

# **PM** PM Viscaria bef. dammar

## Bef. filter v/s nya filterkriterier

---

|  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| <b>UPPDRAGSNUMMER</b><br>3142302-301     | <b>ANLÄGGNING</b><br>Viscaria                      | <b>DATUM</b><br>2023-11-10            |
| <b>UPPRÄTTAD AV</b><br>Anton Lilja       | <b>MOTTAGARE</b><br>Peter Wihlborg, Copperstone AB | <b>STATUS</b><br>Slutversion          |
| <b>PROJEKTLEDARE</b><br>Annika Bjelkevik | <b>TEKNISK GRANSKNING</b><br>Annika Bjelkevik      | <b>GODKÄND AV</b><br>Annika Bjelkevik |

---

### Sammanfattning

I detta PM beräknas filterkriterier för befintliga dammar vid Viscariagruvan. Filterkriterier beräknades utifrån tre basmaterial som motsvarar dammarnas befintliga material; morän (tätkärna), finfilter och grovfilter. Beräkningarna genomfördes i enlighet med RIDAS TV 9. I flödesriktningen nästkommande material jämfördes sedan med de framtagna filterkriterierna för detta material.

Resultatet visar att:

- Finfilter avviker något från filterkriterierna.
- Grovfilter verkar förekomma i två varianter där det ena avviker mer från filterkriterierna, främst genom att materialet är för fint.
- Stödfyllning avviker från filterkriterierna då det är för grovt, störst avvikelse sker när grovfiltret med hög finjordshalt utgör basmaterial.

Slutsatser som TCS drar utifrån resultaten är att finfiltret bedöms fungera bra mot tätkärnan, men att grovfiltret med hög finjordshalt är bred graderat och innehåller mycket finmaterial och därmed inte är inre stabilt och inte uppfyller den dränerande funktionen som ställs i RIDAS. Vidare bedöms dock dränagekapaciteten i grovfiltret inte vara kritiskt för dammen då vattnet i stället kan dräneras genom stödfyllningen.

TAILINGS CONSULTANTS SCANDINAVIA AB

Anton Lilja  
Tailings Eng.  
+46 (0) 706 – 022 155  
anton.lilja@tailings.se

Kungsgatan 37  
111 56 Stockholm  
SWEDEN  
www.tailings.se

## Inledning

Copperstone AB söker tillstånd för att återöppna Viscariagruvan. För planerad verksamhet kommer befintliga dammar att nyttjas som delar av hanteringen av anrikningssand. Befintligt sandmagasin kommer att nyttjas för att dämpa ut extremflöden och befintligt klarningsmagasin kommer åter att nyttjas som ett klarningsmagasin (ny anrikningssand kommer att deponeras i ett nytt sandmagasin som inte berörs av denna utredning).

Med hänsyn till att befintliga dammar byggdes på 1980- och 1990-talet då andra riktlinjer gällde för dammbyggnad så dokumenteras i detta PM kontrollen som TCS har utfört av befintliga material mot idag gällande riktlinjer för filterkriterier i RIDAS (Energiföretagen, 2020). Krav med hänsyn till erforderlig tästen ingår ej i denna studie.

## Bakgrund

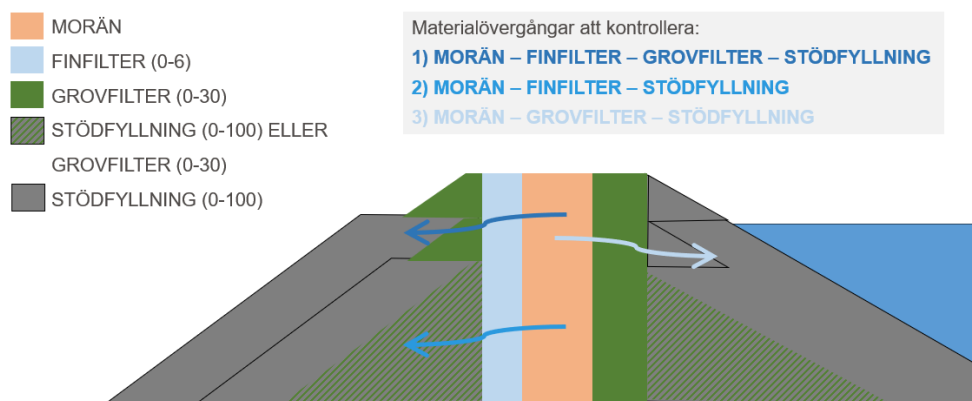
Befintliga dammar är uppbyggda med tatkärna av morän, finfilter (0–6 mm), grovfilter (0–30 mm) och stödfyllning (0–100 mm) enligt principiell sektion nedan i Figur 1. Studerade materialövergångar har markerats i Figur 1 och listas nedan.

Nedströms sidan, vilken av TCS bedöms vara viktigast:

- Morän – finfilter (bedöms som "kritiskt" material)
- Finfilter – stödfyllning
- Finfilter – grovfilter
- Grovfilter – stödfyllning

Uppströmssidan, vilken bedöms av TCS vara mindre viktig:

- Morän – grovfilter



**Figur 1. Konceptuell tvärsnitt av befintliga dammar sandmagasin (klarningsmagasinets dammar har liknande sektion, men utan de två höjningarna).**

## Underlag

Följande underlag för befintliga dammar har använts:

- Littak Consult 2023: siktanalys av materialprover från schakt i väster sida av avgrävningen i damm B-C.
- AFRY 2022: siktanalys av materialprover från provgrovsgrävning i dammkrön.
- Mitta 2021: siktanalys av morän och finfilter.
- Golder 2011: siktanalys och sedimentationstester av morän/tätkärnor och grovfilter.

## Metod

Max-, min- och medelkurvor för respektive materials kornfördelning har tagits fram baserat på i studien ingående underlag. Max och min kurvorna har tagits fram genom att för varje fraktion hämta den högsta och lägsta passerade andelen utifrån samtliga siktkurvor för vardera materialet. Utifrån framtagna kurvor för basmaterialet har kriterier för nästa material tagits fram i enlighet med RIDAS (Energiföretagen, 2020) Tillämpningsvägledning 9.

I enlighet med riktlinjerna räknas siktkurvan om, i fall där finjordshalten i basmaterialet är > 15 %, för att endast innefatta den del som är finare än 4,75 mm. Grovfiltret verkar förekomma som två olika typer; ett snarlikt finfiltret och ett med hög finjordsandel. För grovfiltret med hög finjordshalt har siktkurvan räknats om och ett  $D_{10}$  har då uppskattats mht att sedimentationsanalyser för finjordsandel ej finns att tillgå. Spannet för filterkriterierna justeras sedan enligt riktlinjerna för att undvika bred- och/eller språnggradering. Denna justering har anpassats efter materialet vars kompatibilitet undersöks, dvs materialet efter basmaterialet.

