

## Bilaga 1

### Materialundersökning och redovisning av undersökningsresultat

## Provväg 90 materialundersökning och redovisning av undersökningsresultat

### Beskrivning

Undersökningens syfte var att ta fram blandningsrecept med en torr flygaska, en fuktig deponiaska och tillsatsmedel. Undersökningen utfördes för att hitta blandningsrecept som kunde nyttjas vid pilotstudien.

Följande försök har utförts:

1. Grundläggande geotekniska tester (w, pH, LoI, kornstorleksbestämning) på 2 askor (en torr flygaska och en fuktig deponiaska)
2. Bestämningen av den optimala proportionen av askablandningen med hjälp av proctor- och packningstester. Val av två blandningar för nästa försöksserie, steg 4.
3. Analys av totalinnehåll hos två av dessa blandningar (metaller och Cs-137) och lakningstester på en av blandningarna, stabiliserad med tre olika bindemedel (kolonntest NEN 7343)
4. Undersökningar av bindemedelsblandningen och –mängden (med packningsgrad D ca. 91 %) på två blandningar
5. Undersökning inför pilotförsöket
6. Övriga tester med en blandning : värmeledningsförmåga och kapillaritet.

### Material

10 tunnor med fuktigt deponiaska och 6 tunnor torr flygaska har skickats till SGT-SCC. Deponiaskan var inte homogen och innehållet i tunnorna kunde inte behandlas som ett och samma material. Deponiaskans vattenkvot varierade relativt mycket och därför homogeniserades den fuktiga deponiaskan inför försöken. Även den torra askans härdningsegenskaper kunde variera mellan två sändningar, men var mer homogen än deponiaskan.

Stabiliseringsförsök gjordes med hjälp av tre olika bindemedel, Merit 5000 (Merox), kalk (Partek Nordkalk) och cement (Cementa).

### Undersökningsmetoder

Undersökningen utfördes enligt GLO-85 (Geotekniskt laboratorio-ohjeet, Suomen Geotekninen yhdistys 1985; Guidelines for laboratory tests, published by the Association for Geotechnics in Finland). Hållfastheten bestämdes med 1-axliga tryckhållfasthetstest. Lakningstest gjordes enligt den holländska standarden för kolonntest, NEN 7343.

## Resultat

### 1. Grundläggande geotekniska tester

Tabell 1 Indexvärden

	Vattenkvot, w [%]	LoI [%]	pH
Torr flygaska	0	7,1	12,7
Fuktigt aska	≈ 120 (mycket variation)	34,1	8,0

LoI – Loss on ignition (glödningsförlust)

Den fuktiga deponiaskans (Älandsaska) vattenkvot är ett medelvärde (följande vattenkvotsvärden har noterats i material från tio tunnor: 106, 121, 111, 129, 137, 127, 134, 168, 143, och 138 %).

Kornstorlek bestämdes med siktmetoden och areometer.

### 2. Bestämningen av den optimala proportionen av askablandningen

Bestämningen gjordes med hjälp av proctor- och packningstester på olika blandningar. Två blandningar valdes ut, B30:70 och B50:50. I den fortsatta undersökningen användes dessa grundblandningar. Testresultat på dessa blandningar med 5 % byggcement visas i tabell 2. De första proctor-tester gjordes med fuktigt deponiaska från den första leveransen och med dess medelvärde i vattenkvot, 109 %. Den andra leveransen av fuktigt deponiaska hade en vattenvoten på 120 %. Resultaten visar klart att ju torrare deponiaskan är desto bättre blir materialets packbarhet.

Blandningen B30:70 innehåller den största möjliga mängden av fuktigt deponiaska, och blandningen B50:50 den största tillåtna mängden av torr flygaska.

Den optimala vattenvoten,  $w_{opt}$ , och den maximala torrdensiteten av blandningen med cement är följande:

Tabell 2 De stabiliserade askblandningarnas optimala vattenvot och torrdensitet.

