha bedret seg vesentlig. For å gi et inntrykk av pressenes arbeidsomfang under funksjonsprøven, presenteres antall sykluser som er utført i perioden i tabell 6. I løpet av hele

inkludert mellomperioden som ikke var med i funksjonsprøven, ble det utført 2938 sykluser totalt. Det ble utført 469 sykluser i mellomperioden slik at det totalt for alle pressene innenfor testen ble presset 2469 sykluser. Disse syklusene er utført på de 25 dagene som inngår i testen d.v.s. 98,7 sykluser pr. dag.

Pressenes arbeidstid pr døgn er vist til høyre i tabellen og viser at pressene innenfor testen tilsammen har arbeidet i 1215,3 timer som tilsvarer 48,6 timer pr døgn. I følge programmet var målsettingen 48 timer pr døgn. Bakgrunnen for denne målsettingen var at regulariteten skulle settes på en grundig prøve.

Tabell 6. Antall sykluser i funksjonsprøveperioden.

Dato	Presse 1	Presse 2	Presse 3	Sum tre presser		
	Totalt antall sykl.	Totalt antall sykl.	Totalt antall sykl.	Antall sykl. funksj. prøven	Antall sykl. totalt	Total arbeidstid timer
10.10 - 11.10	43	46	8	22	97	44,33
11.10 - 12.10	49	46	48	109	143	64,27
12.10 - 13.10	50	49	50	110	149	66,88
13.10 - 14.10	40	40	40	108	120	56,08
14.10 - 15.10	33	46	34	101	113	54,48
15.10 - 16.10	5	32	32	69	69	34,58
16.10 - 17.10	31	0	31	62	62	31,98
17.10 - 18.10	31	31	31	93	93	48,00
18.10 - 19.10	8	8	34	50	50	23,75
Sum Periode 1	290	298	308	724	896	424,4
19.10 - 20.10	6	35	6		47	
20.10 - 21.10	45	0	54		99	
21.10 - 22.10	46	39	44		129	
22.10 - 23.10	40	45	30		115	
23.10 - 24.10	43	21	15		79	
Sum Våpenhvilen	180	140	149		469	
24.10 - 25.10	30	30	30	81	90	45,15
25.10 - 26.10	31	42	32	92	105	54,25
26.10 - 27.10	32	45	32	96	109	54,76
27.10 - 28.10	47	46	39	112	132	55,56
28.10 - 29.10	40	40	40	120	120	48,50
29.10 - 30.10	40	39	39	118	118	47,15
30.10 - 31.10	40	41	40	121	121	47,98
31.10 - 01.10	33	35	34	102	102	48,76
01.10 - 02.10	30	30	29	89	89	50,90
02.10 - 03.10	35	28	28	91	91	48,01
03.10 - 04.10	28	28	28	84	89	48,18
04.10 - 05.10	27	28	27	82	82	47,58
05.10 - 06.10	31	28	25	84	89	48,96
06.10 - 07.10	28	28	23	79	79	48,41
07.10 - 08.10	28	28	28	89	89	48,81
08.10 - 09.10	28	27	28	83	83	48,93
Sum Periode 2	528	543	502	1518	1573	790,9
Sum totalt	998	981	959	2242	2938	

Det har forekommet 3 åpenbare havarier i perioden. Den 6.11. oppstod det svikt i matetrykket i presse 3. Det viste seg at den store pumpen til presse 3 måtte repareres. Reparasjonen tok ca. 4 timer ialt.

De to andre havariene var begge knyttet til flatjern på endedukene. Den 25.10 så VEAS-personalet at duken kom ned sammen med kakene på presse 2 og nødstoff ble slått inn. Flatjern nr. 40 regnet fra innmatning var bøyd i tillegg til to låseklemmer som sitter på enden av flatjernet. Den 5.11. ble presse 3 stoppet av VEAS-personalet fordi flatjern på endeduken hadde løsnet. Dette førte til at flatjernet lå mellom sylinderholdet og første filterplate. Det ble oppdaget fordi det sprutet slam fra pressa. Begge disse skadene ble raskt utbedret av leverandøren, men hvis pressene ikke hadde blitt stanset i tide, kunne det muligens ha ført til et større havari.

Forøvrig kan det leses fra utskriften fra matetrykk og membrantrykk om stadige svikt i matetrykket på enkelte sykluser. Dessuten virker matetrykket noe unormalt i enkelte kortere perioder. Det går klart frem av protokollen at trykkmålerne som styrer omdreiningshastigheten på matepumpene stadig må rengjøres for at trykket skal bli normalt. Kommentarer er vist i vedlegg 13.

Forøvrig kan det bemerkes at formen på matetrykkskurvene for inngående slam er forskjellige for de tre pressene. I store perioder er det første trykknivået for presse 3 (til ca. 3,5 bar) svært kort. Det fungerer stort sett som et trinn opp til nærmere 5 - 6 bar. Trykkskurven for pumpe 2 virker mest stabil og korrekt med hensyn til to trinn, mens trykket hos presse 1 er mest ustabil og virker vesentlig lavere enn i de øvrige perioder av testen. Forøvrig kan det virke som om vakumfasen for presse 2 ikke virker slik som for presse 1 og 3.

Når det gjelder driftsregularitet må det bemerkes at pressene har hatt en intens overvåking med personale fra begge parter til stede. Det kan stilles spørsmål om regulariteten ville vært like god med redusert overvåking både med hensyn til skriverne og det store mannskapet som deltok.

Blant annet må en regne med at valget av matetider og kompresjonstider er langt enklere med det overvåkingsutstyret som er benyttet i forbindelse med funksjonsprøven. Det er derfor grunn til å tro at resultatene heller ville blitt dårligere uten dette utstyret, men det er vanskelig å si hvor mye det egentlig betyr.

5. REFERANSER

Vråle, L.: Funksjonsprøving nr. 2 av membran kammerfilterpresser VEAS, Mars 1983. Niva rapport VA 10/83 0-82130. Datert 26. april 1983.

Haugan, B.E.: Slamavvanning med filterpresser. Del 2. Sammenliknende undersøkelser av to kammer filterpresser og en membranfilterpresse. NIVA VA-rapport nr. 4/79 0-78102. September 1979.

6. VEDLEGG

- Vedlegg 1 Funksjonsgaranti
- Vedlegg 2 Program for funksjonstesten
- Vedlegg 3 Kontroll av tre ulike metoder for volummåling av presset slam utført 27.10.83
- Vedlegg 4 Oversikt over totale slamvolum som er presset i alle 3 pressene i hele forsøksperioden og tilsvarende slammengder overpumpet fra fortykker
- Vedlegg 5 Kontroll av prøvetakingssystemet på råslammet
- Vedlegg 6 Råslammets innhold av tørrstoff, organiske stoff, jern og kalsium under funksjonsprøven okt-nov. 1982
- Vedlegg 7 Beregning av prosentvis kalkdosering
- Vedlegg 8 Slammets avvanningsegenskaper uttrykt som CST/% T.S. Gjennomsnittsverdier
- Vedlegg 9 Oversikt over volumslam som presses pr. syklus i gjennomsnitt pr. døgn.
- Vedlegg 10 Oversikt over pressenes syklustid og arbeidstid
- Vedlegg 11 Oversikt over brutto og netto volum pressekapasitet m^3/h
- Vedlegg 12 Oversikt over kapasitetskrav for hvert døgn ut fra råslam fra fortykker, prosent kravoppfyllelse og totale pressekapasiteter
- Vedlegg 13 Pressenes driftsregularitet - unormale perioder

V E D L E G G 1

Funksjonsgaranti

BILAG 1

til kontrakt mellom
VEAS og Sala Tolu A/S

1. FUNKSJONSGARANTI

For hver kammerfilterpresse med tilhørende utstyr leveres garanti i henhold til det etterfølgende samt tidligere angitte kontraktsbestemmelser.

.01 Forutsetninger

Slammet kommer fra en primærfellingsprosess hvor trinnene er:

- finrister med lysåpning ca. 10 mm
- luftet sandfang med fettavskilling
- kjemikalieinnblanding
- flokkulering
- sedimentering

Det foreligger 2 alternativ for valg av fellingskjemikalie til garantiprøvingen. I tabell nedenfor er angitt beregnet kjemikaliedosering og TS-innhold i det fortykkede slammet. Doseringsmengdene kan variere \pm 25%.

Kjemikalie	Dosering g/m ³	TS-innhold i fortykket slam %
AVR + svovelsyre	115 + 25	3,5
Ferriklor + svovelsyre	225 + 30	3,8

1.02 Garantidata

Garantidata for hver av 3 stk Lastapresser, 2000 x 2000 mm med 40 kammere, fremgår av etterfølgende tabell. Etter kondisjonering forutsettes CST/TS= 15 sekunder, dvs. for 2% TS blir CST = 30 sek., for 4% blir CST= 60 sek. osv.