Baserat på de materialgränser som ska studeras (se Bakgrund) utvärderas materialen med hänsyn till filterkriterierna utifrån tre basmaterial:

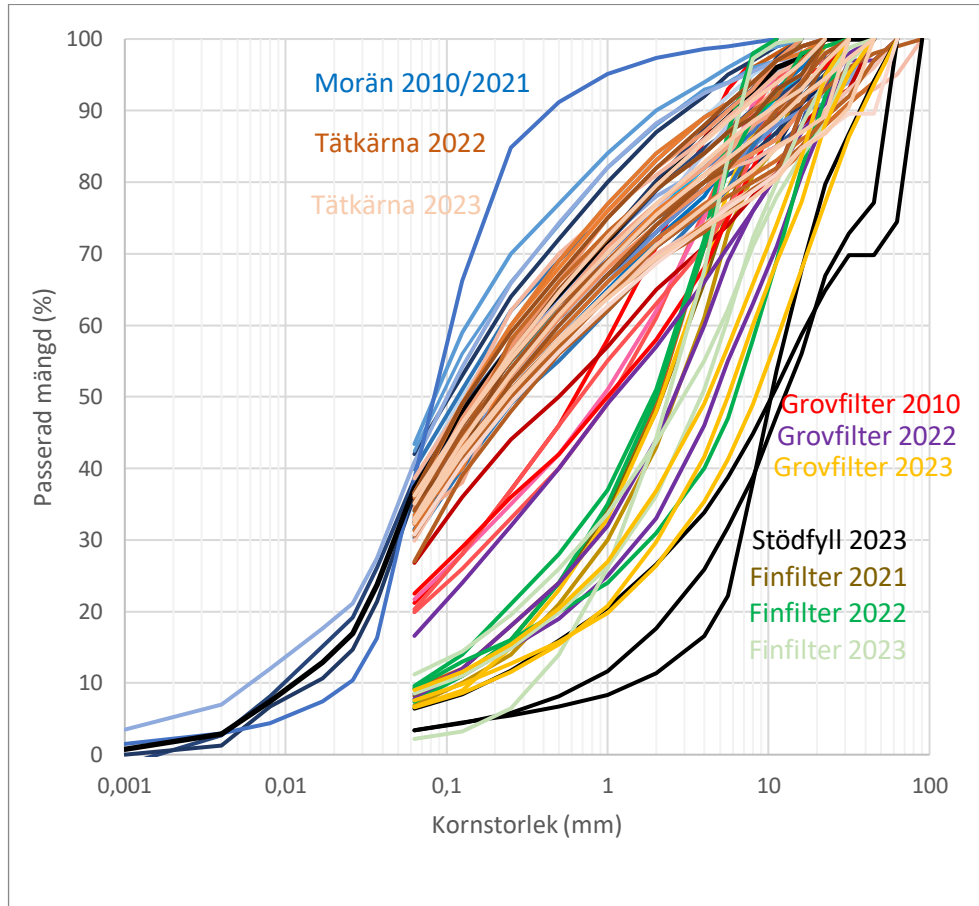
- Morän
- Finfilter
- Grovfilter (med antagen finjordsdel,  $D_{10}$ )

Utifrån resultaten förs ett resonemang angående konsekvenserna av att befintliga material inte helt följer nu gällande filterkriterier.

## Resultat

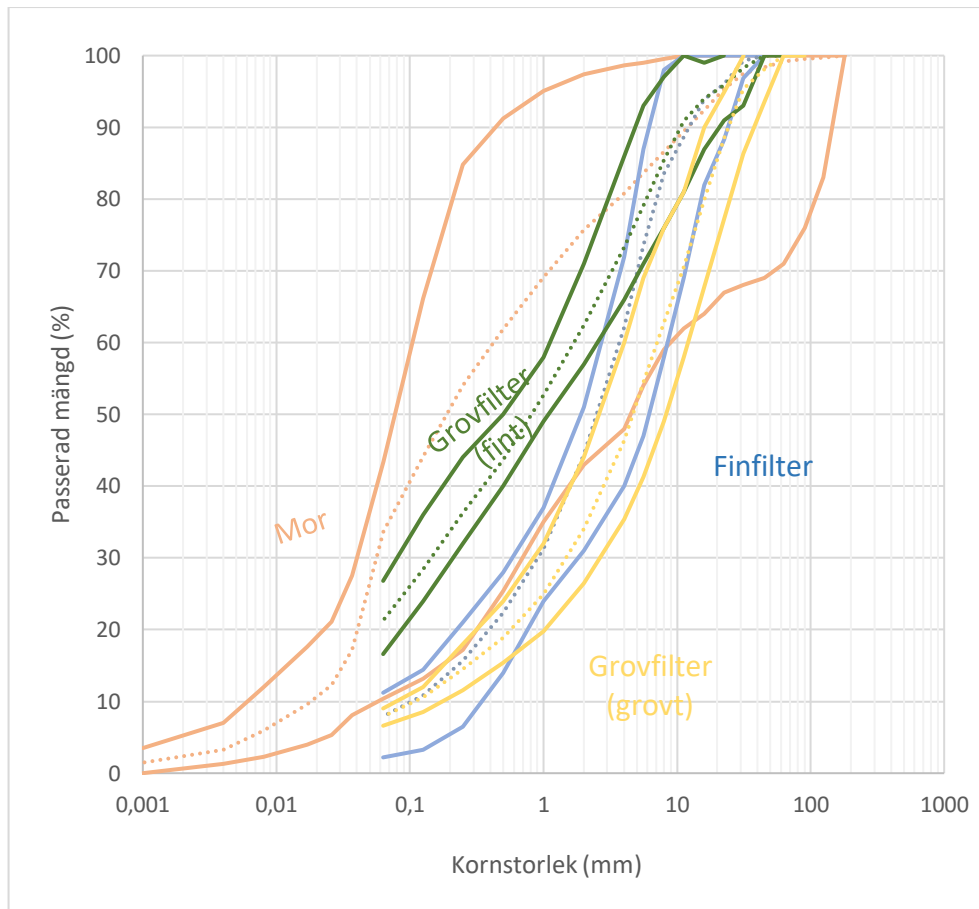
### Siktkurvor för befintliga material

Nedan, i Figur 2, visas samtliga ingående siktkurvor för morän/tätkärna, grovfilter, finfilter och stödfyllning. För majoriteten av proverna har inte någon sedimentationsanalys genomförts, med undantag av fyra moränprover.