Blandning	$w_{opt}$ [%]	$\rho_{d,max}$ [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ]
D50:50 + 5% Ce	ca. 50	970
D30:70 + 5 % Ce	ca. 55	950 – 955

### 3. Totalinnehållet och lakning

Redovisningen på totalinnehållet av metaller och Cs-137 samt lakningen av desamma ges i bilaga 2.

### 4. Undersökningar av bindemedelsblandning och bindemedelsmängd

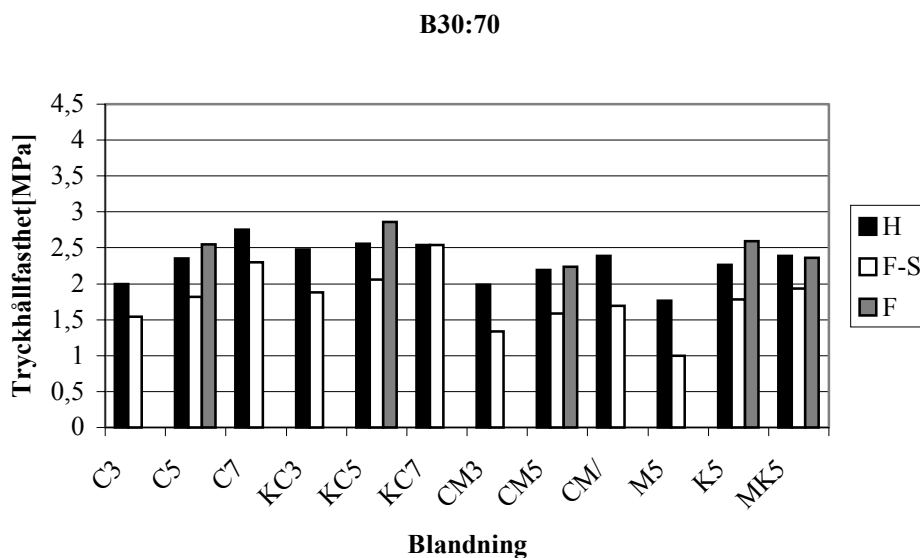
Dessa undersökningar utfördes med packningsgrad  $D = 90-91$  % och med blandningar av B30:70 samt B50:50 och med olika bindemedel. Bindemedelsmängden räknades fram utifrån askablandningens torrmasa. Testresultat redovisas i tabell 3 och 4, samt i figur 1 och 2. I figurerna ges mängden av bindemedel som talvärde bakom förkortningen av bindemedlet (t.ex. 5 % cement = C5).

Frostbeständigheten undersöktes på de alternativ, som valdes ut efter undersökningar på hållfasthet och frys-smältningstester. Fem frostbeständighetstester utfördes på askablandningen med B30:70, där andelen av den fuktiga deponiasken är 70 %. Endast en test gjordes på askablandningen B50:50. Resultaten indikerar, att frostbeständighetstesten hade inte någon påverkan på provstyckets tryckhållfasthet. Dessa material ser ut att vara frostbeständiga. Å andra sidan hade de upprepade frysning-smältningssyklar inverkan på de flesta provstyckens beständighet.

Resultaten av tjällyftstesten ges i figur 1 och 2 (beteckningen F-S i figurerna). Milt tjäle kan uppkomma med blandningar B30:70 + Ce 5% och B30:70 + (Merit+kalk)5%; andra testade blandningar var tjälfria.

