

# **PM** Dränagekapacitet dammar Nytt sandmagasin, Viscaria

---

<b>UPPDRAGSNUMMER</b> 3142301-100	<b>ANLÄGGNING</b> Viscaria	<b>DATUM</b> 2023-11-10
<b>UPPRÄTTAD AV</b> Johan Banck	<b>MOTTAGARE</b> Thomas Nordmark	<b>STATUS</b> Slutversion
<b>PROJEKTLEDARE</b> Annika Bjelkevik	<b>TEKNISK GRANSKNING</b> Roger Knutsson	<b>GODKÄND AV</b> Annika Bjelkevik

---

## Sammanfattning

TCS har på uppdrag av Copperstone bedömt dränagekapaciteten för dammarna till det nya sandmagasinet i Viscaria.

Beräkningarna visar att det kan förväntas att om dammarna utformas med finfilter (utformning enligt tillståndsansökan) blir dränagekapaciteten, med antagna materialparametrar, för låg. Dessutom finns osäkerheter om geotextilens dränerande funktion i denna tillämpning.

TCS slutsats är därför att redundans vad det gäller vattenhanting bör införas för inledande etapper. Med redundans avses i detta fall att utgå från att dammarna fungerar som täta dammar, vilket då kräver ett driftutskov för hantering av 100% av flödet. Utifrån erhållen erfarenhet, under de inledande etapperna kan sedan utformning för dammar och utskov justeras efter behov.

Vidare rekommenderar TCS att ytterligare arbete utförs under detaljprojekteringen och/eller de första etapperna för att få en fördjupad kunskap om dammarnas funktion.

TAILINGS CONSULTANTS SCANDINAVIA AB

Johan Banck  
Tailings Eng.  
+46 (0) 706 – 022 159  
johan.banck@tailings.se

Kungsgatan 37  
111 56 Stockholm  
SWEDEN  
www.tailings.se

## Inledning

Det nya sandmagasinet vid Viscarias gruvanläggning är utformat med dränerade dammar och allt processvatten är tänkt att dränera ut genom dammarna, både vid normal drift samt efter uppdämning av vatten i samband med höga flöden. För att verifiera denna utformning har TCS på uppdrag av Copperstone bedömt det nya sandmagasinets dränagekapacitet genom dammarna. Utförda beräkningar och resultat presenteras i denna PM.

## Förutsättningar

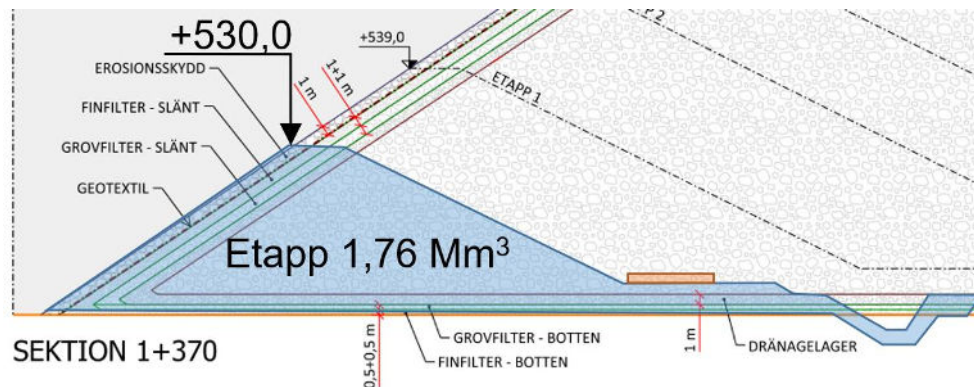
Nivåer i detta dokument är redovisade i RH2000.

Flöden in i magasinet är enligt vattenbalansen daterad 2023-09-18 följande:

- Processvattenflöde för normalår är  $5,6 \text{ Mm}^3/\text{år} \Rightarrow 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Normal nederbörd och inbindning av vatten i deponerad anrikningssand är av samma storleksordning och tar därför ut varandra på årsbasis.

Läckageberäkningarna har endast utförts för en inledande etapp, Etapp 1,  $1,76 \text{ Mm}^3$  (volymen anger kapacitet för deponerad anrikningssand med lutning 1:300 vid dammkrönnivån +530,0). TCS bedömer att denna etapp (ett av i detaljprojekteringen studerade alternativ för möjlig startetapp) motsvarar den mest konservativa ur läckagehänseende. I senare etapper kommer den dränerande arean (och även gradienten) vara större och därmed den dränerande kapaciteten högre.

Beräkningarna utgår från typsektionen redovisad i Figur 1.