**Figur 2. Samtliga ingående siktkurvor för morän, fin- och grovfilter samt stödfyllning i befintliga dammar, i blått och orangea visas siktkurvor på morän (Golder, 2011; AFRY, 2022; Mitta, 2021; Littak 2023), i rött, gult och lila visas grovfilter (Golder 2011; AFRY 2022, Littak 2023), i grönt visas finfilter (Mitta, 2021; AFRY, 2022; Littak 2023) och i svart visas stödfyllning (Littak Consult, 2023).**

Siktkurvor för max-, min- och medelvärden har beräknats för morän, fin- och grovfilter, vilka visas i Figur 3. Grovfiltret har delats upp i två grupper då två typer av grovfilter har påträffats i de befintliga dammarna; grovfilter fint resp. grovfilter grovt. Provpunkterna lägen för grovfilter har studerats i plan och höjdled, men TCS har ej kunnat fastställa orsaken till att grovfiltret förekommer i två varianter.



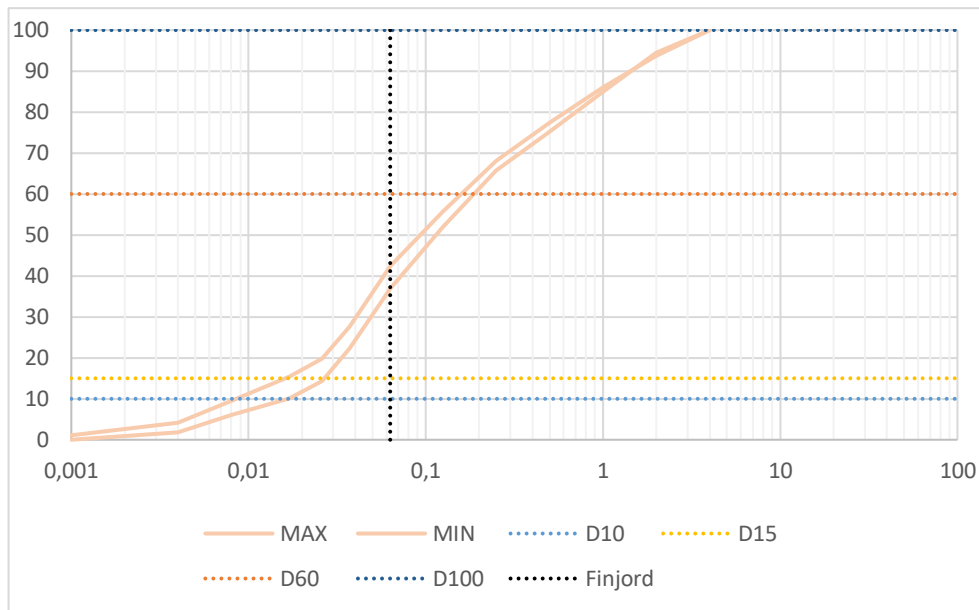
Figur 3. Min-, max- och medelsiktkurva (streckad linje) för morän, finfilter, fint grovfilter och grovt grovfilter i befintliga dammar (AFRY 2022; Golder 2011; Mitta 2021; Littak 2023).

### Filterkriterier

Filterkriterier för de tre olika basmaterialen morän, finfilter och grovfilter jämförs nedan med de för varje basmaterial relevanta nästkommande material.

#### **Filterkriterier med befintlig morän som basmaterial**

Vid beräkning av filterkriterier ska siktcurvan för basmaterial med en finjordshalt > 15 % räknas om för att exkludera material grövre än 4,75 mm (Energiföretagen, 2020). Den omräknade siktcurvan för material finare än 4,75 mm visas nedan i Figur 4.



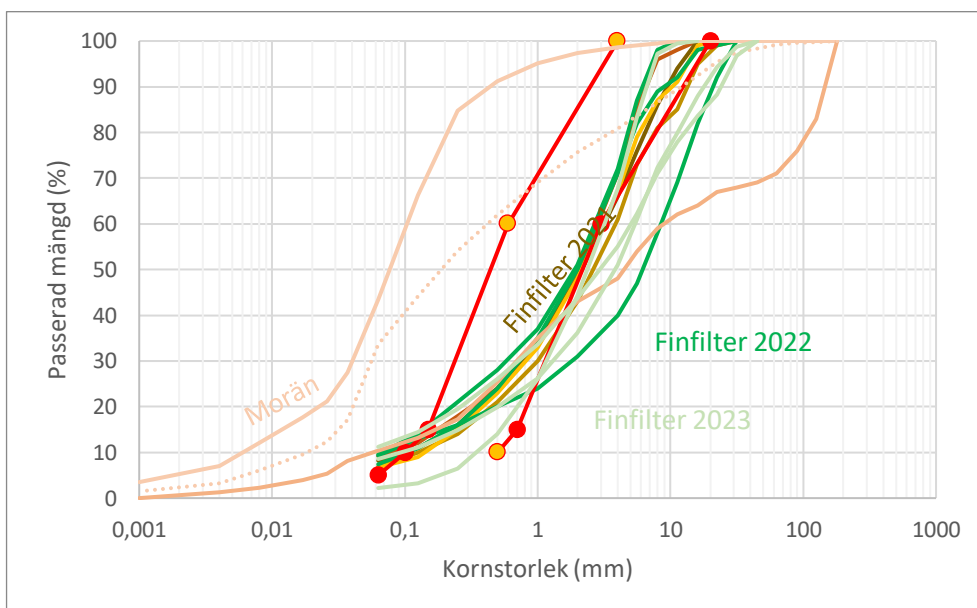
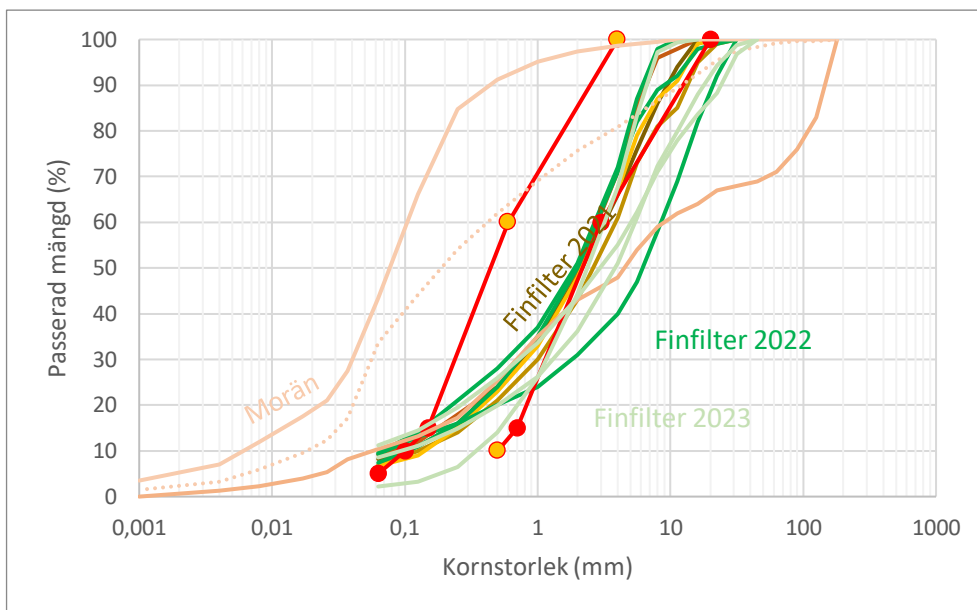
**Figur 4. Omräknad max- och minsiktkurva för fraktionen 0 – 4,75 mm för morän.**

Filterkriterier för material mot morän i befintliga dammar presenteras nedan i Tabell 1. Inom parenteserna visas värden som ej justerats med avseende på språnggradering.