TS i innk.	%	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5
TS i kaken inkl. kalk	%	>35	>30	>30	>35	>30	>30
Kalkdos. i fortykkere	% av TS	11	11	11	11	11	11
Kalkdos. for kondisjonering	% av TS	9	9	27	9	9	19
Jernkl.dos. for kondisjonering	% av TS	0	0	0	0	0	0
Filterbelastning slamtørrstoff	kg/m ² /h	1,5	1,9	2,85	2,0	2,40	2,85
Effektiv filterareal	m ²	768	768	768	768	768	768
TS pr. time (h)	kg/h	1.152	1.459,2	2.188,8	1.536	1.843,2	2.188,8
TS pr. 16h	kg/16h	18.432	-	35.020,8	24.576	29.491,2	35.020,8
TS pr. uke/7 døgn	tonn/uke	129,0	-	245,1	172,0	206,4	245,1
TS pr. år	tonn/år	6.727,7	-	12.782,6	8.970	10.764,3	12.782,6
m ³ pr. time (h)	m ³ /h	57,6	-		61,4		
m ³ pr. 16h	m ³ /16h	921,6	-	1.751,0	982,4	1.179,6	1.400,8
m ³ pr. uke/7 døgn	m ³ /uke	6.451,2			6.876,8		
m ³ pr. år	m ³ /år	336.384			358.576		
Avskillingsgrad	%	>99			>99		
Fylltid + pressing	min.	18			18		
Div.tid	min.	8,5			8,5		
Total syklustid	min.	26,5			26,5		

TS i innk.	%	3,5	3,8	4,5	5,5		
TS i kaken inkl. kalk	%	>39	>39	>39	>39		
Kalkdos. i fortykkere	% av TS	11	11	11	11		
Kalkdos. for kondisjonering	% av TS	9	9	9	9		
Jernkl.dos. for kondisjonering	% av TS	0	0	0	0		
Filterbelastning slamtørrstoff	kg/m ² /h	3,0	3,3	4,0	5,0		
Effektiv filterareal	m ²	768	768	768	768		
TS pr. time (h)	kg/h	2.304	2.534	3.072	3.840,0		
TS pr. 16 h	kg/16h	36.864	40.544	49.152	61.440		
TS pr.uke/7 døgn	tonn/uke	258,0	283,8	344,1	430,1		
TS pr. år	tonn/år	13.455,4	14.798,6	17.940,5	22.425,6		
m ³ pr.time (h)	m ³ /h	65,8	66,7	68,3	69,8		
m ³ pr. 16h	m ³ /16h	1.052,8	1.067,2	1.092,8	1.116,8		
m ³ pr.uke/7 døgn	m ³ /uke	7.369,6	7.470,4	7.649,6	7.817,6		
m ³ pr. år	m ³ /år	384.272	389.528	398.872	407.632		
Avskillingsgrad	%	>99	>99	>99	>99		
Fylltid + pressing	min.	19	19	20	20		
Div. tid	min.	8,5	8,5	8,5	8,5		
Total syklustid	min.	27,5	27,5	28,5	28,5		

I tabellen er driftstiden 16 timer bruttotid, dvs. inkludert spise-pauser, gangtider m.v. Kalkdoseringen er angitt som 100%-ig ren Ca (OH)₂. Filterbelastning er angitt som slamtørrstoff uten kondisjoneringsmiddel ved kontinuerlig drift.

1.03 Materiellgaranti

Leverandøren garanterer følgende:

Filterduker har funksjonslengden min.:

4.500 pressesykluser for 40% kalkdosering.

5.000 " " 20% "

6.000 " " 0% "

forutsatt at syrevask utføres etter hver 1.500 sykluser. Gummimembraner har funksjonslengden min. 35.000 sykluser.

Leverandøren garanterer at transportutstyr, dvs. båndtransportører og redlere m.v., har tilstrekkelig kapasitet.

.04

Effektforbruk

Effektforbruket er:

Post	Betegnelse	Ant.	Effekt
1.11	Slampumper, Seepex 1-trinn	4	33,0 kW
1.21	Flokk. tanker med omrørere	2	1,5 "
1.22	Utjevn. basseng med omrørere	1	0,5 "
1.31	Slampumper, Seepex, 1-trinn	6	33,0 "
	" " 2-trinn	3	7,5 "
1.33	Kammerfilterpresser m/kringutrustning.		
	Hydr. aggregat presser	3	30,0 "
	Drivutrustning filterduk	3	3,7 "
	Kompressor, Atlas Copco	2	37,0 "
	Vakuumpumper, Nash	3	15,0 "
	Membranpumpe, Speck	3	22,0 "
1.35	Filtratvannspumpe, Speck	2	30,0 "
1.41	Vaskevannspumper, Speck	3	37,0 "

Post	Betegnelse	Ant.	Effekt
1.43	Syrevaskpumper, Schmitt	1	2,2 kW
1.51	Lager og transportutstyr		
	Redler under presse, pos. 1	3	3,0 "
	" , pos. 2-2a	2	4,0 "
	" , pos. 3-3a	2	22,0 "
	" , fordeling topp silo	1	5,5 "
	Hydr.aggregat, glideramme	2	45,0 "
	Utmatningsskrue, silo	2	15,0 "

1.05 Igangsetting

Når avvanningsutstyret tas i drift skal leverandøren, med nødvendig hjelp av byggherren, starte og kontrollere utstyrets funksjon, utføre en preliminær inntrimming samt undervise anleggets driftspersonal i utstyrets skjøtsel.

Byggherren vil sørge for at driftsoperatørene får mulighet og tid for utdanning i utstyrets tekniske funksjon samt i avvanningsprosessen.

.06 Inntrimming

Inntrimming av avvanningsutstyret skal påbegynnes senest 6 måneder etter igangsettingen og kan eventuelt bli utført for 1/4-part av anlegget avhengig tilført slammengde. Rense- og slamfortykkingsprosessen må ha nådd stabil tilstand, og tilstanden må vedvare i hele inntrimmings- og prøveperioden. Byggherren skal etter igangsettingen føre protokoll over drift og prosess.

Leverandøren gir skriftlig beskjed når prøvingen kan begynne.

1.07

Prøving

Prøvingen må avtales senest 14 dager etter at leverandøren har meldt utstyret klart for prøving. Prøvingen utføres av besiktigelsesmann som utses av byggherren og må begynne senest en måned etter at leverandøren har meldt utstyret klart. Leverandøren skal på egen bekostning delta i prøvingen samt svare for start og drift av utstyret i prøveperioden. Byggherren står for nødvendig håndlanging etc. Dersom inntrimming og prøving må avbrytes p.g.a. at renseprosess og slamtype ikke stemmer overens med hva som er angitt i anbudsmaterialet, vil byggherren svare for leverandørens eventuelle merkostnader. Byggherren må, ved driftsprotokoll og laboratorieanalyser, kunne bevise at renseprosess og slamtype ved prøvingen er som angitt i anbudsmaterialet.

Prøving vil skje med noen av fellingsalternativene ifølge 1.01.

Antall prøver bestemmes av besiktigelsesmannen, men prøvetiden er maksimert til 30 dager.

Prøver er tilført slam, avvannet slam og rejektivann tas for hver prøveomgang. Nødvendige analyser bestemmes av besiktigelsesmannen.

Besiktigelsesmannen bestemmer målemetoder med toleranser for fastleggelse av utstyrets kapasitet.

Avskillingsgraden beregnes ifølge formelen:

$$\text{Avskillingsgrad} = \frac{\text{SS kake} \times (\text{SS inn} - \text{SS rejeckt}) \times 100}{\text{SS inn} (\text{SS kake} - \text{SS rejeckt})}$$

hvor innholdet suspendert stoff i avvannet slam settes lik tørrstoffinnholdet.

Byggherren bekoster prøvingen og laboratorieundersøkelser unntatt leverandørens kostnader ifølge ovenstående.

Besiktigelsesmannen leverer partene skriftlig rapport over prøveresultatene senest 3 uker etter prøvingen.

Rapport fra besiktigelsesmannen skal gi beskjed om styret er godkjent eller ikke. Dersom utstyret ikke godkjennes skal motiveringen angis.

1.08

Utredning vedrørende mulighet for å avvanne slammet

Både leverandør og byggherren kan forlange at det utredes om slammet kan avvannes. Slik utredning skal utføres av besiktigelsesmannen og begynne senest 1 måned etter at skriftlig krav foreligger. Utredningens formål er å klarlegge om slammet er vanskelig å avvanne, se A nedenfor, eller om levert utstyr ikke er formålstjenelig, se B nedenfor. Respektive part svarer for egne kostnader i forbindelse med utredningen. Leie for forsøksanlegget betales av byggherren dersom forsøksanlegget gir dårligere resultat enn levert utstyr og i motsatt fall av leverandøren.

Utredningen vil omfatte:

- A. Flokkuleringsforsøk med tilført slam.
- B. Sammenlignende avvanningsforsøk.

A. Flokkuleringsforsøk

Det undersøkes ved tilsetting av kjemikalie(r) om tilført slam kan fnokkes og i hvilken grad.

Dersom det viser seg at fnokker ikke dannes skal byggherren forbedre slammets evner hvoretter flokkuleringsforsøk utføres på ny. Dersom fornyede forsøk ikke gir fnokkdannelse skal avvanningsutstyret godkjennes uansett hvilket prosessresultat som oppnås. Forbedringsarbeidene skal være avsluttet senest 2 måneder etter utredningens begynnelse.

Gir forsøkene fnokkdannelse utføres sammenlignende avvanningsforsøk ifølge nedenstående.

B. Sammenlignende avvanningsforsøk

Sammenlignende avvanningsforsøk utføres med forsøksanlegg (ikke laboratoriemålestokk) av type og fabrikat som var tilgjengelig på markedet ved anbudstidens utløp.

Sammenlignbar prøving utføres samtidig med forsøksanlegg og levert utstyr.

Besiktigelsesmannen gjør en økonomisk vurdering som vil være avgjørende for sammenligningen. Det vil ikke bare bli tatt hensyn til drifts- og deponeringskostnader, men også til anleggenes kapitalkostnader. Tiden for forsøk og vurdering maksimeres til 3 måneder og skal være avsluttet senest 6 måneder etter at leverandøren skriftlig har forlangt avvanningsforsøk.

Viser det seg at levert utstyr gir en økonomisk fordelaktig avvanning i forhold til forsøksanlegget, eller om garantier ifølge 1.02 oppnås, vil levert utstyr bli godkjent..

1.09

Tiltak ved ikke godkjent utstyr

Dersom utstyret ikke godkjennes på grunn av at garanterte verdier ikke oppnås har leverandøren rett til å utbedre eller forandre utstyret på egen bekostning. Utbedringsarbeidene må være avsluttet innen 6 måneder hvoretter kalles til ny prøving. Leverandøren bekoster fornyet prøving innen 60 dager etter innkallelsen. Dersom leverandøren ikke utfører utbedringsarbeider eller fornyet prøving ikke gir godkjent resultat gjelder følgende:

Levert utstyr fjernes etter byggherrens ønske dersom angitte garanterte verdier ikke oppnås, og i tillegg et forsøksanlegg gir en økonomisk gunstigere avvanning.

