

Stabilisering av muddermassor, Oskarshamns Hamn

Rapport nr O-hamn 2010:17

Göteborg

2011-10-03



Författad av

Lena Sultan ¹

¹ Ramböll Sverige AB

Oskarshamns kommun

Stabilisering av muddermassor, Oskarshamns Hamn

Resultatrapport

Göteborg 2011-10-03

STABILISERING AV MUDDERMASSOR, OSKARSHAMNS HAMN

Resultatrapport

Datum 2011-10-03
Uppdragsnummer 61461041529000
Utgåva/Status

SULTAN LENA
Uppdragsledare

Ramboll Sverige AB
Box 5343, Vådursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 010-615 60 00
Fax 031-40 39 52
www.ramboll.se

Unr 61461041529000

Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
2.	Bakgrund	1
3.	Resultat	2
3.1	Försöksupplägg.....	2
3.2	Laboratorieförsök stabilisering	2
3.3	Avvattningsförsök.....	2

Bilagor

Bilaga 1. Försöksupplägg

Bilaga 2. Laboratorieförsök avseende stabilisering/solidifiering samt lakförsök.
SGI Rapport.

Bilaga 2.1 Sedimentens geotekniska egenskaper

Bilaga 2.2 Sedimenten – totalhalter oorganiska föroreningar

Bilaga 2.3 Sedimenten – totalhalter organiska föroreningar

Bilaga 2.4 Stabiliserade provers hållfasthet

Bilaga 2.5 Lakegenskaper sediment och stabiliserade prover – oorganiska föroreningar

Bilaga 2.6 Lakegenskaper sediment och stabiliserade prover – organiska föroreningar

Bilaga 3. Avvattningsförsök. Sweco Environment Rapport.

STABILISERING AV MUDDERMASSOR

1. Inledning

Ramböll har på uppdrag av Oskarshamns kommun utfört avvattnings- och stabiliseringsförsök avseende förorenade sediment i Oskarshamns hamn. I uppdraget har Statens geotekniska institut (SGI) varit underkonsulter avseende laboratorieförsök rörande stabilisering/solidifiering och lakförsök, Sweco Environment har varit underkonsult avseende avvattningsförsök och Cowi har deltagit som underkonsult i framtagandet av bindemedelsrecept för laboratorieförsöken.

2. Bakgrund

Sedimenten i Oskarshamns hamn är kraftigt förorenade av verksamheter som pågått i området kring hamnen sedan mitten av 1800-talet. Föroreningar som förekommer i sedimenten är främst tungmetaller (bl.a. koppar, bly, zink, kadmium och nickel), halvmetallen arsenik samt olika typer av organiska miljögifter.

Oskarshamns kommun har ansökt om bidrag för att efterbehandla förorenade sediment i Oskarshamns hamnbassäng. Ansökan omfattar sanering av ca 700 000 m³ sediment i inre och yttre hamnen samt i småbåtshamnen. Saneringen planeras att utföras med muddring, stabilisering samt därefter deponering av stabiliserade massor för fyllningsändamål inom hamnområdet. För utförande av fyllningen planeras en tät invallning inom vilken muddermassor kan läggas upp och stabiliseras. Efter det att uppfyllningen är klar är det tänkt att den ska täckas och ytorna användas som lagringsytor.

De försök som presenteras i denna rapport utgör en del av underlaget för val av åtgärdsalternativ och projekteringen av åtgärderna. Uppdraget har innefattat framtagande av försöksupplägg inklusive bindemedelsrecept för försöken, laboratorietester av både ostabiliserade och stabiliserade sediment, lakegenskaper av stabiliserade provkroppar samt avvattningsförsök i syfte att efterlikna förhållanden under muddring.

3. Resultat

3.1 Försöksupplägg

De områden som undersökts i hamnen är delområdena Inre hamnen, Månsviksviken, Väster ön Rävsmålan och Öster ön Rävsmålan. De bindemedel som testats i försöken har bestått av främst Byggcement, Merit 5000 (en granulerad mald masugnsslagg) och aska, betecknade A1 respektive A2. Både A1 och A2 består av blandningar av askor på följande sätt: A1 består av KKAB (25%) + St Enso (75%) och A2 av Fortum (25%) + Södra (75%). Proportionerna mellan bindemedelskomponenterna har varit 70/30 och 30/70 vid bindemedel bestående av cement och Merit 5000. Vid aska som bindemedelskomponent har proportionerna cement/Merit/aska varit 35/35/30. Försöken har därefter dels innefattat sedimentens egenskaper, både som ostabiliserade och stabiliserade/solidifierade. I bilaga 1 redovisas försöksupplägget.

3.2 Laboratorieförsök stabilisering

Försöken har omfattat:

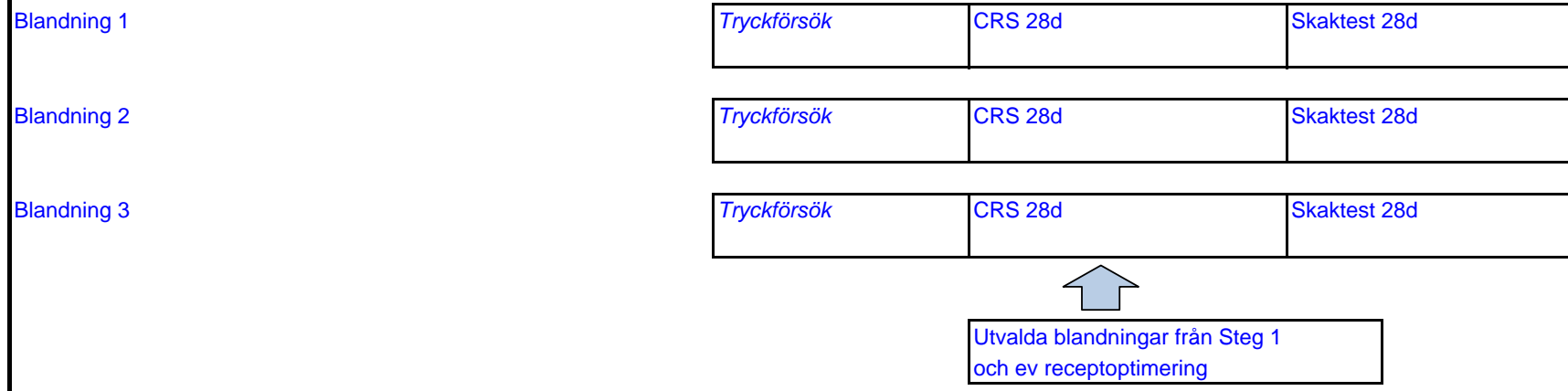
1. Sedimenten före stabilisering
 - a. Densitet, vattenkvot, glödningsförlust, skjuvhållfasthet samt kornfördelning och fraktionsindelning
 - b. Deformationsegenskaper genom ödometerförsök typ CRS
 - c. Totalhalter föroreningar
2. Stabiliserade/solidifierade provkroppar
 - a. Geotekniska egenskaper: hållfasthet genom enaxliga tryckförsök och permeabilitet genom celltryckspermeameterförsök
 - b. Lakegenskaper genom skakförsök

Resultaten från stabiliserings/solidifieringsförsök samt lakegenskaper redovisas i bilaga 2.

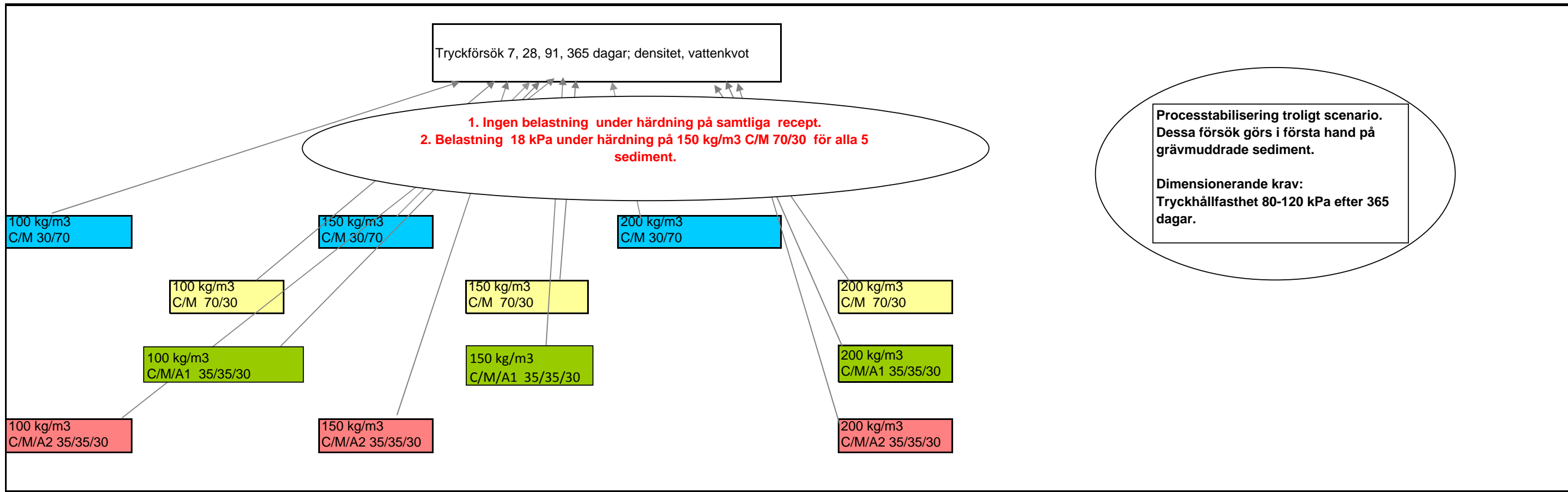
3.3 Avvattningsförsök

Försök har omfattat centrifugeringsförsök samt sedimenteringsförsök med och utan flockning. Resultaten visar att centrifugeringen ger goda resultat där TS närmar sig ursprungssedimenten. Sedimentering kräver mer tid och når inte upp till lika hög TS-halt. Flockning med polymer ger högre TS-halter och klarare vattenfaser vid korta sedimenteringstider, men efter mindre än ett dygn är TS-halterna i flera fall i stort sett desamma som i försöken utan polymer. Val av

avvattningsteknik blir därför en fråga dels om tillgängligt utrymme för avvattningsdammar, men även en fråga om vattenbehandling. Resultaten från avvattningsförsöken redovisas i bilaga 3.



Lakningsmetod=Skaktest (dioxiner, PCB7, metaller, OTC, PAH16)
CRS eller Celltryckspermeameter?
Receptets robusthet testas? (variera sedimentets vattenkvot, belastning etc?)



5 sediment	geoteknisk vattenkvot LOI (550 grader) skjuvhållfasthet kornstorleksfördelning skrymdensitet miljö TOC DOC pH elektrisk konduktivitet Totalhaltsanalys lakning - skakförsök dioxiner OTC (TBT etc) metaller PCB7 PAH16	2 flygaskor A1=KKAB (25%) + St Enso (75%) A2= Fortum (25%) + Södra (75%) T1=Tillsatsmedel aktivt kol	Grundkarakterisering (fr leverantörer o litteraturstudie) totalhalter metaller lakning skaktest vattenkvot TOC LOI aktiv CaO kornstorleksfördelning pH elektrisk konduktivitet bestämning av optimal vattenkvot tryckhållfasthet; 14, 28 dygn	Övriga bindemedel Byggcement Merit 5000	STEG 0 Karaktärisering av sediment Litteraturstudie samt insamling av faktauppgifter (ekonomi, teknik, miljö) och
-------------------	---	--	---	--	--



**Ramböll Sverige AB
Region Väst**

Oskarshamn

Stabilisering av muddermassor, Oskarshamns hamn



2011-09-30

2-1010-0774
14401

Datum: 2011-09-30
Uppdragsledare: Göran Holm
Handläggare: Göran Holm, Lennart Larsson
Diariernr: 2-1010-0774
Uppdragsnr: 14401

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	SAMMANFATTNING.....	4
2	UPPDRAG	4
3	BINDEMEDEL OCH BINDEMEDELSRECEPT	4
4	TILLVERKNING OCH LAGRING AV STABILISERADE PROVER	5
5	PROVNINGSTIDPUNKTER	5
6	RESULTAT	5
6.1	Sedimenten	5
6.1.1	Geotekniska egenskaper	5
6.1.2	Innehåll av föroreningar	5
6.2	Stabiliserade prover	5
6.2.1	Geotekniska egenskaper	5
6.2.2	Miljömässiga egenskaper	6

Bilagor

1. Sedimentens geotekniska egenskaper
2. Sedimenten – totalhalter oorganiska föroreningar
3. Sedimenten – totalhalter organiska föroreningar
4. Stabiliserade provers hållfasthet
5. Lakegenskaper sediment och stabiliserade prover – oorganiska föroreningar
6. Lakegenskaper sediment och stabiliserade prover – organiska föroreningar

1 SAMMANFATTNING

Statens geotekniska institut (SGI) har utfört laboratorieförsök rörande stabilisering/solidifiering av förorenade sediment i Oskarshamns hamn. Olika bindemedelkomponenter och olika totalmängd bindemedel har använts.

I föreliggande rapport redovisas framkomna resultat avseende 1) sedimentens egenskaper och innehåll av föroreningar och 2) de stabiliserade/solidifierade sedimentens geotekniska egenskaper (hållfasthet, permeabilitet) och miljöegenskaper (lakegenskaper).

2 UPPDRAG

Statens geotekniska institut (SGI) har på uppdrag av Ramböll Sverige AB Region Väst utfört laboratorieförsök rörande stabilisering/solidifiering av förorenade sediment i Oskarshamns hamn från delområdena Inre hamnen, Månskensviken, Väster ön Rävsmålan och Öster ön Rävsmålan utifrån hantering av de muddrade förorenade sedimenten med stabilisering/solidifieringsmetoden.

Försöken har omfattat:

1. sedimenten före stabilisering
 - densitet, vattenkvot, glödningsförlust, skjuvhållfasthet samt kornfördelning fraktionsindelning
 - deformationsegenskaper genom ödometerförsök typ CRS
 - totalhalter föroreningar
2. stabiliserade/solidifierade provkroppar
 - geotekniska egenskaper: hållfasthet genom enaxliga tryckförsök och permeabilitet genom celltryckspermeameterförsök
 - lakegenskaper genom skakförsök

3 BINDEMEDEL OCH BINDEMEDELSRECEPT

Som bindemedelkomponenter har huvudsakligen använts Byggcement, Merit 5000 (en granulerad mald masugnslagg) och aska betecknade A1 respektive A2. Både A1 och A2 består av en blandning av två askor på följande sätt: A1 består av KKAB (25%) + St Enso (75%) och A2 av Fortum (25%) + Södra (75%).

Proportionerna mellan bindemedelskomponenterna har varit 70/30 och 30/70 vid bindemedel bestående av cement och Merit 5000. Vid aska som en bindemedelskomponent har proportionerna cement/Merit/aska varit 35/35/30.

I några försök på samlingsprov från Inre hamnen, Månskensviken, Väster ön Rävsmålan och Öster ön Rävsmålan har Ecocem ingått som en bindemedelskomponent. Proportionerna mellan bindemedelskomponenterna cement/Ecocem har då varit 70/30 och 30/70.

Vissa inblandningar med cement/Ecocem gjordes efter att sedimentet avvattats (grönmarkerat i resultatredovisningen i bilaga 1.

Den total bindemedelsmängden har varit 100, 150 eller 200 kg/m³ muddermassa.

4 TILLVERKNING OCH LAGRING AV STABILISERADE PROVER

Proverna har efter inblandning av bindemedel enligt SGI:s metod lagrats i fuktrum vid ca 7⁰C. För endast ett inblandningsfall, cement /Merit 70/30-150 kg/m³ har dessutom prover varit belastade med 18 kPa under härdningen

5 PROVNINGSTIDPUNKTER

De stabiliserade proverna för de olika delområdena har testats avseende hållfasthet vid 7, 28 (dubbelprov) och 91 dygn efter inblandningen av bindemedel.

För samlingsprovet (Inre hamnen, Månskensviken, Väster ön Rävsmålan och Öster ön Rävsmålan) har testningen avseende hållfasthet utförts vid 7, 28 (dubbelprov) och 116 dygn.

Vissa stabiliserade prover har testats avseende permeabilitet vid tider efter inblandning av bindemedel enligt tabell 1.

6 RESULTAT

6.1 Sedimenten

6.1.1 Geotekniska egenskaper

Resultaten för sedimenten inom de olika delområdena avseende densitet, vattenkvot, glödningsförlust, skjuvhållfasthet, kornfördelning fraktionsindelning samt deformationsegenskaper inkl. permeabilitet redovisas i Bilaga 1.

6.1.2 Innehåll av föroreningar

Sedimentens innehåll av föroreningar redovisas i Bilaga 2 och 3 som totalhalter av metaller respektive organiska föroreningar.

6.2 Stabiliserade prover

6.2.1 Geotekniska egenskaper

Resultaten av hållfasthetsbestämningarna hos stabiliserade prover redovisas i Bilaga 4 som skjuvhållfasthet som funktion av tiden efter inblandning för delområdena Månskansviken, Inre Hamnen, Öster Ön Rävsmålan och Väster Ön Rävsmålan samt samlingsprov för dessa fyra områden.

Förklaring till beteckningarna på inblandningarna är följande:

C = cement (Byggcement)

M = Merit 5000

E = Ecocem

A1 = KKAB (25%) + St Enso (75%)

A2 = Fortum (25%) + Södra (75%)

Exempel:

C/M 70/30-100 = 70% cement, 30% Merit 5000 med total bindemedelmängd 100 kg/m³ muddermassa

C/M/A1 35/35/30-150 = 35% cement, 33% Merit 5000, 30% aska 1 med total bindemedelmängd 150 kg/m³ muddermassa

Resultaten av permeabilitetsförsöken redovisas i tabell 1.

Tabell 1.

Delområde	Bindemedelsrecept	Tid efter inblandning av bindemedel, dagar	Permeabilitet, m/s
Månskensviken	CM70/30-150	92	8,4*10 ⁻⁹
Väster Ön Rävsmålan	CM 70/30-150	54	1,6*10 ⁻⁸
Öster Ön Rävsmålan	CM 70/30-100	48	4,9*10 ⁻⁹
Inre hamnen	CM 70/30-100	41	1,8*10 ⁻⁹

6.2.2 Miljömässiga egenskaper

I Bilaga 5 redovisas en sammanställning av lakegenskaper för sediment och stabiliserade prover (35 dygn efter inblandning av bindemedel för prover från Månskensviken respektive 91 dygn för samlingsprov för fyra områden) avseende oorganiska föroreningar (skakförsök). En jämförelse görs med NV Handbok 2010:1 Återvinning av avfall Mindre än ringa risk, L/S 10 och med NV Handbok 2010:1 Återvinning av avfall Nivå deponitäckning, L/S 10.

I Bilaga 6 redovisas en sammanställning av lakegenskaper för sediment och stabiliserade prover avseende organiska föroreningar (skakförsök) för Månskensviken (91 dygn efter inblandning av bindemedel för prover).

STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT

Avd för geokonstruktioner & skredsäkerhet

.....
 Göran Holm

Uppdragsledare



**Ramböll Sverige AB
Region Väst**

Oskarshamn

Stabilisering av muddermassor, Oskarshamns hamn

Bilaga 1

Sedimentens geotekniska egenskaper



RAPPORT

utfärdad av ackrediterat laboratorium
REPORT is issued by an Accredited Laboratory

SAMMANSTÄLLNING AV LABORATORIEUNDERSÖKNINGAR

Beställare: Göran Holm, SGI							
Oskarshamn						Tabell 1(1)	
Slam						Dnr 2-1010-0774	
Ankomstdatum	Provtagningsredskap	Laboratorieundersökning				Datum	
101112	-	Datum		Utförd av		2011-01-11	
		101026-110211		OA		Teknisk ledare	
Sektion/ Borrhål/ Djup (m)	Benämning enligt "Jordarternas indelning och benämning", Geotekniska laboratorieanvisningar del 2. 1981 års system ¹⁾	2) Densitet ρ t/m ³	3) Vattenkvot w %	4) Glödgningsförlust %	5) Sensitivitet S _t	5) Skjuvhållfasthet τ kPa	Jordartsbenämning (Anmärkning)
Inre hamnen		(1,25)	203	10		(0,51)	
Månskensviken		(1,24)	246	8,8		(0,27)	
Yttre hamnen, djup området		(1,14)	478	16		(0,12)	
Väster Ön, Rävsmålan		(1,17)	339	17		(0,32)	
Öster Ön, Rävsmålan		(1,28)	211	7,7		(0,34)	
Konförsök utfört på stort prov.							

1) Baserad på okulär jordartsklassificering. Hänsyn har tagits till förekommande mätdata.

R 1 2007-10-22

2) Skrymdensitet – Tidigare gällande standard SS 027114, Utgåva 2

3) Vattenkvot – Tidigare gällande standard SS 027116, Utgåva 3

4) Glödgningsförlust (550 grader) på mtrl < 2mm enligt SS 027105, Utgåva 1

5) Skjuvhållfasthet bestämd med konmetoden. SS027125, Utgåva 1. Okorrigerat värde. Korrigering rekommenderas enligt SGI Information 3.

Avvikelse från SS027125: Enligt rekommendationer från SGF:s laboratoriekommitté används 400 g konen då konintrycket med 100 g konen är mindre än 7 mm.

Mätosäkerhet och mätområde för våra metoder redovisas på vår hemsida, www.swedgeo.se

Ackrediterat laboratorium utses av Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) enligt lag. Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utfärdande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten gäller enbart för de provade materialen.

Statens geotekniska institut

Postadress, hk: 581 93 LINKÖPING

Besöksadress, hk: Olaus Magnus väg 35

Tel: 013-20 18 00

Fax: 013-20 19 14

Internet: www.swedgeo.se

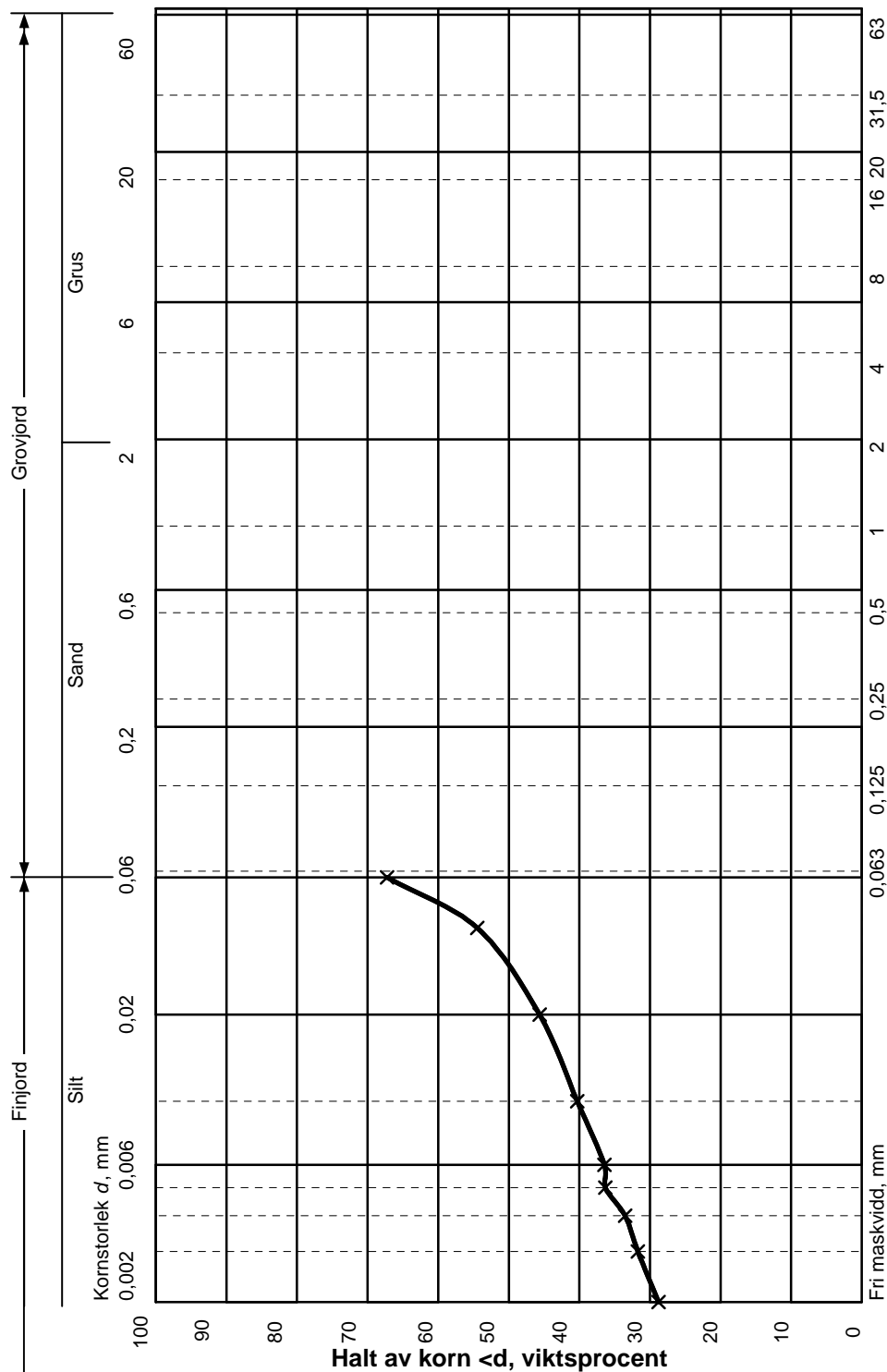
E-post: sgi@swedgeo.se

Postgiro: 18 30 64-5

Org.nr: 20 21 00-0712

KORNFÖRDELNING FRAKTIONSINDELNING 1981

Oskarshamn - Inre Hamnen			Diagram	1(5)
Beställare: Göran Holm, SGI			Dnr	2-1010-0774
Ankomstdatum	Provtagningsredskap	Laboratorieundersökning	Datum	
101112		Datum 110209 Utförd av OA		
			Teknisk ledare	



PROV NR	BH/SEKT	DIUP	PROVET ÄR EJ TVÄTTSIKTAT	
SIKTNING SS 027123 UTGÅVA 2*				
TOTAL PROV-MÄNGD g	SIKTAD PROV-MÄNGD g	STÖRSTA KORNSTORLEK mm	HALT AV MTRL. % > 20 mm	LERHALT % AV MTRL < 0,06 mm
	< 63 mm	< 20 mm		
			PROVMÄNGD g	44
			50	
BENÄMNING AV MTRL < 20 mm	MATERIALTYP ENL. ATB VÄG	TJÄLFÄRLIGHETS KLASS ENL. ATB VÄG	GRADERINGSTAL $C_u = d_{60}/d_{10}$	ANMÄRKNING
				Korndensitet antagen till 2,70t/m ³ . Prov behandlat med väteperoxid.

