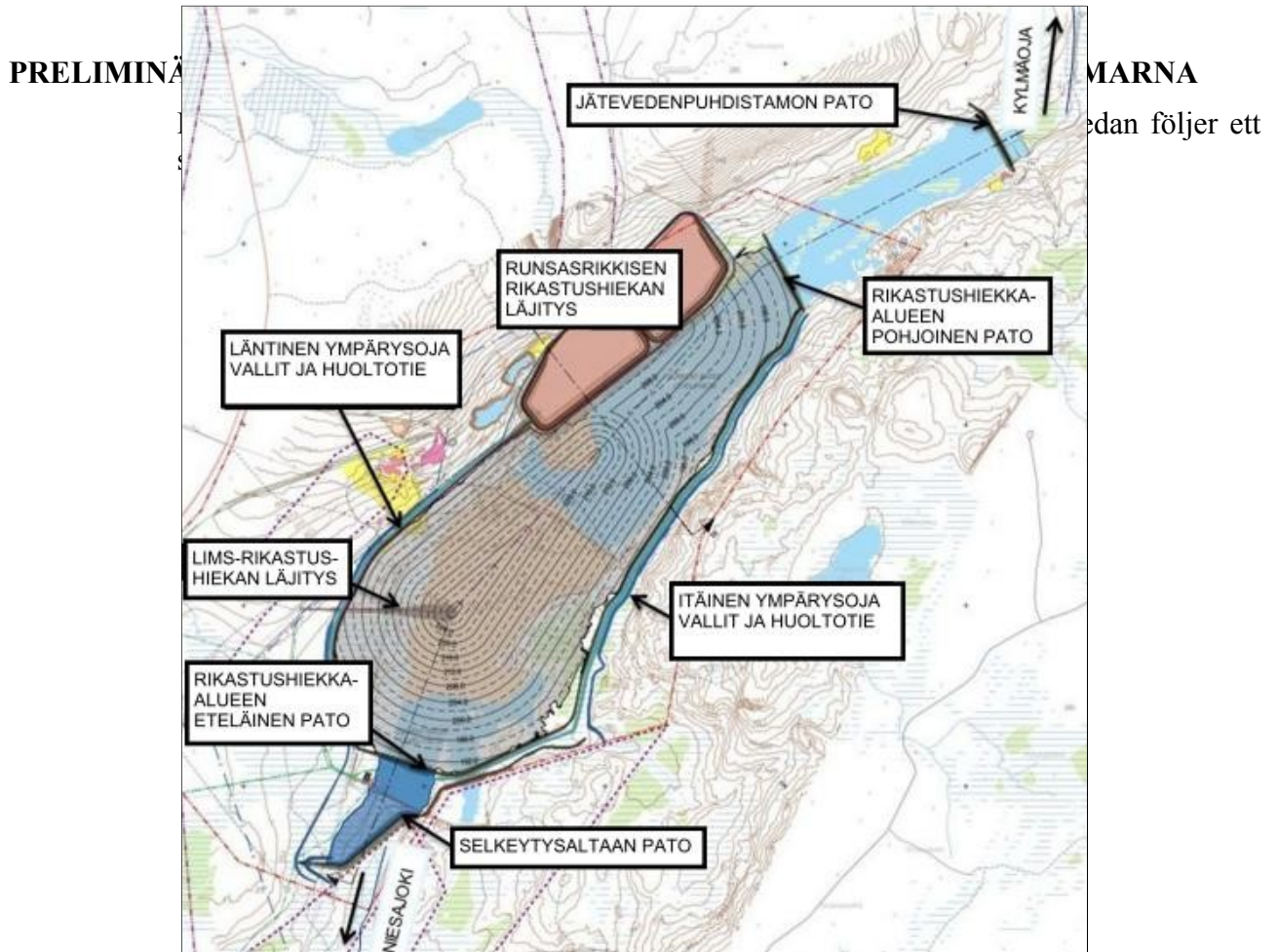


## Punkt 112 i begäran om komplettering

### Preliminära stabilitetskalkyler för dammarna



## 1 LAKVATTENKALKYLER

### 1.1 Kalkylmetoder

Lakvattenkalkylerna har gjorts genom att använda kalkylprogrammet SLIDE (Rockscience Inc.). Kalkylen grundar sig på elementmetoden enligt en situation med en permanent lakvattenströmning. Vattenkonduktivitetsvariabler fastställs för varje jordlager. Utifrån de angivna ramvillkoren räknar programmet nivån på lakvattenytan, portrycket, strömningsriktningen, strömningshastigheten, det hydrauliska trycket osv.

Lakvattenkalkyler har inte gjorts för den norra och södra dammen i anrikningssandområdet på grund av det låga hydrauliska trycket. Ingen lakvattenkalkyl har heller gjorts

för dammen för bassängen för svavelrik anrikningssand, eftersom dammens inre lutning har artificiell isolering.

## 1.2 Höjning av avloppsvattenreningsverkets damm

Vad gäller höjningen av avloppsvattenreningsverkets damm har kalkyltvärsnittet valts från den punkt där dammen är som högst, från en höjd på cirka 8,6 m.

Lakvattenkalkylen har gjorts i två olika fall:

- **Fall 1:** Normalt vattenstånd och standardlakvattenströmning genom dammen. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.2.1.
- **Fall 2:** Liksom i fallet ovan, men under dammen finns det ett lager med bra vattenkonduktivitet. Det har förmodats att det grova lagret av bottenjord finns genast under det tunna ytmoränlagret. På bassängsidan finns det grova lagret i direkt anslutning till bassängbotten. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.2.2.

I bägge fall har lakvattenkalkylen gjorts utifrån en vattenyttnivå på +191,00 i bassängen.