Byggherren må fremsette skriftlig krav om fjerning innen 30 dager etter at besiktigelsesmannens rapport foreligger.

Byggherren forbeholder seg rett til å leie utstyret i maks. 6 måneder etter at han har framsatt krav om fjerning.

Leiebeløpet er kr. 400.000,- pr. påbegynt måned.

Leverandøren tilbakebetaler utbetalt del av kontraktsbeløpet minsket med eventuell leiekostnad etter at utstyret er fjernet. Byggherren betaler de eventuelle skader som er forårsaket av ham, unntatt normal slitasje.

Dersom en eventuell tilbakelevering av utstyr skulle bli aktuell, aksepterer leverandøren å ta tilbake filterpressene med kringutstyr.

Vedrørende øvrig utstyr, aksepterer leverandøren å ta tilbake det utstyr som det ved nærmere diskusjoner med byggherren viser seg umulig å anvende for annet avvanningsutstyr.

V E D L E G G 2

Program for funksjonstesten

PROGRAMFORSLAG FOR FUNKSJONSPRØVING

AV MEMBRAN-KAMMERFILTERPRESSER

VEAS OKTOBER 1983.

Siv.ing. L.Vråle

10.10.1983

- 1.0 INNLEDNING
- 2.0 PRESENTASJON AV FUNKSJONSGARANTI
- 3.0 TIDSPROGRAM FOR TESTPERIODER
- 4.0 METODE OPPLEGG MÅLEUTSTYR PRØVETAKNING
OG ANALYSER.
- 5.0 GJENNOMFØRING AV FUNKSJONSTESTEN.
- 6.0 RAPPORTERING

1.0 INNLEDNING.

Det er tidligere gjennomført en godkjent funksjonsprøve som viste at pressenes kapasitet ikke kunne godkjennes.

Etter siste funksjonstest i mars 1983 er det foretatt en rekke forandringer både med hensyn til pressenes kring-
utrustning og mulighetene for overvåkning av presse-
kapasiteten. Endringene på pressene kan deles opp i to
hovedgrupper. Den ene gruppen er tiltak som har redusert
mulighetene for å skade pressene som gjør at regulariteten
bør øke. Disse tiltakene har senket pressekapasiteten
ytterligere. Den andre gruppen er tiltak som har øket
pressekapasiteten. Funksjonstest nr. 3 vil avgjøre
nettoeffekten av tiltakene.

2.0 PRESENTASJON AV FUNKSJONSGARANTI:

Pressekapasiteten som fremgår av garantitabellene er utdrag av kontinuerlig kapasitetskurver.

1.02 Garantidata

Garantidata for hver av 3 stk Lastapresser, 2000 x 2000 mm med 40 kammere, fremgår av etterfølgende tabell. Etter kondisjonering forutsettes CST/TS= 15 sekunder, dvs. for 2% TS blir CST = 30 sek., for 4% blir CST= 60 sek. osv.

TS i innk.	%	2,0	2,0	2,0	2,5	2,5	2,5
TS i kaken inkl. kalk	%	>35	>30	>30	>35	>30	>30
Kalkdos. i for-tykkere	% av TS	11	11	11	11	11	11
Kalkdos. for kondisjonering	% av TS	9	9	27	9	9	19
Jernkl.dos. for kondisjonering	% av TS	0	0	0	0	0	0
Filterbelastning slamtørrstoff	kg/m ² /h	1,5	1,9	2,85	2,0	2,40	2,85
Effektiv filterareal	m ²	768	768	768	768	768	768
TS pr. time (h)	kg/h	1.152	1.459,2	2.188,8	1.536	1.843,2	2.188,8
TS pr. 16h	kg/16h	18.432	-	35.020,8	24.576	29.491,2	35.020,8
TS pr. uke/7 døgn	tonn/uke	129,0	-	245,1	172,0	206,4	245,1
TS pr. år	tonn/år	6.727,7	-	12.782,6	8.970	10.764,3	12.782,6
m ³ pr. time (h)	m ³ /h	57,6	-		61,4		
m ³ pr. 16h	m ³ /16h	921,6	-	1.751,0	982,4	1.179,6	1.400,8
m ³ pr. uke/7 døgn	m ³ /uke	6.451,2			6.876,8		
m ³ pr. år	m ³ /år	336.384			358.576		
Avskillingsgrad	%	>99			>99		
Fylltid + pressing	min.	18			18		
Div.tid	min.	8,5			8,5		
Total syklustid	min.	26,5			26,5		

TS i innk.	%	3,5	3,8	4,5	5,5		
TS i kaken inkl. kalk	%	>39	>39	>39	>39		
Kalkdos. i for-tykkere	% av TS	11	11	11	11		
Kalkdos. for kondisjonering	% av TS	9	9	9	9		
Jernkl.dos. for kondisjonering	% av TS	0	0	0	0		
Filterbelastning slamtørrstoff	kg/m ² /h	3,0	3,3	4,0	5,0		
Effektiv filterareal	m ²	768	768	768	768		
TS pr. time (h)	kg/h	2.304	2.534	3.072	3.840,0		
TS pr. 16 h	kg/16h	36.864	40.544	49.152	61.440		
TS pr.uke/7 døgn	tonn/uke	258,0	283,8	344,1	430,1		
TS pr. år	tonn/år	13.455,4	14.798,6	17.940,5	22.425,6		
m ³ pr.time (h)	m ³ /h	65,8	66,7	68,3	69,8		
m ³ pr. 16h	m ³ /16h	1.052,8	1.067,2	1.092,8	1.116,8		
m ³ pr.uke/7 døgn	m ³ /uke	7.369,6	7.470,4	7.649,6	7.817,6		
m ³ pr. år	m ³ /år	384.272	389.528	398.872	407.632		
Avskillingsgrad	%	>99	>99	>99	>99		
Fylltid + pressing	min.	19	19	20	20		
Div. tid	min.	8,5	8,5	8,5	8,5		
Total syklustid	min.	27,5	27,5	28,5	28,5		

tabellen er driftstiden 16 timer bruttotid, dvs. inkludert spise-
pauser, gangtider m.v. Kalkdoseringen er angitt som 100%-ig ren Ca (OH)₂.
Filterbelastning er angitt som slamtørrstoff uten kondisjoneringsmiddel
ved kontinuerlig drift.

3.0 TIDSPROGRAM FOR TESTPERIODER.

Funksjonstesten starter mandag 10.oktober kl. 0800 og kan pågå inntil 30 dager slik at onsdag 9.november kl. 0800 kan bli siste dag. Testen deles opp i trinn med de korteste tidsperiodene til å begynne med, slik at maksimale pressekapasitetene kan avklares relativt tidlig.

Alle kapasitetene, altså m^3 /tidsenhet og kg T.S/ tidsenhet relateres tilbake til mengde pr. time. Pressenes arbeidsperiode som legges til grunn for kapasitetsberegningene kan ta utgangspunkt i følgende tidsperiodetrinn:

- 1) Kapasitet pr. syklus.
- 2) Gjennomsnittskapasitet for ca. 6 - 10 sykluser (overvåkes i løpet av normal arbeidstid)
- 3) Gjennomsnittskapasitet for 16 timer som er ett normal døgn.
- 4) Gjennomsnittskapasitet for hver uke.
- 5) Gjennomsnittskapasitet for alle tre ukene.

Besiktigelsesmannen kan endre opplegget etter konferanse med byggherre og leverandør om spesielle grunner tilsier dette og forbeholder seg også retten til å ekskludere enkelte perioder, hvis datagrunnlaget av en eller annen grunn skulle vise seg å være usikkert.

På grunn av at det nå er installert en ny filtratvannstank slik at alle pressene har hver sin, kan alle tre pressene kjøres samtidig og uavhengig av hverandre. Dette gir grunnlag for at både pressene og tilhørende avvanningsutstyr i hall 17 kan undersøkes med hensyn på maksimale kapasitets forhold. Leverandøren står derfor fritt til å få maksimal ytelse ut av pressene i hele prøveperioden.

Det forutsettes at pressene ikke tømmer anlegget for slam slik at driften må begrenses av den grunn. Testen skal imidlertid fortsette med alle presser så lenge det finnes slam i anlegget ned til 2,0% TS i tørrstoffkonsentrasjonen.

Kjøreprogrammet blir derfor at alle 3 pressene skal arbeide fra kl. 0800 mandag 10.oktober og 16 timer pr. døgn, også lørdag og søndag inntil 30 døgn i alt.

Testperiodene for pressekapasitet blir følgende:

Periode nr.	Type periode	Utføres
1	6 - 10 sykluser	mandag 10.oktober
2.	16 timers døgn	tirsdag kl. 0800 - onsdag kl. 0800.
3.	7 dagers uke á 16 timer pr. døgn	uke 41
4.	7 " " " " "	uke 42
5.	7 " " " " "	uke 43
6.	7 " " " " "	uke 44

Beregning av maksimal pressekapasitet.

Hensikten med periode 1 og 2 er å få et hurtig bilde av pressenes maksimale pressekapasiteter. I disse beregningene vil unormal stans ikke telle med i pressetiden når kapasitet pr. time beregnes. Pressenes pausetid vil nå ikke være noe problem, fordi alle nå kan gåruavhengig av hverandre og trenger ikke lenger å vente på hverandre. Arbeidstiden vil bli definert som tiden for antall hele sykluser innenfor testperioden.

Hvis det viser seg at pressene ikke klarer pressekapasiteten i disse periodene vil de heller ikke klare kravet når eventuelle uhell som følge av dårlig funksjonsdyktighet skal spille inn (senker regulariteten) og trekker pressenes arbeidstid ut.

Besiktigelsesmannen avgjør om pressene har klart kapasitetskravene pr. time som vist i garantitabellen og avgjør om funksjonsprøvingen skal fortsette eller avbryes.