*Standarden upphävd 2005-06-07.

Mätosäkerhet siktning (0,063-63 mm): ± 2,9 %. Mätosäkerhet sedimentationsanalys (0,002-0,06 mm): ± 0,6 %.

Programversion 1.2

OSKARSTAMM HAMN

INRE HAMNEN

SGI

ÖDOMETERFÖRSÖK CRS

Datum 110204

Diagram

A

Statens
Geotekniska
Institut

SS 027126, utgåva 1

Ödometer nr 6

Projekt 2-1010-0774

Defhast. %/h 0.8

Sekt/hål -

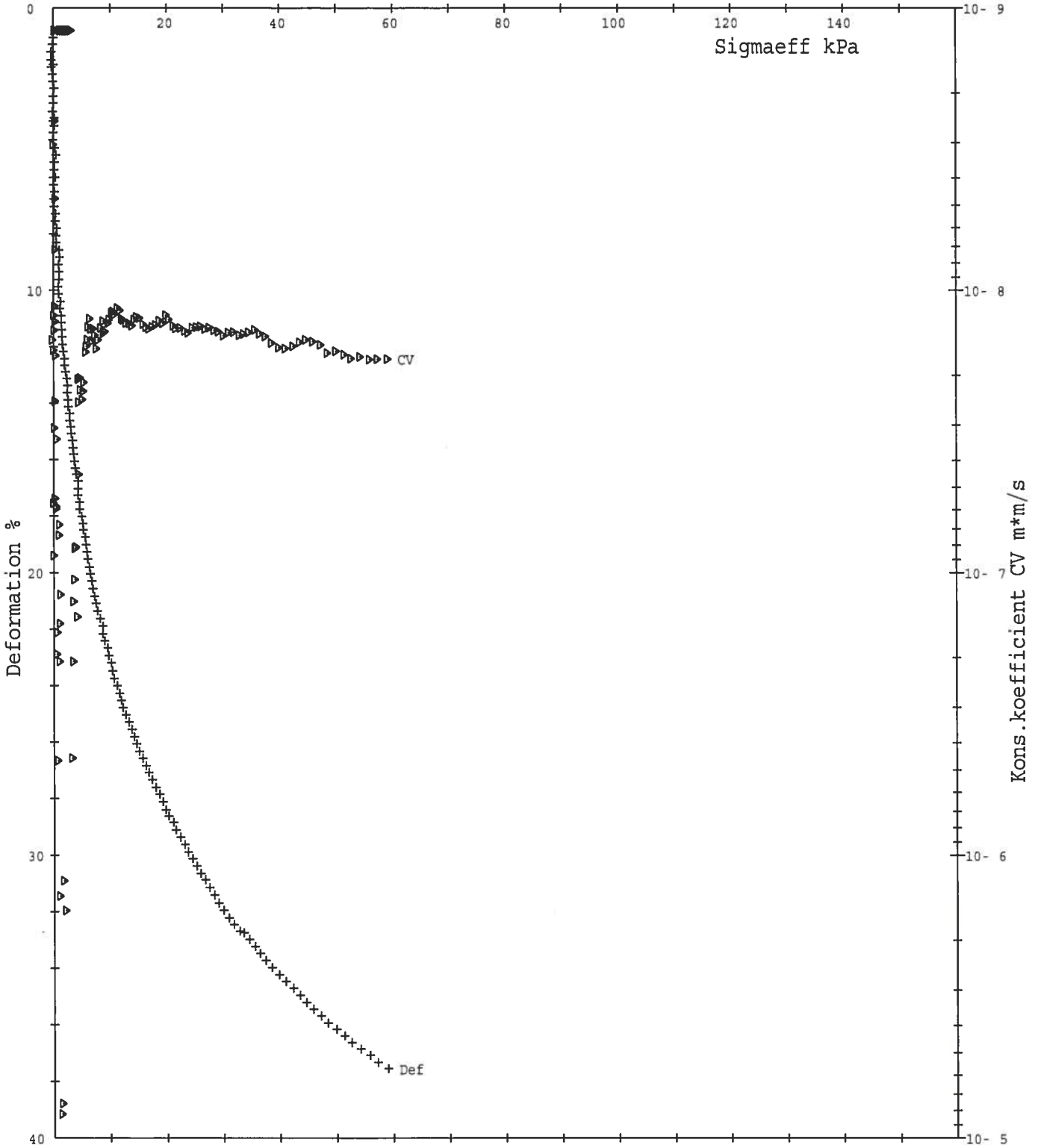
Densitet 1.25

Djup/nivå - m

H=20 mm D=50 mm

Prel. ben Slam

Utrustningens egendeformation beaktad 1.03



Sigma' C	M _L	Sigma' L	M'	Perm. k	Beta-k
— kPa	— kPa	— kPa		m/s	

110214 1mm

SGI

ÖDOMETERFÖRSÖK CRS

Datum 110204

Diagram

B

SS 027126, utgåva 1

Statens

Ödometer nr 6

Projekt

2-1010-0774

Geotekniska

Defhast. %/h 0.8

Sekt/hål

-

Institut

Densitet 1.25

Djup/nivå

- m

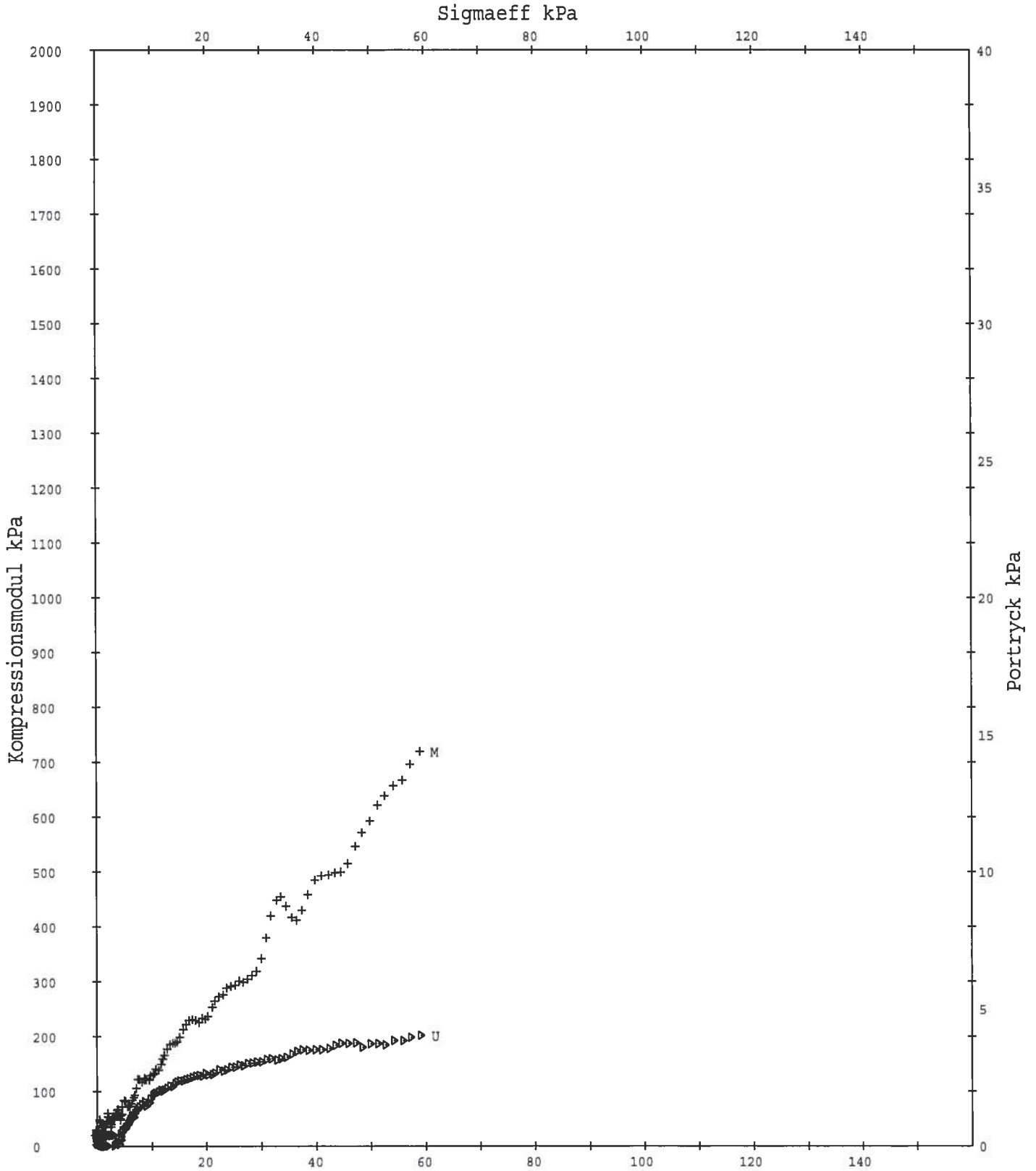
H=20 mm D=50 mm

Prel. ben

Slam

Utrustningens egendeformation beaktad

1.03



SGI

ÖDOMETERFÖRSÖK CRS

Datum 110204

Diagram

C

Statens
Geotekniska
Institut

SS 027126, utgåva 1

Ödometer nr 6

Projekt 2-1010-0774

Defhast. %/h 0.8

Sekt/hål -

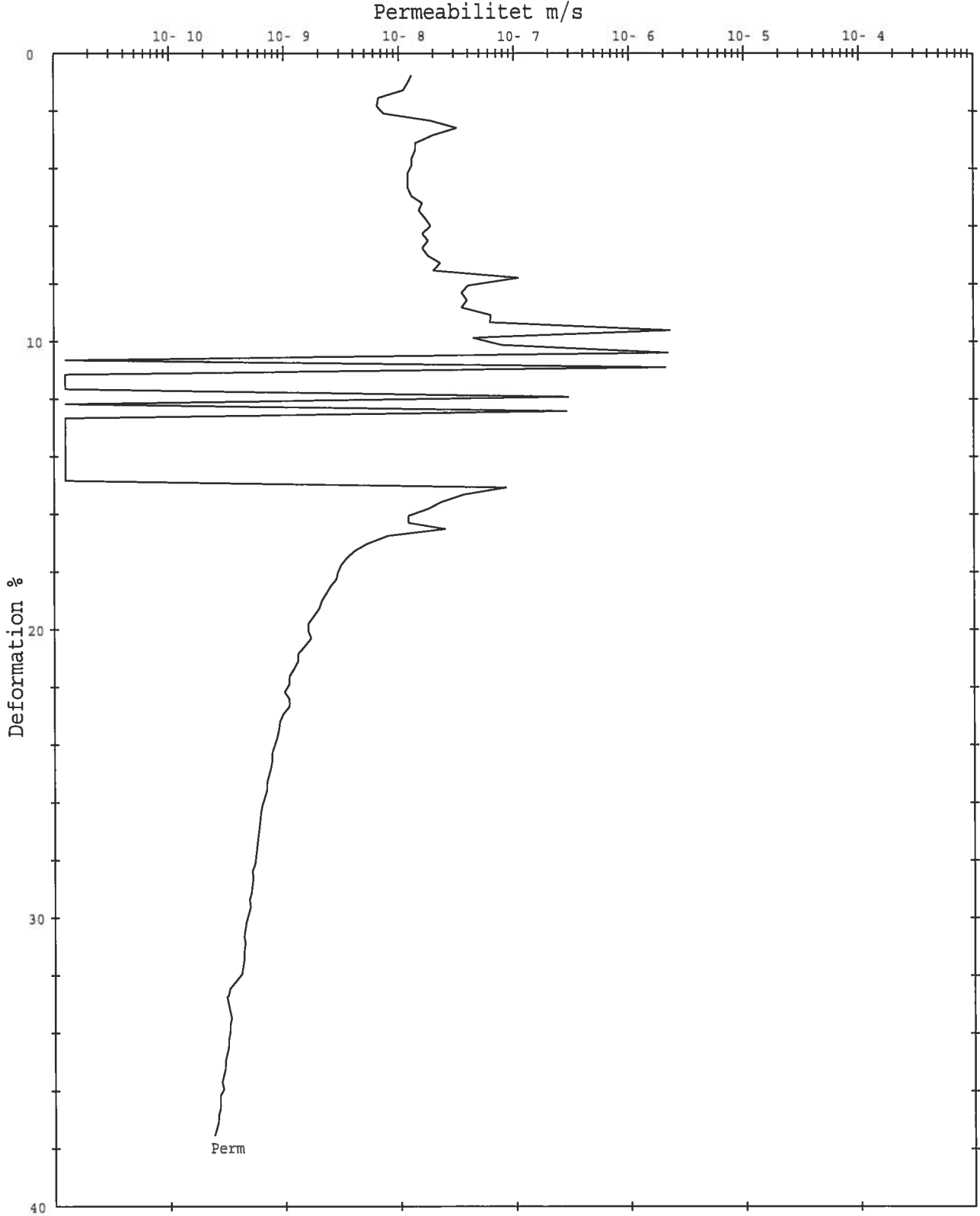
Densitet 1.25

Djup/nivå - m

H=20 mm D=50 mm

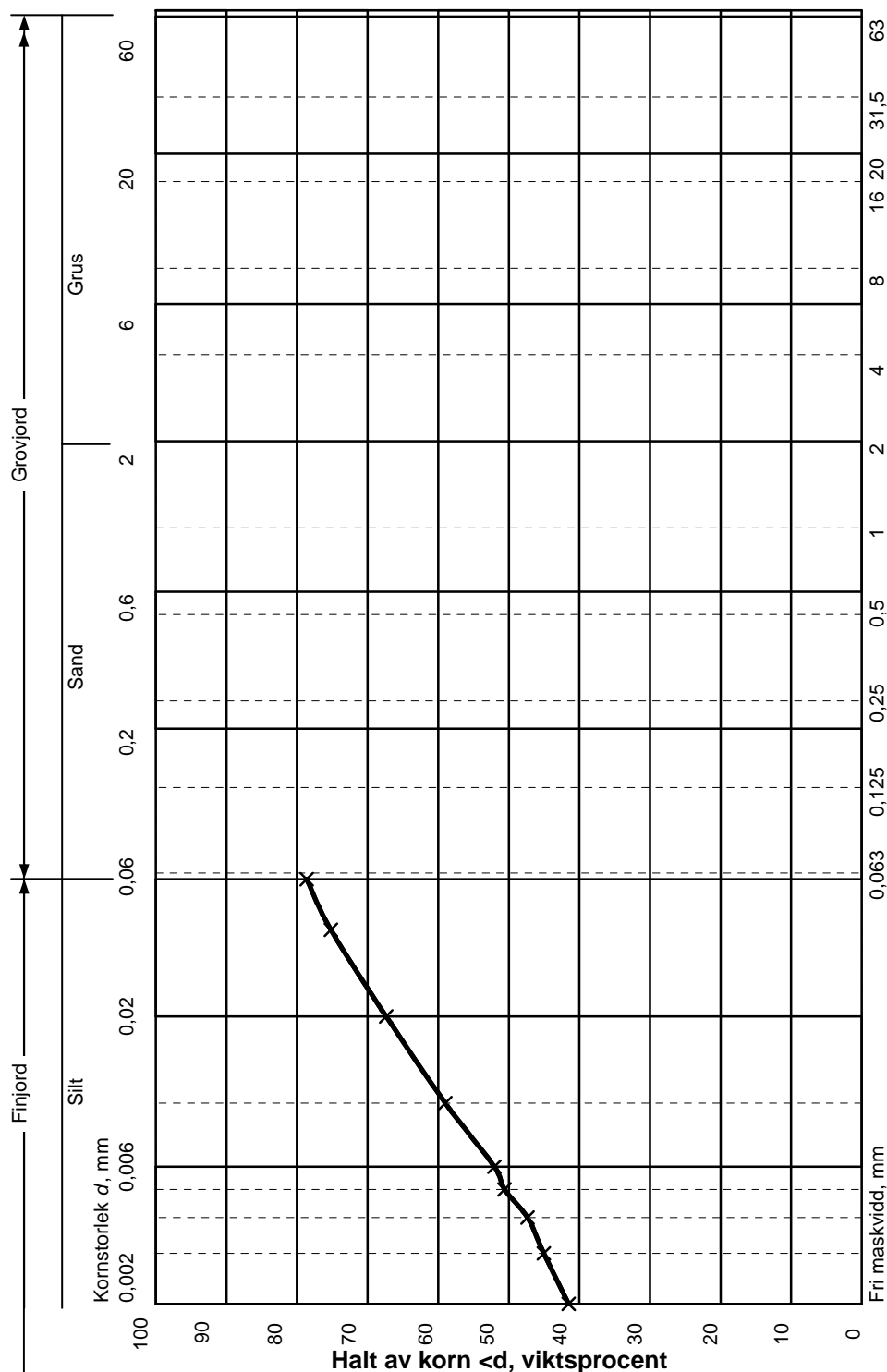
Prel. ben Slam

Utrustningens egendeformation beaktad 1.03



KORNFÖRDELNING FRAKTIONSINDELNING 1981

Oskarshamn - Månskensviken			Diagram	2(5)
Beställare: Göran Holm, SGI			Dnr	2-1010-0774
Ankomstdatum	Provtagningsredskap	Laboratorieundersökning	Datum	
101112		Datum 110209 Utförd av OA		
			Teknisk ledare	



PROV NR	BH/SEKT	DIUP	PROVET ÄR EJ TVÄTTSIKTAT	
SIKTNING SS 027123 UTGÅVA 2*				
TOTAL PROV-MÄNGD g	SIKTAD PROV-MÄNGD g	STÖRSTA KORN-STORLEK mm	HALT AV MTRL. %	LERHALT %
	< 63 mm	< 20 mm	> 20 mm	AV MTRL < 0,06 mm
				50
BENÄMNING AV MTRL < 20 mm	MATERIALTYP ENL. ATB VÄG	TJÄLFÄRLIGHETS KLASS ENL. ATB VÄG	GRADERINGSTAL $C_u = d_{60}/d_{10}$	ANMÄRKNING
				Korndensitet antagen till 2,70t/m ³ . Prov behandlat med väteperoxid.

*Standarden upphävd 2005-06-07.

Mätosäkerhet siktning (0,063-63 mm): ± 2,9 %. Mätosäkerhet sedimentationsanalys (0,002-0,06 mm): ± 0,6 %.

Programversion 1.2

SGI

Statens
Geotekniska
Institut

ÖDOMETERFÖRSÖK CRS

SS 027126, utgåva 1

Ödometer nr 3

Defhast. %/h 0.7

Densitet 1.26

H=20 mm D=50 mm

Utrustningens egendeformation beaktad

Datum 110307

Projekt 2-1010-0774

Sekt/hål -

Djup/nivå - m

Prel. ben

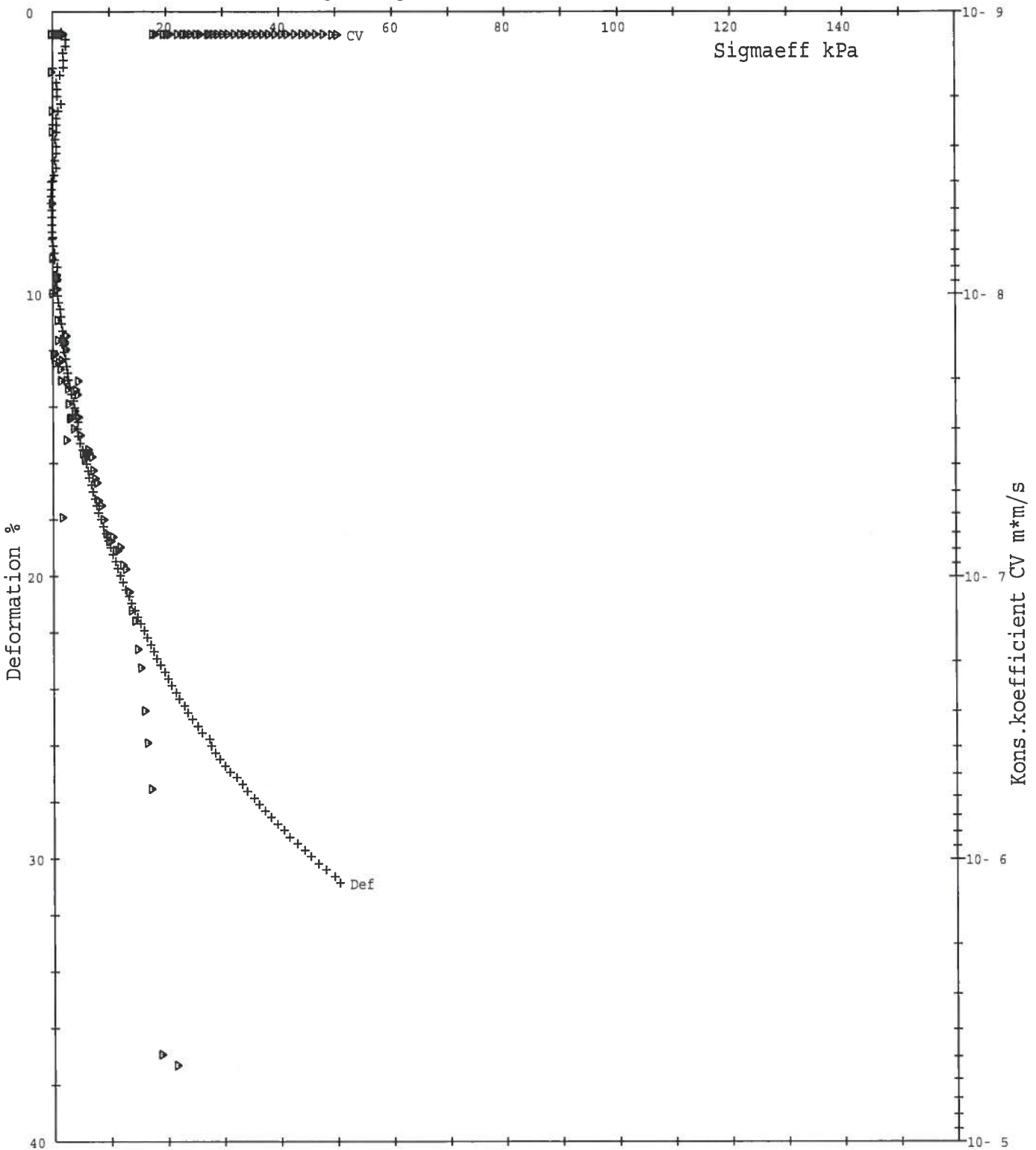
Bottensediment

1.03

Diagram

A

M&nskensviken



Sigma'C	M _L	Sigma'L	M'	Perm. k	Beta-k
— kPa	— kPa	— kPa	—	(3·10 ⁻⁹) m/s	(0.3)