Tabell 3 Testresultat på B30:70. Tryckhållfasthet efter lagring i rumstemperaturet (H), efter frys-smältningstesten (F-S) och efter frostbeständighetstesten. C=cement, K=kalk, M=Merit

Bindemedel	Bindemedelmängden, %	Resultat (MPa)		
		H	F-S	F
C	3	2,00	1,54	
	5	2,35	1,82	2,55
	7	2,75	2,30	
K+C, 1:1	3	2,48	1,88	
	* 5	2,56	2,06	2,86
	7	2,54	2,54	
C+M, 1:1	3	1,99	1,34	
	5	2,19	1,59	2,24
	7	2,39	1,69	
M	5	1,76	1,00	
K	* 5	2,26	1,78	2,59
M+K, 1:1	* 5	2,39	1,93	2,36



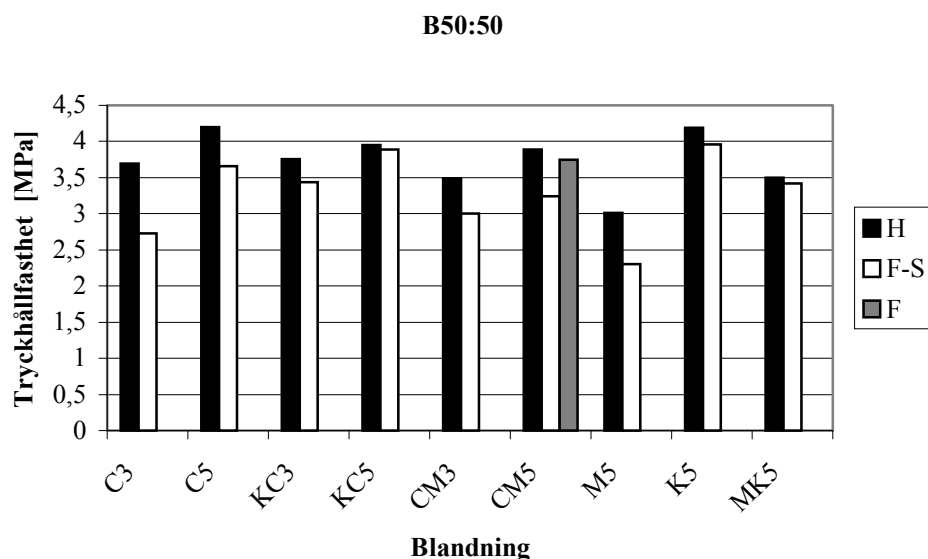
Figur 1 Testresultat på B30:70. Tryckhållfasthet efter lagring i rumstemperaturet (H), efter frys-smältningstesten (F-S) och efter frostbeständighetstesten. C=cement, K=kalk, M=Merit

En del av försöken utfördes på provstycken som innehöll torr flygaska från den senaste leveransen. Denna aska hade bättre stabiliserande egenskap, högre tryckhållfasthet och bättre beständighet än flygaskan från den första leveransen. Därför har resultat på provstycken med den bättre askan redu-

cerats med koefficienten 0,83 (dessa fall har markeringen \* efter bindemedels förkortning i tabellerna 3 och 4).

Tabell 4 Testresultat på B50:50: Tryckhållfasthet efter lagring i rumstemperaturet (H), efter frys-smältningstest (F-S) och efter frostbeständighetstesten (F). C=cement, K=kalk, M=Merit

Bindemedel	Bindemedelmängden, %	Resultat (MPa)		
		H	F-S	F
C	3	3,69	2,73	
	5	4,20	3,66	
K+C, 1:1	3	3,76	3,44	
	5	3,95	3,89	
C+M, 1:1	3	3,49	3,00	
	5	3,89	3,24	3,75
M	5	3,01	2,30	
K	5	4,19	3,96	
M+K, 1:1	5	3,50	3,42	