**Tabell 1. Filterkriterier för material mot befintlig tät kärna.**

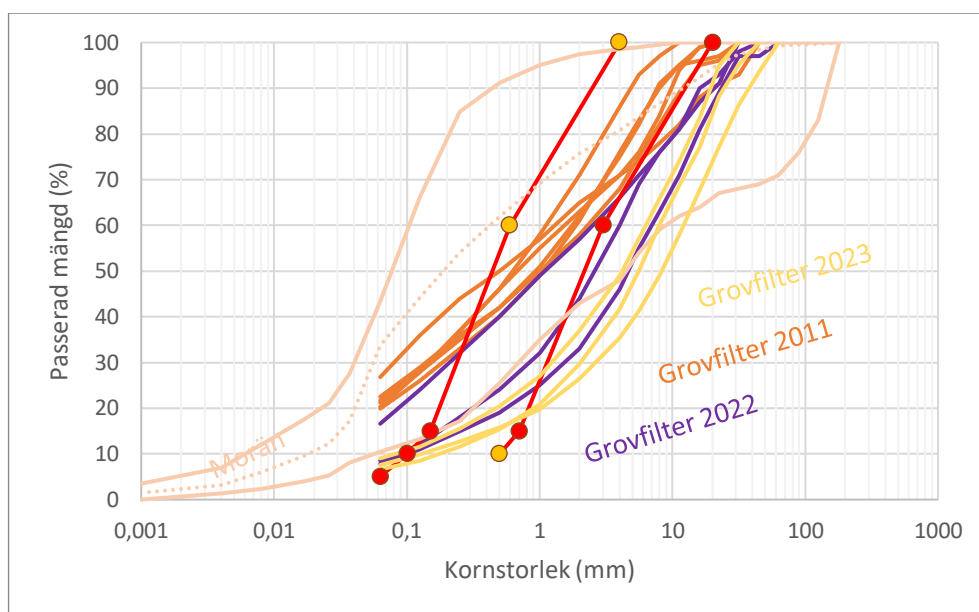
| Kriterier              | Kornstorlek (mm) |
|------------------------|------------------|
| $D_{15} F_{MAX} \leq$  | 0,7              |
| $D_{15} F_{MIN} >$     | 0,15             |
| $D_{10} F_{MAX} \leq$  | 0,5 (4,9)        |
| $D_{10} F_{MIN} >$     | 0,1              |
| $D_{60} F_{MAX} \leq$  | 3                |
| $D_{60} F_{MIN} >$     | 0,6 (0,21)       |
| $D_5 F_{MAX} \leq$     | 0,063            |
| $D_{100} F_{MAX} \leq$ | 20               |
| $D_{100} F_{MIN} >$    | 4 (0,63)         |

Finfilter i de befintliga dammarna är inte filterkompatibla mot moränen i dammarnas tät kärna, vilket visas i



Grovfilter i de befintliga dammarna är ej filterkompatibla mot moränen i dammarnas tät kärna då flera av filterkriterierna ej uppfylls, vilket visas nedan i Figur 6. Orsaken till detta är att grovfilterets siktcurva har en för flack lutning, dvs är för bred graderat.

Finjordshalten är alldeles för hög samtidigt som finns för mycket grovt material i grovfiltret.



Figur 6. Siktcurvor för grovfilter samt filterkriterierna för grovfilter mot morän markerade som röda linjer (röda punkter = strikta krav, gula punkter = punkter som justerats för att undvika språnggradering). Max-, min- och medel siktcurva för moränen (basmaterial) visas med ljusorange linjer.

#### Filterkriterier med befintligt finfilter som basmaterial

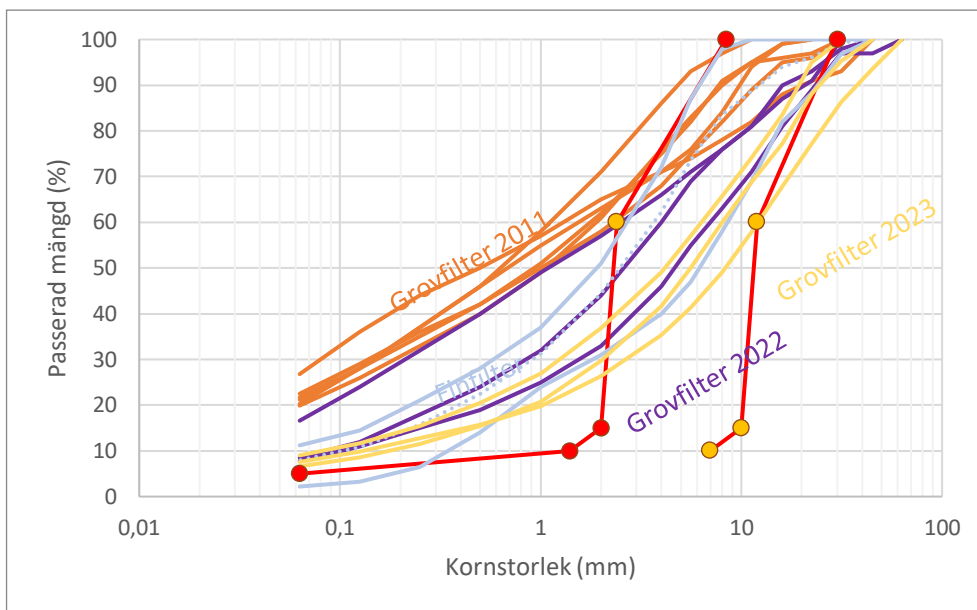
Filterkriterier för material mot finfilter i befintliga dammar presenteras nedan i Tabell 2. Inom parenteserna visas ojusterade värden.

Tabell 2. Filterkriterier för material mot befintligt finfilter.