I fall 1, uppgår den mängd vatten som infiltreras till ungefär  $7,3 \cdot 10^{-4}$  l/s/m (65 l/dygn/m). Så gott som hela lakvattenmängden strömmar ut i påleintervallet 28–400. I praktiken omfattas inte den övriga dammen av hydrauliskt tryck. Följaktligen uppgår den sammanlagda mängden vatten till cirka 20–30 m<sup>3</sup>/dygn (7 300 – 11 000 m<sup>3</sup>/år).

## 1.3 Sedimenteringsbassängens damm

Kalkyltvärsnittet har valts vid den punkt där dammen är som högst, det vill säga från en punkt på ungefär 12,3 m. Lakvattenkalkylen har gjorts för två olika fall:

- **Fall 1:** Högsta nivå för vattenytan i bassängen och normal lakvattenströmning med standardlakvattenströmning genom dammen. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.3.1.
- **Fall 2:** Liksom i fallet ovan, men under dammen finns det ett lager med bra vattenkonduktivitet. Det har förmodats att det grova lagret av bottenjord finns genast under det tunna ytmoränlagret. På bassängsidan finns det grova lagret i direkt anslutning till bassängbotten. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.3.2.

I bägge fall har lakvattenkalkylen gjorts utifrån en vattenyttnivå på +191,00 i bassängen.

I fall 1 är den kalkylerade lakvattenströmningen genom dammen  $3,5 \cdot 10^{-3}$  l/s/m (303 l/dygn/m). Huvuddelen av infiltrationen sker i påleintervallet 200–750. Mängden på det vatten som infiltreras genom dammen är lägre, eftersom det hydrauliska trycket vid den högsta vattenyttnivån varierar mellan 0 och 4 m. Vid en vattenyttnivå på +191,00 i bassängen är den totala infiltrationen cirka 150–250 m<sup>3</sup>/d (55 000–91 500 m<sup>3</sup>/år).

I fall 2 är den kalkylerade lakvattenströmningen genom dammen  $6,0 \cdot 10^{-3}$  l/s/m (520 l/dygn/m). Utifrån detta, med ett grovt lager under dammen på hela dammbredden, är lakvattenströmningen med en vattenyttnivå på +191,00 i bassängen cirka 300–400 m<sup>3</sup>/d (110 000 – 150 000 m<sup>3</sup>/år).