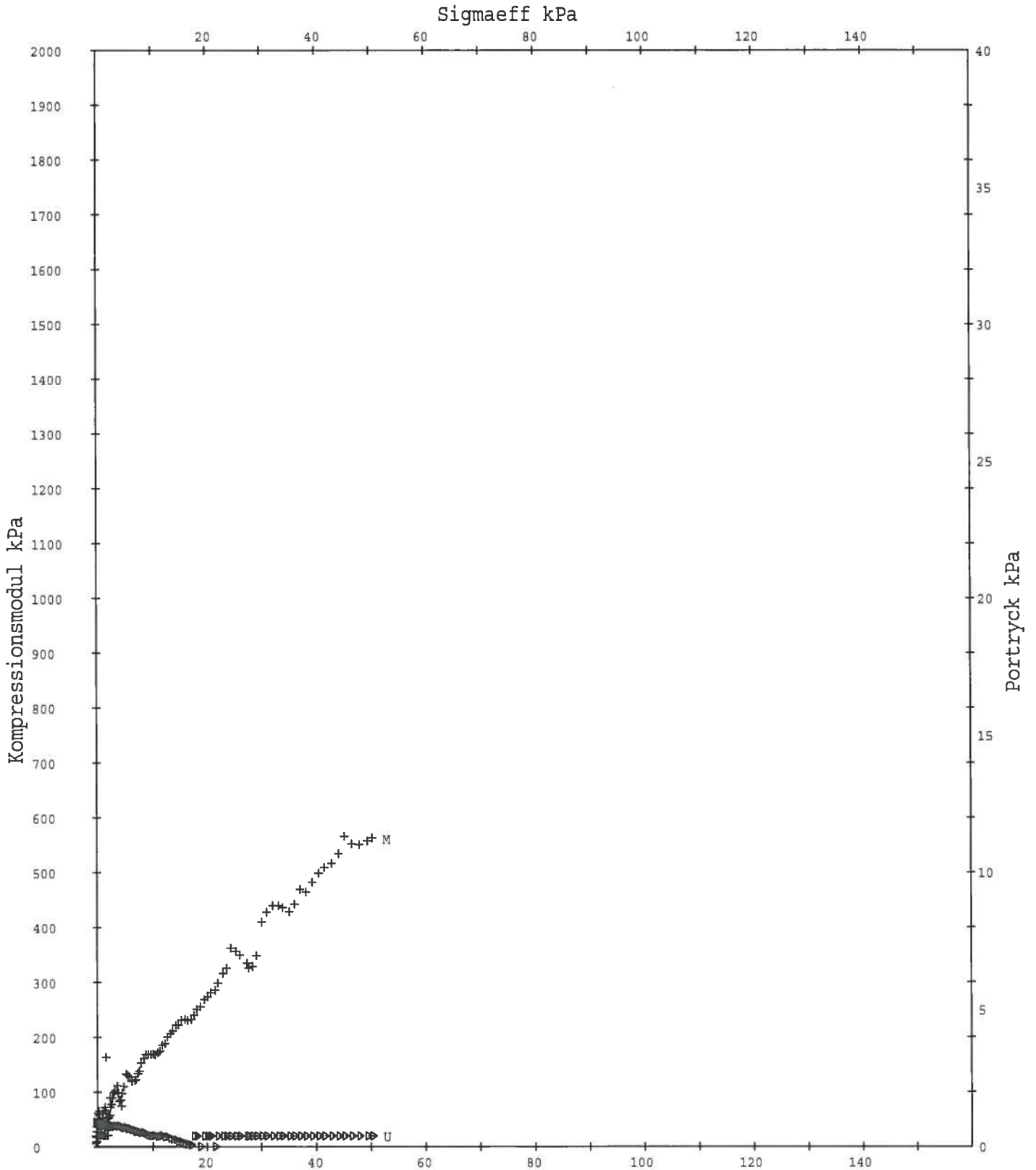
110309 1mm

Statens
Geotekniska
Institut

SS 027126, utgåva 1
Ödometer nr 3
Defhast. %/h 0.7
Densitet 1.26
H=20 mm D=50 mm
Utrustningens egendeformation beaktad

Projekt 2-1010-0774
Sekt/hål -
Djup/nivå - m
Prel. ben Bottensediment

Månstenskåviken



SS 027126, utgåva 1

Ödometer nr 3

Defhast. %/h 0.7

Densitet 1.26

H=20 mm D=50 mm

Urustningens egendeformation beaktad

Projekt 2-1010-0774

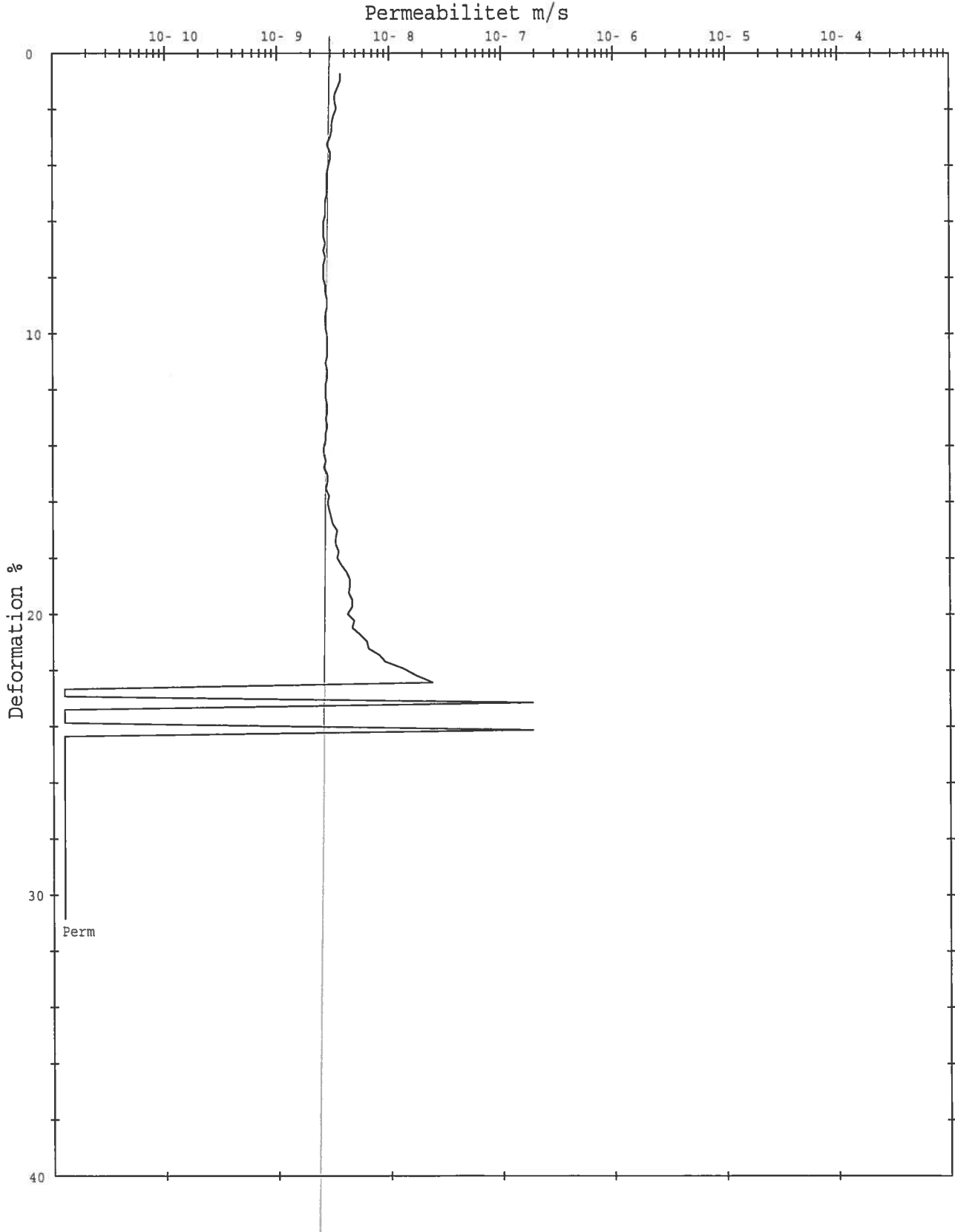
Sekt/hål -

Djup/nivå - m

Prel. ben

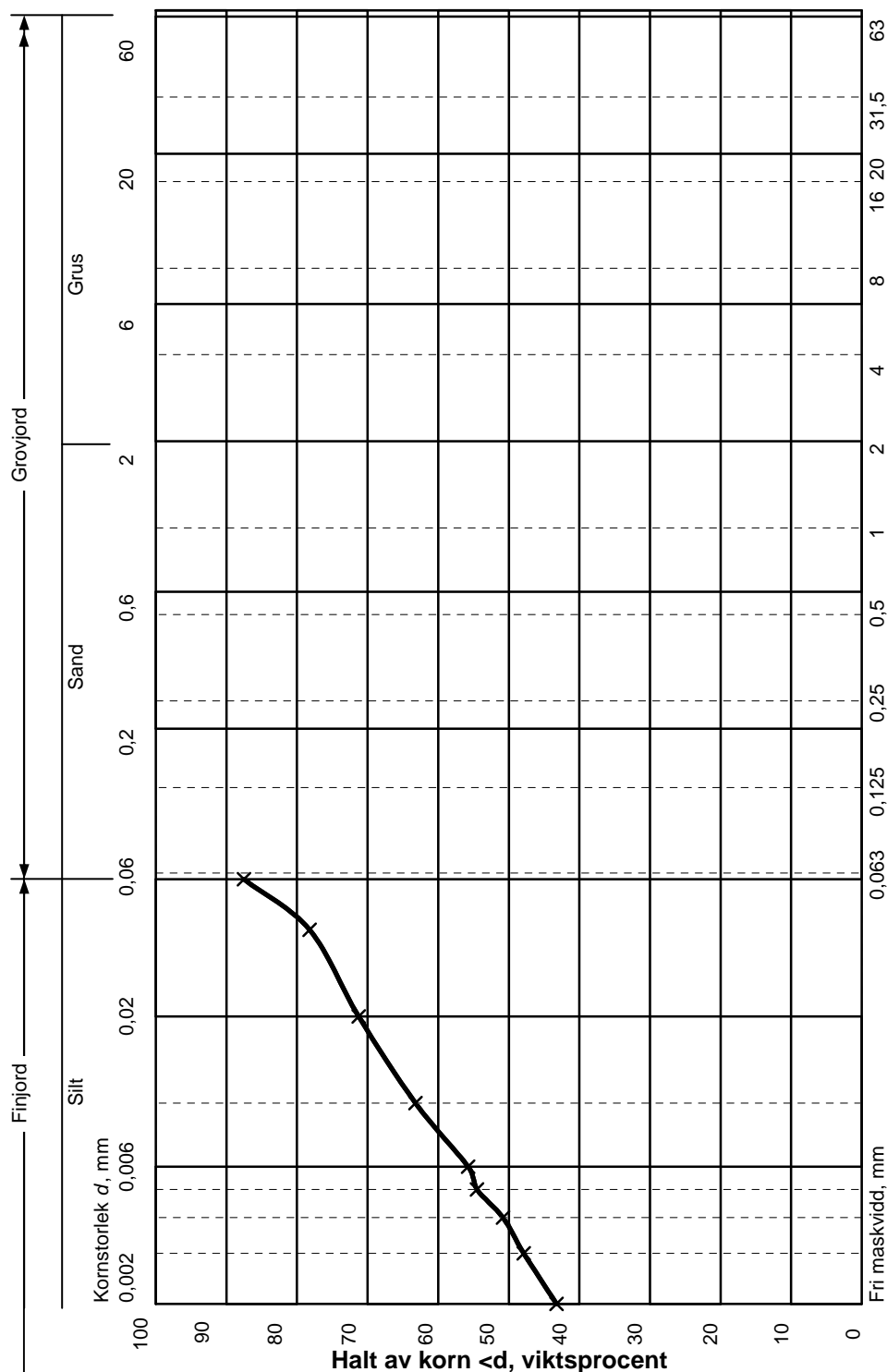
Bottensediment *Månskensviken*

1.03



KORNFÖRDELNING FRAKTIONSINDELNING 1981

Oskarshamn - Väster Ön Rävsmålan			Diagram	3(5)
Beställare: Göran Holm, SGI			Dnr	2-1010-0774
Ankomstdatum	Provtagningsredskap	Laboratorieundersökning	Datum	
101112		Datum 110209 Utförd av OA		
			Teknisk ledare	



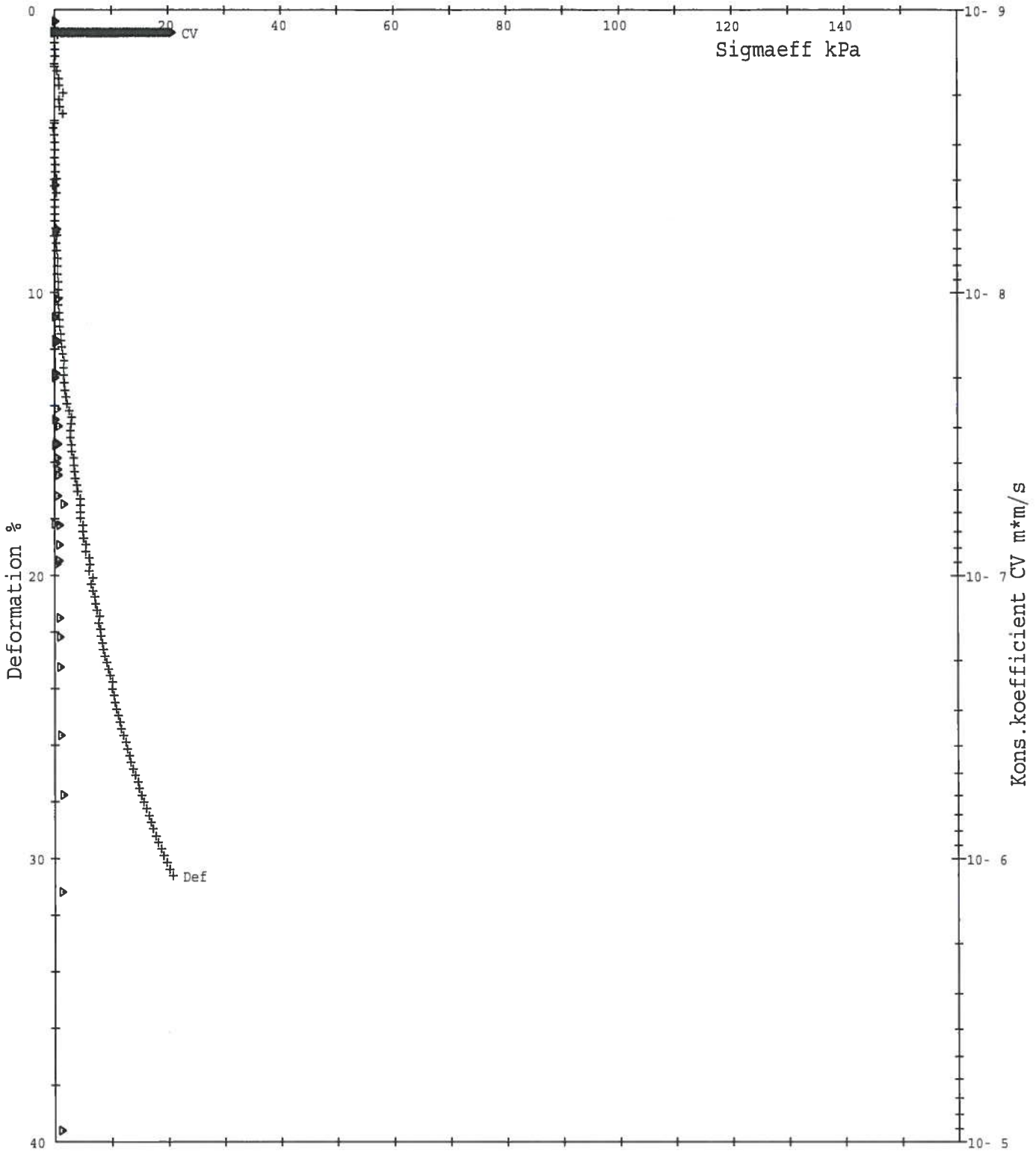
PROV NR	BH/SEKT	DIUP	PROVET ÄR EJ TVÄTTSIKTAT	
SIKTNING SS 027123 <small>UTGÅVA 2*</small>				
TOTAL PROV-MÄNGD g	SIKTAD PROV-MÄNGD g	STÖRSTA KORNS- STORLEK mm	HALT AV MTRL. % > 20 mm	PROVMÄNGD g
	< 63 mm	< 20 mm		48
				49
BENÄMNING AV MTRL < 20 mm	MATERIALTYP ENL. ATB VÄG	TJÄLFÄRLIGHETS KLASS ENL. ATB VÄG	GRADERINGSTAL $C_u = d_{60}/d_{10}$	ANMÄRKNING
				Korndensitet antagen till 2,70t/m ³ . Prov behandlat med väteperoxid.

*Standarden upphävd 2005-06-07.

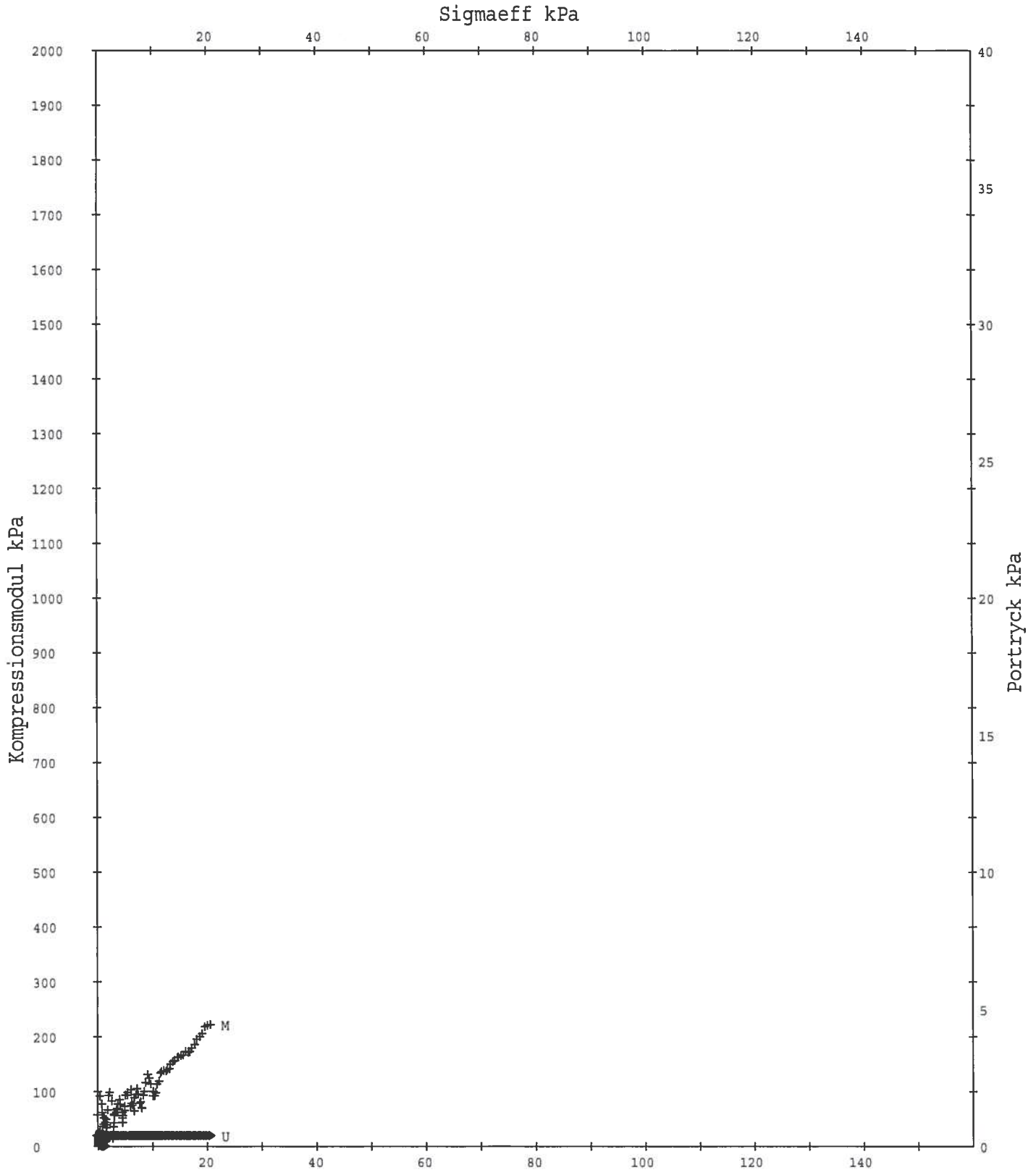
Mätosäkerhet siktning (0,063-63 mm): ± 2,9 %. Mätosäkerhet sedimentationsanalys (0,002-0,06 mm): ± 0,6 %.