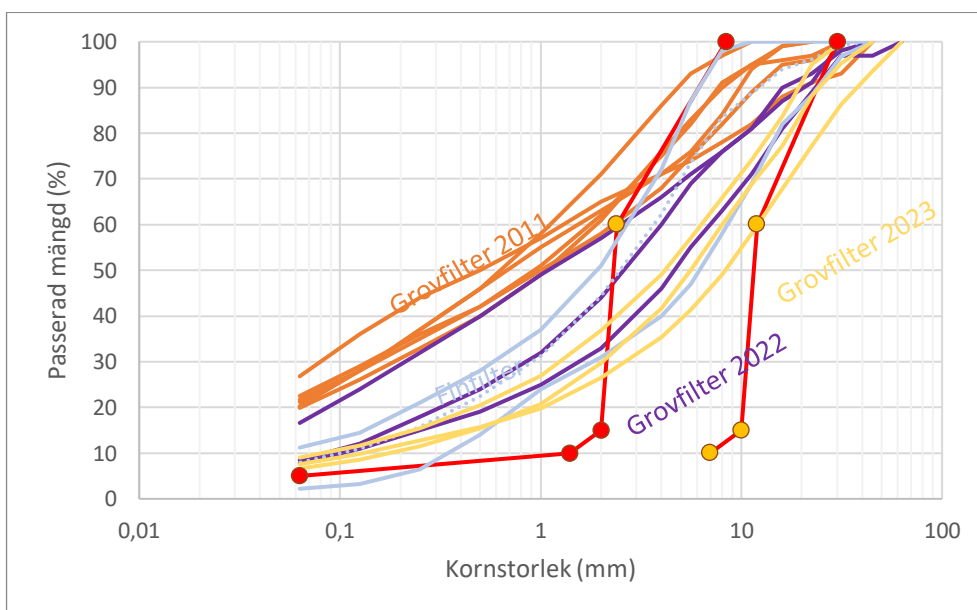
| Kriterier              | Kornstorlek (mm) |
|------------------------|------------------|
| $D_{15} F_{MAX} \leq$  | 10 (22)          |
| $D_{15} F_{MIN} >$     | 2                |
| $D_{10} F_{MAX} \leq$  | 7 (154)          |
| $D_{10} F_{MIN} >$     | 1,4              |
| $D_{60} F_{MAX} \leq$  | 12 (30)          |
| $D_{60} F_{MIN} >$     | 2,4 (2,8)        |
| $D_5 F_{MAX} \leq$     | 0,063            |
| $D_{100} F_{MAX} \leq$ | 30               |
| $D_{100} F_{MIN} >$    | 8,4              |

I Det största avvikelserna för grovfiltret mot finfilter är att materialet är för fint för att uppfylla filterkriterierna då andelen korn under ca 4 mm är för hög.





Figur 7 visas siktcurvor för grovfilter (fint och grovt) i de befintliga dammarna. De röda punkterna markerar filterkriterierna för grovfilter med finfilter som basmaterial. Av figuren framgår att grovfiltret har en för flack siktcurva för att vara filterkompatibelt mot finfiltret. Det största avvikelserna för grovfiltret mot finfilter är att materialet är för fint för att uppfylla filterkriterierna då andelen korn under ca 4 mm är för hög.

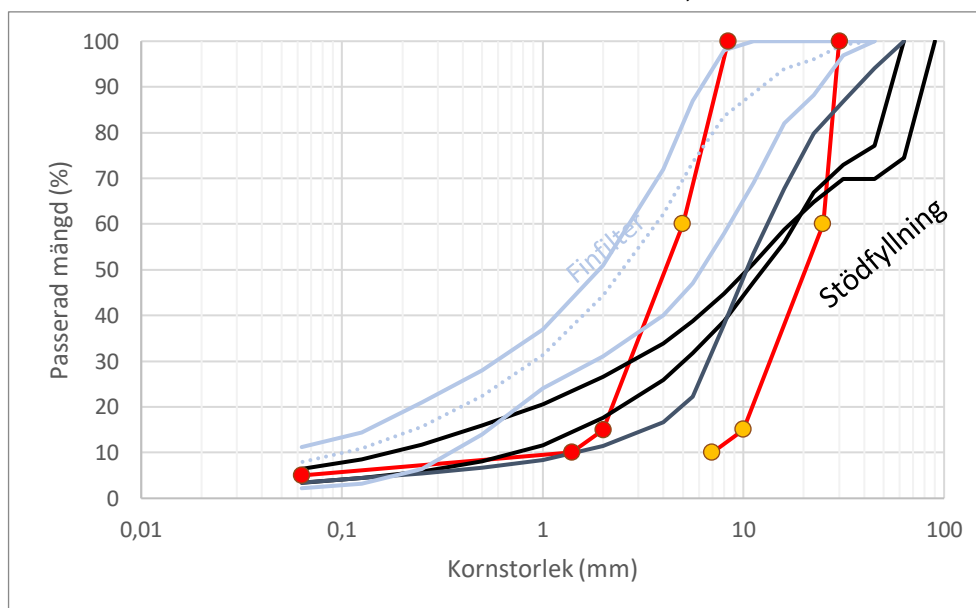


**Figur 7. Siktcurvor för grovfilter samt filterkriterierna för grovfilter mot befintligt finfilter markerade som röda linjer (röda punkter = krav, gula punkter = punkter som justerats för att undvika spränggradering). Max-, min- och medel siktcurva för finfiltret (basmaterial) visas med ljusblå linjer.**

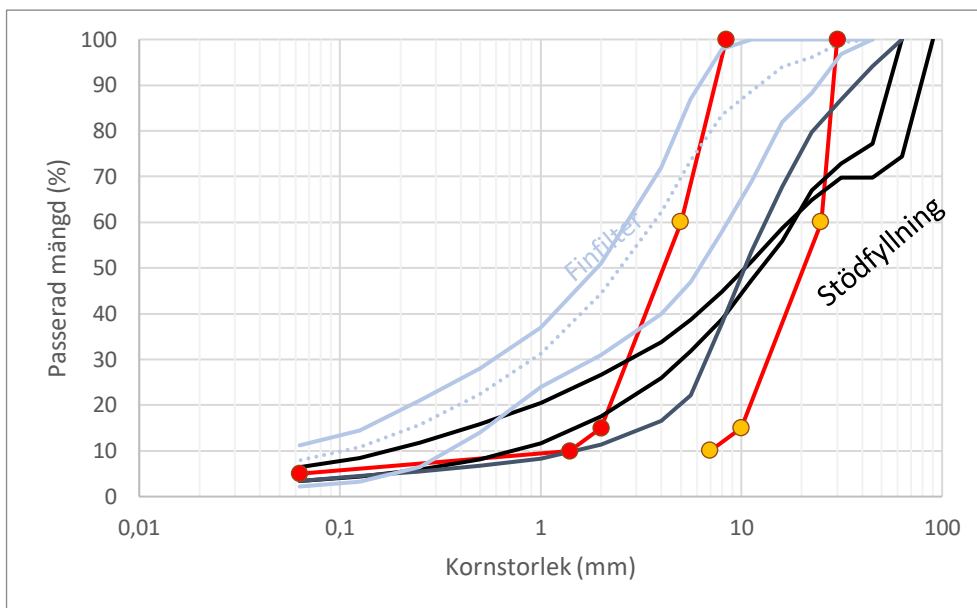
Filterkriterier för stödfyllning mot finfilter i de befintliga dammarna presenteras nedan i Tabell 3. Filterkriterier för stödfyllning mot befintligt finfilter. Inom parenteserna visas ojusterade värden.