Beregning av gjennomsnittlig pressekapasitet,

I periodene 3, 4, 5 og 6 beregnes gjennomsnittlig pressekapasitet for 16 timers drift for alle ukedagene. Normalt vedlikehold gjøres som før. Normalt vedlikehold som krever full stans av pressene hvis noe slikt skulle forekomme utføres på dagtid. Reglen er at hver presse alikevel nå klare 16 timer døgndrift. Hver dags totale syklustid og arbeidstid for pressene kan kontrolleres ved hjelp av trykkendetellere. Hvis noen av pressene stanser på grunn av unormale forhold vil denne delen av 16 timers perioden bli innregnet i arbeidstiden, slik at den gjennomsnittlige pressekapasiteten som også fremgår av garantitabellen må være lik eller høyere enn kapasitetskravet.

METODEOPPLEGG, MÅLEUTSTYR, PRØVETAKING OG ANALYSER.

Slammengde målinger

Slammengder inn i hver enkelt presse.

Slammengdene som presses i hver enkelt presse måles på grunnlag av filtratvannsmengde oppsamlet i filtratvannstankene. Hver presse har nå sin egen tank hvor filtratvannsnivået og derved filtratvannsvolum og gastighet kan overvåkes. Dette nivået overvåkes automatisk med registrering på skriver. Slammengden inn i pressen vil bli bestemt på følgende måte:

$$V_1 = \text{Volumfiltratvann fra slaminnpumpningsfasen} \\ + \text{maksimalt kammerfiltervolum (3377 liter)}$$

Den filtratvannsmengden som blir blåst ut av filtratvannsslangene som ligger med motfall legges til den totale mengden slik at mållinjene blir korrekte dersom det ikke viser seg at mengdene er neglisjerbare.

Den totale filtratvannsmengde kan også benyttes, men man må da kjenne det redusert kammerfiltervolumet etter kompresjonsfasen. Tidligere er også nivået i kondisjoneringstanken forsøkt benyttet til beregning av slam-mengden inn i pressene. Dette er imidlertid vanskeligere fordi endel sykluser ødelegges av over-

pumping fra fortykker og dessuten vil alle pressene hente sitt slam fra samme kondisjoneringstank, slik at slammengden til hver enkelt presse ikke kan skilles. Tidligere undersøkelser har vist god overenstemmelse mellom slammengder målt på basis av filtratvannsmengde fra slaminnpumpning + maksimalt kammerfiltrervolum og slammengder fra kondisjoneringstanken.

Slammengder totalt inn i avvanningshallen.

For de lengre tidsseriene som gjelder på ukebasis vil slammengdemålerne som registrerer mengde overpumpet slam fra fortykkerne til avvanningshallen og som nylig er utskiftet og kalibrert, bli benyttet for antall m^3 slam pr. uke som er presset unna. Mengde kalkslurry-volum vil også bli registrert slik at bruttovolum kan beregnes. Disse volumene vil bli sammenlignet med slammengde beregnet fra filtratvannsmengder for hver individuell presse for samme tidsperiode.

Slammets tørrstoffkonsentrasjon før kalktilsetning.

Slammets tørrstoffkonsentrasjoner fra fortykker før kalkdosering blir målt fra automatiske slamprøvetakere som tar prøver av slammet for hver overpumpning. Hver overpumpning varer ca 20 minutter og det tas 5 - 10 delprøver mens pumpene går. Disse slamanalysene anvendes som basis for TS i innkommet slam, som angitt i garantitabellen.

Slammets tørrstoff konsentrasjon etter kalktilsetning.

Det er nå også installert automatiske slamprøvetakere på slammerørret for hver av de tre pressene. Analysene fra disse prøvene vil bli representative for det slammet pressene har arbeidet med. Disse tre prøvetakningspunktene skal gi samme resultat fordi slammet nå vil bli tatt kunn fra en blandetank og hvor bare ett kalkdoseringssystem er i bruk. Ved de tidligere funksjonstestene ble begge blandetankene og to forskjellige kalkdoseringssystemer benyttet.

Kontroll av kalkdosering.

Volumet av kalkslurry som doseres til slammet ved hver overpumping måles i elektromagnetiske målere og registreres automatisk i datasystemet. Disse målerne er kalibrert og mengdene vil bli benyttet som basis for beregning av kalkdoseringen.

Slurrykonsentrasjonen vil bli overvåket ved at det installeres en automatisk prøvetaker på rundpumpesløyfen umiddelbart før doseringspunktet. Mulighetene for å installere en karusell slik at det kan tas hyppigere separate prøver av kalkslurryen vurderes.

Kalkdoseringen blir beregnet på grunnlag av kalkslurrymengden og konsentrasjonen i blandprøven.

Slamprøvene fra før og etter blandetanken analyseres også på kalsium slik at eventuelle avvik i kalkdoseringen kan bli kontrollert.

Kalkdoseringen skal i følge garantitabellen være 20% og besiktelsesmannen forutsetter at dette doseres i blandetanken slik tidligere praksis har vært. Kalkdoseringen beregnes som prosent vekt Ca(OH)_2 (100%-ig ren vare) ut fra dosert kalk i forhold til tørrstoffmengden fra slammet slik det kommer fra fortykkeren.

Ved beregning av kalkdosering ut fra analysene før og etter dosering blir det automatisk tatt hensyn til 100%-ig ren vare. VEAS har for egen regning installert doseringsutstyr som kan dosere kalken langt mer nøyaktig enn det opprinnelige utstyret. Begge parter er enige om at konsentrasjonen skal være så nær 20% Ca(OH)_2 i forhold til tørrstoffet fra fortykker som mulig, men besiktelsesmannen avgjør om toleransegrensene overskrides og om noen data må ekskluderes.

Kontroll av avvanningsegenskaper i kondisjonert slam.

Garantitabellen setter krav til slammets avvanningsegenskaper ved at kondisjonert slam skal ha $\text{CST/TS} \leq 15$ sekunder. Det vil daglig bli tatt stikkprøver av slammet for kontroll av denne parameteren. Det tas 1 prøve av CST/TS av hver overpumping på dagtid. Når CST måles tas det 3 målinger etter hverandre hvor gjennomsnittet blir tellende.

Kontroll av tørrstoffkonsentrasjon i slamkaken.

TS% i slamkake måles fra stikkprøver av slamkake tatt ut fra transportbånd under hver av pressene. Gjennomsnittet av flere stikkprøver vil bli lagt til grunn for å se om tørrstoffkonsentrasjonen er over kravet.

Det kan bli aktuelt også å ta prøver fra slamlasset men disse målingene vil bare bli benyttet som kontroll da tidligere praksis viser at TS konsentrasjonen er vanligvis noe lavere, sannsynligvis på grunn av H₂O utskillelse fra biologisk aktivitet.

Kontroll av slamvannskvalitet og avskillingsgrad

Det tas automatiske døgnblandprøver av filtratvannet fra pressene for bestemmelse av avskillingsgrad.

Kontroll av pressenes syklustid, totale arbeidstid og antall sykluser.

Det er installert trykkende tellere for hver presse. Tellerne mottar en puls hver gang en presse starter slampumpingen. Dette tidspunktet registreres automatisk og skrives ut. Differansen mellom hvert tidspunkt beskriver total syklustid og totaltid fra første syklus etter kl. 0800 til siste syklus, pluss tilhørende tid for siste syklus gir pressens totale arbeidstid. Denne tiden er svært viktig for å beregne total arbeidstid. Endringer i syklustiden pr. presse kan avleses og likeså antall sykluser innenfor hvert enkelt tidsrom.

Analyser for funksjonstesten

Besiktigelsesmannen forbeholder seg retten til å endre analyseopplegget om dette skulle vise seg nødvendig, men forandringer må konfereres ned byggherre og leverandøren.

Slam fra fortykker.

Blandprøvetakerne for slam fra fortykker på vei til avvanningshallen gir en døgnblandprøve pr. døgn i de 2 døgnene funksjonstesten varer. Det er to prøvetakere for hver slamlinje som begge

er i funksjon. Det vil si at hvis begge linjene skal kjøres tas 56 døgnblandprøver av slammet ialt. I tillegg tas det ut en prøve for de 6 - 10 syklusene den første dagen slik at det i alt blir 58 døgnblandprøver.

Disse prøvene analyseres for følgende parametere.

For hver prøve :

1. Total tørrstoff %
2. Glødetap % av TS
3. Kalsium mgCa/l eller % av TS-
4. Jern mg Fe/l

Hyppigheten av jernanalysen kan reduseres etter hvert hvis den viser seg å være svært stabil.

Overskuddsmengder av døgnblandprøver fra fortykket slam fra begge slamlinjene benyttes til å lage en ukeblandprøve av slammet. Disse prøvene kan bli analysert for andre parametre slik at slammet kan karakteriseres bedre for sammenligning av andre og senere undersøkelser.

Det vil bli vurdert å inkludere analyser som avklarer om fiber- og fille-innholdet i prøvene er spesielt stort.

Prøver fra kondisjonert slam.

Disse prøvene tas også med automatiske prøvetakere, og gir 3 prøver pr. døgn som skal være slam av samme type. De første døgnene tas det daglig prøver fra alle tre punktene. Avhengig av hvor like resultatene er vil analysene bli begrenset etter hvert. Hvis alle prøvetakningsstedene skal tas for hele perioden blir analyseomfanget meget omfattende. Det kan altså maksimalt ble $3 \times 29 = 87$ prøver ialt. Det sier seg selv at dette må begrenses, men resultatene får vise hvor mye.

Det tas noen av de samme analysene som i råslammet, men de daglige prøvene begrenses.

For hver prøve:

1. Total tørrstoff.
2. Kalsium mgCa/l eller % av TS

Prøver av slamkakene.

Det tas 5 stikkprøver fra transportbåndet fra hver presse pr. døgn, 15 prøver ialt pr. døgn.

Disse prøvene analyseres kun med hensyn på:

1. Total tørrstoff.

Det er ønskelig om det tas kaliumanalyse på noen av slamkakene.

Analyser av filtratvannskvalitet.

Døgnblandprøvene av filtratvannet fra hver av pressene analyseres men hensyn på følgende parametere:

Hver dag:

1. Suspendert tørrstoff mg/l

2. Alkalitet mekv/l

I tillegg er det ønskelig om det tas total tørrstoff og kalsium analyser på noen av prøvene.