**Figur 1** Illustration av typsektion använd för beräkningar

Beräkningarna förutsätter att magasinet är fulldeponerat, dvs att anrikningssand har deponerats upp till 0,5 m under dammkrön (+529,5) vid deponeringspunkten och att sanden sedan lutar 1:300 bort från deponeringspunkten, se Figur 2.



**Figur 2** Illustration sandlutning bort från deponeringspunkten i magasinets nordöstra ände mot söder.

Beräkningarna av dränaget genom dammarna utförs med Darcys lag:

$$Q = K \cdot A \cdot h / L \quad (\text{ekvation 1})$$

Där:

K är hydraulisk konduktivitet, [m/s].

A är area, vinkelrätt mot flödet, som flödet sker genom, [m<sup>2</sup>].

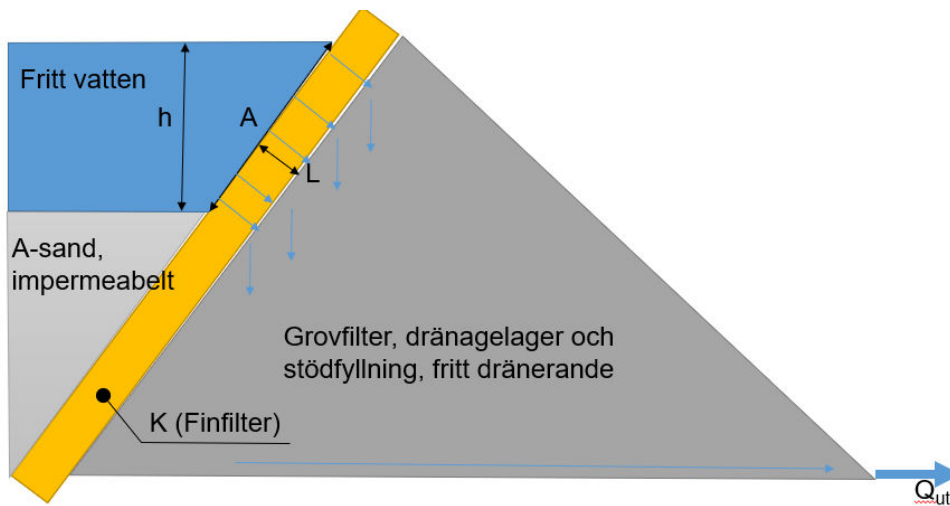
H är vattnets tryckförlust över sträckan L, [m].

L är den sträcka som tryckförlusten h inträffar över, [m].

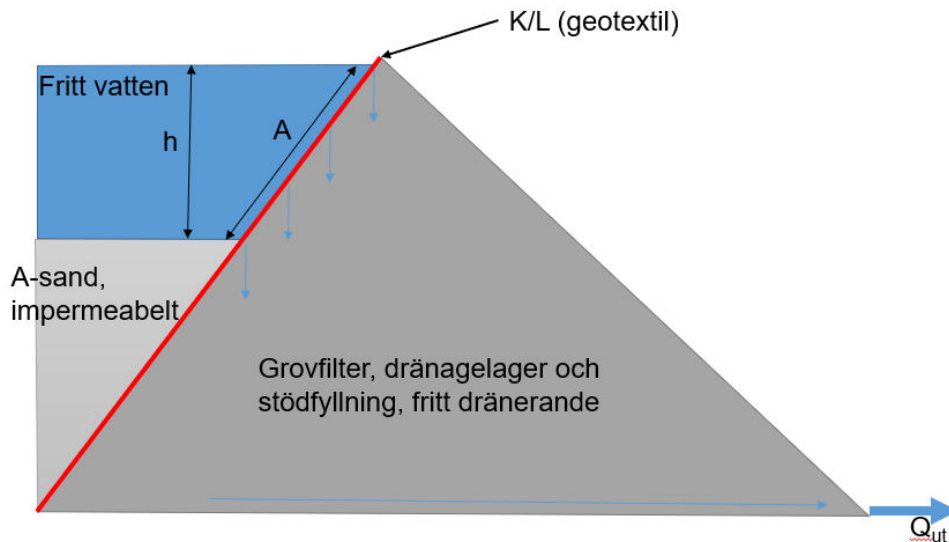
I beräkningarna förutsätts att sedimenterad anrikningssand är så tät att flödet genom den är försumbart.

Två beräkningsfall har studerats, ett där geotextilen är det dränagebegränsande materialet och ett där finfiltret är det. För fallet med finfilter som begräsning av läckaget har tre olika värden på den hydrauliska konduktiviteten använts.