## 1.4 Anrikningssandbassängens damm

Som kalkyltvärsnitt för dammen för anrikningssandbassängen valdes dammens högsta punkt på dammen på den östra sidan, dammens höjd är ungefär 6,5 m. Det har förmodats att vattenytan ligger 2 m under dammkrönet, vilket också är den planerade maximinivån i slutsituationen.

Lakvattenströmningen har räknats med två typtvärsnitt:

- Snitt 1: Standarddammtyp med moränstomme och erosionskydd i lutningarna. Standardinfiltrationsströmningen genom dammen i normala förhållanden. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.4.1.
- Snitt 2: Såsom snitt 1, men ett mineraliskt dräneringslager har lagts till under dammen. Också två filterlager har lagts till i lutningen mot bassängen för att hindra att dräneringslagret stockas med fin anrikningssand. Dammkonstruktionen har planerats för att öka infiltrationen genom anrikningssandbassängen till samlingsdiket för lakvatten. Avståndet mellan dräneringskonstruktionerna är i längdriktning 20 m och bredden på dammen för varje dräneringskonstruktion är i längdriktning 1 m. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.4.2.

I snitt 1 uppgår den mängd vatten som infiltreras till cirka  $4,5 \cdot 10^{-3}$  l/s/m (390 l/s/m). Vid den östra dammlängden (längd 2 680 m med avdrag för dräneringskonstruktionspunkterna 143 m (2 680m/20m)) är infiltrationen 900–1 000 m<sup>3</sup>/dygn.

Infiltrationen i snitt 2 är cirka  $1,4 \cdot 10^{-2}$  l/s/m (1210 l/s/m), varför infiltrationen i den östra dammen med en konstruktion enligt snitt 2 är 100–200 m<sup>3</sup>/dygn. Den sammanlagda infiltrationen genom dammen på den östra sidan är cirka 1 000 – 1 200 m<sup>3</sup>/dygn (365 000 – 438 000 m<sup>3</sup>/år).

Motsvarande lakvattenmängder för dammen på den västra sidan (längd på 2 284 m med avdrag för 115 m (2284m/20m)) är; 750 – 850 m<sup>3</sup>/dygn för snitt 1 och 100 – 150 m<sup>3</sup>/dygn för snitt 2. Den sammanlagda infiltrationen är 50–1 000 m<sup>3</sup>/dygn (311 000–365 000 m<sup>3</sup>/år).

## 2 STABILITET

### 2.1 Beräkningsmetoder och kalkylgrunder

Alla stabilitetskalkyler har gjorts genom att använda kalkylprogrammet SLIDE (Rockscience Inc.). Kalkylen har gjorts med ringformiga glidytor genom att använda Bishops enkla metod, där momentbalansalternativet för de vertikala lamellerna granskas i förhållande till ringens mittpunkt.

Stabilitetskalkylerna har gjorts för alla dammar enligt dammsäkerhetsguiden (Torkkel; Isomäki; Majjala & Sulkaoski, 2012) för två olika fall:

- Fall 1: Den krävda totalsäkerhetskoefficienten är 1,5 i en normal situation vad gäller infiltrationsströmning och då vattenståndet ligger på HW-nivå.
- Fall 2: Den krävda totasäkerhetskoefficienten i undantagssituationer är 1,3. Som undantagssituation har man beräknat en plötslig sänkning av vattenytan, då vattenytan i bassängen snabbt sjunker från HW-nivå till bottennivå.

### 2.2 Höjning av avloppsvattenreningsverkets damm

Vad gäller höjningen av avloppsvattenreningsverkets damm har kalkyltvärsnittet valts från den punkt där dammen är som högst, från en höjd på cirka 8,6 m.

I en normal situation vad gäller infiltrationsströmning (fall 1) är den lägsta totalsäkerhetskoefficienten 1,72. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.5.1.