Analyser av kalkslurry.

Det blir daglig tatt ut en blandprøve av kalkdoseringssløyfen. Disse prøvene analyseres på følgende parametere:

- Hver dag:
1. Kalsium mgCa/liter må tas.
 2. Total tørrstoff.

Det er også muligheter for at man installerer en karusell som tar hyppigere prøver. Disse vil bare sporadisk bli analysert for tørrstoff og kalsium. Sentrifugering av kalkslurryen kan være ett alternativ for å spore svikt i kalkslurrykonsentrasjonen.

GJENNOMFØRING AV FUNKSJONSTESTEN.

Funksjonstesten starter opp mandag 10.oktober kl.0800 under forutsetning av at tørrstoffprosenten i slammet fra fortykker er lavere enn 5,5% og de øvrige betingelsene tilfredsstilt.

Slammet pumpes til én blandetank (sannsynligvis hovedlinjen) fra alle 2 slamfortykkerne etter VEAS vanlige pumpeprogram. Alle pressene arbeider uavhengig av hverandre og benytter det samme kondisjonerte slammet hele perioden igjennom. Kapittel 3 viser oppdelingen i de ulike testperiodene. Pressene skal altså gå 7 dager i uken ca. 16 timer pr. dag.

Leverandøren skal ha driften av pressene, mens funksjonstesten pågår. Alle 3 pressene skal gå 7 dager i uken 16 timer pr. dag så lenge det er slam med 2,0% TS i renseanlegget. Hvis pressene klarer å tømme anlegget for slam ned til denne grensen kan en eller flere av pressene stanses. Det forutsettes at pumpeprogrammet for slam justeres slik at det er mulig å hente slam med tørrstoffkonsentrasjon ned til denne grensen.

Både leverandøren og byggherren ønsker å være til stede de 16 timene pressene er i drift. Normalt daglig vedlikehold utføres av leverandøren. Optimaliseringer slik som endring av syklustider etc. bør skje på dagtid kl. 0800 til 1530. Justeringer og mindre reparasjoner og vedlikehold som VEAS normalt også ville ha utført foretas også på dagtid. Større og unormale justeringer og reparasjoner og havarier som oppstår etter kl. 1530 som normalt ville ha ført til stans på pressen til neste dag skal ikke utføres utenom normal arbeidstid med mindre alle parter er enige om dette. Alle endringer, reparasjoner etc. som oppstår mens funksjonstesten pågår skal skrives opp i funksjonstestens driftsprotokoll.

Besiktigelsesmannen vil gjennom de trykkende fellerne som viser pressenes arbeidstid, ha full kontroll over pressenes netto arbeidstid. Målsetningen er at pressene skal gå 16 timer pr. dag. Den virkelige driftstiden kan avleses og vil bli benyttet ved beregning av volum og tørrstoff-kravet pr. time for hver presse. Hvis det skjer driftsavbrudd i pressetiden må besiktigelsesmannen ta stilling til om avbruddet skyldes normalt og avtalt avbrudd, eller unormalt driftsavbrudd, altså om regulariteten har sviktet. Hvis det siste er tilfelle må besiktigelsesmannen ta med den tapte tiden som tapt pressetid som fører til

lavere gjennomsnittskapasitet. Det vil derfor hele tiden være mulig å beregne pressekapasitet med og uten driftsavbrudd som følge av unormal stans.

Besiktigelsesmannen skal ha tilgang på alle de opplysningene han ber om når de foreligger. Besiktigelsesmannen tar forbehold om endringer når praktiske forhold tilsier at det er nødvendig. Han skal kunne stå fritt i å avbryte funksjonstesten både ut fra resultater som viser at pressene eventuelt ikke klarer kapasitetskravene, og at de klarer kravene over en betryggende og kontrollert periode.

Det kan foreksempel vise seg fornuftig å trappe ned analyseomfanget hvis kapasitetskravene foreksempel over de første 2 ukene oppfylles. Det kan derimot være aktuelt å følge pressene for hele perioden for å studere regularitetsproblemene.

RAPPORTERING.

Besiktigelsesmannen leverer partene skriftlig rapport over prøveresultatene senest 3 uker etter avslutning av funksjonstesten. Det vil si mandag 28.november.

L. Vråle

V E D L E G G 3

Kontroll av tre ulike metoder
for presset slam utført 27.10.83.

VEDLEGG 3. KONTROLL AV TRE ULIKE METODER FOR PRESSET SLAM UTFØRT 27.10.83.

Det ble reist tvil fra GVS om vår metode for presset slamvolum fikk med seg alt. De mener blant annet at filtratvannet i rillesystemet i kammerplatene ikke kommer ut før under kompresjonsfasen. Dette kan dreie seg om 584 liter pr. syklus.

For å teste de totale volumene inn og ut av pressen gjennomførte GVS og besiktelsesmannen en undersøkelse av de forskjellige metodene den 27.10.83. Presse 3 ble benyttet ved forsøkene. Slamvolum inn, filtratvann ut og slammekkevekt ble undersøkt.

Metode 1

Nivå differansen i kondisjoneringstanken (174,0 - 104,2) cm = 69,8 cm.

Dette gir et volum inn på: $69,8 \cdot 138,7 = 9681$ liter

Minus "coreblow" som går til sandfang: 197 liter

Netto inn i pressen fra kond.tank: 9484 liter

Metode 2

Filtratvann ut av pressen totalt:

Nivå differansen i filtratvannstanken: (161 cm) totalt fra før start til slutt blir volum filtratvann totalt: $(161 \cdot 53,1)$ cm = 8549 liter

Vekt og volum av kakene fra syklusen:

Det ble tatt ut en og en kake fra pressen. Kakene ble veid hver for seg. På grunn av relativt store variasjoner fra kake til kake ble det veid 14 separate kaker ialt.

Kake fra kammer nr	Vekt i kg
5	30,20
7	28,85
16	29,50
17	24,95
21	31,64
29	27,95
30	27,02
31	26,70
32	31,60
35	28,06
37	28,35
38	29,24
39	29,36
40	27,90

Gjennomsnitt: 28,66 kg

	TS %	Romvekt gram/ml slamkake
1	43,00	1,299
2	43,88	1,252
3	34,80	1,242
Gj.snitt	40,56	1,264

Total kake vekt: $28,66 \text{ (kg)} \cdot (40) = \underline{1146 \text{ kg}}$

Volum alle 40 kakene: 906,9 liter

Metode 3

Filtratvannsvolum + 117 + 3377 = slammengde inn.

Skriveren viste 63,5 mm inn for 161 cm som gir en skalafaktor på 2,535. Antall mm utslag på skriver ved knekkpunkt på filtratvannskurven hvor filtratvannet fra matefasen er oppsamlet er 44 mm. Filtratvannsvolum fra matefasen:

$$\begin{array}{r} 44 \cdot 2,535 \cdot 53,1 = 5924 \text{ liter} \\ + 117 \text{ " } \\ + 3377 \text{ " } \\ \hline \underline{\underline{9417 \text{ liter}}} \end{array}$$

OPPSUMMERING

Metode 1. Nettovolum inn i pressen beregnet fra kondisjoneringstank:	<u>9484 liter</u>
Metode 2. Totalt volum filtratvann ut av pressen:	8549 liter
+ kakevolum:	<u>907 liter</u>
Totalt volum inn i pressen:	<u>9456 liter</u>
Metode 3. Filtratvannsvolum fra matefasen (benyttet metode):	5924 liter
+ Utblåst i slangen:	117 liter
+ Maksimalt kammervolum:	<u>3377 liter</u>
Totalt volum inn i pressen:	<u><u>9417 liter</u></u>

KONKLUSJON: Alle tre metodene gir omtrent like store slamvolum pr. syklus.

VEDLEGG 4

VEDLEGG 4. Oversikt over totale slamvolum som er presset i alle 3 pressene i hele forsøksperioden og tilsvarende slammengder overpumpet fra fortykker.

Dato.	Slammengder beregnet fra filtratvannsvolum						Slammengder fra mengdemåler			
	Presse 1		Presse 2		Presse 3		Brutto presset slamvolum beregnet fra filtratvannsvolumet m ³	Brutto slamvolum overpumpet for-tykker + kålkemelk m ³	Coreblow til sandfang m ³	Slamvolum overpumpet fra fortykker + kalkvol. minus coreblow til sandfang m ³
	Gjenn. volum brutto/sykl. m ³ /sykl.	Antall sykl.	Brutto slamvol. m ³	Gjenn. volum brutto/sykl. m ³ /sykl.	Antall sykl.	Brutto slamvol. m ³				
10.10 - 11.10	8 849	43	380.5	8 629	46	396.9	850.0	938.7	19.4	919.3
11.10 - 12.10	8 958	49	438.9	8 985	46	413.3	1 289.7	1 311.6	28.6	1 283.0
12.10 - 13.10	9 543	50	477.2	9 410	49	461.1	1 414.5	1 494.7	29.8	1 464.9
13.10 - 14.10	10 689	40	427.6	10 605	40	424.2	1 296.6	1 314.8	24.0	1 290.8
14.10 - 15.10	11 195	33	369.4	11 022	46	507.01	1 265.1	1 301.0	22.6	1 278.4
15.10 - 16.10	11 247	5	56.2	11 027	32	352.9	779.5	805.1	19.8	785.3
16.10 - 17.10	11 067	31	343.1	0	0	0	696.5	703.1	12.4	691.0
17.10 - 18.10	10 681	31	331.1	10 722	31	332.4	1 001.3	1 019.0	18.6	1 000.4
18.10 - 19.10	10 308	8	82.4	10 144	8	81.2	496.8	487.0	10.0	477.0
24.10 - 25.10	10 126	30	303.6	10 474	30	314.2	852.2	941.0	18.0	923.0
25.10 - 26.10	10 323	31	320.0	10 535	42	442.5	1 081.9	1 083.0	21.0	1 062.0
26.10 - 27.10	10 365	32	331.7	10 557	45	475.0	1 119.2	1 117.0	21.8	1 095.2
27.10 - 28.10	9 083	47	426.9	9 329	46	429.1	1 180.2	1 186.1	26.4	1 159.7
28.10 - 29.10	9 531	40	381.2	8 950	40	358.0	1 042.2	1 011.4	24.0	987.4
29.10 - 30.10	8 143	40	325.7	8 799	39	343.2	974.7	984.2	23.6	960.6
30.10 - 31.10	7 572	40	302.9	8 493	41	348.2	954.5	995.6	24.2	971.4
31.10 - 01.11	8 915	33	294.2	9 058	35	317.0	895.0	937.2	20.4	916.8
01.11 - 02.11	9 274	30	278.2	10 184	30	305.5	860.9	885.7	17.8	867.9
02.11 - 03.11	7 774	35	272.1	10 058	28	281.6	812.3	827.2	18.2	809.0
03.11 - 04.11	10 092	28	282.6	10 295	28	288.3	833.1	863.2	16.8	846.4
04.11 - 05.11	9 802	27	264.6	9 859	28	276.1	780.6	800.3	16.4	783.9
05.11 - 06.11	7 211	31	223.5	9 552	28	267.4	708.0	724.7	16.8	707.9
06.11 - 07.11	6 227	28	174.3	8 301	28	232.4	580.6	600.3	15.8	584.5
07.11 - 08.11	6 647	28	181.1	7 957	28	222.8	617.1	634.9	16.8	618.1
08.11 - 09.11	7 129	28	199.6	8 070	27	217.9	629.3	647.4	16.6	630.8