I beräkningsfallet där finfiltret begränsar dränaget förutsätts att erosionsskyddet och geotextilen "inte finns", dvs inte påverkar dränaget, samt att grovfilter och dränagelagret är fritt dränerande, se Figur 3. I beräkningsfallet där geotextilen begränsar dränaget förutsätts att erosionsskyddet samt finfiltret "inte finns" samt att grovfilter och dränagelagret är fritt dränerande, se Figur 4.



**Figur 3** Typsektion för beräkningsmodell genom damm där finfiltret begränsar dränagekapaciteten



**Figur 4** Typsektion beräkningsmodell genom damm där geotextilen begränsar dränagekapaciteten

Eftersom sandytan för deponerad anrikningssand lutar 1:300 i hela magasinet så kommer A och h variera längs dammarna, varför approximationer har varit nödvändigt. Med fritt vatten avses volymen vatten över deponerad anrikningssand. Medeldjupet för fritt vatten (h) beräknas genom att dividera volymen fritt vatten med arean för vattenspegeln vid respektive nivå. Arealen och volymen fritt vatten (ovanpå sanden) har erhållits från en 3D-modell i CAD av magasinet. Den blöta arean vinkelrätt mot uppströmsslänten (A, i Figur 4) har approximerats utifrån data från 3D-modellen, se Tabell 1.

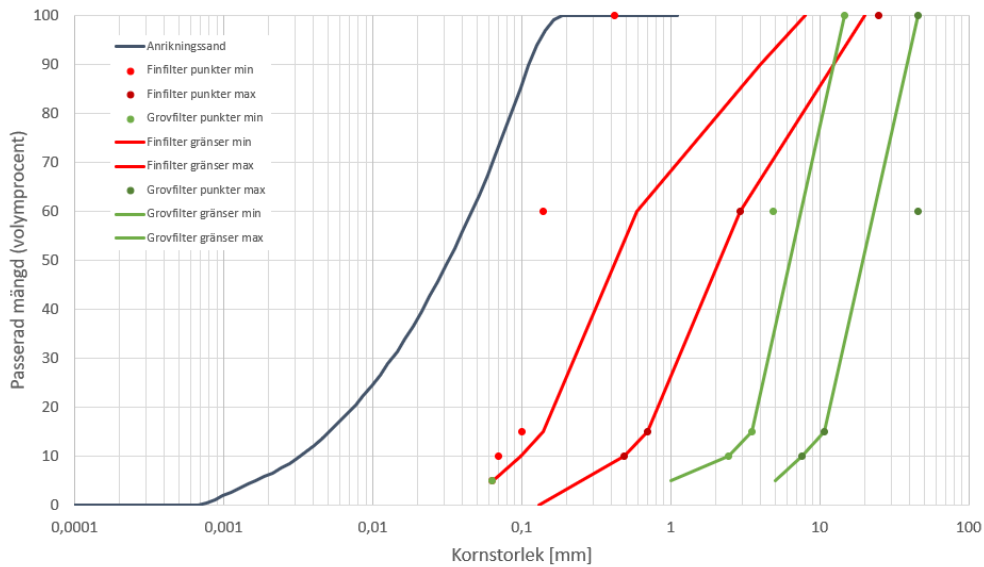
**Tabell 1 Sammanställning indata för beräkning av tryckhöjden (h) samt blöt area vinkelrätt mot uppströmsslänten (A). DN = driftnivå, DG = dämningegräns och DK = dammkrön.**

Nivå	Akkumulerad vattenvolym [m <sup>3</sup> ]	Vattenspegelns area [m <sup>2</sup> ]	Medeldjup, h [m]	Blöt area vinkelrätt uppströmsslänten (A) [m <sup>2</sup> ]
+527,5 (DN)	116 300	199 740	0,6	1 000
+528,0 (DG)	237 590	281 779	0,8	1 842
+528,5 (TN)	393 381	338 011	1,2	3 073
+529,0 (ÖDG)	574 330	383 103	1,5	4 592
+529,5	771 510	401 505	1,9	6 843
+530,0 (DK)	976 206	415 841	2,3	9 494