Höjningen av vattenreningsverkets damm har i huvudsak planerats för att öka vattenlagerkapaciteten i den norra bassängen för det fallet att anrikningssandbassängen med hög svavelhalt rasar. Därför har dammen planerats att hålla för en plötslig uppgång i vattenytan från den normala HW-nivån +191,00 till en nivå på +194,60, till vilken vattenytan som högst stiger då dammen med anrikningssand med hög svavelhalt rasar. Detta har förmodats som en undantagssituation enligt fall 2, då den lägsta

totalsäkerhetskoefficienten är 1,66. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.5.2.

Därtill har dammens stabilitet räknats med tanke på att dammen för anrikningssandbassängen med hög svavelhalt rasar på så sätt att filtret i avloppsvattenreningsverkets damm stockats av suspenderade ämnen. I detta fall är den minsta totalsäkerhetskoefficienten 1,29. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.5.3.

### **2.3 Damm i anrikningssandområde med hög svavelhalt**

Beräkningstvårsnittet är från en punkt där dammens höjd är som högst, cirka 24,0 m.

I en normal situation vad gäller infiltrationsströmning (fall 1) är den lägsta totalsäkerhetskoefficienten 1,60. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.6.1.

En plötslig sänkning av vattenytan i bassängen påverkar inte situationen vad gäller infiltrationsströmningen på grund av geomembranisoleringen på bassängens inre lutning.

### **2.4 Anrikningssandområdets norra damm**

Kalkyltvårsnittet är från en punkt där dammens höjd är som högst, cirka 8,5 m.

I en normal situation vad gäller infiltrationsströmning (fall 1) är den lägsta totalsäkerhetskoefficienten 1,68. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.7.1.

I fall 2 har det förmodats att dammen i avloppsvattenverket rasar och att vattenytan i den norra bassängen snabbt sjunker till bottenivån för bassängen. I detta fall är den minsta totalsäkerhetskoefficienten 1,30. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.7.2.

### **2.5 Anrikningssandområdets södra damm**

Kalkyltvårsnittet är från en punkt där dammens höjd är som högst, cirka 11,5 m.

I en normal situation vad gäller infiltrationsströmning (fall 1) är den lägsta totalsäkerhetskoefficienten 1,61. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.8.1.

I fall 2 har det förmodats att dammen i den södra sedimenteringsbassängen rasar och att vattenytan i sedimenteringsbassängen snabbt sjunker till bottenivån för bassängen. I detta fall är den minsta totalsäkerhetskoefficienten 1,37. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.8.2.

### **2.6 Kantdammen i anrikningssandområdet (LIMS)**

Kalkyltvårsnittet är från den östra sidan av dammen, där dammens höjd är som högst, cirka 6,5 m.

Stabiliteten i en normal situation vad gäller infiltrationsströmning (fall 1) har räknats i en situation där anrikningssandens övre yta befinner sig 2 m nedanför dammens krön. Vattenytan i bassängen har som högst förmodats ligga på -1,5 m från nivån för dammens krön. I detta fall är den minsta totalsäkerhetskoefficienten 1,50. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.9.1.

I fall 2 har det förmodats att bassängens utloppsrör har stockats och att vattenytan i bassängen stigit till nivån för den övre ytan av dammens moräntätning. I detta fall är den minsta totalsäkerhetskoefficienten 1,36. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.9.2.

### **2.7 Sedimenteringsbassängens damm**

Kalkyltvårsnittet är från en punkt där dammens höjd är som högst, cirka 12,3 m.

I en normal situation vad gäller infiltrationsströmning (fall 1) är den lägsta totalsäkerhetskoefficienten 1,58. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.10.1.

I fall 2 har det förmodats att dammen i den södra sedimenteringsbassängen rasar och att vattenytan i sedimenteringsbassängen snabbt sjunker från HW-nivån +190,0 till bottennivån för bassängen (HW-6,2m). I detta fall är den minsta totalsäkerhetskoefficienten 1,52. Kalkylresultaten har presenterats i bilaga 2.10.2.