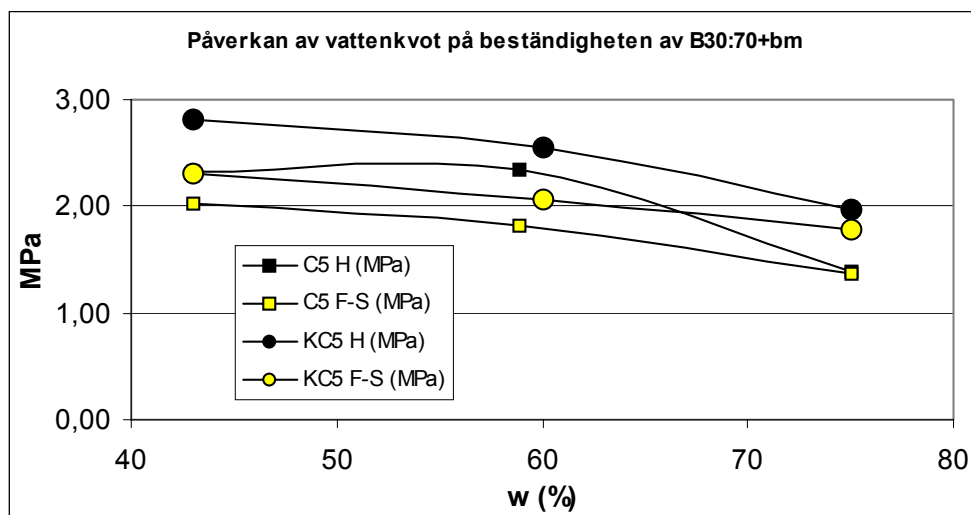
Figur 2 Testresultat på B50:50: Tryckhållfasthet efter lagring i rumstemperaturet (H), efter frys-smältningstest (F-S) och efter frostbeständighetstesten (F). C=cement, K=kalk, M=Merit

## 5. Undersökningar inför fältförsök

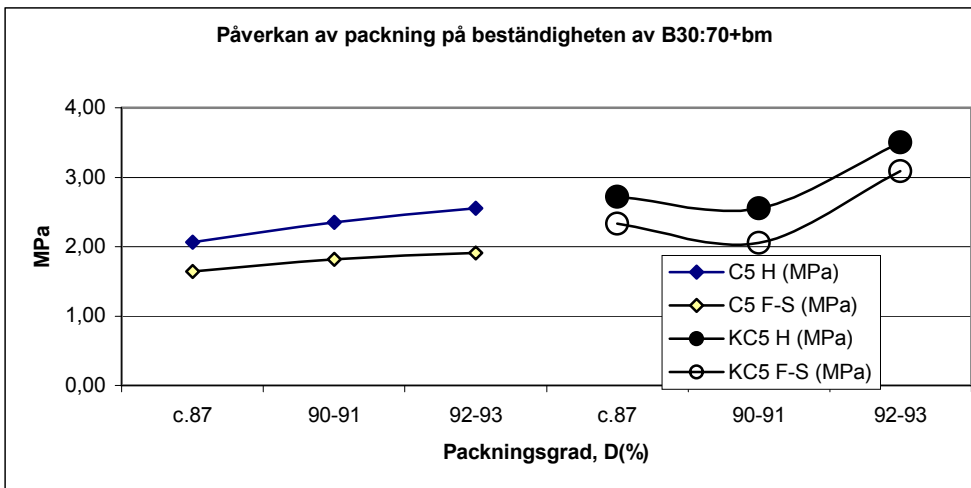
På grund av den korta undersökningstiden gjordes denna del av programmet jämsides med del 4 (ovan). Blandningsrecepten med bindemedelsmängden är inte de optimala. Den optimala mängden bindemedel antog vara 5 % (mellan 3 % och 7 %). På blandningar med 5 % bindemedel bestämdes inverkan av vattenkvot och packningsgrad på hållfasthet och frys-smältningbeständighet hos provkropparna. Resultat redovisas i tabell 5 och i figurerna 3, 4 och 5.

Tabell 5 Resultat av undersökningar för fältförsök på B70:30 och B50:50 med olika bindemedel (C=cement, K=kalk, M=Merit), vattenkvoter och packningsgrader. Resultat är tryckhållfastheter efter lagring i rumstemperaturet (H) och efter frys-smältningstesten (F-S).