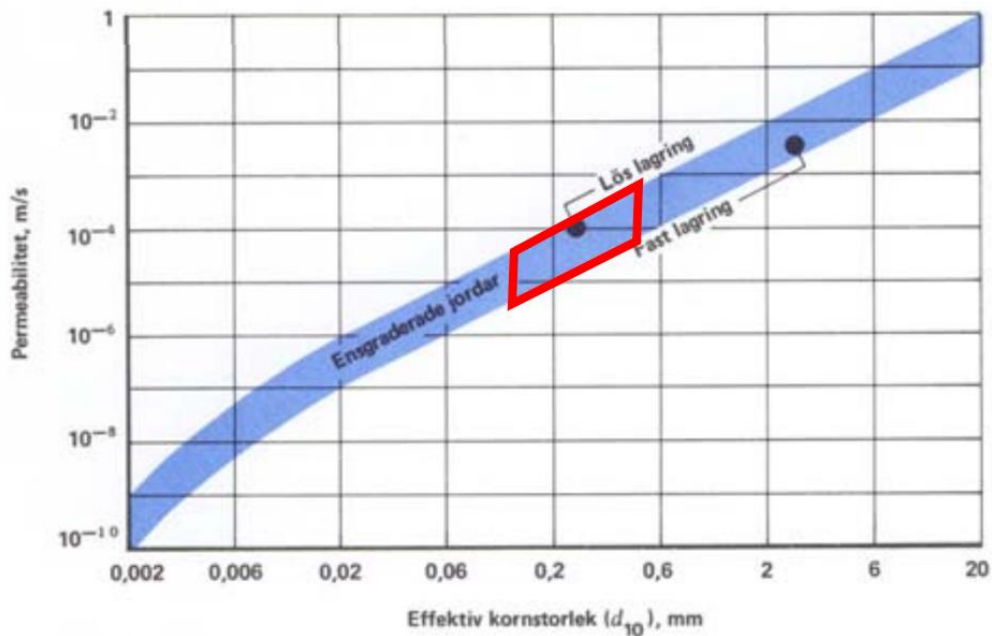
Beräkningen tar ej hänsyn till flöde över nödutskovströskelen, även då vattenståndet i magasinet ligger över tröskelnivån.

Finfiltrets, mot dammslänten, vinkelräta tjocklek har antagits vara 1 m.

Finfiltrets kornfördelning baseras på kornstorleksfördelningen för anrikningssanden i befintligt sandmagasin, se Figur 5. Det finfilter som kommer att användas för nytt sandmagasin kommer i detaljprojekteringen anpassas efter den anrikningssand som ska deponeras i det nya sandmagasinet. Vidare har finfiltrets hydrauliska konduktivitet bedömts utifrån det antagna finfiltrets  $d_{10}$  efter Figur 17 från dokumentet *Jords egenskaper* (SGI, 2008), se Figur 6. Den hydrauliska konduktiviteten bedöms kunna variera från  $10^{-3}$  till  $5 \cdot 10^{-6}$  m/s med en trolig konduktivitet kring ca  $10^{-5}$  m/s.



**Figur 5** Teoretisk beräkning av filterkurvor utgående från anrikningssanden från befintligt sandmagasin.



**Figur 6** Teoretisk bedömning av hydraulisk konduktivitet för teoretiskt finfilter.

Genomsläpplighet för geotextilier anges ofta i VH50 som definieras som den vattenhastighet som ger upphov till ett 50 mm stort tryckfall över geotextilen.

$$VH50 = Q/A = K \cdot 0,05/L \Rightarrow VH50/0,05 = K/L$$

VH50 för geotextilier kan variera mellan ca  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s och  $100 \cdot 10^{-3}$  m/s (Byggros, 2023a) och (Byggros, 2023b).

Detta motsvarar ett K/L om ca  $20 \cdot 10^{-3}$  till  $2\,000 \cdot 10^{-3}$  (vilket i sig motsvarar ett K om ca  $10^{-3} - 10^{-5}$  med en geotextiltjocklek om 1 mm).

Dock konstateras i ett examensarbete (Risén, Utvärdering av geotextildukar för tillfällig sedimentkontroll - Avseende suspenderat material, PAH samt kvicksilver, 2010) att geotextiler sätter igen snabbt vid filtrering av suspenderat material. Uppgifter om storleken på reduktionen av genomsläppligheten saknas dock.

## Resultat

Beräkningarna av dränagekapaciteten vid fullt deponerat magasin i Etapp 1,76 Mm<sup>3</sup> (dammrön +530,0) visar att dammarna, mest troligt, inte kommer att kunna dränera ut processvattenflödet (0,18 m<sup>3</sup>/s i medel över året) vid driftnivån (DN +527,5) då finfiltret har en hydraulisk konduktivitet motsvarande troligt ( $k = 10^{-5}$  m/s), se Tabell 2. Om finfiltret har en hydraulisk konduktivitet motsvarande  $k = 10^{-3}$  m/s bedöms dock hela processvattenflödet kunna dräneras ut genom dammarna vid driftnivån.