Programversion 1.2

Västerön Rävsmålan



Sigma'C	M _L	Sigma'L	M'	Perm. k	Beta-k
— kPa	— kPa	— kPa	—	— m/s	—



SS 027126, utgåva 1

Ödometer nr 2

Projekt 2-1010-0774

Defhast. %/h 0.7

Sekt/hål -

Densitet 1.43

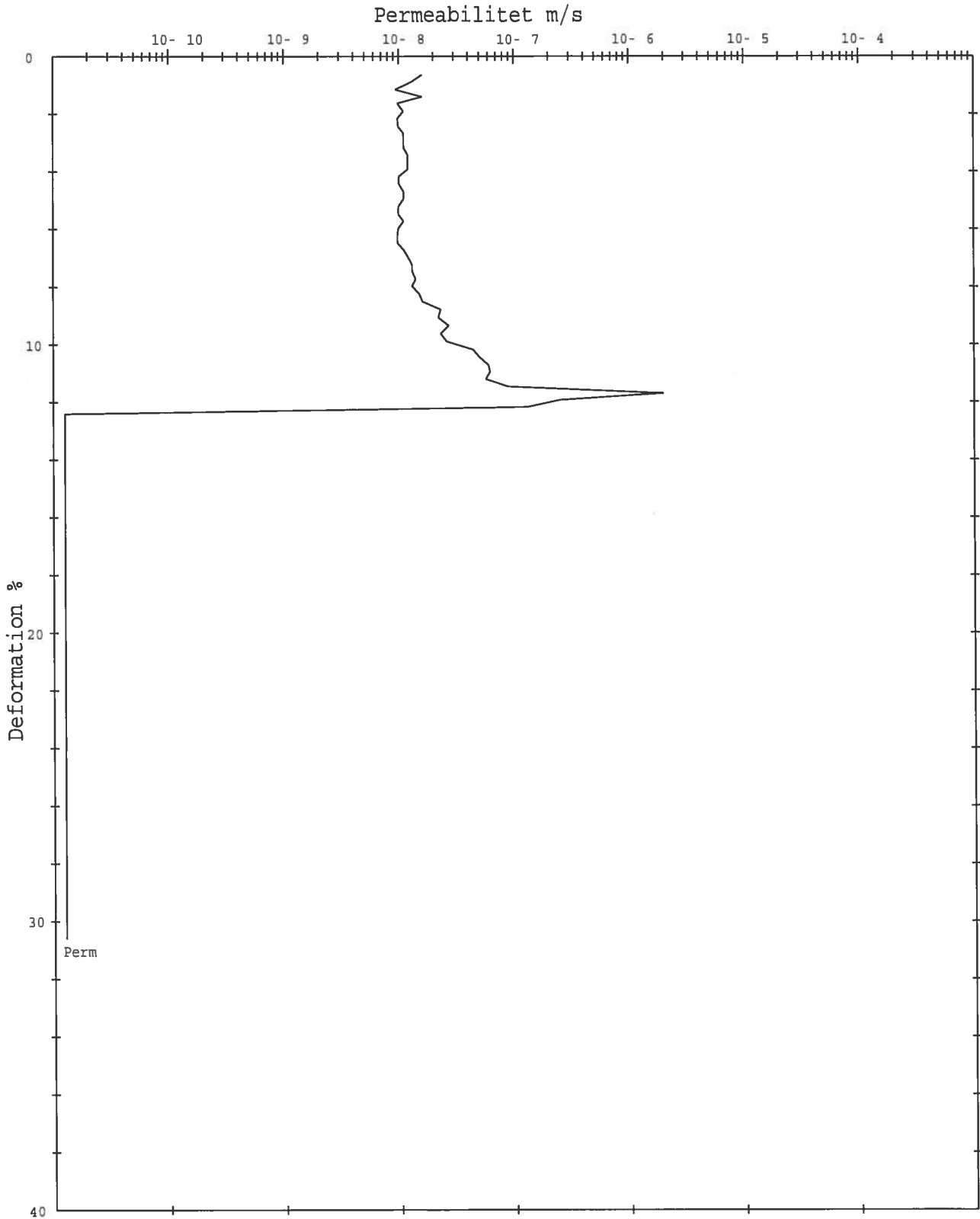
Djup/nivå - m

H=20 mm D=50 mm

Prel. ben Bottensediment

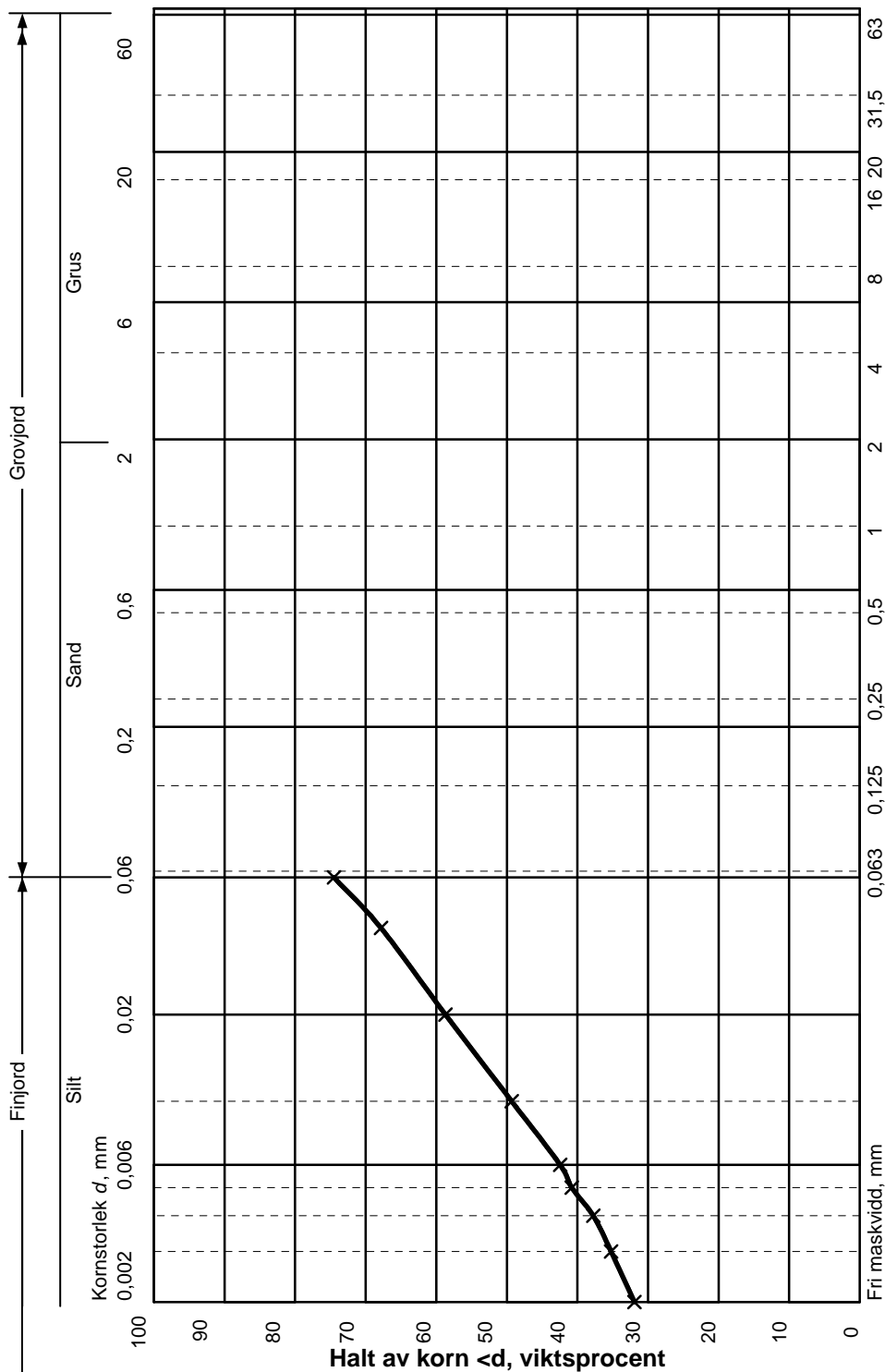
Utrustningens egendeformation beaktad

1.03 *Väster ön Råvsmålan*



KORNFÖRDELNING FRAKTIONSINDELNING 1981

Oskarshamn - Öster Ön Rävsmålan			Diagram	4(5)
Beställare: Göran Holm, SGI			Dnr	2-1010-0774
Ankomstdatum	Provtagningsredskap	Laboratorieundersökning	Datum	
101112		Datum 110209 Utförd av OA		
			Teknisk ledare	



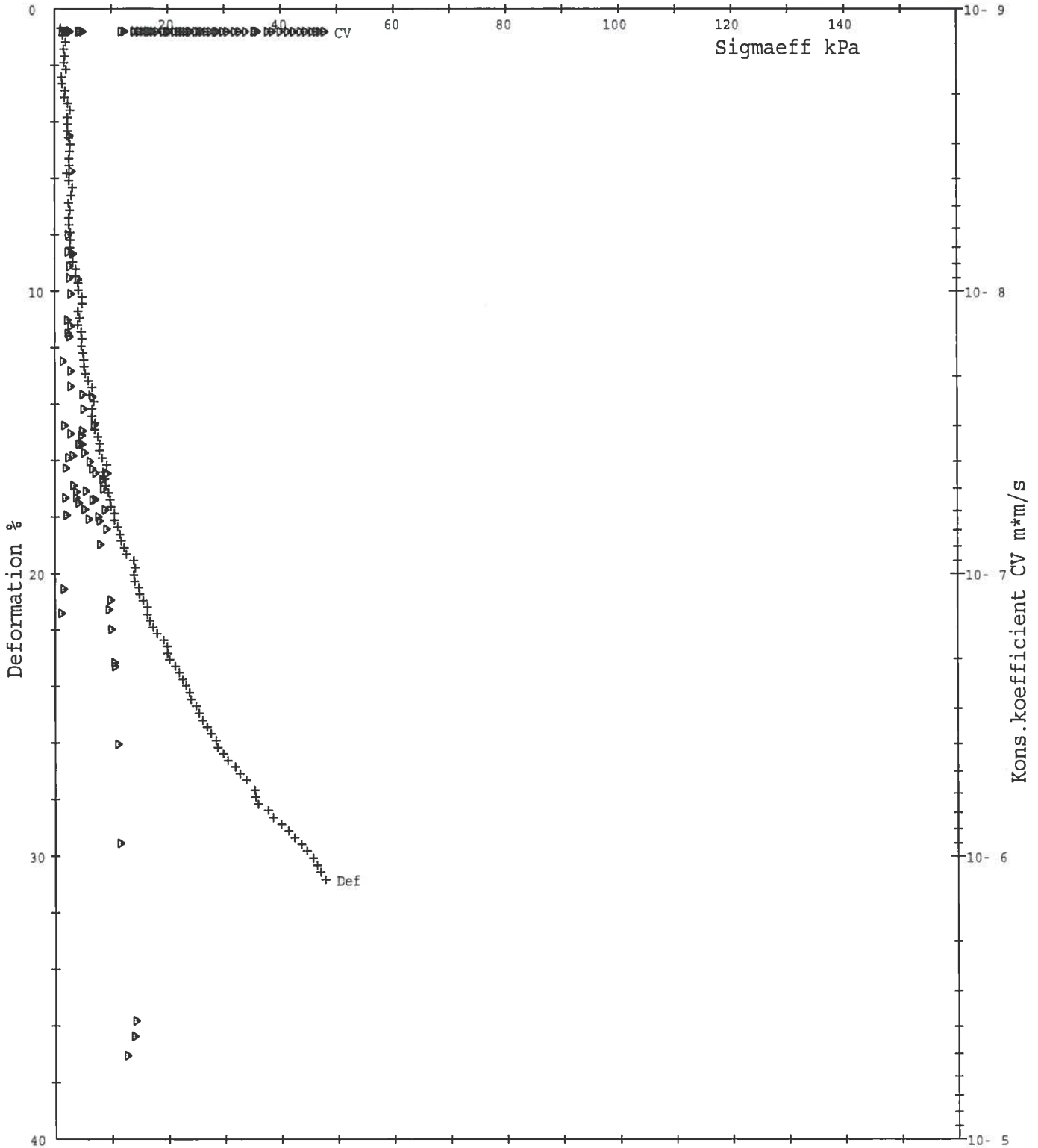
PROV NR	BH/SEKT	DIUP	PROVET ÄR EJ TVÄTTSIKTAT	
SIKTNING SS 027123 UTGÅVA 2*				
TOTAL PROV-MÄNGD g	SIKTAD PROV-MÄNGD g	STÖRSTA KORNSTORLEK mm	HALT AV MTR. > 20 mm	LERHALT % AV MTR. < 0,06 mm
	< 63 mm	< 20 mm		
			PROVMÄNGD g	FÖRBEHANDLING
			53	43
BENÄMNING AV MTR. < 20 mm	MATERIALTYP ENL. ATB VÄG	TJÄLFÄRLIGHETS KLASS ENL. ATB VÄG	GRADERINGSTAL $C_u = d_{60}/d_{10}$	ANMÄRKNING
				Korndensitet antagen till 2,70t/m ³ . Prov behandlat med väteperoxid.

*Standarden upphävd 2005-06-07.

Mätosäkerhet siktning (0,063-63 mm): ± 2,9 %. Mätosäkerhet sedimentationsanalys (0,002-0,06 mm): ± 0,6 %.

Programversion 1.2

1.03 Öster Ön Råvsmålan



Sigma'C	M _L	Sigma'L	M'	Perm. k	Beta-k
— kPa	— kPa	— kPa	—	(5·10 ⁻⁹) m/s	—

SS 027126, utgåva 1

Ödometer nr 1

Defhast. %/h 0.7

Densitet 1.34

H=20 mm D=50 mm

Utrustningens egendeformation beaktad

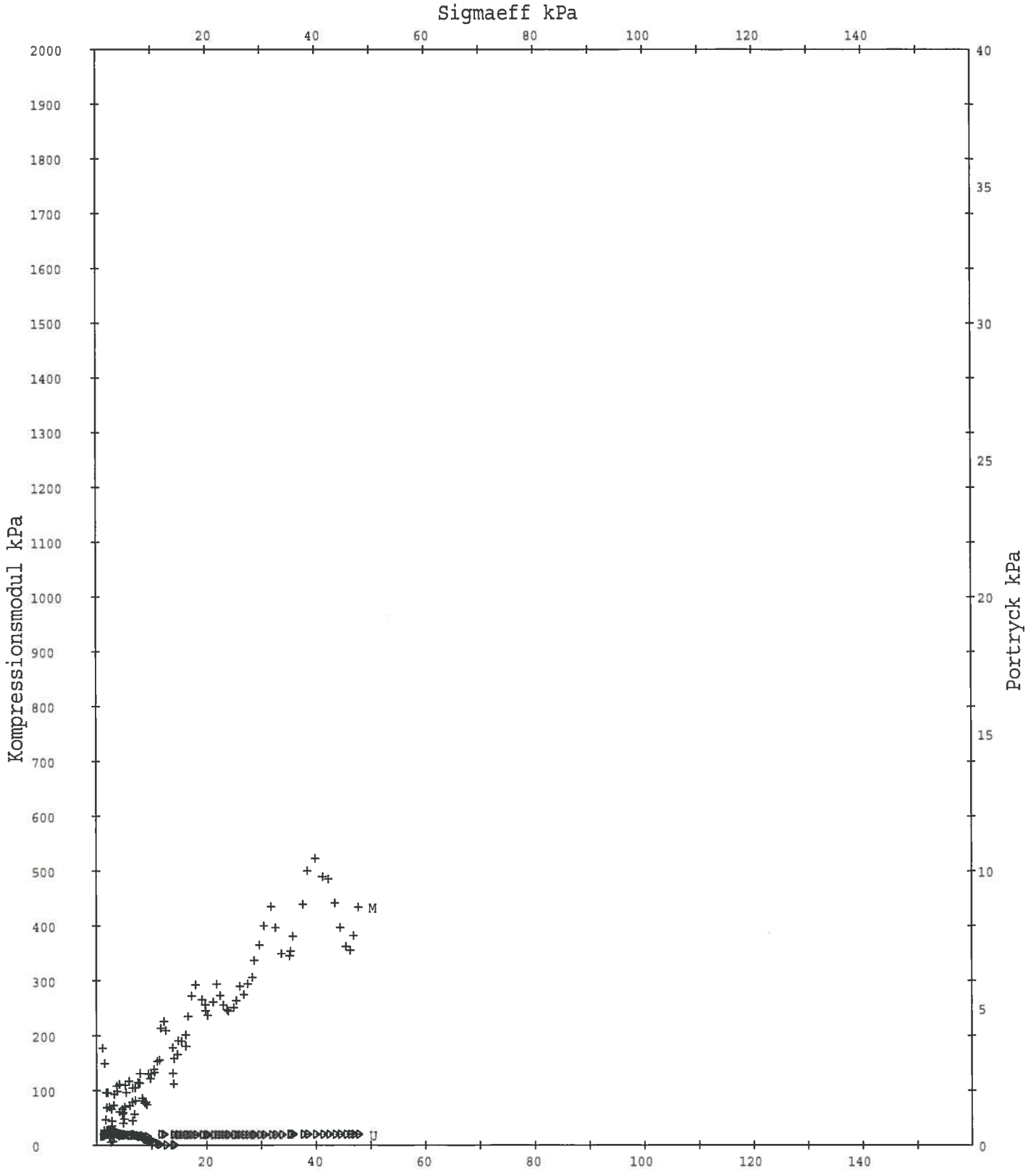
Projekt 2-1010-0774

Sekt/hål -

Djup/nivå - m

Prel. ben Bottensediment

1.03 *Österån Rävsmålan*



SS 027126, utgåva 1

Ödometer nr 1

Defhast. %/h 0.7

Densitet 1.34

H=20 mm D=50 mm

Utrustningens egendeformation beaktad

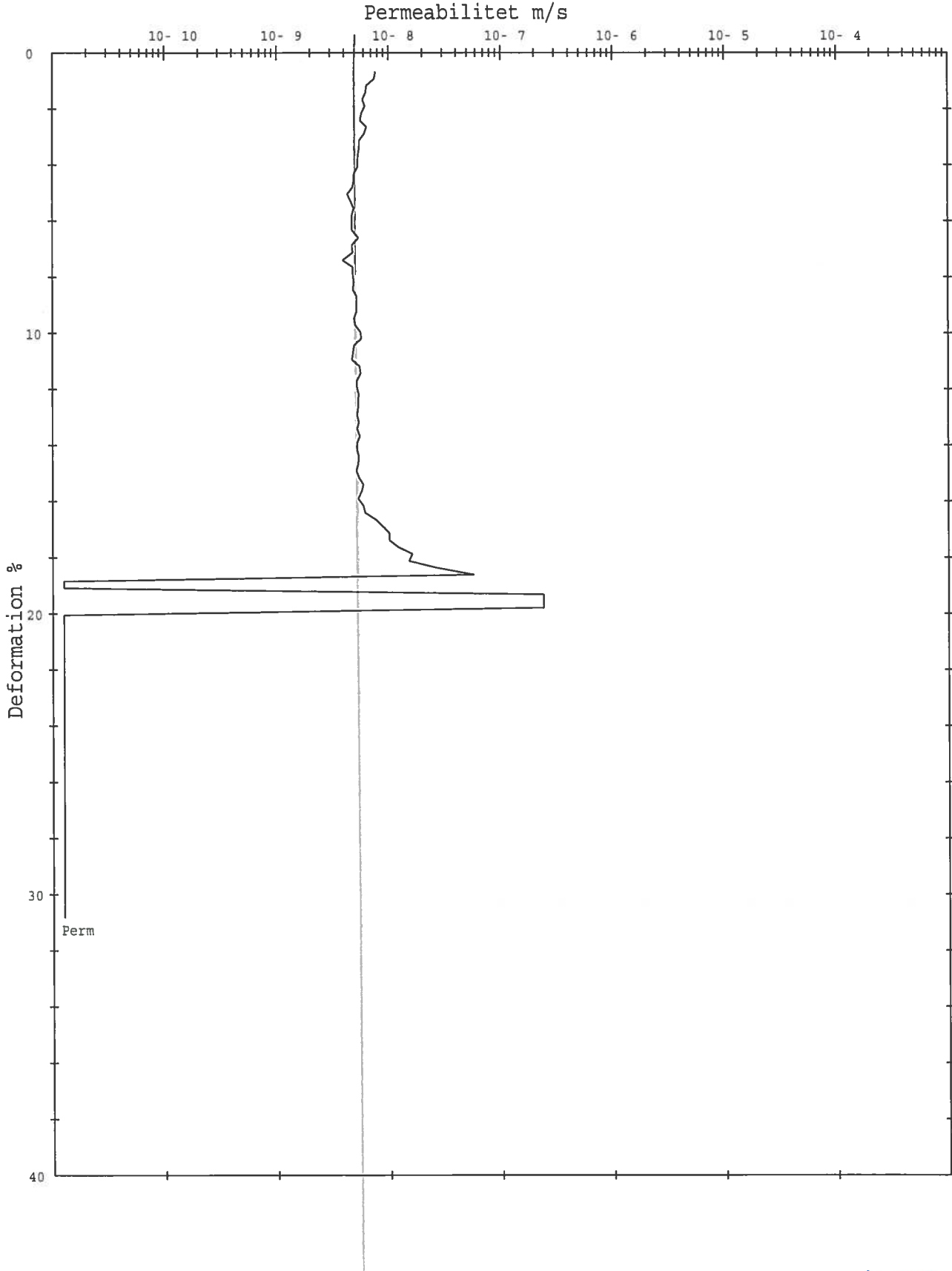
Projekt 2-1010-0774

Sekt/hål -

Djup/nivå - m

Prel. ben Bottensediment

1.03 Öster Ön Rävemålan





**Ramböll Sverige AB
Region Väst**

Oskarshamn

Stabilisering av muddermassor, Oskarshamns hamn

Bilaga 2

**Sedimenten – totalhalter oorganiska
föroreningar**

Totalhalter oorganiskt i sedimentprov från Oskarshamns hamn

	Provnamn:	Inre hamnen	Väster Rävsmålan	Yttre hamnen djupomr.	Öster Rävsmålan	Månskensviken	Sediment	Sediment EU Irland/UK/Belgien/ Nederländerna/ Frankrike 2/	Avfall Sve FA-gräns 3/	Sediment
							Finland 1/ N1/N2	SQC		Kanada 4/ ISQG/PEL
	Provnr.:	100296	100297	100300	100298	100299				
TS	%	33,5	24	16,9	34,4	27,6				
TOC	% TS	4,12	5,85	4,34	3,56	3,21				
LOI 1000°C	% TS	12,2	20,6	20,3	10,6	13				
Si	mg/kg TS	279000	206000	150000	255000	202000				
Al	mg/kg TS	56100	40700	33000	59800	50600				
Ca	mg/kg TS	12500	11300	8220	13000	14400				
Fe	mg/kg TS	47600	122000	215000	79000	138000				
K	mg/kg TS	25200	17600	14000	26900	21900				
Mg	mg/kg TS	9470	9290	8380	10600	11000				
Mn	mg/kg TS	445	400	331	476	482				
Na	mg/kg TS	18700	17200	18200	19600	16000				
P	mg/kg TS	1300	1900	1900	1890	2480				
Ti	mg/kg TS	2920	2330	1950	3310	2810				
As	mg/kg TS	35,7	116	135	102	363	15/60	70/50/100/29/50	1000	7,24/41,6
Ba	mg/kg TS	632	488	302	698	521			10000	
Be	mg/kg TS	1,07	1,15	2,02	3	2,54				
Cd	mg/kg TS	17,6	17,7	9,93	11,2	13,4	0,5/2,5	4,2/5/7/4/2,4	100 A/	0,70/4,20
Co	mg/kg TS	19,7	43,8	50,8	35,4	95,1			100 A/	
Cr	mg/kg TS	69	70,1	76,7	77,4	113	65/270	370/400/220/120/180	10000	53,2/160
Cu	mg/kg TS	418	1460	1750	1150	1950	50/90	110/400/100/60/90	2500	18,7/108
Hg	mg/kg TS	0,795	2,2	<1	2,57	2,99	0,1/1	0,7/3,0/1,5/ 1,2/0,8	1000 B/	0,13/0,70
Mo	mg/kg TS	2,49	<6	10,4	<6	6,72			10000	
Nb	mg/kg TS	16,2	8,8	10,5	13,5	13,4				
Ni	mg/kg TS	74,8	79,5	26,2	57	57	45/60	60/200/280/ 45/74	100 A/	
Pb	mg/kg TS	235	679	1190	535	1360	40/200	218/500/350/110/200	2500	30,2/112
S	mg/kg TS	12200	13400	12200	9840	15100				
Sc	mg/kg TS	9,99	7,7	6,55	10	10,4				
Sr	mg/kg TS	231	195	143	253	192				
V	mg/kg TS	64,1	58,5	56,5	71,2	96,4			10000	
W	mg/kg TS	<60	<60	<60	<60	< 60				
Y	mg/kg TS	33,6	36,9	31,8	39,8	40,1				
Zn	mg/kg TS	1240	3050	3660	2290	4880	170/ 500	410/800/500/365/552	2500	124/271
Zr	mg/kg TS	305	192	150	279	246				

1-3 ggr över Finland N2
3-10 ggr över Finland N2
10-30 ggr över Finland N2
>30 ggr över Finland N2

NOT

1/ Värden gäller för Finland (Ympäristöministeriö, 2004. Anvisning för muddring och deponering av muddermassor).

N1/N2 motsvarar Nivå 1 / Nivå 2. Värde under Nivå 1 motsvarar: "En ofarlig muddermassa" och "massan får deponeras på havsbotten". Halter mellan Nivå 1 och Nivå 2 ligger i den s.k. "gråzonen". Om sediment med halter inom detta kan tillåtas deponeras till havs måste avgöras från fall till fall. Halter över Nivå 2 motsvarar muddermassor som är så förorenade att de i regel inte tillåts deponeras på havsbotten. Nivåvärdena för oorganiska föreningar är normaliserade mot 10 % glödförlust (här beräknat som 2 * TOC = glödförlust 550 °C) och mot 25 % lera.

2/ SQC=Sediment Quality Criteria. Aktionsnivåer och gränsvärden inom valda EU-länder för muddermassor att få deponeras i havet (Cronin m. fl., 2006).

3/ Avfall Sverige, Rapport 2007:01.

4/ Canadian Environmental Quality Guidelines, 2003. ISQG = Interim sediment quality guideline. PEL = probable effect level. Värdena gäller marint sediment (ej färskvattensediment).

A/ Värde gäller för lättlösligt (< 1 mg/l). I annat fall gäller 1000 mg/kg för Cd, 2500 mg/kg för Co och 1000 mg/kg för Ni.

B/ Värde gäller oorganiskt Hg. För organiskt Hg gäller 500 mg/kg.