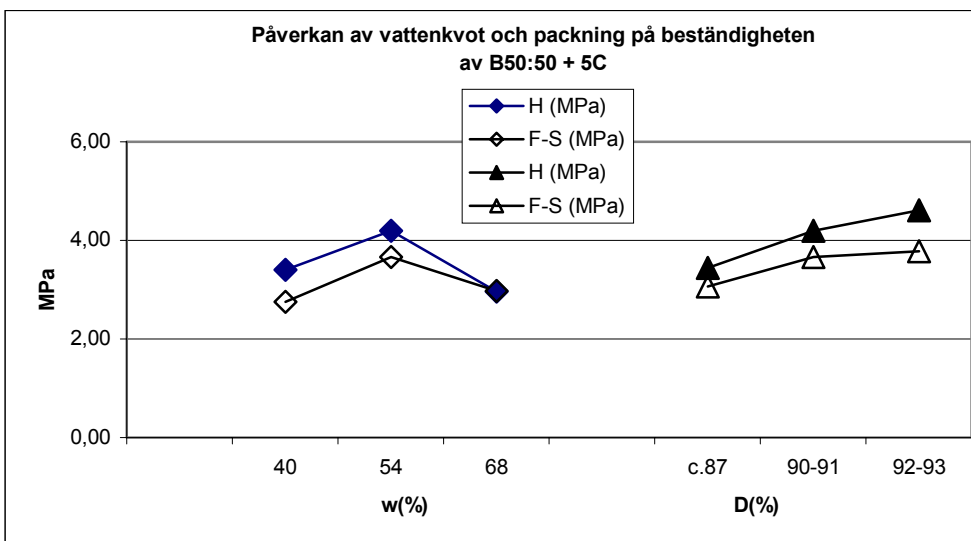
Askablandning	Bindemedel (5 %)	Vattenkvot, w (%)	Packningsgrad, D (%)	Resultat (MPa)			
				H	F-S		
B30:70	C	43	-	2,32	2,02		
		58,9	-	2,35	1,82		
		75	-	1,38	1,36		
		-	87	2,06	1,64		
		-	90-91	2,35	1,82		
		-	92-93	2,55	1,91		
	K+C, 1:1	43	-	2,81	2,30		
		60	-	2,56	2,06		
		75	-	1,97	1,79		
		-	87	2,72	2,33		
		-	90-91	2,56	2,06		
		-	92-93	3,50	3,09		
		B50:50	C	40	-	3,40	2,75
				54	-	4,20	3,66
68	-			2,96	2,98		
-	87			3,44	3,07		
-	90-91			4,20	3,66		
-	92-93			4,61	3,78		



Figur 3 Tryckhållfasthet på grundblandning B70:30 med olika bindemedel (C=cement, K=kalk) vid olika vattenkvoter. Resultat är tryckhållfastheter efter lagring i rumstemperaturet (H) och efter frys-smältningstesten (F-S).



Figur 5 Tryckhållfasthet på grundblandning B70:30 med 5 % cement (C=cement) vid olika packningsgrader. Resultat är tryckhållfastheter efter lagring i rumstemperaturet (H) och efter frys-smältningstest (F-S).



Figur 4 Tryckhållfasthet på grundblandning B50:50 med 5 % cement (C=cement) vid olika vattenkvoter och packningsgrader. Resultat är tryckhållfastheter efter lagring i rumstemperaturet (H) och efter frys-smältningstest (F-S).

## 6. Värmeledningsförmåga och kapillaritet

Undersökning av värmeledningsförmåga och kapillaritet gjordes med blandningen B30:70 + 5 % cement.

Värmeledningsförmågan undersöktes på en frusen och på en smält blandning. Askblandningens värmeledningsförmåga är mindre än de generella värdena för grus (1,5 – 2 W/Km)

$$\lambda (+20^{\circ}\text{C}) = 0,47 \text{ W/Km}$$

$$\lambda (-10^{\circ}\text{C}) = 0,76 \text{ W/Km}$$

Kapillaritetet undersöktes på material som inte packades och motsvarade således askamaterial i en deponi. Resultatet var 0,4 – 0,5 m, som värderas att motsvara 1,5 – 2 m kapillaritet i ett packat material.