VEDLEGG 5. KONTROLL AV PRØVETAKNINGSSYSTEMET PÅ RÅSLAMMET.

Råslammet tørrstoffkonsentrasjoner analyseres på prøver av slammet tatt ved hjelp av automatiske slamprøvetakere. Slamprøven tas fra to ledninger, en fra fortykker 1 og 2, og en fra fortykker 3 og 4. Slamledningene munner ut i en felles ledning rett før tømming i kondisjoneringstanker, hvor kalken tilsettes. Prøvetakere består av hylseventiler som lukkes ved hjelp av trykkluft. Trykkluften styres av en tidsreleer som åpner og lukker ventilen og med pausetid for ny åpning. Ventilene åpnes bare når slampumpene er i drift.

Ved tidligere funksjonstester ble det tatt prøver av slammet ca. hvert 4 minutt, mens overpumpningen pågikk. Det ble da hentet slam bare fra en av de 4 fortykkerne. Senere er pumpeprogrammet ved VEAS endret slik at det pumpes slam fra alle 4 fortykkere etter tur for hver eneste overpumping. Dette fører til svært store svingninger i tørrstoffkonsentrasjonene mens overpumpningen pågår, og stiller store krav til prøvetakningssystemet. Prøvetakningshyppigheten ble derfor økt slik at det tas prøve hvert 1-2 minutt. Imidlertid var tidsreleene slik innstilt at det tas prøve på etterskudd, altså etter at pausetiden utløper. Siden tørrstoffkonsentrasjonen alltid er størst til å begynne med vil systemet konsekvent ta prøver med lavere gjennomsnittlig tørrstoffkonsentrasjon i prøvene. Det ble derfor gjennomført to kontrollundersøkelser av slamprøvetakningsmetoden for to separate slamoverpumpninger. Det ble tatt parallelle prøver kontinuerlig ved å ta ut en konstant slamstrøm fra slamledningen opp i en egen tønne. Denne store slamprøven ble omrørt med padleåre og prøvene fra begge systemene fra hver av ledningene ble sendt til analyse.

VEAS har også automatiske T.S.-målere på de samme prøvetakningsstedene. Resultatene fra disse målerne ble også avlest fra datasystemet og sammenlignet.

Resultatene av målingene er vist i nedenforstående tabell. Resultater for tørrstoffkonsentrasjoner i 3 ulike prøvetakningssystemer ved metode kontroll 13.10 og 14.10.

Tid	Prøvetaknings- sted og tid	Tørrstoffkonsentrasjoner %			Overpumpet slammengde		Prosent forhold %	
		Kontinuerlig prøvetaking i tønne	Automatisk satsvis prøvetaking	T.S. måler- logg	m ³	%ford.	Prosentvis høyere T.S. i kontinuerlig p.t. enn i automatisk	Prosentvis avvik i T.S. i logg kontra automatisk prøvetaking
13.10	QT2 for 1+2	4,47	4,31	5,38	10	37%	+ 3,7%	+ 24,8
	QT3 for 3+4	5,13	4,84	4,39	17	63%	+ 6,0%	- 9,3
	Veid middel	4,89	4,65	4,72	27	100%	+ 5,2%	+ 1,5
14.10	QT2 for 1+2	3,85	3,73	3,43	25,2	43%	+ 3,2%	- 8,0
	QT3 for 3+4	5,14	4,84	4,10	33,7	57%	+ 6,2%	- 15,3
	Veid middel	4,59	4,36	3,81	58,9	100%	+ 5,3%	- 12,6

Konklusjonene fra metodeundersøkelsene 13.10 og 14.10 er at T.S.-målingene tatt på prøver med kontinuerlig overpumpning og fra automatisk prøvetaker som inngår i funksjonstesten stemmer relativt bra. Kontinuerlig prøvetaking viser imidlertid konsekvent høyere verdier ca. 5 % i gjennomsnitt for begge målepunktene. Forklaringen er sansynligvis en kombinert effekt av at hovedprøvetakeren tar prøver på etterskudd og at den kontinuerlig prøvetakeren har uttak av slamledningen i bunn av ledningen. De automatiske prøvetakerne har uttaket midt på ledningen for å unngå bare å ta det tykkeste slammet i ledningen.

Det er interessant å merke seg at forskjellen er størst på QT3. Årsaken kan være lenger horisontal ledning fram til kontinuerlig prøvetaking i bunn. Hvis dette er årsaken vil kontinuerlig prøvetaking gi noe for høye verdier. Det kan derfor være viktig å benytte den differansen som finnes på QT2 målepunktet.

Ut fra disse målingene vil T.S. fra fortykket slam bli øket med 4 % for å kompensere for etterskuddsprøvetakingen. For del 2 av funksjonstesten som startet 24.10 er dette ikke nødvendig fordi tidsreleene ble ombygget 20.10 slik at prøvene tas før pausetiden. Ny test utføres for kontroll.

De automatiske T.S.-målerene viser derimot relativt store avvik. Det er usikkert om disse er riktig kalibrert. De har imidlertid vist at de registrerer endringene i T.S. Disse målerene inngår ikke i beregningene noe sted, men er av stor betydning for riktig kalkdosering.

VEDLEGG 6. Råslammets innhold av tørrstoff, organisk stoff, jern og kalsium under funksjonsprøven oktober og november 1983.

Dato	Total tørrstoff konsentrasjon %	Organisk stoff % av tot.tørrstoff	Kalsium CA % av tot.tørrstoff	Jern Fe % av tot.tørrstoff
<u>Periode 1</u>				
10.10 - 11.10	5,68	58,98	1,03	13,02
11.10 - 12.10	6,02	58,25	0,98	13,45
12.10 - 13.10	5,28	57,47	1,01	13,62
13.10 - 14.10	4,30	56,60	1,08	13,70
14.10 - 15.10	4,08	56,17	1,10	15,12
15.10 - 16.10	3,81	56,36	1,08	14,77
16.10 - 17.10	4,08	55,61	1,10	14,24
17.10 - 18.10	3,98	49,06	1,26	14,55
18.10 - 19.10	3,15	44,73	1,19	15,66
<u>Periode 2</u>				
24.10 - 25.10	4,60	51,27	0,74	16,40
25.10 - 26.10	4,54	46,78	1,34	16,45
26.10 - 27.10	4,45	47,41	1,39	17,19
27.10 - 28.10	4,72	48,93	1,33	17,45
28.10 - 29.10	4,77	51,89	1,26	16,53
29.10 - 30.10	5,18	54,50	1,20	14,96
30.10 - 31.10	5,05	55,50	1,22	15,58
31.10 - 1.11	4,71	57,15	1,26	13,94
1.11 - 2.11	5,02	58,04	1,19	15,33
2.11 - 3.11	4,78	57,88	1,05	14,19
3.11 - 4.11	4,35	58,50	1,01	13,68
4.11 - 5.11	4,42	58,86	1,14	14,00
5.11 - 6.11	4,57	59,99	1,12	12,97
6.11 - 7.11	4,97	60,24	1,10	12,52
7.11 - 8.11	5,30	60,80	1,10	12,81
8.11 - 9.11	5,57	60,80	1,14	13,34

VEDLEGG 7.

VEDLEGG 7. Beregning av prosentvis kalkdosering.

Dato	Kalsium konsentrasjon i fortykket slam	Kalsium konsentrasjon i kondisjonert slam	Beregnet * tilsett kalsium, Ca	Beregnet tilsett som Ca(OH) ₂	Tørrstoff fra fortykker	Kalkdosering % av tørrstoff fra fortykker
Periode 1	kg Ca/m ³	kg Ca/m ³	Tonn	Tonn	Tonn	
10.10 - 11.10	0,573	6,71	5,83	10,79	46,34	23,3
11.10 - 12.10	0,568	4,62	5,40	10,00	68,30	14,5
12.10 - 13.10	0,519	6,54	9,08	16,79	71,22	23,6
13.10 - 14.10	0,443	5,81	7,10	13,14	52,03	25,2
14.10 - 15.10	0,421	4,36	5,16	9,56	49,16	19,5
15.10 - 16.10	0,394	3,85	2,80	5,19	28,50	18,2
16.10 - 17.10	0,427	4,15	2,64	4,89	26,48	18,5
17.10 - 18.10	0,475	3,93	3,55	6,57	37,93	17,3
18.10 - 19.10	0,416	4,18	1,85	3,42	14,30	23,9
<u>Periode 2</u>						
24.10 - 25.10	0,335	5,73	5,10	9,44	40,07	23,5
25.10 - 26.10	0,605	5,24	5,07	9,39	45,08	20,8
26.10 - 27.10	0,611	4,92	4,47	8,27	45,66	18,1
27.10 - 28.10	0,616	5,73	6,19	11,35	50,55	22,4
28.10 - 29.10	0,594	5,40	4,91	9,09	44,03	20,6
29.10 - 30.10	0,616	6,06	5,42	10,02	46,15	21,7
30.10 - 31.10	0,594	5,83	5,27	9,74	45,50	21,4
31.10 - 1.11	0,589	5,67	4,81	8,90	40,03	22,2
1.11 - 2.11	0,584	5,73	4,60	8,51	40,76	20,9
2.11 - 3.11	0,487	5,08	3,83	7,09	36,52	19,4
3.11 - 4.11	0,438	5,30	4,23	7,82	34,32	22,7
4.11 - 5.11	0,508	4,76	3,43	6,35	32,75	19,4
5.11 - 6.11	0,497	4,59	2,99	5,54	30,43	18,2
6.11 - 7.11	0,546	4,97	2,68	4,96	27,63	17,9
7.11 - 8.11	0,578	5,67	3,26	6,04	30,74	19,6
8.11 - 9.11	0,621	6,00	3,52	6,51	32,58	20,0

* Beregningsformel: Vekt Ca = (konsentrasjon Ca i kondisjonert slam) • (volum kondisjonert slam)
 † (konsentrasjon Ca i fortykket slam) • (volum fortykket slam).