**Ramböll Sverige AB
Region Väst**

Oskarshamn

Stabilisering av muddermassor, Oskarshamns hamn

Bilaga 3

**Sedimenten – totalhalter organiska
föreningar**

Totalhalter organiskt i sedimentprov från Oskarshamns hamn

Provnamn	Inre hamnen	V. Rävsmålan	Y. hamnen djupomr.	Ö Rävsmålan	Månskensvik	Irland 1/	Kanada 2/	Finland 3/	US Army 5/	NV Bedömningsgrunder 4/	
						Enhet/Provnr	100296	100297	100300	100298	100299
TS 105°C	%	33,9	22,7	-	35,5	28,9					
2,3,7,8-tetraCDD	ng/kg TS	<0,82	<2,1	3,6	<1,7	33					
1,2,3,7,8-pentaCDD	ng/kg TS	2,7	10	7,2	28	49					
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	ng/kg TS	6,7	14	22	40	110					
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	ng/kg TS	7,9	25	47	84	190					
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	ng/kg TS	5,4	12	14	31	60					
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	ng/kg TS	93	210	340	600	1600					
oktaldibensodioxin	ng/kg TS	330	980	1000	2200	7300					
2,3,7,8-tetraCDF	ng/kg TS	39	110	190	210	1100					
1,2,3,7,8-pentaCDF	ng/kg TS	49	170	220	360	880					
2,3,4,7,8-pentaCDF	ng/kg TS	42	90	150	250	650					
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	160	480	750	1500	3800					
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	130	280	420	960	2300					
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	ng/kg TS	9,6	45	63	110	280					
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	52	160	260	440	1000					
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	ng/kg TS	1000	4300	4200	7200	18000					
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	ng/kg TS	150	460	670	1100	3300					
oktaldibensofuran	ng/kg TS	2600	10000	13000	26000	97000					
sum WHO-PCDD/F-TEQ lowerbound	ng/kg TS	71	210	300	550	1500					
sum WHO-PCDD/F-TEQ upperbound	ng/kg TS	72	210	300	550	1500	-	21,5	-	10	
PCB 28	mg/kg TS	0,003	0,0051	0,0021	0,0031	< 0,002	0,18	-	0,001/0,030	-	0,0002-0,0006 / > 0,0006
PCB 52	mg/kg TS	0,0048	0,0051	0,0025	0,0055	0,0042	0,18	-	0,001/0,030	-	0,0002-0,0008 / > 0,0008
PCB 101	mg/kg TS	0,0097	0,0057	0,0025	0,0072	0,0105	0,18	-	0,004/0,030	-	0,0006-0,002 / > 0,002
PCB 118	mg/kg TS	0,0048	0,0035	<0,002	0,0035	0,004	0,18	-	0,004/0,030	-	0,0006-0,002 / > 0,002
PCB 138	mg/kg TS	0,0146	0,0103	0,0059	0,0122	0,0125	0,18	-	0,004/0,030	-	0,0003-0,0035 / > 0,0035
PCB 153	mg/kg TS	0,0146	0,0108	0,0061	0,0107	0,0124	0,18	-	0,004/0,030	-	0,0012-0,0035 / > 0,0041
PCB 180	mg/kg TS	0,0061	0,007	0,0034	0,0067	0,0101	0,18	-	0,004/0,030	-	0,0004-0,0019 / > 0,0019
PCB, summa 7	mg/kg TS	0,0576	0,0475	0,0229	0,0489	0,0537	1,26	0,022/0,19	-	-	0,004-0,015 / > 0,015
TS 105°C	%	34,9	23,4	18,5	36,5	30,3					
monobutyltenn	mg/kg TS	0,013	0,012	0,0039	0,016	0,014					
dibutyltenn	mg/kg TS	0,074	0,078	0,016	0,12	0,14					
tributyltenn	mg/kg TS	0,42	0,38	0,035	0,32	0,55	0,5	-	0,003/0,2		
tetrabutyltenn	mg/kg TS	0,0036	0,0074	<0,002	0,0076	0,0094					
monooktyltenn	mg/kg TS	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	< 0,001					
dioktyltenn	mg/kg TS	<0,001	<0,002	<0,002	<0,002	< 0,002					
tricyklohexyltenn	mg/kg TS	<0,001	<0,003	<0,002	<0,003	< 0,003					
monofenyltenn	mg/kg TS	<0,05	---	---	---	---					
difenyltenn	mg/kg TS	0,0056	0,0049	<0,005	0,014	0,025					
trifenyltenn	mg/kg TS	0,0086	0,016	<0,005	0,020	0,032					

1-3 ggr över Finland N2
3-10 ggr över Finland N2
10-30 ggr över Finland N2
<30 ggr över Finland N2
1-3 ggr över DMMP, USA (se Not 6)
3-10 ggr över DMMP, USA (se Not 6)
10-30 ggr över DMMP, USA (se Not 6)
>30 ggr över DMMP, USA (se Not 6)
1-3 ggr över gränsvärde Irland

Not:
4/ NV Rapport 4914: Bedömningsgrunder för miljö kvalitet – Kust och hav. Organiska miljögifter i sediment. Värdena=statistisk tillståndsklassning av org. miljögifter i sediment längs Sveriges kust (µg/kg torr vikt). Halterna ska inte normaliseras för kolhalten. NV kommer att uppdatera data Gränsen mellan klass 4 och 5 utgörs av 95-percentilen (90-percentilen för EOCI). Halter/klassgränser = fördelning av miljögift i svenska sediment.
5/ Sediments with dioxin concentrations up to 10 ppb TEQ will be allowed for open-water disposal as long as the volume-weighted average concentration of dioxins in material from the entire dredging project does not exceed 4 ppb TEQ.
<http://klamathrestoration.gov/sites/klamathrestoration.gov/files/Keep-Me-Informed/RiverRes/EPA%20Dioxin%20Memo%20Jan%202010.pdf>
http://www.nws.usace.army.mil/PublicMenu/documents/DMMO/Dioxin_Issue_Paper-May_1_2009.pdf

Not:
1/ Föreslagna gränsvärden för muddermassor att inte få deponeras i havet (Cronin m. fl., 2006). Irländska värden baserade på 3 % TOC.
<http://marine.ie/NR/rdonlyres/A90B2D44-594E-4BDF-A58A-682F997C921A/0/>
 Assessmentofdredgematerial2006.pdf
2/ Canadian Environ Quality Guidelines, 2003. ISQG = Interim sediment quality guideline.
 PEL = probable effect level. Värdena gäller marint sediment (ej färskvattensediment).
 Dioxinvärdet även i : <http://klamathrestoration.gov/sites/klamathrestoration.gov/files/Keep-Me-Informed/RiverRes/EPA%20Dioxin%20Memo%20Jan%202010.pdf>
3/ Värden gäller för Finland (Ympäristöministeriö, 2004. Anvisning för muddring och deponering av muddermassor). N1/N2 motsvarar Nivå 1 / Nivå 2. Värde under Nivå 1 motsvarar: "En ofarlig muddermassa" och "massan får deponeras på havsbotten". Halter mellan Nivå 1 och Nivå 2 ligger i den s.k. "gråzonen". Om sediment med halter inom detta kan tillåtas deponeras till havs måste avgöras från fall till fall. Halter över Nivå 2 motsvarar muddermassor som är så förorenade att de i regel inte tillåts deponeras på havsbotten.



**Ramböll Sverige AB
Region Väst**

Oskarshamn

Stabilisering av muddermassor, Oskarshamns hamn

Bilaga 4

Stabiliserade provers hållfasthet

Samlingsprov

(Inre Hamnen, Månskensviken, Väster om ön Råvsmålan, Öster om ön Råvsmålan)

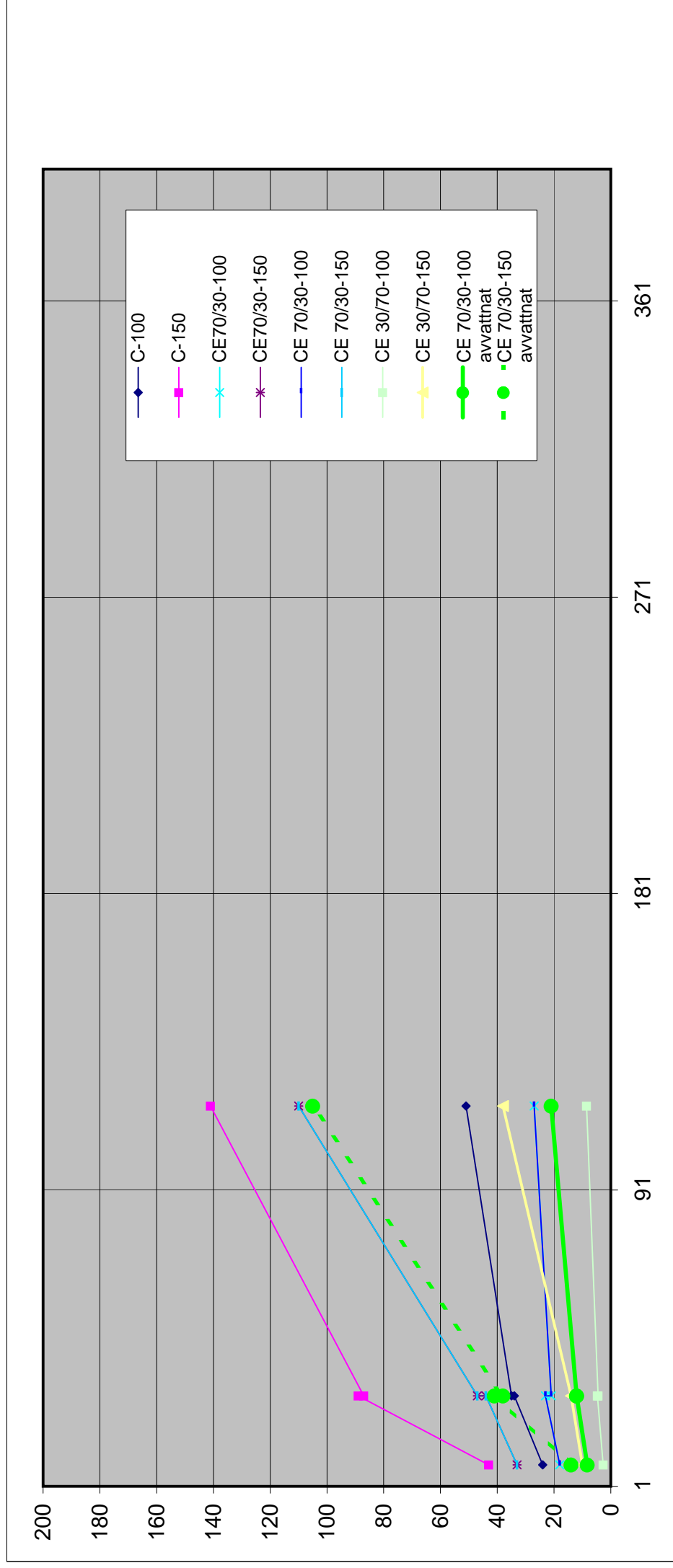
Skjuvhållfasthet (kPa) mot tid (dagar)

G Holm 2011-08-30

avvattnat sediment

Härningstid**Bindemedel (kg/m³)**

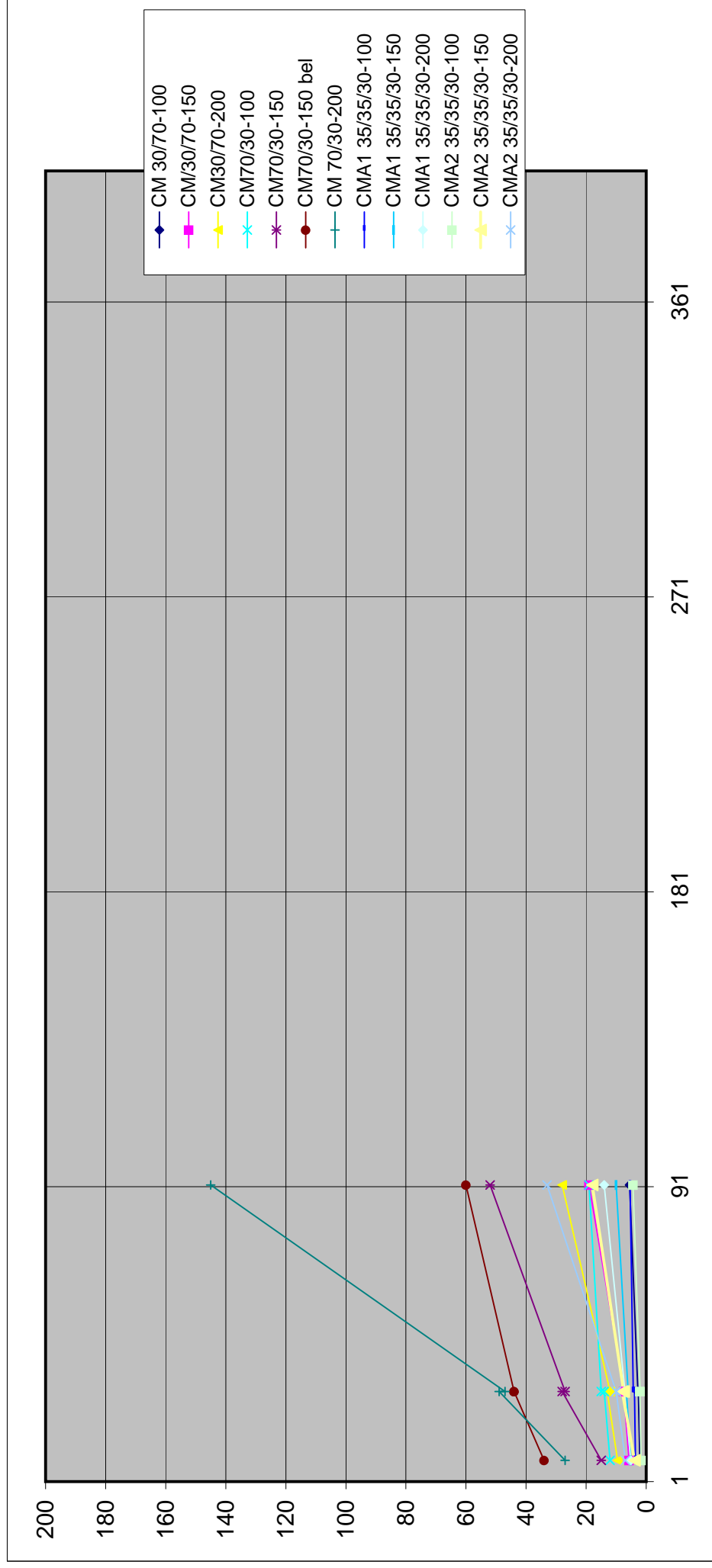
dagar	Cement		Ecocem		Cement/Ecocem 70/30		Cement/Ecocem 30/70	
	100	150	100	150	100	150	100	150
7	1	2	43	3	8	9	61	62
28	24	43	89	3	18	33	8,3	14
28	34	89	87	2,6	23	44	12	41
116	35	87	141		21	47	12	38
365	51	141			27	110	21	105



Härddningstid

Bindemedel (kg/m³)

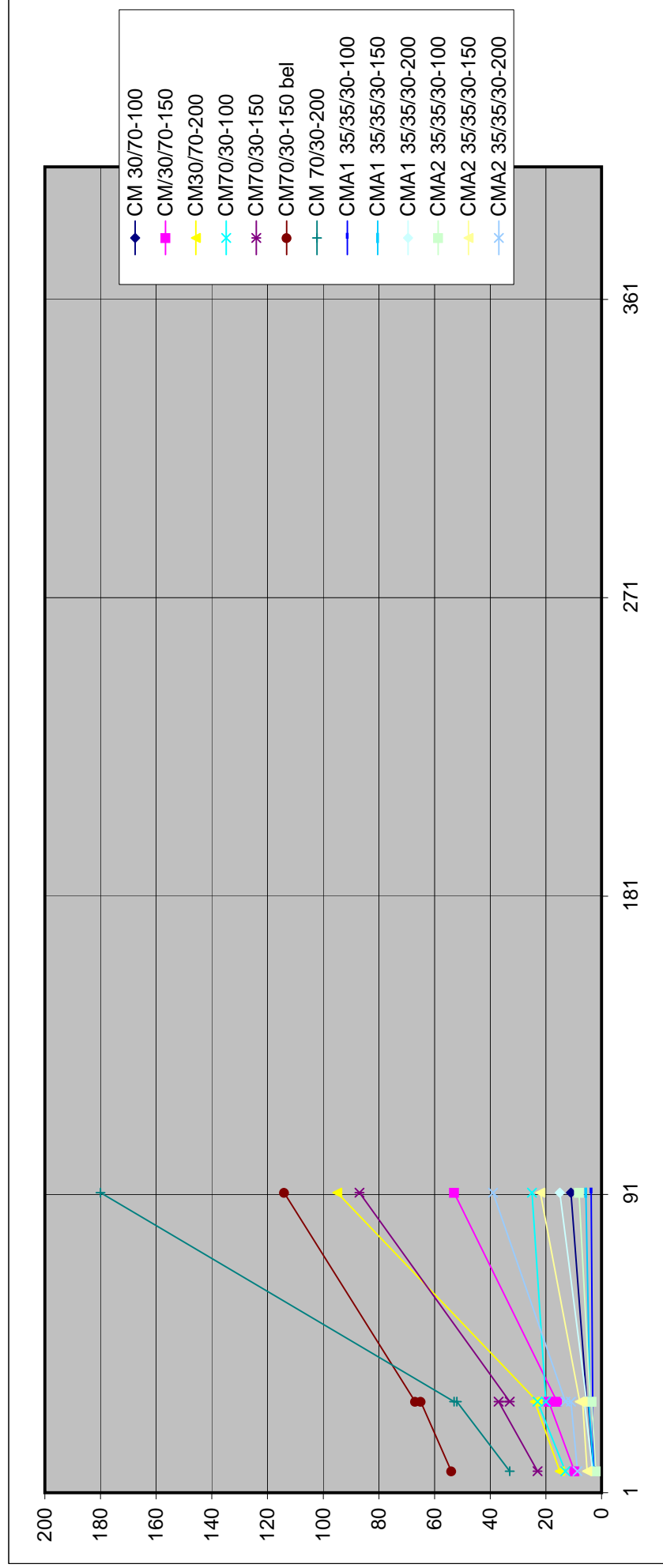
dagar	CM 30/70		CM 70/30		CM 70/30 150+belastn		CMA1 35/35/30		CMA2 35/35/30	
	100	150	100	150	100	150	100	150	100	150
7	1	2	4	5	6	7	8	9	11	12
28	2,1	5,7	12	15	34	27	3,6	5,1	1,7	3,9
28	2,6	7,5	14	28	44	49	3,9	6,6	2,1	8
28	2,8	7,2	15	27	44	47	4,3	6	2	7,5
91	5,5	19	19	52	60	145	5,4	10	4,4	18
365										



Härningstid

Bindemedel (kg/m3)

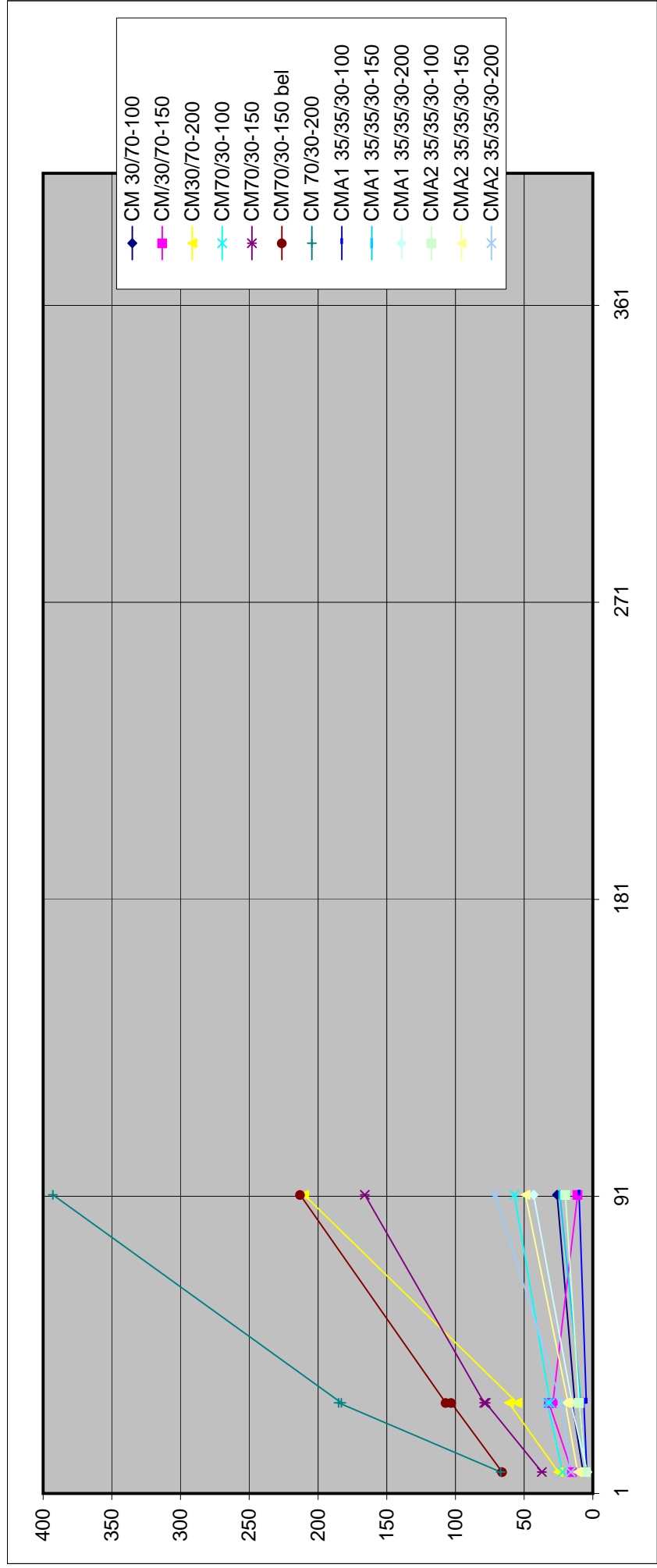
dagar	CM 30/70		CM 70/30		CMA1 35/35/30		CMA2 35/35/30	
	100	200	100	200	100	200	100	200
7	2,9	9,7	13	23	2,6	2,8	2,1	5,2
28	4,8	19	23	37	3,4	4,6	3,5	6,8
28	5,3	16	20	33	3,2	4,2	4,1	7,8
91	11	53	25	87	3,7	5,6	8,1	22
365								



Bindemedel (kg/m³)

Härdningstid

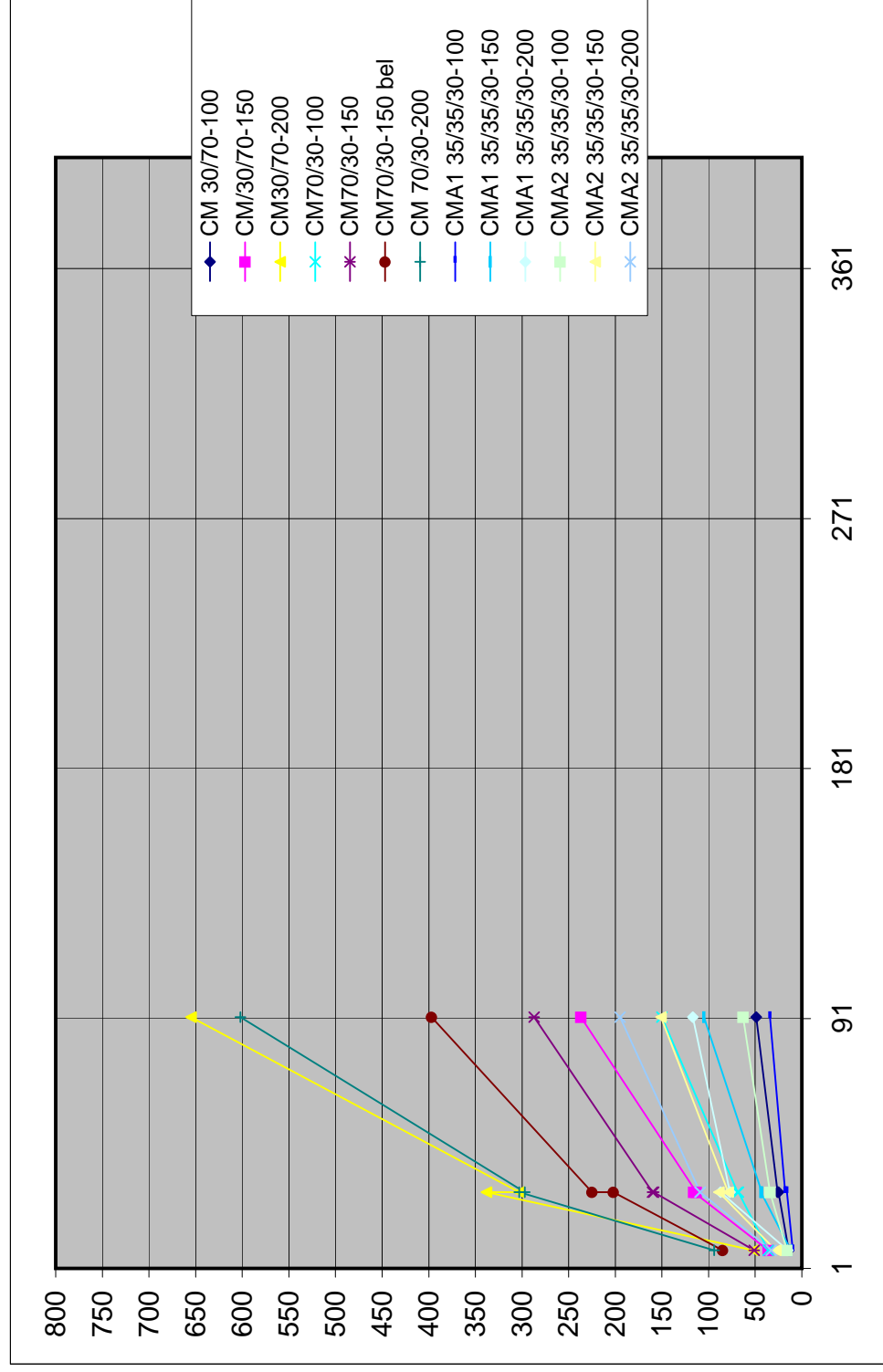
dagar	CM 30/70			CM 70/30			CMA1 35/35/30			CMA2 35/35/30		
	100	150	200	100	150	200	100	150	200	100	150	200
7	7	15	25	22	37	66	4,3	5,1	4	5,1	11	16
28	15	32	61	33	78	103	6,6	10	16	10	20	23
28	13	29	55	31	79	107	4,8	8,6	15	10	18	23
91	26	11	210	57	166	213	10	24	43	20	49	71
365												



Härdringstid

Bindemedel (kg/m³)

dagar	CM 30/70			CM 70/30			Bindemedel (kg/m ³)						
	100	150	200	100	150	200	100	150	200	100	150	200	
7	14	36	52	36	51	85	94	9,7	12	15	16	28	33
28	25	116	338	68	159	202	303	16	44	87	34	89	109
28	26	113	303	69	160	225	297	18	43	77	34	79	109
91	49	237	655	150	287	397	602	34	105	117	63	151	195
365													