Tabell 3. Filterkriterier för stödfyllning mot befintligt finfilter.

| Kriterier              | Kornstorlek (mm) |
|------------------------|------------------|
| $D_{15} F_{MAX} \leq$  | 10 (22)          |
| $D_{15} F_{MIN} >$     | 2                |
| $D_{10} F_{MAX} \leq$  | 7 (154)          |
| $D_{10} F_{MIN} >$     | 1,4              |
| $D_{60} F_{MAX} \leq$  | 25 (30)          |
| $D_{60} F_{MIN} >$     | 5 (2,8)          |
| $D_5 F_{MAX} \leq$     | 0,063            |
| $D_{100} F_{MAX} \leq$ | 30               |
| $D_{100} F_{MIN} >$    | 8,4              |



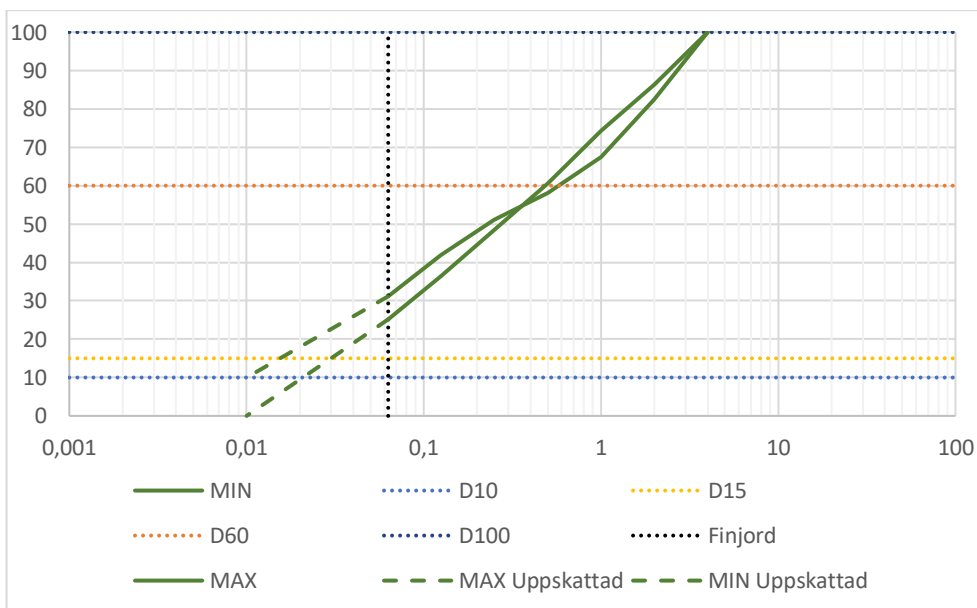
Figur 8 visas siktcurvor för stödfyllning i de befintliga dammarna. De röda punkterna markerar filterkriterierna för stödfyllningen med finfilter som basmaterial. Av figuren framgår att stödfyllningen har för stor stenstorlek, material större än 20 mm, för att vara helt filterkompatibel mot finfiltret. För material mindre än 20 mm i stödfyllningen uppfylls kraven med undantag av en siktkurva som har för fint material för att nå filterkriterierna.



**Figur 8. Siktcurvor för stödfyllning samt filterkriterierna för stödfyllning mot befintligt finfilter markerade som röda linjer (röda punkter = krav, gula punkter = punkter som justerats för att undvika språnggradering). Max-, min- och medel siktcurva för finfiltret (basmaterial) visas med ljusblå linjer.**

### Filterkriterier med befintligt fint grovfilter som basmaterial

Det fina grovfiltret har en finjordshalt om ca 15-25 %. Vid beräkning av filterkriterier ska siktcurvan för basmaterial med en finjordshalt > 15 % räknas om för att exkludera material grövre än 4,75 mm (Energiföretagen, 2020). Den omräknade siktcurvan för material finare än 4,75 mm visas nedan i Figur 3. Den uppskattade finjordsdelen visas som streckad.



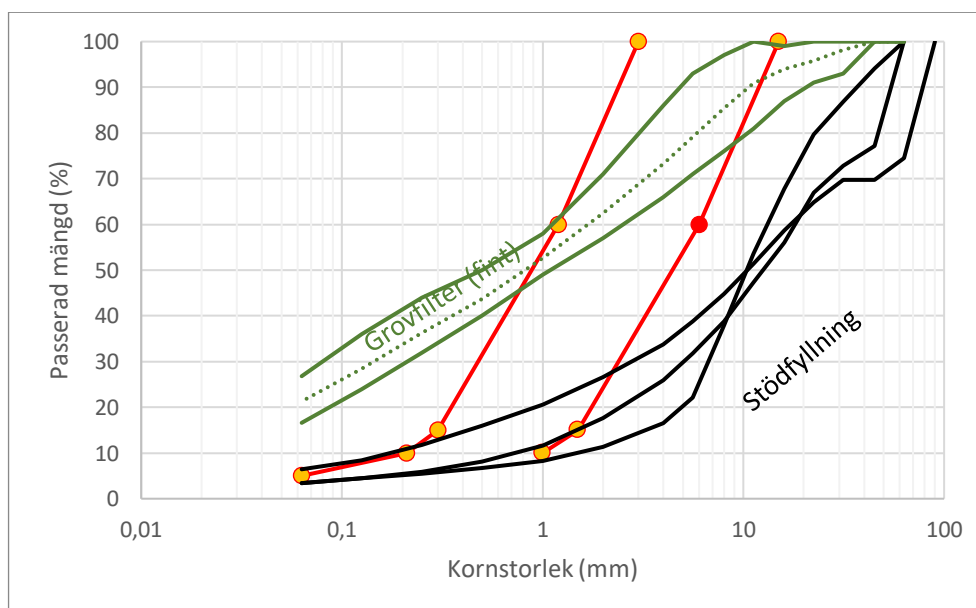
**Figur 9. Omräknad max- och minsikturva för fraktionen 0 – 4,75 mm för grovfilter. Uppskattad finjordsdel visas som streckad linje.**

Filterkriterier för stödfyllning mot grovfilter i befintliga dammar presenteras nedan i Tabell 4. Inom parenteserna visas värden som ej justerats med avseende på språnggradering.