VEDLEGG 8. Slammets avvanningsegenskaper uttrykt som CST/% TS. Gjennomsnittsverdier.

Dato	Før gorator og pumper				Etter gorator og pumper			
	Antall målinger	CST sek	Tørrstoff %	CST/TS sek/%	Antall målinger	CST sek	Tørrstoff %	CST/TS sek/%
10.10 - 11.10					2	72,2	6,77	10,7
11.10 - 12.10	2	37,9	6,86	5,5	6	72,4	7,45	9,7
12.10 - 13.10	1	31,2	6,10	5,1	1	83,2	5,60	14,9
13.10 - 14.10	1	30,6	5,10	6,0	3	65,9	5,34	12,3
14.10 - 15.10					3	65,8	5,18	12,7
15.10 - 16.10					2	68,7	4,9	14,0
16.10 - 17.10					1	69,2	5,7	12,1
17.10 - 18.10					3	70,9	4,6	15,4
18.10 - 19.10					3	83,5	4,7	17,8
22.10 - 23.10					1	91,6	5,2	17,6
24.10 - 25.10					5	93,4	5,78	16,2
25.10 - 26.10	2	45,6	5,45	8,4	7	92,9	5,82	16,0
26.10 - 27.10	6	42,2	5,25	8,0	6	85,0	5,61	15,2
27.10 - 28.10	6	42,9	5,55	7,3	5	87,1	6,02	14,5
28.10 - 29.10	6	40,2	5,63	7,1	1	93,5	6,5	14,4
29.10 - 30.10	3	47,0	6,1	7,7	1	102,7	5,8	17,7
30.10 - 31.10	6	39,7	5,53	7,2	2	81,6	6,17	13,2
31.10 - 1.11	5	40,5	6,20	6,5				
1.11 - 2.11	6	39,7	5,65	7,0				
2.11 - 3.11	4	38,2	5,97	6,4				
3.11 - 4.11	6	34,9	5,61	6,2				
4.11 - 5.11	6	33,9	5,10	6,6				
5.11 - 6.11	4	38,0	5,42	7,0				
6.11 - 7.11	4	40,1	5,60	7,2				
7.11 - 8.11	5	45,8	5,98	7,7				
8.11 - 9.11	3	40,0	6,56	6,1				
Gjennomsnitt av alle verdiene		39,35	5,76	6,83		81,16	5,71	14,21
Gjennomsnitt av fellesverdiene		39,70	5,73	6,93		84,92	6,03	14,08

VEDLEGG 9.

VEDLEGG 9. Oversikt over volum slam som presses pr. syklus i gjennomsnitt pr. døgn.

Dato	Presse 1		Presse 2		Presse 3	
	Brutto volum liter/sykl.	Netto volum* liter/sykl.	Brutto volum liter/sykl.	Netto volum liter/sykl.	Brutto volum liter/sykl.	Netto volum liter/sykl.
Periode 1						
10.10 - 6 sykluser	8849	7619	8629	7499	9077	7889
11.10 - 12.10	8958	7802	8985	7825	9115	7939
12.10 - 13.10	9543	8617	9410	8497	9523	8599
13.10 - 14.10	10689	9833	10605	9757	11120	10230
14.10 - 15.10	11195	10366	11022	10206	11432	10586
15.10 - 16.10	11247	10448	11027	10244	11577	10755
16.10 - 17.10	11067	10159	-	-	11400	10465
17.10 - 18.10	10681	9987	10722	10025	10898	10190
18.10 - 19.10	10308	9617	10144	9464	9799	9142
Periode 2						
24.10 - 25.10	10126	9372	10474	9693	9815	9084
25.10 - 26.10	10323	9465	10535	9659	9983	9153
26.10 - 27.10	10365	9518	10557	9694	9767	8969
27.10 - 28.10	9083	8202	9329	8424	8313	7506
28.10 - 29.10	8531	7785	8950	8168	7576	6913
29.10 - 30.10	8143	7372	8799	7966	7840	7098
30.10 - 31.10	7572	6853	8493	7686	7586	6865
31.10 - 1.11	8915	8085	9058	8216	8348	7572
1.11 - 2.11	9274	8502	10184	9337	9558	8763
2.11 - 3.11	7774	7180	10058	9290	9236	8530
3.11 - 4.11	10092	9320	10295	9508	9366	8650
4.11 - 5.11	9802	9076	9859	9128	8887	8228
5.11 - 6.11	7211	6627	9552	8778	8683	7980
6.11 - 7.11	6227	5767	8301	7688	7562	7003
7.11 - 8.11	6647	6072	7957	7268	7616	6957
8.11 - 9.11	7129	6441	8070	7292	7565	6836

* Netto volum = brutto volum minus kalkmelkens volum.

VEDLEGG 10.

VEDLEGG 10. Oversikt over pressenes syklustid og arbeidstid.

Dato	Periode 1				Periode 2				Periode 3				Totalt						
	Antall sykl. i testen	Arbeids- tid min	Gjenn- sykl. tid min	Totalt antall sykl.	Arbeids- tid min	Gjenn- sykl. tid min	Totalt antall sykl.	Arbeids- tid min	Gjenn- sykl. tid min	Totalt antall sykl.	Arbeids- tid min	Totalt antall sykl.	Arbeids- tid min	Totalt antall sykl.	Arbeids- tid min	Totalt antall sykl.			
10.10 - 11.10	6	163	27,2	43	1163	27,88	46	1280	8	217	27,12	8	217	22	603	27,60	97	2660	44,33
11.10 - 12.10	36	973	27,02	49	1324	27,30	46	1255	37	985	26,62	48	1277	109	2941	26,62	143	3856	64,27
12.10 - 13.10	36	972	27,00	50	1350	27,24	49	1335	37	983	26,57	50	1328	110	2963	26,57	149	4013	66,88
13.10 - 14.10	38	1092	28,73	40	1151	27,97	40	1119	35	958	27,37	40	1095	108	3029	27,37	120	3365	56,08
14.10 - 15.10	33	960	29,01	33	960	29,09	46	1338	34	989	29,09	34	971	101	2920	28,55	113	3269	54,48
15.10 - 16.10	5	148	29,60	5	148	29,97	32	959	32	968	30,25	32	968	69	2075	30,25	69	2075	34,58
16.10 - 17.10	31	959	30,90	31	959	-	0	0	0	0	-	0	0	31	960	30,97	31	960	31,98
17.10 - 18.10	31	961	31,00	31	961	30,83	31	956	31	963	31,07	31	963	93	2880	31,07	93	2880	48,00
18.10 - 19.10	8	248	31,00	8	248	28,62	8	229	34	948	27,88	34	948	50	1425	27,88	50	1425	23,75
	224	6476	28,91	290	8264	28,62	298	8471	279	7953	28,50	308	8727	724	20.755	28,50	896	25.462	424,4
Periode 2																			
24.10 - 25.10	27	817	30,26	30	907	30,37	30	909	27	803	29,74	30	893	81	2440	29,74	90	2709	45,15
25.10 - 26.10	31	946	30,52	31	946	33,07	42	1358	32	951	29,71	32	951	92	2856	29,71	105	3255	54,25
26.10 - 27.10	32	967	30,22	32	967	30,41	45	1367	32	952	29,75	32	952	96	2892	29,75	109	3286	54,76
27.10 - 28.10	37	942	25,45	47	1178	25,68	46	1175	37	933	25,21	39	981	112	2851	25,21	132	3334	55,56
28.10 - 29.10	40	959	23,98	40	959	24,86	40	995	40	956	23,90	40	956	120	2910	23,90	120	2910	48,50
29.10 - 30.10	40	961	24,02	40	961	24,28	39	947	39	921	23,61	39	921	118	2829	23,61	118	2829	47,15
30.10 - 31.10	40	966	24,15	40	966	23,49	41	963	40	950	23,75	40	950	121	2879	23,75	121	2879	47,98
31.10 - 1.11	33	982	29,75	33	982	27,80	35	973	34	971	28,56	34	971	102	2926	28,56	102	2926	48,76
1.11 - 2.11	30	1034	34,46	30	1034	34,03	30	1021	29	999	34,45	29	999	89	3054	34,45	89	3054	50,90
2.11 - 3.11	35	966	27,60	35	966	33,96	28	951	28	964	34,43	28	964	91	2881	34,43	91	2881	48,01
3.11 - 4.11	28	975	34,80	28	975	33,96	28	951	28	965	34,46	28	965	84	2891	34,46	84	2891	48,18
4.11 - 5.11	27	964	35,70	27	964	34,04	28	953	27	938	34,74	27	938	82	2855	34,74	82	2855	47,58
5.11 - 6.11	31	967	31,03	31	962	34,00	28	952	25	959	38,36	25	959	84	2878	38,36	84	2878	47,96
6.11 - 7.11	28	977	34,89	28	977	34,32	28	961	23	967	42,04	23	967	79	2905	42,04	79	2905	48,41
7.11 - 8.11	28	981	35,03	28	981	34,84	28	976	28	972	34,71	28	972	84	2929	34,71	84	2929	48,81
8.11 - 9.11	28	981	35,03	28	981	36,37	27	982	27	982	34,75	28	973	83	2936	34,75	83	2936	48,93
	515	15.385	29,78	528	15.706	30,34	543	16.434	506	15.353	30,53	502	15.312	1518	45.912	30,53	1573	47.452	790,89

VEDLEGG 11. Oversikt over brutto og netto volum pressekapasitet. m³/h.