**Ramböll Sverige AB
Region Väst**

Oskarshamn

Stabilisering av muddermassor, Oskarshamns hamn

Bilaga 5

**Lakegenskaper sediment och stabiliserade
prover – oorganiska föroreningar**

Månskenviken Skaktester sediment + 35 d stabiliserat sediment jmf Handbok

Bindemedel	C/M 70/30-100	C/M 30/70-150	C/M 70/30-150	C/M 70/30-200		NV Handbok 2010:1	
Provplats	Månskenviken	Månskenviken	Månskenviken	Månskenviken	Månskenviken	Återvinning avfall	
Enhet/prov	BL2 35d L/S10	BL3 35d L/S10	BL4 35d L/S10	BL7 34d L/S10	Sediment L/S10	Mindre än ringa risk, L/S10	
Provnr	1145	1141	1140	1144	1197		
As	mg/kg TS	0,17	0,15	0,12	0,055	0,4	0,09
Cd	mg/kg TS	<0,0007	<0,0007	<0,0006	<0,0005	<0,0006	0,02
Cr	mg/kg TS	<0,006	<0,006	<0,006	<0,005	<0,006	1
Cu	mg/kg TS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,02	0,8
Hg	mg/kg TS	0,0037	0,002	0,0037	0,0043	<0,0003	0,01
Ni	mg/kg TS	1	0,8	1	1,6	0,058	0,4
Pb	mg/kg TS	<0,003	0,0032	<0,003	<0,002	0,0058	0,2
V	mg/kg TS	0,034	0,2	0,020	0,015	0,0022	
Zn	mg/kg TS	0,022	0,021	<0,03	0,020	0,047	4
S	mg/kg TS	355	665	241	230	1730	
SO ₄ Not	mg/kg TS	1063	1991	721	689	5179	200
Not: Analysen är gjort m a p svavel (S). Svavel är här omräknat som sulfat (med osäkert antagande att allt S är i form av sulfat)							
						NV Handbok 2010:1	
						Återvinning avfall	
						Nivå deponitäckning, L/S10	
As	mg/kg TS	0,17	0,15	0,12	0,055	0,4	0,4
Cd	mg/kg TS	<0,0007	<0,0007	<0,0006	<0,0005	<0,0006	0,007
Cr	mg/kg TS	<0,006	<0,006	<0,006	<0,005	<0,006	0,3
Cu	mg/kg TS	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	<0,02	0,6
Hg	mg/kg TS	0,0037	0,002	0,0037	0,0043	<0,0003	0,01
Ni	mg/kg TS	1	0,8	1	1,6	0,058	0,6
Pb	mg/kg TS	<0,003	0,0032	<0,003	<0,002	0,0058	0,3
V	mg/kg TS	0,034	0,2	0,020	0,015	0,0022	
Zn	mg/kg TS	0,022	0,021	<0,03	0,020	0,047	3
S	mg/kg TS	355	665	241	230	1730	
SO ₄ Not	mg/kg TS	1063	1991	721	689	5179	8500

Not: Analysen är gjort m a p svavel (S). Svavel är här omräknat som sulfat (med osäkert antagande att allt S är i form av sulfat)

Oorganisk lakning sediment

							NV Handbok 2010:1 Återvinning avfall Mindre än ringa risk, L/S10
Provplats	Inre hamnen	Väster Rävsmålan	Yttre hamnen, djupomr.	Öster Rävsmålan	Månskensviken		
Enhet\prov	Sediment L/S 10	Sediment L/S 10	Sediment L/S 10	Sediment L/S 10	Sediment L/S10		
Not:	Not 2	Not 3	Not 4	Not 5	Not 6		
Provnr	100296 / 1194	100297 / 1195	100300 / 1198	100298 / 1196	100299 / 1197		
As	mg/kg TS	0,20	0,20	0,11	0,47	0,4	0,09
Cd	mg/kg TS	0,0006	<0,0006	<0,0005	<0,0006	<0,0006	0,02
Cr	mg/kg TS	<0,006	<0,006	<0,005	0,0062	<0,006	1
Cu	mg/kg TS	0,02	0,032	0,03	0,020	<0,02	0,8
Hg	mg/kg TS	<0,0003	<0,0003	<0,0002	<0,0003	<0,0003	0,01
Ni	mg/kg TS	0,068	0,097	0,048	0,059	0,058	0,4
Pb	mg/kg TS	0,011	0,016	0,039	0,0098	0,0058	0,2
V	mg/kg TS	0,003	0,0024	0,0022	0,006	0,0022	
Zn	mg/kg TS	0,049	0,20	0,084	0,11	0,047	4
S	mg/kg TS	1310	1420	1280	797	1730	
SO4 Not 1	mg/kg TS	3922	4251	3832	2386	5179	200
							NV Handbok 2010:1 Återvinning avfall Nivå deponitäckning, L/S10
As	mg/kg TS	0,20	0,20	0,11	0,47	0,4	0,4
Cd	mg/kg TS	0,0006	<0,0006	<0,0005	<0,0006	<0,0006	0,007
Cr	mg/kg TS	<0,006	<0,006	<0,005	0,0062	<0,006	0,3
Cu	mg/kg TS	0,02	0,032	0,03	0,020	<0,02	0,6
Hg	mg/kg TS	<0,0003	<0,0003	<0,0002	<0,0003	<0,0003	0,01
Ni	mg/kg TS	0,068	0,097	0,048	0,059	0,058	0,6
Pb	mg/kg TS	0,011	0,016	0,039	0,0098	0,0058	0,3
V	mg/kg TS	0,003	0,0024	0,0022	0,006	0,0022	
Zn	mg/kg TS	0,049	0,20	0,084	0,11	0,047	3
S	mg/kg TS	1310	1420	1280	797	1730	
SO4 Not 1	mg/kg TS	3922	4251	3832	2386	5179	8500

Not 1: Analysen är gjort m a p svavel (S). Svavel är här omräknat som sulfat (med osäkert antagande att allt S är i form av sulfat)

Not 2: Samlingsprov har gjorts av delprov G3-G4, I5-I6, M4 och M7

Not 3: Samlingsprov har gjorts av delprov K18, M18-19, NI6 och O17-18

Not 4: Samlingsprov har gjorts av delprov L40-41, K42, L29 och M39

Not 5: Samlingsprov har gjorts av delprov J23, L24, N22 och N25

Not 6: Samlingsprov har gjorts av delprov Q29, R24, R28 och S27

Oorganisk laktest saml.prov sediment + 91 d stab C/M 70/30-150

	Bindemedel	C/M 70/30-150	-	NV Handbok 2010:1	NV Handbok 2010:1
	Provplats	Samlingsprov 4 omr	Samlingsprov 4 omr	Återvinning avfall	Återvinning avfall
	Enhet	Samlingsprov 91d L/S10	Samlingsprov Sediment L/S10	Mindre än ringa risk, L/S10	Nivå deponitäckning, L/S10
	Provnr	11162	11164		
pH		11,7	7,7		
Ledningsförmåga	mS/m 25°C	341	270		
Redox Eh	mV	133	306		
As	mg/kg TS	0,051	1	0,09	0,4
Ba	mg/kg TS	1,2	0,33		
Cd	mg/kg TS	<0,0005	<0,0005	0,02	0,007
Cr	mg/kg TS	<0,005	<0,005	1	0,3
Cu	mg/kg TS	0,15	0,029	0,8	0,6
Hg	mg/kg TS	<0,0002	<0,0002	0,01	0,01
Mo	mg/kg TS	2,1	0,74		
Ni	mg/kg TS	4,2	0,067	0,4	0,6
Pb	mg/kg TS	0,011	0,022	0,2	0,3
Sb	mg/kg TS	0,0088	0,0037		
Se	mg/kg TS	0,84	0,025		
Zn	mg/kg TS	0,038	0,095	4	3
DOC	mg/kg TS	1030	600		
Klorid	mg/kg TS	4270	6920	130	
Fluorid	mg/kg TS	38	10		
Sulfat	mg/kg TS	30	840	200	8500



**Ramböll Sverige AB
Region Väst**

Oskarshamn

Stabilisering av muddermassor, Oskarshamns hamn

Bilaga 6

**Lakegenskaper sediment och stabiliserade
prover – organiska föroreningar**

Organisk lakning Månskensviken BI 4 C/M 70/30-150, 91 d

	Bindemedel	C/M 70/30-150
	Provplats	Månskensviken
	Provnr	11161 Not 1
	Enhet\prov	BL4 91d L/S10
pH		11,7
Ledningsförmåga	mS/m 25 °C	380
Redox Eh	mV	123
2,3,7,8-tetraCDD	ng/kg TS	0,052
1,2,3,7,8-pentaCDD	ng/kg TS	0,068
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	ng/kg TS	0,23
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	ng/kg TS	0,25
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	ng/kg TS	0,19
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	ng/kg TS	1,8
oktakilordibensodioxin	ng/kg TS	4,9
2,3,7,8-tetraCDF	ng/kg TS	1,6
1,2,3,7,8-pentaCDF	ng/kg TS	2,0
2,3,4,7,8-pentaCDF	ng/kg TS	1,0
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	8,0
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	3,9
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	ng/kg TS	0,38
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	1,5
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	ng/kg TS	23
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	ng/kg TS	3,7
oktakilordibensofuran	ng/kg TS	50
sum WHO-PCDD/F-TEQ lowerbound	ng/kg TS	2,4
sum WHO-PCDD/F-TEQ upperbound	ng/kg TS	2,4
PCB 28	µg/kg TS	<0,099
PCB 52	µg/kg TS	<0,099
PCB 101	µg/kg TS	0,21
PCB 118	µg/kg TS	<0,099
PCB 138	µg/kg TS	0,31
PCB 153	µg/kg TS	0,39
PCB 180	µg/kg TS	0,19
PCB, summa 7	µg/kg TS	1,1

Not 1: Provbredning: Provet centrifugerades vid 4000 g i 2,5 h vid 20 ±5 grader C och lakvattnet dekanteras av för analys.

Organisk lakning Månskensviken BI 134 C/M/A(A2) 35/35/30-200, 91 d

	Bindemedel C/M/A(A2) 35/35/30-200	
	Provplats	Månskensviken
	Provnr	11160
	Enhet\prov	BL13 91d L/S10
pH		11,6
Ledningsförmåga	mS/m 25 °C	395
Redox Eh	mV	139
2,3,7,8-tetraCDD	ng/kg TS	0,17
1,2,3,7,8-pentaCDD	ng/kg TS	0,65
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	ng/kg TS	8,7
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	ng/kg TS	0,72
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	ng/kg TS	0,68
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	ng/kg TS	0,97
oktakilordibensodioxin	ng/kg TS	3,3
2,3,7,8-tetraCDF	ng/kg TS	0,72
1,2,3,7,8-pentaCDF	ng/kg TS	0,97
2,3,4,7,8-pentaCDF	ng/kg TS	0,59
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	4,0
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	2,4
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	ng/kg TS	0,22
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	0,75
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	ng/kg TS	13
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	ng/kg TS	1,9
oktakilordibensofuran	ng/kg TS	31
sum WHO-PCDD/F-TEQ lowerbound	ng/kg TS	1,3
sum WHO-PCDD/F-TEQ upperbound	ng/kg TS	1,3
PCB 28	µg/kg TS	<0,011
PCB 52	µg/kg TS	<0,011
PCB 101	µg/kg TS	0,014
PCB 118	µg/kg TS	<0,011
PCB 138	µg/kg TS	0,022
PCB 153	µg/kg TS	0,027
PCB 180	µg/kg TS	0,014
PCB, summa 7	µg/kg TS	0,077

Not 1: Provberedning: Provet centrifugerades vid 4000 g i 2,5 h vid 20 ±5 grader C och lakvattnet dekanteras av för analys.

Organisk lakning sediment Månskensviken

Provnummer 100299 / 11103
L/S 10

Ämne\parameter	Enhet	Utlakat/ kg torrt material
pH		7,5
Ledningsförmåga	mS/m 25 °C	326
Redox Eh	mV	202
2,3,7,8-tetraCDD	ng/kg TS	0,2
1,2,3,7,8-pentaCDD	ng/kg TS	0,27
1,2,3,4,7,8-hexaCDD	ng/kg TS	1,50
1,2,3,6,7,8-hexaCDD	ng/kg TS	4,70
1,2,3,7,8,9-hexaCDD	ng/kg TS	0,92
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDD	ng/kg TS	19
oktakilordibensodioxin	ng/kg TS	49
2,3,7,8-tetraCDF	ng/kg TS	11
1,2,3,7,8-pentaCDF	ng/kg TS	13
2,3,4,7,8-pentaCDF	ng/kg TS	8,1
1,2,3,4,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	61
1,2,3,6,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	61
1,2,3,7,8,9-hexaCDF	ng/kg TS	2,90
2,3,4,6,7,8-hexaCDF	ng/kg TS	12
1,2,3,4,6,7,8-heptaCDF	ng/kg TS	230
1,2,3,4,7,8,9-heptaCDF	ng/kg TS	34
oktakilordibensofuran	ng/kg TS	520
sum WHO-PCDD/F-TEQ lowerbound	ng/kg TS	22
sum WHO-PCDD/F-TEQ upperbound	ng/kg TS	22
PCB 28	ng/kg TS	<33
PCB 52	ng/kg TS	70
PCB 101	ng/kg TS	220
PCB 118	ng/kg TS	75
PCB 138	ng/kg TS	200
PCB 153	ng/kg TS	550
PCB 180	ng/kg TS	380
PCB7, summa lowerbound	ng/kg TS	1500
PCB7, summa upperbound	ng/kg TS	1500
monobutyltenn	ng/kg TS	14
dibutyltenn	ng/kg TS	130
tributyltenn	ng/kg TS	2800
tetrabutyltenn	ng/kg TS	<10
monooktyltenn	ng/kg TS	<10
dioktyltenn	ng/kg TS	25
tricyklohexyltenn	ng/kg TS	<10
monofenyltenn	ng/kg TS	<10
difenyltenn	ng/kg TS	<10
trifenyltenn	ng/kg TS	30
DOC	mg/kg TS	769

Jämförelse, organisk lakning sediment Månskensviken med stabiliserat med två olika bindemedel under 91 d

	Bindemedel	C/M 70/30-150	C/M/A(A2) 35/35/30-200	-
	Provplats	Månskensviken	Månskensviken	Månskensviken
	Provnr	11161	11160	11103
	Enhet\prov	BL4 91d L/S10	BL13 91d L/S10	Sediment
pH		11,7	11,6	7,5
Ledningsförmåga	mS/m 25 °C	380	395	326
Redox Eh	mV	123	139	202
sum WHO-PCDD/F-TEQ lowerbound	ng/kg TS	2,4	1,3	22
sum WHO-PCDD/F-TEQ upperbound	ng/kg TS	2,4	1,3	22
PCB, summa 7	µg/kg TS	1,1	0,077	1,5

Bilaga 3: Slutrapport Avvattning

2011-03-21

Rev A 2011-09-14 (förtydligande försöksvatten för blandning)

Niclas Lindström, Sweco Environment

Lars-Erik Glas, Sweco Environment

Bilaga 3

Avvattning

Inkomna prover

De uttagna proven, 15 st, levererades i varsin plasthink om drygt 10 l.

Delprover, områden:märkning

- I: G3, J5, M4
- II: K18, M18, N16
- III: J23, N22, N25
- IV: R24, R28, S27
- V K39, K42, M39

Tabell 1. TS halter (GEOLAB)

Prov	G3	J5	M4	K18	M18	N16	J23	N22	N25	R24	R28	S27	K39	K42	M39
TS %	40	33	31	28	22,3	23,2	47	45	30	40	26	23	16	15	19

Provhinkarna var fyllda till brädden vilket försvårade uttag av representativa prover. Omrörning med mekanisk omrörare var ogörligt p g a överbräddning och kraftiga stänk. Proverna för TS-bestämningarna togs därför på fem olika ställen i respektive hink efter försiktig manuell omrörning. Delproverna från respektive hink blandades därefter ordentligt för TS-bestämning.

Tabell 2. Delprover ordnade efter områden. Observationer

Prov	TS %	Kommentar
G3	40	Fasta korvar blandade med formlöst mtrl
J5	33	Fasta korvar
M4	31	Fasta korvar
I	34	Medelvärde TS i prov från område I, skillnad högsta-lägsta=ca 9 %
K18	28	Ganska löst, ca 0,5 l vatten
M18	22	Ganska löst, ca 0,5 l vatten
N16	23	Ganska löst, ca 0,5 l vatten
II	25	Medelvärde TS i prov från område II, skillnad högsta-lägsta=ca 5 %
J23	47	Fasta korvar blandade med formlöst mtrl, ca 0,5 l vatten
N22	45	Fasta korvar blandade med formlöst mtrl
N25	30	Fasta korvar blandade med formlöst mtrl
III	41	Medelvärde TS i prov från område III, skillnad högsta-lägsta=ca 17 %
R24	40	Inslag av grå lera, lös konsistens
R28	26	Fasta korvar, tydlig tjärlukt, ca 0,5 l vatten
S27	23	Lös konsistens, ca 0,5 l vatten
IV	29	Medelvärde TS i prov från område IV, skillnad högsta-lägsta=ca 17 %
K39	16	Några korvar, resten ganska löst, ca 1 l vatten
K42	15	Ganska löst, ca 0,5 l vatten

Bilaga 3

M39	19	Ganska löst, ca 0,5 l vatten
V	17	Medelvärde TS i prov från område V, skillnad högsta-lägsta=ca 4 %

Inget av proverna luktade nämnvärt med undantag för R28 (område IV) som hade en tydlig tjärlukt och en lätt oljefilm på ytan i hinken.

Försök för val av polymer

Blandprover representerande de fem områdena (I-V) bereddes av lika delar av delproverna enligt tabell 2. Samtliga fem blandningar rördes ut i vatten med omrörare till beräknad TS-halt 5 % simulerande muddervatten. Vatten för beredning av samtliga försöksblandningar hämtades från Stora Värtan.

Sedimenteringen var långsam i samtliga blandningar och vattenfasen förblev mer eller mindre grumlig från 5 till mer än 8 timmar. Bägärförsök i mängder om 500 ml blandprov gjordes med inblandning av 5 – 40 mg/L av olika polyelektrolyter (polymerer) för att öka sedimenteringshastigheten. Bedömningen av resultaten gjordes okulärt. Polymerer från BASF enligt tabell 3 testades:

Tabell 3. Testade polymer

Polymer Beteckning	Laddning		Resultat	
	Typ	Rel. styrka	Maximal sedimenterings- hastighet cm/min	Vattenfas
M351	Anjon	2	3	Tydligt opak
M155	Anjon	10	3	Tydligt opak
M156	Anjon	20	3	Tydligt opak
M919	Anjon	50	5	Tydligt opak
Zetag 8110	Katjon	40	3,5	Mindre opak
Zetag 8140	Katjon	60	4	Mindre opak
Zetag 8180	Katjon	80	6	Helt klar

Flockningen utfördes genom manuell omrörning p.g.a flockens skjuvningskänslighet. Vid försöken konstaterades nämligen att flockbildningen blev sämre redan vid den mekaniska omrörarens lägsta hastighet. De maximala sedimenteringshastigheterna i tabellen ovan uppmättes omedelbart efter det att rörelsen i provet avstannat efter polymerinblandningen. Sedimenteringshastigheten minskade markant redan efter någon minut då en tydlig sedimentfas bildats. Den största skillnaden mellan de olika polymererna var vattenfasens klarhet. Utan polymertillsats förblev vattenfasen grumlig i åtskilliga timmar.

För de fortsatta försöken med sedimentering i plexiglasrör valdes polymeren Zetag 8180. De optimala doseringsmängderna i bägärförsöken var ca 15 mg/L till blandproverna från områdena I-IV och ca 30 mg/L för blandprovet från område V. Försök med större polymertillsatser gav betydligt högre initial sedimenteringshastighet men avsevärt lägre förtjockningsgrad, d.v.s.

Bilaga 3

sedimenteringen avstannade snabbt i stort sett helt, resulterande i större slamvolym.

Sedimenteringsförsök

Omfattning

- Tre försöksomgångar genomfördes:
Sedimentering i 2 m höga plexiglasrör med innerdiametern 94 mm vilka fylldes upp till höjden 1 800 mm.
- Sedimentering i mätglas av glas med volymen 2 000 ml, höjd = 380-400 mm, diameter ca 58 mm.
- Centrifugering i laboratoriecentrifug med provvolymerna ca 100 ml med varvtalet 2000 rpm.

Beredning av försöksblandningar

Förutom den mindre satsen till försöken för val av polymer bereddes två större satser för vardera området (I-V). Den första satsen användes till rörförsöken medan den andra satsen räckte både till försöken i mätglas och i centrifug. Mängden prov och mängden tillsatt vatten från Stora Värtan till respektive prov anpassades så att den beräknade TS-halten skulle bli ca 6 % vid den totala volymen 15 L. Blandningen av prov och vatten gjordes med intensivomrörning. Blandprovernas TS-halter bestämdes i eget lab. före utrörningen med vatten till tänkta muddervatten med TS-halt ca 6 %. Bestämning av TS-halterna i försöksblandningarna gjordes dels av Sweco Geolab, dels på Sweco Environments eget laboratorium, se tabell 4 nedan:

Tabell 4. Torrsubstanshalter i försöksblandningar

Samlings- Prov	TS före spädning %		TS efter spädning %	
	Beräknat ¹	Analys ²	Beräknat ³	Analys ⁴
I	34	28	6	5,7; 6,1
II	25	23	6	4,6; 5,8
III	41	33	6	4,2; 5,3
IV	29	30	6	5,7; 5,3
V	17	17	6	6,1; 6,9

¹ Beräknat utifrån analyserade TS-halter enligt tabell 1

² Analys på eget lab.

³ Beräknat utifrån analys på eget lab.