**Tabell 4. Filterkriterier för material mot befintlig fint grovfilter.**

| Kriterier              | Kornstorlek (mm) |
|------------------------|------------------|
| $D_{15} F_{MAX} \leq$  | 1,5 (0,7)        |
| $D_{15} F_{MIN} >$     | 0,3 (0,1)        |
| $D_{10} F_{MAX} \leq$  | 1 (4,9)          |
| $D_{10} F_{MIN} >$     | 0,21 (0,07)      |
| $D_{60} F_{MAX} \leq$  | 6                |
| $D_{60} F_{MIN} >$     | 1,2 (0,14)       |
| $D_5 F_{MAX} \leq$     | 0,063            |
| $D_{100} F_{MAX} \leq$ | 15 (29,4)        |
| $D_{100} F_{MIN} >$    | 3 (0,42)         |

Stödfyllningen i de befintliga dammarna är inte filterkompatibla mot det fina grovfiltret i dammarna, vilket visas i Figur 10.



**Figur 10. Siktcurvor för stödfyllning samt filterkriterierna för stödfyllning mot fint grovfilter markerade som röda linjer (röda punkter = krav, gula punkter = punkter som justerats för att undvika språnggradering). Max, min- och medel sikturva för grovfiltret (basmaterial) visas i mörkgrönt.**

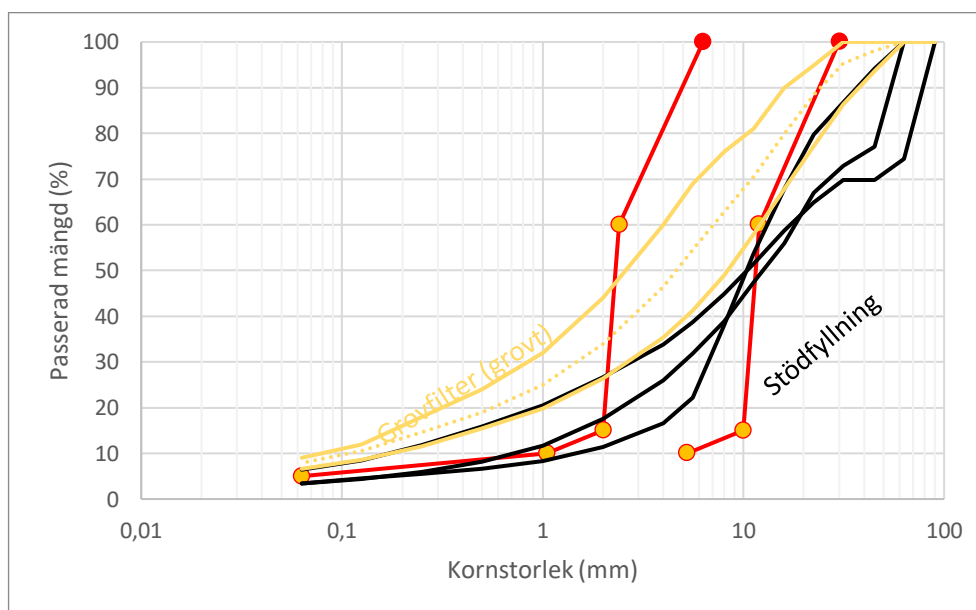
### Filterkriterier med befintligt grovt grovfilter som basmaterial

Filterkriterier för stödfyllning mot grovt grovfilter i befintliga dammar presenteras nedan i Tabell 5. Inom parenteserna visas värden som ej justerats med avseende på språnggradering.

Tabell 5 Filterkriterier för material mot befintlig grovt grovfilter.

| Kriterier              | Kornstorlek (mm) |
|------------------------|------------------|
| $D_{15} F_{MAX} \leq$  | 10 (120)         |
| $D_{15} F_{MIN} >$     | 2 (1,5)          |
| $D_{10} F_{MAX} \leq$  | 5,25 (840)       |
| $D_{10} F_{MIN} >$     | 1,1 (1,05)       |
| $D_{60} F_{MAX} \leq$  | 12 (30)          |
| $D_{60} F_{MIN} >$     | 2,4 (2,1)        |
| $D_5 F_{MAX} \leq$     | 0,063            |
| $D_{100} F_{MAX} \leq$ | 30               |
| $D_{100} F_{MIN} >$    | 6,3              |

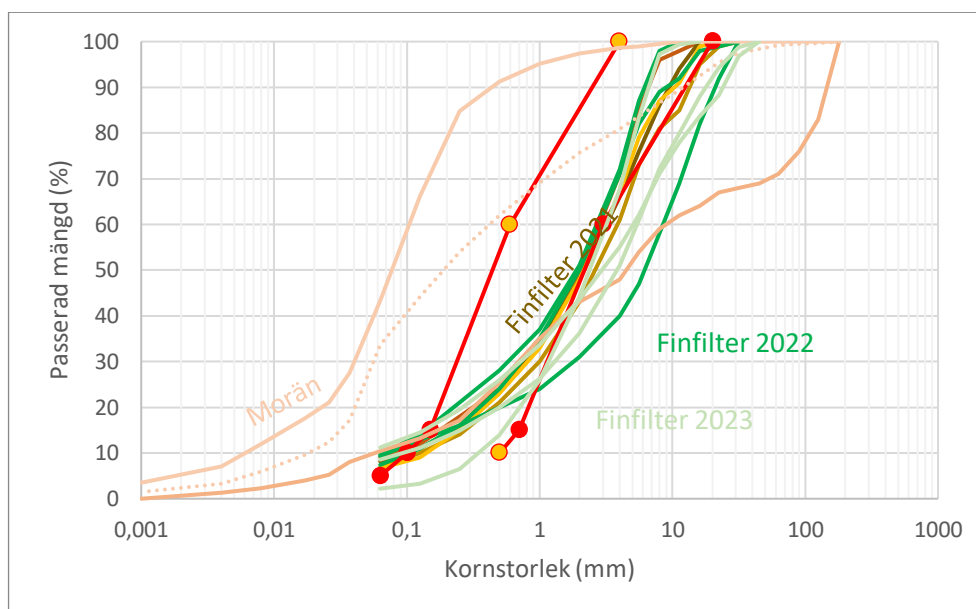
Stödfyllningen i de befintliga dammarna är inte filterkompatibla mot det grova grovfiltret i dammarna, vilket visas i Figur 11.