Dato	Presse 1		Presse 2		Presse 3		Sum alle presser	
	Brutto m ³ /h	Netto m ³ /h	Brutto m ³ /h	Netto m ³ /h	Brutto m ³ /h	Netto m ³ /h	Brutto m ³ /h	Netto m ³ /h
Periode 1								
10.10 - 11.10	19,52	16,81	18,57	16,14	20,08	17,45	58,17	50,40
11.10 - 12.10	19,89	17,32	19,74	17,20	20,55	17,89	60,18	52,41
12.10 - 13.10	21,20	19,15	29,73	18,72	21,51	19,42	63,44	57,29
13.10 - 14.10	22,32	20,54	22,75	20,93	24,37	22,43	69,44	63,90
14.10 - 15.10	23,15	21,44	22,73	21,05	24,02	22,25	69,90	64,74
15.10 - 16.10	22,80	21,18	22,07	20,51	22,96	21,33	67,83	63,02
16.10 - 17.10	21,49	19,92	-	-	22,09	20,47	65,37*	60,58*
17.10 - 18.10	20,67	19,33	20,87	19,51	21,04	19,68	62,58	58,52
18.10 - 19.10	19,95	18,61	21,26	19,84	21,09	19,67	62,30	58,12
Periode 2								
24.10 - 25.10	20,08	18,58	20,69	19,15	19,80	18,32	60,57	56,06
25.10 - 26.10	20,29	18,60	19,11	17,52	20,16	18,48	59,56	54,61
26.10 - 27.10	20,58	18,90	20,83	19,13	19,70	18,09	61,11	56,12
27.10 - 28.10	21,41	19,33	21,80	19,69	19,79	17,87	63,00	56,89
28.10 - 29.10	21,34	19,47	21,60	19,71	19,02	17,36	61,96	56,54
29.10 - 30.10	20,34	18,41	21,74	19,68	19,92	18,03	62,00	56,13
30.10 - 31.10	18,91	17,11	21,69	19,63	19,16	17,33	59,76	54,08
31.10 - 1.11	17,98	16,31	19,55	17,73	17,54	15,91	55,07	49,94
1.11 - 2.11	16,15	14,80	17,96	16,47	16,65	15,26	50,76	46,53
2.11 - 3.11	16,90	15,61	17,77	16,41	16,10	14,87	50,77	46,89
3.11 - 4.11	17,40	16,07	18,19	16,80	16,31	15,06	51,90	47,93
4.11 - 5.11	16,47	15,25	17,38	16,09	15,35	14,21	49,20	45,55
5.11 - 6.11	13,94	12,81	16,86	15,49	13,58	12,48	44,38	40,78
6.11 - 7.11	10,72	9,93	14,51	13,44	10,79	9,99	36,02	33,36
7.11 - 8.11	10,66	9,74	13,70	12,51	13,16	12,02	37,52	34,27
8.11 - 9.11	12,21	11,03	13,31	12,02	13,06	11,80	38,58	34,86

* Omregnet til tre presser.

VEDLEGG 12.

VEDLEGG 12. Oversikt over kapasitetskrav for hvert døgn ut fra råslam fra fortykker, prosent kravoppyllelse og totale pressekapasiteter.

Dato	* interpolering										% kravoppyllelse for hver presse			Sum brutto volum kapasitet	Sum netto volum kapasitet	Sum brutto TS kapasitet minus kalk-TS	Sum netto TS kapasitet
	Tørrestoff konsentrasjon i råslam fra fortykker	%	Volum pressekapasitet 3 presser	m ³ /h *	Kravoppyllelse totalt	%	Volum pressekrav pr. presse	m ³ /h	1	2	3	%	m ³ /h				
Periode 1																	
10.10	5,68	69,8	69,8	72,2	23,26	72,3	69,4	75,0					58,17	50,40	3304	2863	
11.10 - 12.10	6,02	69,8	69,8	75,1	23,26	74,5	73,9	76,9					60,18	52,41	3622	3155	
12.10 - 13.10	5,28	69,47	69,47	82,5	23,16	82,7	80,8	83,9					63,44	57,29	3349	3024	
13.10 - 14.10	4,30	67,84	67,84	94,2	22,61	90,8	92,6	99,9					69,44	63,90	2985	2747	
14.10 - 15.10	4,08	67,34	67,34	96,1	22,45	95,5	93,8	107,0					69,90	64,74	2852	2641	
15.10 - 16.10	3,81	66,7	66,7	94,5	22,23	95,3	92,3	96,0					67,83	63,02	2584	2401	
16.10 - 17.10	4,08	67,34	67,34	90,0	22,44	88,8	-	91,2					65,37	60,58	2667	2471	
17.10 - 18.10	3,98	67,11	67,11	87,2	22,37	86,4	87,2	88,0					62,58	58,52	2490	2329	
18.10 - 19.10	3,15	64,7	64,7	89,8	21,56	86,3	92,0	91,2					62,30	58,12	1962	1831	
Periode 2																	
24.10 - 25.10	4,60	68,45	68,45	81,9	22,82	81,4	83,9	80,3					60,57	56,06	2786	2579	
25.10 - 26.10	4,54	68,36	68,36	80,0	22,79	81,6	76,9	81,1					59,56	54,61	2704	2479	
26.10 - 27.10	4,45	68,23	68,23	82,3	22,74	83,1	84,1	79,5					61,11	56,12	2719	2497	
27.10 - 28.10	4,72	68,48	68,48	83,1	22,82	84,7	86,3	78,3					63,00	56,89	2973	2685	
28.10 - 29.10	4,77	68,56	68,56	82,5	22,85	85,2	86,3	76,0					61,96	56,54	2955	2697	
29.10 - 30.10	5,18	69,32	69,32	81,0	23,10	79,7	85,2	78,0					62,00	56,13	3211	2908	
30.10 - 31.10	5,05	69,13	69,13	78,2	23,04	74,2	85,0	75,0					59,76	54,08	3018	2731	
31.10 - 1.11	4,71	68,61	68,61	72,8	22,87	71,3	77,5	69,6					55,07	49,94	2594	2352	
1.11 - 2.11	5,02	69,08	69,08	67,3	23,02	64,3	71,6	66,3					50,76	46,53	2848	2336	
2.11 - 3.11	4,78	68,72	68,72	68,2	22,91	68,1	71,6	64,9					50,77	46,89	2427	2241	
3.11 - 4.11	4,35	68,00	68,00	70,5	22,67	70,9	74,1	66,4					51,90	47,93	2258	2085	
4.11 - 5.11	4,42	68,15	68,15	66,8	22,72	67,1	70,8	62,5					49,20	45,55	2175	2013	
5.11 - 6.11	4,57	68,40	68,40	59,6	22,80	56,2	67,9	54,7					44,38	40,78	2028	1864	
6.11 - 7.11	4,97	69,01	69,01	48,3	23,00	43,1	58,4	43,4					36,02	33,36	1790	1658	
7.11 - 8.11	5,30	69,50	69,50	49,3	23,16	42,1	54,0	51,9					37,52	34,27	1989	1816	
8.11 - 9.11	5,57	69,8	69,8	49,9	23,26	47,4	56,2	50,7					38,58	34,86	2149	1942	

VEDLEGG 13. PRESSENE DRIFTSREGULARITET. UNORMALE PERIODER.

Presse 1.

- 10.10. Matetrykket varierer fra syklus til syklus. Er dessuten vesentlig lavere enn for presse 2 og 3. 3,5 bar i gjennomsnitt. Går først opp i høy topp deretter ned. Ingen avbrudd.
- 11.10. Matetrykket ble justert til 6,0 bar. Fortsatt virker trykkfordelingen varierende fra syklus til syklus. Stort sett ett-trinns pumping.
- 12.10. Matetrykk maks 5,7 bar. Virker normalt.
- 26.10. Matetrykk på to sykluser unormalt høyt. Etter en periode med stabil drift ble matetrykket økt til 6,9 bar.
- 28.10. Matetrykket er senket igjen.
- 31.10. Svikt i matetrykk på en syklus.
- 02.11. Svikt i matetrykk på en syklus.
- 03.11. Matetrykknivået endret over noen sykluser.
- 06.11. Unormalt matetrykk i de 5 første sykluser. Etter stabilisering er matetrykket høyt, nemlig 7,9 bar.
- 07.11. Matetrykk ned til ca. 7 bar.

Presse 2

- 10.10. Normalt matetrykk med to trinn. Maks. trykk 5,8 bar.
- 11.10. Virker normalt. 5,8 bar.
- 25.10. Nødstop havari. Flatjern.

Presse 3

- 10.10. Stort sett ett-trinns pumping direkte opp til 5,6 bar.
- 11.10. Stabilt makstrykk 5,6 bar, men litt mer urolig kurve. Totrinns-pumping.
- 14.10. 6,1 bar matetrykk normalt.
- 30.10. Tegn til svikt i matetrykk i enkelte matesykluser.
- 31.10. Tydelig svikt i både matetrykk og svikt i membranvanntrykket. Flere sykluser.
- 01.11. Svikt i membrantrykket 1 syklus.
- 04.11. Opphold mellom 4. og 5. syklus. 6,1 bar.
- 05.11. Havari flatjern. Pressene stoppet i siste liten.
- 06.11. Kl. 1900 svikt i matetrykk, stans i presse. Pumpehavari.