Vidare kan det konstateras att geotextilens dränagekapacitet är mycket hög relativt finfiltret, förutsatt att den ej är igensatt, se Tabell 2. Dock visar litteratur (referenser i examensarbete av Risén (2010)) att igensättningen kan vara omfattande, vilket i detta fall kommer att bero på den deponerade anrikningssandens egenskaper samt geotextilens uppbyggnad och egenskaper. Om geotextilen sätter igen kan en mycket reducerad genomsläpplighet förväntas och dammen kan då förväntas fungera som en tät damm.

**Tabell 2 Sammanställning av beräknat dränage relativt till vattenståndet i magasinet och vilket material som begränsar dränageflödet. Grön markering visar att dränaget > processvattenflödet och röd markering visar att dränaget < än processvattenflödet.**

Nivå	Finfilter $k = 10^{-3}$	Finfilter $k = 10^{-4}$	Finfilter $k = 10^{-5}$	Geotextil $k/L = 20 \cdot 10$
+527,5 (DN)	0,6 m <sup>3</sup> /s	0,1 m <sup>3</sup> /s	0,0 m <sup>3</sup> /s	12 m <sup>3</sup> /s
+528,0 (DG)	1,6 m <sup>3</sup> /s	0,2 m <sup>3</sup> /s	0,0 m <sup>3</sup> /s	31 m <sup>3</sup> /s
+528,5 (TN)	3,6 m <sup>3</sup> /s	0,4 m <sup>3</sup> /s	0,0 m <sup>3</sup> /s	70 m <sup>3</sup> /s
+529,0 (ÖDG)	6,9 m <sup>3</sup> /s	0,7 m <sup>3</sup> /s	0,1 m <sup>3</sup> /s	140 m <sup>3</sup> /s
+529,5	13 m <sup>3</sup> /s	1,3 m <sup>3</sup> /s	0,1 m <sup>3</sup> /s	260 m <sup>3</sup> /s
+530,0 (DK)	22 m <sup>3</sup> /s	2,2 m <sup>3</sup> /s	0,2 m <sup>3</sup> /s	450 m <sup>3</sup> /s

## Slutsatser

Beräkningarna visar att det kan förväntas att om dammarna utformas med finfilter (utformning enligt tillståndsansökan) blir dränagekapaciteten, med antagna materialparametrar, för låg. Dessutom finns osäkerheter om geotextilens dränerande funktion i denna tillämpning.

TCS slutsats är därför att redundans vad det gäller vattenhanting bör införas för inledande etapper. Med redundans avses i detta fall att utgå från att dammarna fungerar som täta dammar, vilket då kräver ett driftutskov för hantering av 100% av



flödet. Utifrån erhållen erfarenhet under de inledande etapperna kan sedan utformning för dammar och utskov justeras efter behov.

För att ytterligare öka kunskapen om dammarnas funktion rekommenderar TCS att, inom ramen för detaljprojekteringen och/eller under de första etapperna, följande utreds:

- Kontroll av hydraulisk konduktivitet för det filtermaterial som avses användas i konstruktionen, genom försök på laboratorium.
- Att finfiltret görs så grovt, och genomsläppligt, som möjligt
- Studera om dammen kan uppföras utan geotextil och/eller utan finfilter för att säkerställa erforderlig dränagekapacitet.
- Studier av vilken geotextil som är lämpligast med hänsyn till anrikningssanden. (Utreds inom forskningsprojekt på LTU)
- Om möjligt studera utfall erosionskyddet kan komma att utgöra en permeabel "kanal" mellan tät deponerad anrikningssand och dammslänten, vilket i så fall skulle medföra att både den hydrauliska gradienten och den tillgängliga genomströmningsarean, och därmed dränaget genom dammarna, skulle öka.

## Referenser

Byggros. (den 11 10 2023a). *Tekniska specifikationer, Typar SF geotextil*. Hämtat från <https://www.byggros.com/media/o10n5bor/se-typar-sf-datablad-0820-5-100.pdf>

Byggros. (den 11 10 2023b). *Tekniska specifikationer, BG-TEX geotextilier*. Hämtat från <https://www.byggros.com/media/0u3jppzp/bg-tex-tekniske-data-se-1023.pdf>

Risén, E. (2010). *Utvärdering av geotextildukar för tillfällig sedimentkontroll - Avseende suspenderat material, PAH samt kvicksilver*. Stockholm: KTH.

Risén, E. (2010). *Utvärdering av geotextildukar för tillfällig sedimentkontroll - Avseende suspenderat material, PAH samt kvicksilver*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan, Industriell Ekologi.

SGI. (2008). *Jords egenskaper*.

TCS - Tailings Consultants Scandinavia AB

Johan Banck