Figur 11 Siktcurvor för stödfyllning samt filterkriterierna för stödfyllning mot grovt grovfilter markerade som röda linjer (röda punkter = krav, gula punkter = punkter som justerats för att undvika språnggradering). Max, min- och medel siktkurva för grovfiltret (basmaterial) visas i gult.

## Diskussion

De befintliga finfiltren (0–6 mm) i dammarna har en finjordshalt på ca 10 %. Detta kan jämföras med filterkriterierna i RIDAS som säger att finjordshalten inte bör överstiga 5 % för att få en tillräckligt dränerande förmåga (Energiföretagen, 2020). Samtidigt har finfiltret för grovt material i de övre delarna av siktkurvan (se



Figur 5), vilket påverkar finfiltrets filterande förmåga. TCS gör dock bedömningen att finfiltrets avvikelser ifrån filterkriterierna är marginella och anser därför att materialet mest sannolikt har en tillräckligt bra filterande och dränerande förmåga mot moränen. Materialövergången filter mot morän bedöms därför vara OK.

Grovfiltren (0–30 mm) i dammarnas uppströmssida, både det fina och det grova, uppfyller ej de filterkriterier som ställs utifrån moränen (se Figur 6). Dels är finjordshalten för vissa prover av grovfiltret ca 20 %, vilket är betydligt högre än de 5 % som ges i riktlinjerna. Det får konsekvensen att grovfiltrets, framförallt det fina grovfiltrets, dränerande kapacitet blir låg. Dessutom har grovfiltermaterialet en för stor andel grovt material, vilket kan försämra dess filterande förmåga och inre stabilitet. Då grovfilter ligger mot morän på dammens uppströmssida, betraktas materialövergången inte som kritiskt. Därmed bedömer TCS att dessa avvikelser från filterkriterierna kan accepteras på uppströmssidan.

På dammens nedströmssida ligger grovfilter (0–30 mm) mot finfilter (0–6 mm). Den största och mest betydande avvikelsen hos grovfiltret ifrån filterkriterierna i denna materialövergång är att materialet, det fina grovfiltret, är för fint och inte har en tillräckligt hög dräneringskapacitet. Då stödfyllning ligger nedströms grovfiltret gör TCS bedömningen att den begränsade dränagekapaciteten kan accepteras då den bedöms vara god i stödfyllningen. Att det fina grovfiltret har så hög finjordsandel (material < 0,063 mm) påverkar uppströms liggande finfiltret då den totala dräneringskapaciteten nedströms tät kärnan kan komma att begränsas av grovfiltret, vilket innebär att den något höga finjordshalten i finfiltret inte påverkar dammens dräneringskapacitet som helhet.

Stödfyllningen (0–100 mm) uppfyller inte fullt ut filterkriterierna mot finfiltret. Detta beror framför allt på att det finns för grova fraktioner i materialet, vilket gör att det inte har en tillräcklig filtrerande förmåga. För en av stödfyllningens siktkurvor är även finjordshalten något för hög för att uppfylla filterkriterierna. TCS bedömer dock att finjordshalten är tillräckligt låg för att materialet ska vara dränerande. Om stödfyllning ligger nedströms finfiltret i dammens nedre del (ritningar anger grovfilter eller stödfyllning för startetappen) så kan det finnas en viss risk för materialtransport från finfiltret till stödfyllningen. Större delen av stödfyllningens siktkurva ligger dock inom gränserna för material nedströms finfiltret, varför TCS gör bedömningen att risken för materialtransport är låg.

Stödfyllningen är för grov för att nå filterkriterierna som ställs mot grovfiltret, både fint och grovt grovfilter. Det är värt att notera att stödfyllningen är mer filterkompatibelt med den grövre av de två varianterna av grovfilter. Denna materialövergång bedöms, av TCS, ej vara kritisk på dammarnas uppströmssida. På dammarnas nedströmssida bedöms övergången ej vara kritisk i dammens övre delar där läckagevatten ej förväntas rinna, medan i dammarnas nedre delar kan det ha större betydelse. Då underlaget, med endast 3 prover, för stödfyllningen liksom att sedimentationsanalyser saknas för grovfiltret gör att det är svårt att dra några säkra slutsatser rörande materialövergången grovfilter till stödfyllning. TCS föreslår därför att följande utförs i samband med detaljprojektering och anläggande:

- ytterligare studier av de två varianterna av grovfilter,
- sedimentationsanalyser av grovfiltrets finjordsandel, samt
- ytterligare prover på stödfyllning.

## Slutsats

De befintliga fin- och grovfiltren uppfyller inte fullt ut de krav som ställs i RIDAS. TCS gör dock bedömningen att avvikelserna inte medför allvarliga konsekvenser för dammarna och dammsäkerheten som helhet. Finfiltret har endast mindre avvikelser ifrån de filterkriterier som ställs utifrån moränen i tåtkärnan och TCS bedömning är att det sannolikt fungerar bra som finfilter. Vad det gäller grovfiltret så avviker både den fina och grova varianten av materialet. Det är dock det fina grovfiltrets höga finjordshalt, vilket begränsar dräneringskapaciteten, som bedöms som mest avvikande. Då grovfiltret är bred graderat och därmed inte inre stabilt så bedömer TCS att den filtrerande förmågan kvarstår även efter en viss urspolning av finjordsmaterial. TCS bedömer att inte heller grovfiltrens avvikelser medför någon allvarlig konsekvens, så länge nedströms stödfyllning är tillräckligt dränerande, vilket det bedöms vara utifrån tillgängliga siktkurvor.

Den mest kritiska materialövergång bedöms utifrån denna studie vara stödfyllning mot det fina grovfiltret, där avvikelserna mot filterkraven är som störst. Om grovfilter ligger mellan finfilter och stödfyllning i dammarnas nedre delar, där dränagevattnet förväntas rinna, så kan avvikelserna mot filterkriterierna medföra en risk för materialtransport från grovfilter till stödfyllning. TCS bedömning, då portrycksgradienten förväntas vara låg i detta område, är att risken för omfattande materialtransport är låg.

Avvikelser som potentiellt kan innebära en risk hanteras generellt för verksamheten genom riskanalys och riskhantering med bl.a. ett riskregister, så avses även här beskrivna avvikelser från filterkriterierna att hanteras.

## Referenser

AFRY. (2022). *MUR Geoteknik - Viscaria gruvdammar Fas 1* .

Energiföretagen. (2020). *RIDAS – Tillämpningsvägledning Kapitel 9 - Fyllningsdammar*. Stockholm.

Golder. (2011). *Tailings management facility feasibility study - draft version*.

Littak Consult. (2023). *Endast sikkurvor erhållna*.

Mitta. (2021). *Viscaria dammar - Geoteknisk undersökning*.

TCS - Tailings Consultants Scandinavia AB

Anton Lilja