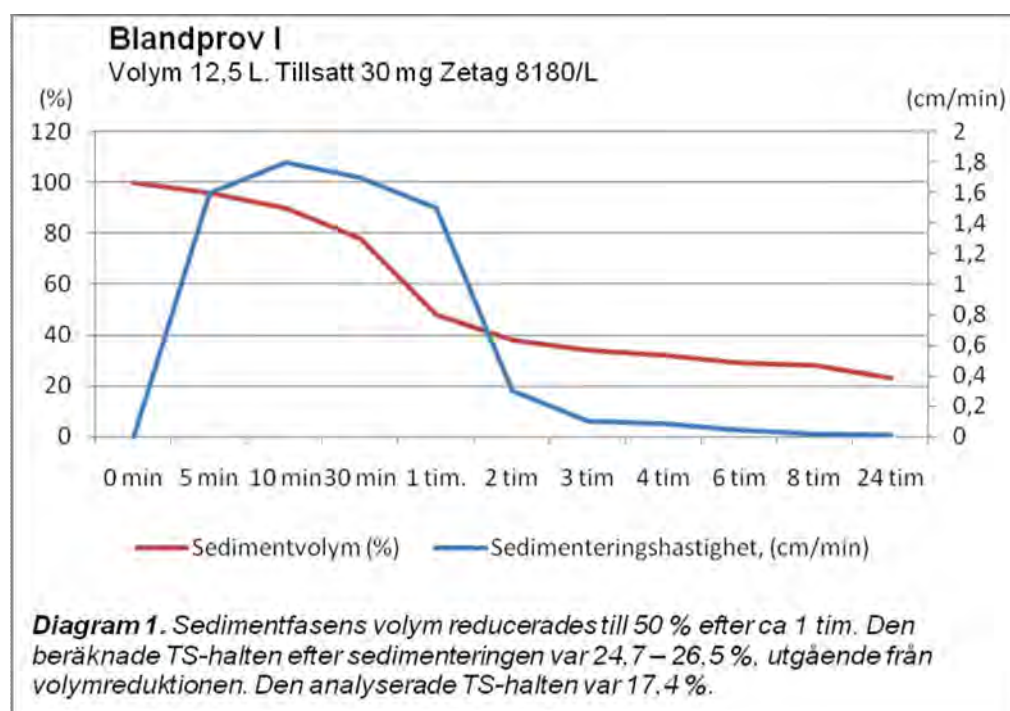
⁴ Analys på SwecoGeolab

Bilaga 3

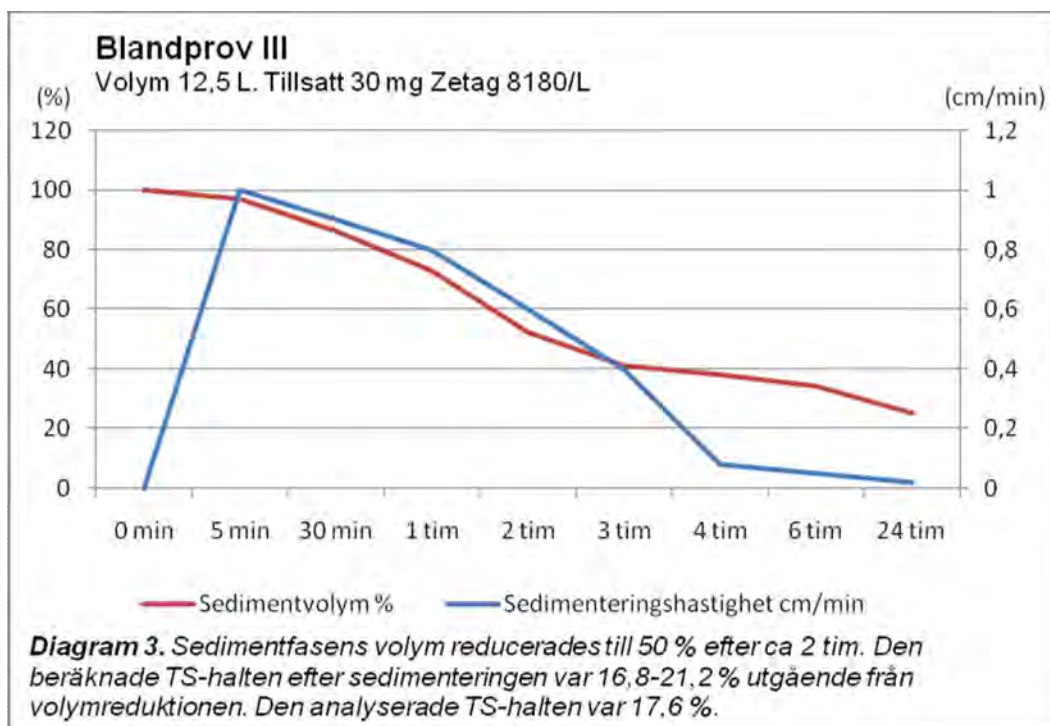
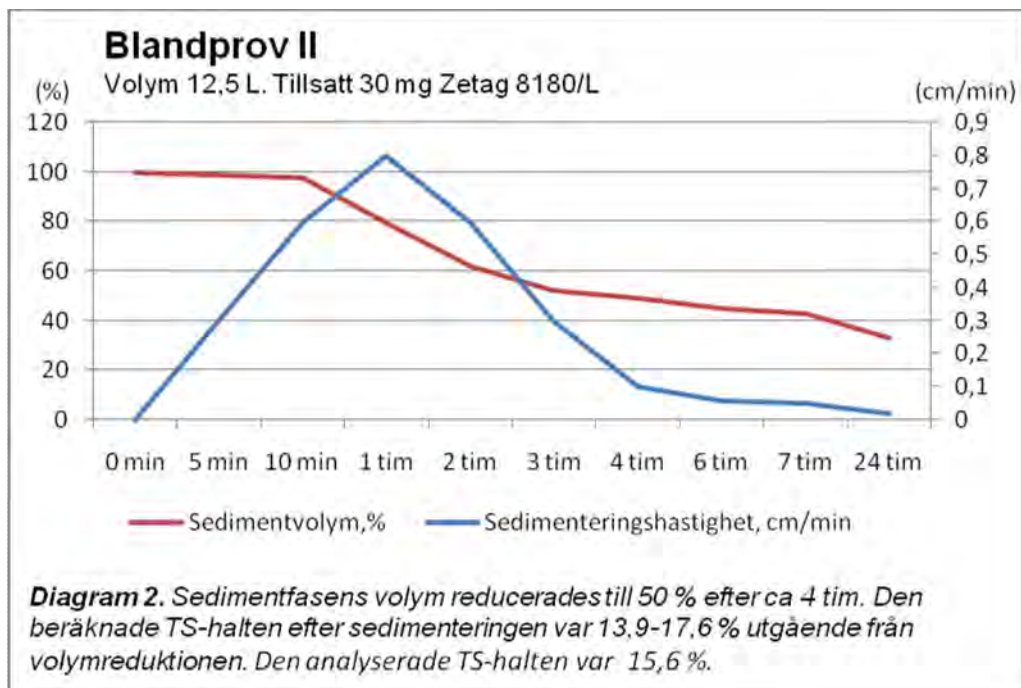
De analyserade TS-halterna i försöksblandningarna är lägre än de beräknade med undantag för blandningarna för område 5. Skillnaderna kan bero på dels mindre representativ provtagning från provhinkarna, dels att sedimenten innehåller varierande andelar sand vilket innebar svårigheter att ta ut representativa prover av övriga blandningar.

Rörförsök

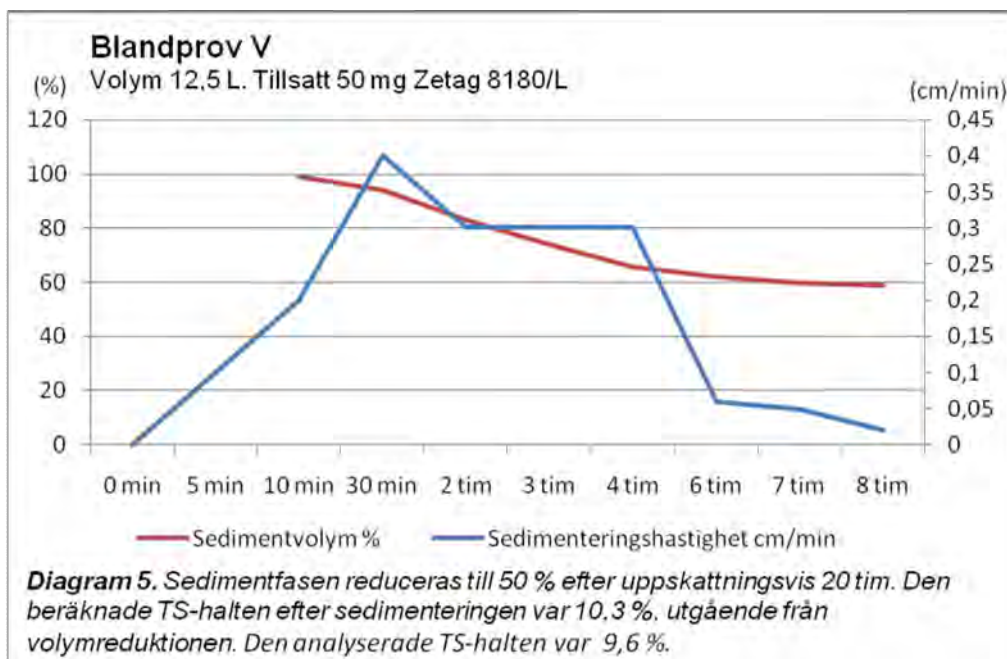
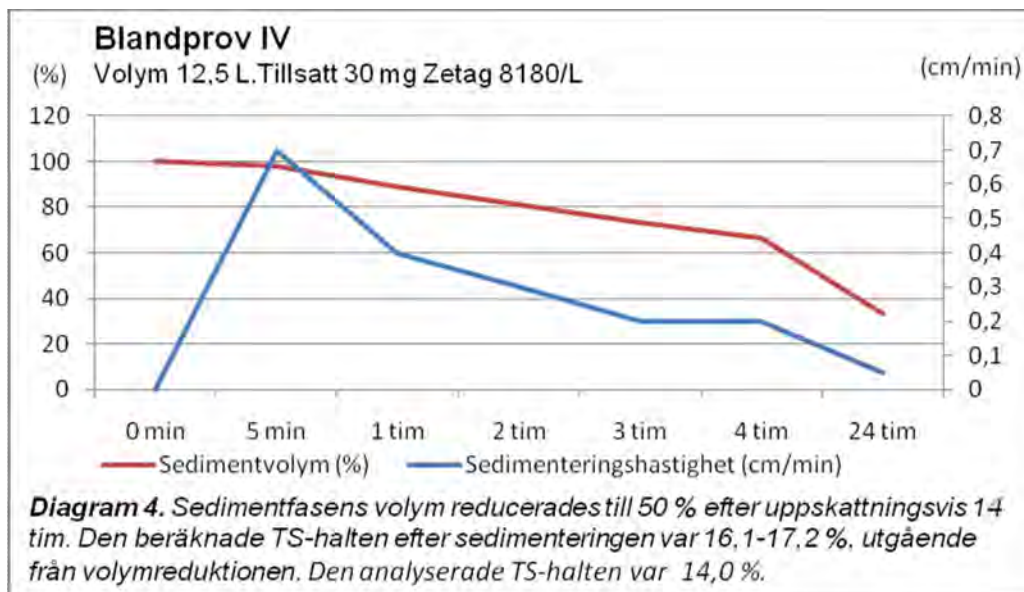
Flockningen med polymer gjordes manuellt eftersom flocken var mycket skjvningkänslig. Provblandningarna (12,5 L) hölls ner i rören upp till nivån 180 cm. Därvid observerades att flockarna bröts ner något varför polymerdoseringen ökades ca 100 %. TS-halterna före sedimenteringen analyserades två ggr. Försöksresultaten redovisas i diagrammen 1-5 nedan, bilder 1-3, se bilaga 1. Tabeller se bilaga 2.



Bilaga 3



Bilaga 3



v:\46110\614610415293_eknik\g\dokument\beskrivningar\sweco slutrappor\avvattning_rev.a.doc

Sedimenteringsvolymerna vid försökens slut varierar kraftigt. Samma tendens noterades vid beredning av blandningarna till bägarförsöken där sedimenteringsvolymen i "muddervattnet" i blandprovet V var avsevärt större än i de övriga proverna.

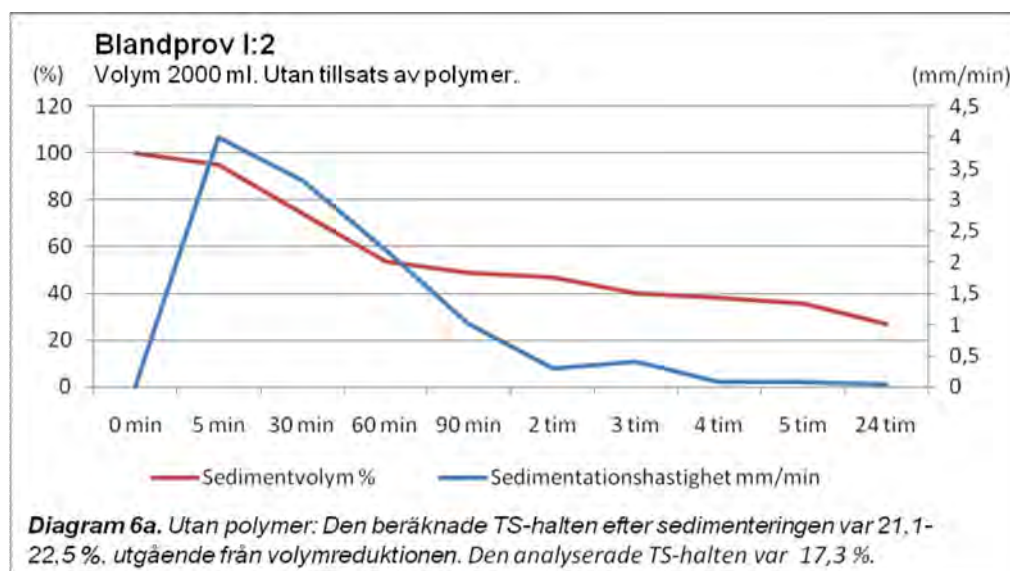
De uttagna provens efter sedimenteringen representativitet är osäker eftersom icke obetydliga mängder sediment fastnade på rörväggen vid tömningen vilken gjordes genom att vända rören upp och ned, se bild 3 i bilaga 1.

Bilaga 3

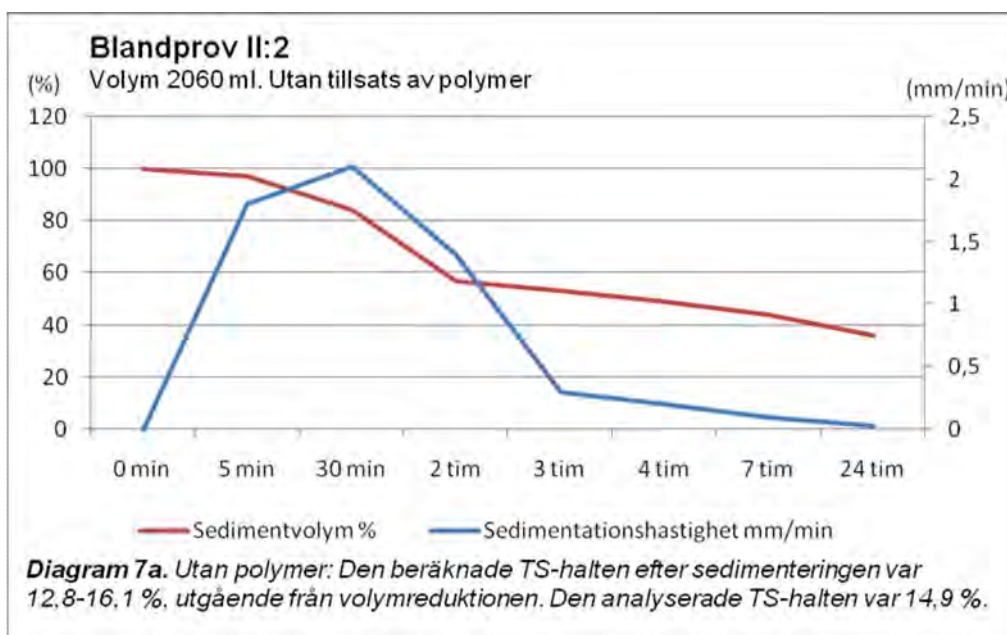
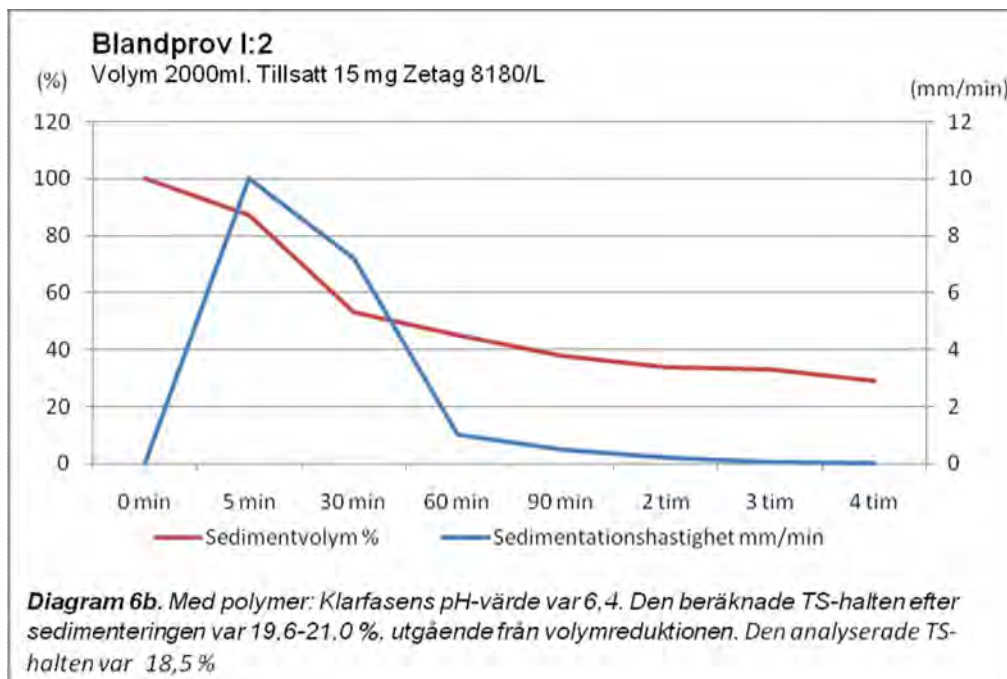
Försök i mätglas, 2 L

Mätglasens diameter var ca 58 mm (varierar med ett par mm) och höjd 380 – 400 mm. Material: Glas

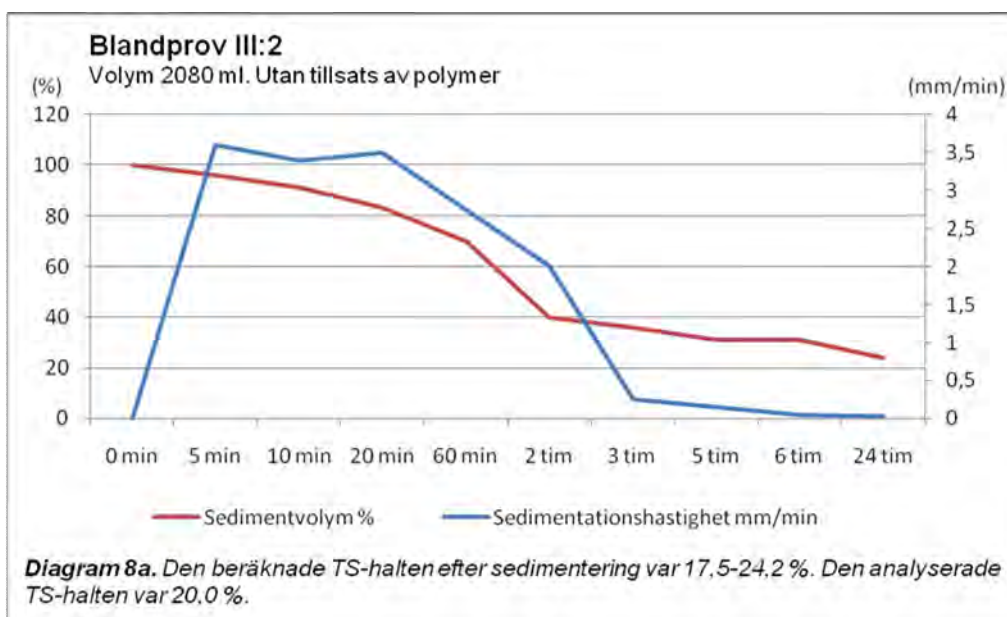
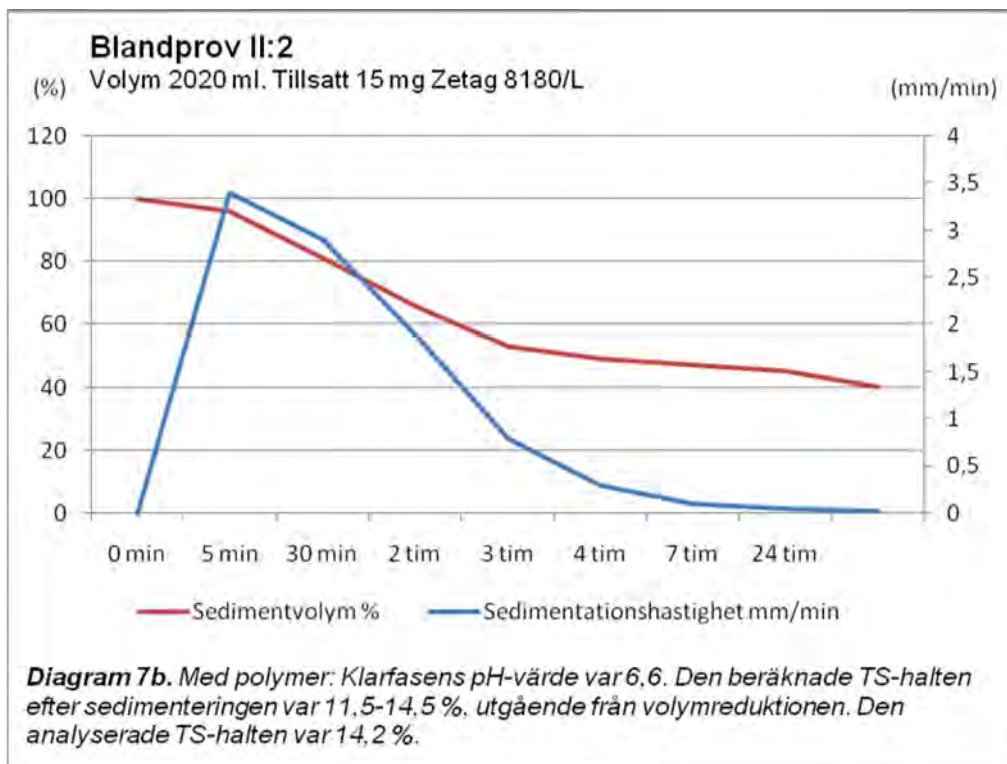
Proverna för respektive grupp tillblandades på samma sätt som för rörförsöken men med totalvolymen 4,5 L. Sedimenteringsförsök gjordes i 2 L-skala utan tillsats av polymer och parallellt med flockning med samma polymer som i rörförsöken, Zetag 8180. Eftersom ihållningen av proverna till mätglasen var betydligt skonsammare än i rörförsöken minskades polymertillsatserna. Prover för analys av TS-halter efter sedimenteringen togs ur hela slamfasen med undantag för ett par mm av ytskiktet vilket gick ut i avloppet. Vid tömningen av mätglasen på de sista resterna av slamfasen sköljdes glasen med 100 ml vatten, med vilket resultatet av TS-bestämningen korrigerades. Till skillnad från rörförsöken skedde ingen märkbar vidhäftning av sediment i mätglasen. Försöksresultat enligt diagrammen 6a,b–10a,b nedan, bilder 4-7 i bilaga 1.



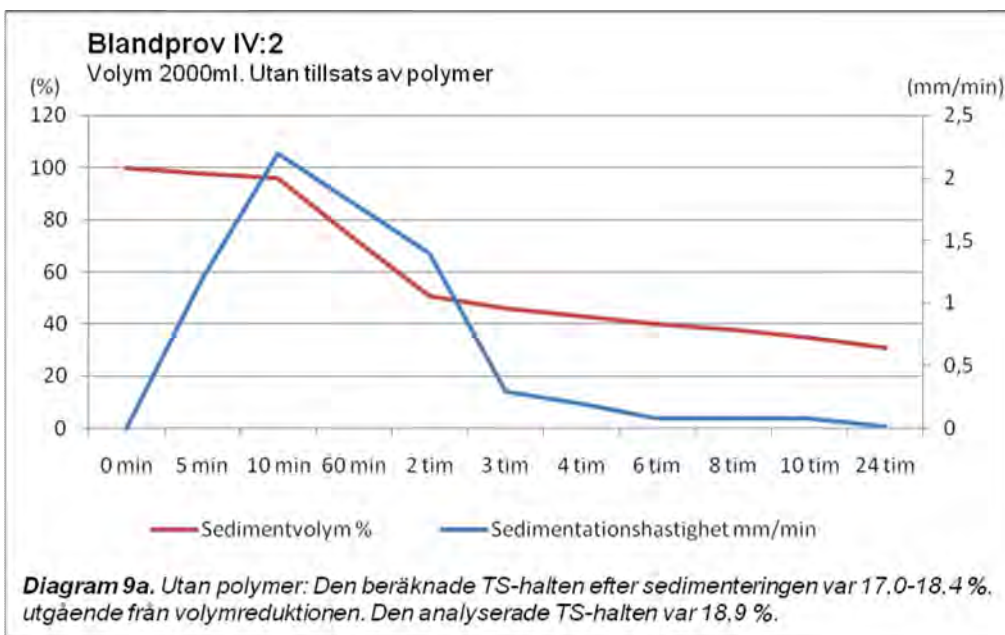
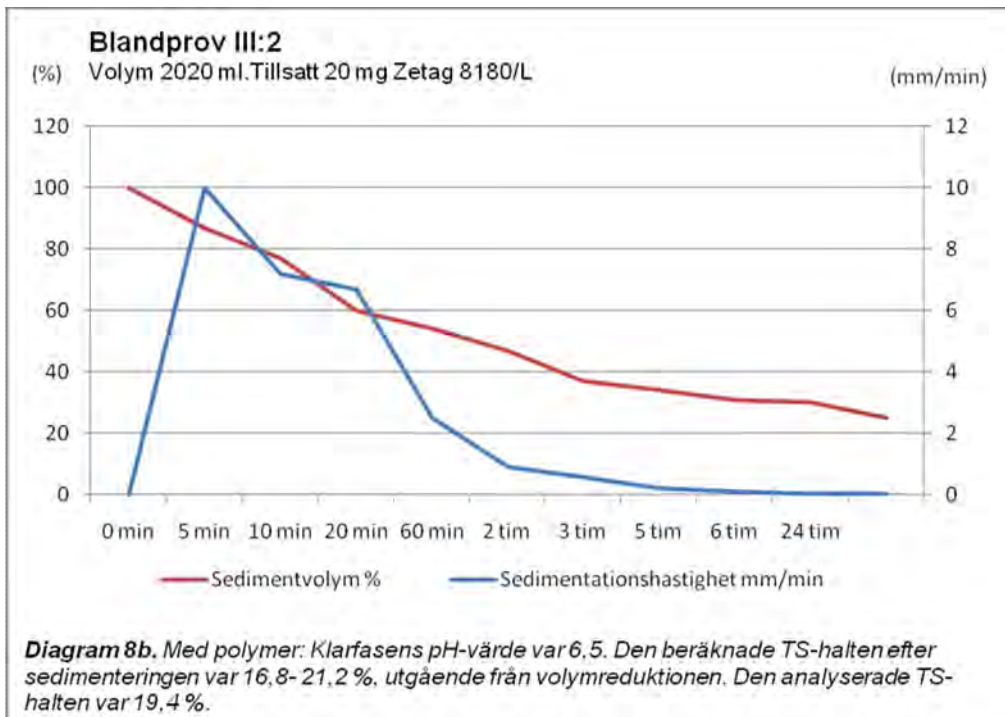
Bilaga 3



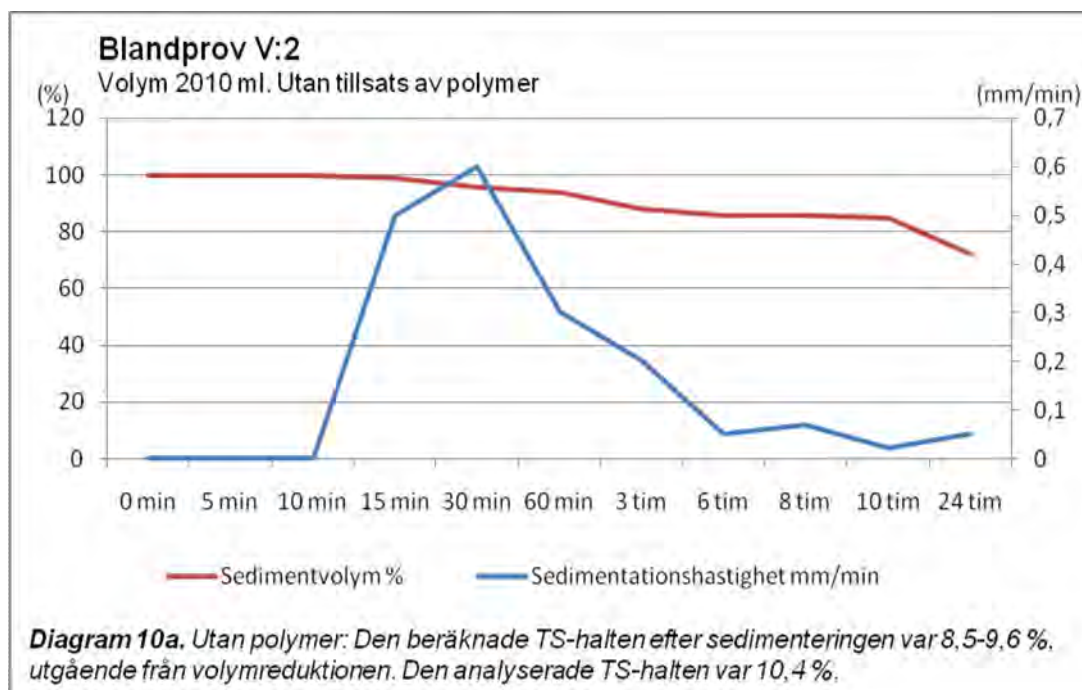
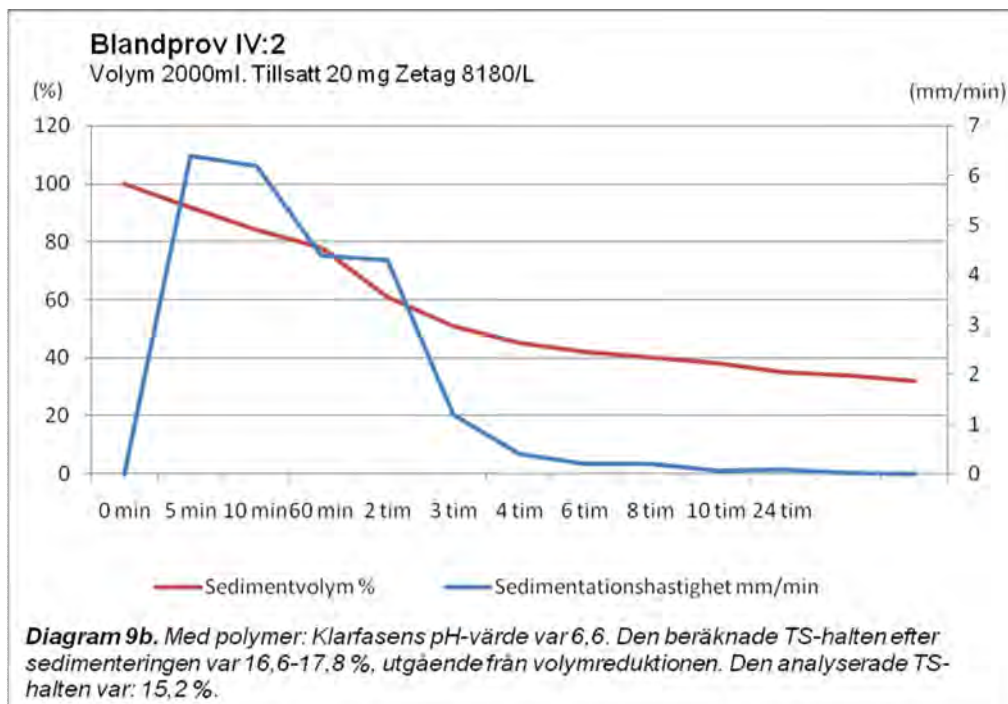
Bilaga 3



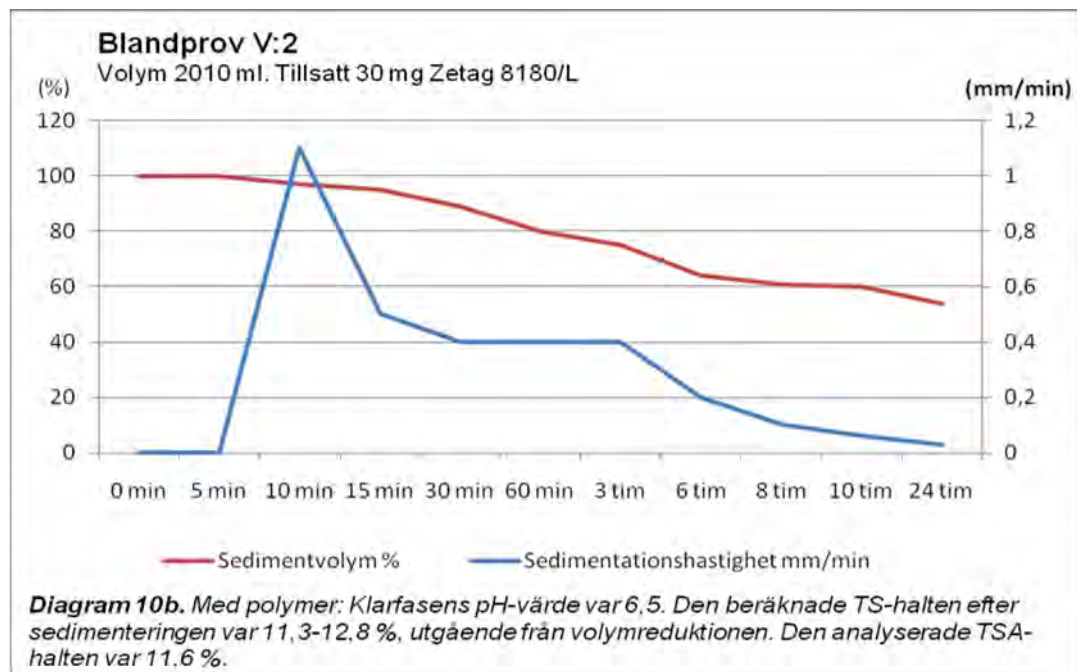
Bilaga 3



Bilaga 3



Bilaga 3



Centrifugeringsförsök

Centrifugeringsförsöken gjordes i en laboratoriecentrifug. Provvolymer var ca 120 ml för vardera provet. Liksom i mätglasförsöken gjordes försöken såväl med som utan polymerblandning.

Centrifugen gick med 2 000 rpm under 2 min. Sedimentfasen var fast (ej rinnande) i samtliga prov och var uppdelad i åtminstone två skikt, varav det understa var sand, se bilderna 8-9. Vattenfaserna var svagt grumliga i alla prover med undantag för prov IV (märkta med 4 resp.9 på bilderna vilka togs dagen efter försöket). TS-halterna efter centrifugeringen gjordes på hela sedimentfasen efter avhällning av hela vattenfasen vilket kunde göras eftersom sedimentet inte var rinnande. Resultaten av TS-bestämningen redovisas i tabell 14 nedan tillsammans med desamma från de övriga försöken.

Tabell 15. TS-halter i samtliga försök

Provområde	TS %				
	.Obehandlat	"Muddervatten"	Sed. rör	Sed. mätglas*	Centrifug*
I	28	5,7-6,1	17,4	17,3-18,5	21,5-22,5
II	23	4,6-5,8	15,6	14,9-14,2	19,6-19,2
III	33	4,2-5,3	17,6	- -19,4	28,1-29,6

v:\4610\614610415293_\teknik\yteteknik\beskrivningar\sweco_slutrapport_awa\ta1ning_reva.doc

Bilaga 3

IV	30	5,3-5,7	14,0	18,9-15,2	24,1-26,0
V	17	6,1-6,9	9,6	10,4-11,6	14,8-17,3

* utan polyelektrolyt – med polyelektrolyt

TS-halterna var alltså något högre än vid sedimenteringsförsöken men fortfarande lägre än i de obehandlade sedimentproverna.

Klarvattenfaserna

Samtliga vattenfaser i polymerförsöken var helt klara under de första timmarna varefter oxidationen av tvärt järn till trevärt började och så småningom bildades rödbruna fällningar. Proverna på klarvattenfaserna från rörförsöken togs med hävert ner till nivån ett par cm ovanför sedimentfaserna. Med undantag för de mindre mängder järnhydroxid som bildats drogs inga synbarliga mängder av fast material med, varken från rörvägg eller bottenfas. Den sista delen av vattenfasen och de översta millimetrarna av sedimentfasen gick till slasken. Järnhydroxiden torde vara en förklaring till en del, men inte allt, av de analyserade SS-halterna. Möjligen kan något av den höga Al-halten i prov I förekomma som hydroxidfällning som dolts av järnet. SS-halterna var synbarligen mycket låga innan järnutfällningen började, vilket syns bra på några bilder från försöken i mätglasen. Provet från område IV färgades inte nämnvärt trots att järnhalten var ungefär densamma som i prov III. Orsaken kan vara innehåll av reducerande ämnen. SS-halterna var också låga i proverna IV och V.

TS-bestämningar

TS-bestämningarna är, som nämnts ovan, något osäkra. TS-bestämningar på "muddervatten" gjordes på två satser som bereddes efter samma recept. TS i mätglasförsöken överensstämmer relativt bra med resultaten från rörförsöken, liksom volymreduktionen. Vid rörförsöken kunde dock inte allt sediment tas till vara p g a att sand bundet till kladd i botten och kladd på rörväggen fanns kvar efter tömning, se bild 3. Ingen vidhäftning förekom i mätglasförsöken (glasrör) och all sand kunde sköljas ut med 100 ml vatten, med vilket resultatet av TS-bestämningen korrigerades. TS-bestämningen efter centrifugering är säkrast eftersom hela sedimentmängden från resp. försök TS-bestämdes.

Slutsatser och rekommendationer

Centrifugering ger goda resultat där TS närmar sig nära ursprungssedimenten. Sedimentering kräver mer tid och når inte upp lika mycket i TS-halt utan blir något lösare. Flockning med polymer ger högre TS-halter och klarare vattenfaser vid korta sedimenteringstider men efter mindre än ett dygn är TS-halterna i stort sett desamma som i försöken utan polymer, med ett undantag.

Val av avvattningsteknik blir en fråga dels om tillgängligt utrymme för avvattningsdammar men även en fråga om vattenbehandling.

Bilaga 3

Klarfas ur avvattningsdammar (eller från alternativa metoder) kan inte förväntas kunna avledas obehandlat inom ramen för troliga utsläppsbegränsningsvillkor.

Diskussion om vattenrening har förts fram inom projektet och en god beredskap bör byggas upp.

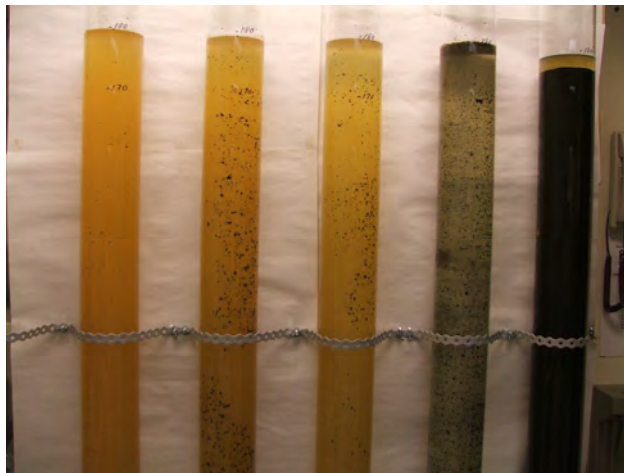
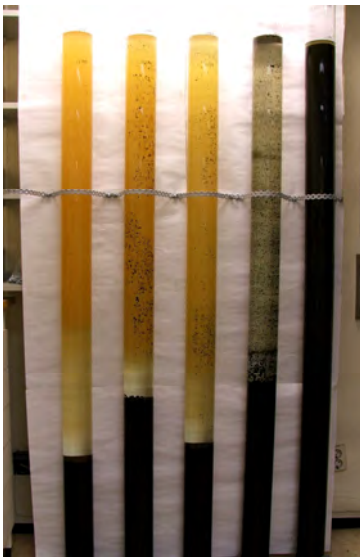
Material finns i förvar i kylrum för fortsatta försök med vattenbehandling och ev stabilisering av sediment från sugmuddring.

Bilaga 3

Bilaga 1

Bilddbilaga

Sedimenteringsserie 1, i rör. Rören är uppställda i ordningen I-V från vänster till höger.



Bilder 1 och 2. Sedimenteringen i rören I-IV hade pågått i 18-23 timmar och rör V ca 1 timme

Bilaga 3



Bild 3. Rör II-V. Rören II och III är upphängda upp och ner för tömning av slam. Observera vidhäftningen på rörväggarna. Sedimenteringen i rör IV hade pågått i 19 timmar och i rör V 17 timmar.

Sedimenteringsserie 2, i mätglas. Varje bild visar två försök, vardera utan respektive med tillsats av polymer. Proverna utan polymer finns i det första respektive tredje mätglaset från höger på varje bild.



Bild 4. Försök II:2a och I:2, ca 2 timmar sedimentering. Vattenfasen är svår att se i proven utan polymer. II:2a är ej redovisad p g a felaktig blandning.



Bild 5. Försök II:2b (redovisad som II:2) och III:2, ca 6 tim (II:2b) resp. 3 tim (III:3) sedimentering.

Bilaga 3



Bild 6. Försök IV:2 och V:2, ca 6 timmar sedimentering.



Bild 7. Försök IV:2 och V:2, ca 24 timmar sedimentering.

Centrifugeringsförsök

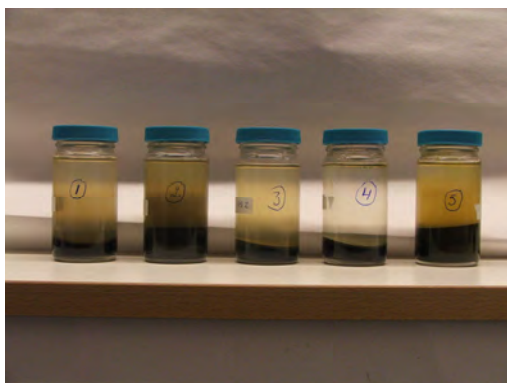


Bild 8. Försök I:3-V:3. Centrifugering utan polymer.

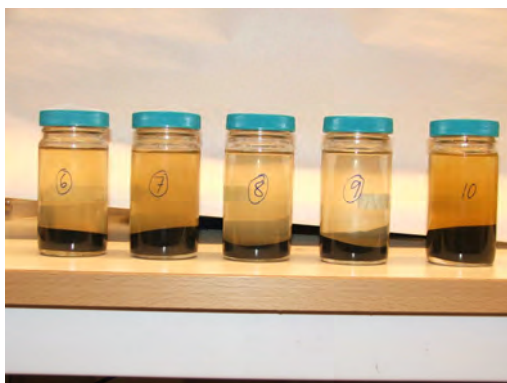


Bild 9. Försök I:3-V:3. Centrifugering med polymer

Bilaga 3

Bilaga 2

Tabellbilaga

Tabell 5. Blandprov I, volym 12,5 L. Tillsatt 30 mg Zetag 8180/L.

Tid	Sedimenthöjd cm	Sedimenterings- hastighet, cm/min	Sediment- volym,%	TS %
0 min	180	0	100	5,7-6,1
5 min	172	1,6	96	
10 min	163	1,8	90	
30 min	130	1,7	78	
1 tim.	86	1,5	48	
2 tim	68	0,3	38	
3 tim	62	0,1	34	
4 tim.	57	0,08	32	
6 tim	52	0,04	29	
8 tim	50	0,02	28	
24 tim	42	0,008	23	17,4

Tabell 6. Blandprov II, volym 12,5 L. Tillsatt 30 mg Zetag 8180/L.

Tid	Sedimenthöjd cm	Sedimenterings- hastighet, cm/min	Sediment- volym, %	TS %
0 min	180	0	100	4,6-5,8
5 min	179	0,3	99	
10 min	176	0,6	98	
30 min	164	0,4	91	
1 tim.	145	0,8	80	
2 tim	112	0,6	62	
3 tim	95	0,3	52	
4 tim.	88	0,1	49	
6 tim	81	0,06	45	
7 tim	78	0,05	43	
24 tim	60	0,02	33	15,6

Tabell 7. Blandprov III, volym 12,5 L. Tillsatt 30 mg Zetag 8180/L.

Tid	Sedimenthöjd cm	Sedimenterings- hastighet cm/min	Sediment- volym %	TS %
0 min	180	0	100	4,2-5,3
5 min	175	1,0	97	
10 min	172	0,6	96	
30 min	155	0,9	86	

Bilaga 3

1 tim.	132	0,8	73	
2 tim	94	0,6	52	
3 tim	73	0,4	41	
4 tim.	68	0,08	38	
6 tim	62	0,05	34	
24 tim	45	0,02	25	17,6

Tabell 8. Blandprov IV, volym 12,5 L. Tillsatt 30 mg Zetag 8180/L.

Tid	Sedimenthöjd cm	Sedimenterings- hastighet cm/min	Sediment- volym %	TS %
0 min	180	0	100	5,3-5,7
5 min	176	0,7	98	
10 min	175	0,3	97	
30 min	171	0,2	95	
1 tim.	160	0,4	89	
2 tim	145	0,3	81	
3 tim	132	0,2	73	
4 tim.	119	0,2	66	
24 tim	63	0,05	33	14,0

Tabell 9. Blandprov V, volym 12,5 L. Tillsatt 50 mg Zetag 8180/L.

Tid	Sedimenthöjd cm	Sedimenterings- hastighet cm/min	Sediment- volym %	TS %
0 min	180	0	100	6,1
5 min	179,5	0,1		
10 min	178,5	0,2	99	
30 min	170	0,4	94	
1 tim	167	0,1	93	
2 tim	150	0,3	83	
3 tim	134	0,3	74	
4 tim.	119	0,3	66	
6 tim	111	0,06	62	
7 tim	108	0,05	60	
8 tim	106	0,02	59	9,6

Tabell 10. Blandprov I : 2, volym 2 L. Tillsatt 15 mg Zetag 8180/L.

Tid	Utan tillsats av polymer 2 000 mL				Flockning med Zetag, 15 mg/L 2 000 mL			
	Sed.- höjd mm	Sed.- hastighet mm/min	Sed.- volym %	TS %	Sed.- höjd mm	Sed.- hastighet mm/min	Sed.- volym %	TS %

Bilaga 3

0 min	385	0	100	5,7-6,1	385	0	100	5,7-6,1
5 min	365	4,0	95		333	10	87	
30 min	273	3,3	74		205	7,2	53	
60 min	207	2,2	54		175	1,0	45	
90 min	187	1,0	49		-	-	-	
2 tim	179	0,3	47		148	0,5	38	
3 tim	155	0,4	40		-	-	-	
4 tim.	145	0,08	38		130	0,2	34	
5 tim	140	0,08	36		127	0,05	33	
8 tim	-	-	-		-	-	-	
24 tim	105	0,03	27	17,3	113	0,01	29	18,5

Bilaga 3

Tabell 11. Blandprov II:2, volym ca 2 L. Tillsatt 15 mg Zetag 8180/L.

Tid	Utan tillsats av polymer 2 060 mL				Flockning med Zetag, 15 mg/L 2 020 mL			
	Sed.- höjd mm	Sed.- hastighet mm/min	Sed.- volym %	TS %	Sed.- höjd mm	Sed.- hast. mm/min	Sed.- volym %	TS %
0 min	385	0	100	4,6-5,8	385	0	100	4,6-5,8
5 min	376	1,8	97		368	3,4	96	
30 min	324	2,1	84		310	2,9	81	
60 min	307	0,6	80		254	1,9	66	
90 min	-	-	-		-	-	-	
2 tim	218	1,4	57		205	0,8	53	
3 tim	202	0,3	53		188	0,3	49	
4 tim.	189	0,2	49		181	0,1	47	
7 tim	170	0,1	44		172	0,05	45	
24 tim	140	0,03	36	14,9	155	0,02	40	14,2

Tabell 12. Blandprov III:2, volym ca 2 L.

Tid	Utan tillsats av polymer 2 080 mL				Flockning med Zetag, 20 mL/L 2 020 mL			
	Sed.- höjd mm	Sed.- hastighet mm/min	Sed.- volym %	TS %	Sed.- höjd mm	Sed.- hast. mm/min	Sed.- volym %	TS %
0 min	400	0	100	4,2- 5,3	390	0	100	4,2- 5,3
5 min	382	3,6	96		338	10	87	
10 min	365	3,4	91		302	7,2	77	
20 min	330	3,5	83		235	6,7	60	
30 min	-	-	-		210	2,5	54	
60 min	280	1,25	70		184	0,9	47	
90 min	-	-	-		-	-	-	
2 tim	158	2,0	40		146	0,6	37	
3 tim	143	0,25	36		133	0,2	34	
5 tim.	125	0,15	31		120	0,1	31	
6 tim	122	0,05	31		117	0,05	30	
24 tim	95	0,03	24	20,0	97	0,02	25	19,4

Bilaga 3

Tabell 13. Blandprov IV:2, volym 2 L.

Tid	Utan tillsats av polymer 2 000 ml				Flockning med Zetag, 20 mL/L 2 000 ml			
	Sed.- höjd mm	Sed.- hastighet mm/min	Sed.- volym %	TS %	Sed.- höjd mm	Sed.- hastighet mm/min	Sed.- volym %	TS %
0 min	385	0	100	5,3-5,7	385	0	100	5,3-5,7
5 min	379	1,2	98		353	6,4	92	
10 min	368	2,2	96		322	6,2	84	
15 min	361	1,4	94		300	4,4	78	
30 min	335	1,7	87		235	4,3	61	
60 min	280	1,8	73		198	1,2	51	
2 tim	195	1,4	51		173	0,4	45	
3 tim	175	0,3	46		163	0,2	42	
4 tim.	165	0,2	43		153	0,2	40	
6 tim	155	0,08	40		145	0,07	38	
8 tim	145	0,08	38		135	0,08	35	
10 tim	135	0,08	35		132	0,03	34	
24 tim	120	0,02	31	18,9	123	0,01	32	15,2

Tabell 14. Blandprov V:2, volym ca 2 L.

Tid	Utan tillsats av polymer 2 010 ml				Flockning med Zetag, 30 mL/L 2 010 ml			
	Sed.- höjd mm	Sed.- hastighet mm/min	Sed.- volym %	TS %	Sed.- höjd mm	Sed.- hastig. mm/min	Sed.- volym %	TS %
0 min	383	0	100	6,1- 6,9	383	0	100	6,1- 6,9
5 min	383	0	100		383	0	100	
10 min	383	0	100		372	1,1	97	
15 min	378	0,5	99		-	-	-	
30 min	369	0,6	96		364	0,4	95	
60 min	361	0,3	94		342	0,7	89	
2 tim	353	0,1	92		307	0,6	80	
3 tim	339	0,2	88		286	0,4	75	
4 tim.	-	-	-		-	-	-	
6 tim	330	0,05	86		246	0,2	64	
8 tim	328	0,07	86		235	0,1	61	
10 tim	326	0,02	85		228	0,06	60	
24 tim	277	0,05	72	10,4	205	0,03	54	11,6

Bilaga 3

Tabell 15. TS-halter i samtliga försök (*utan polyelektrolyt – med polyelektrolyt)

Provområde	TS %				
	.Obehandlat	"Muddervatten"	Sed. rör	Sed. mätglas*	Centrifug*
I	28	5,7-6,1	17,4	17,3-18,5	21,5-22,5
II	23	4,6-5,8	15,6	14,9-14,2	19,6-19,2
III	33	4,2-5,3	17,6	- -19,4	28,1-29,6
IV	30	5,3-5,7	14,0	18,9-15,2	24,1-26,0
V	17	6,1-6,9	9,6	10,4-11,6	14,8-17,3