

RENOVA MILJÖ AB

FLÄSKEBO

DAGVATTENUTREDNING

2022-03-18



wsp

FLÄSKEBO

Dagvattenutredning

Renova Miljö AB

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

Box 13033

402 51 Göteborg

Besök: Ullevigatan 19

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

www.wsp.com

KONTAKTPERSONER

DIDRIK.ALMQVIST@WSP.COM

PROJEKT
Fläskebo Dagvattenutredning

UPPDRAGSNAMN
Fläskebo Dagvattenutredning

UPPDRAGSNUMMER
10335834

FÖRFATTARE
Didrik Almqvist

DATUM
2022-03-18

ÄNDRINGSDATUM
2022-04-06

GRANSKAD AV
Robert Olsson, WSP

GODKÄND AV
Martin Eriksson, Renova

INNEHÅLL

1	SAMMANFATTNING	5
2	ALLMÄNT / BAKGRUND	6
3	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING	7
4	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	8
4.1	ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING	8
4.2	TOPOGRAFI	8
4.3	GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	9
4.4	FÖRORENAD MARK	10
4.5	HYDROLOGI OCH GRUNDVATTEN	11
4.6	BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING	13
4.7	AVRINNINGSOMRÅDE	15
4.8	BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH DAGVATTENANLÄGGNINGAR	17
5	FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN	18
5.1	PLANERADE FÖRÄNDRINGAR	18
6	BERÄKNINGAR	20
6.1	BERÄKNINGAR AV AVLEDANDE FLÖDEN	20
6.2	BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN	21
6.2.1	Dimensionerande flöden innan exploatering	21
6.2.2	Beräkning av dimensionerande flöden efter exploatering	23
6.3	BERÄKNING AV NÖDVÄNDIG MAGASINERINGSVOLYM	27
6.3.1	Scenario 1 – Beräkningar om ingen utbyggnation görs	27
6.3.2	Scenario 2 – Beräkningar om utbyggnation görs	29
7	BERÄKNING AV NY LEDNINGSDIMENSION	31
7.1	BERÄKNING AV NY DIMENSION VID DIMENSIONSÖKNING	31
7.2	BERÄKNING AV DIMENSION PÅ AVLASTANDE LEDNING	33
8	SLUTSATSER	35
8.1	BEHOV AV VIDARE UTREDNING	35
9	PROJEKTERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	36
10	REFERENSER	37
10.1	TEKNISKT UNDERLAG/ERHÅLLET UNDERLAG FRÅN BESTÄLLARE	37
10.2	PUBLIKATIONER	37

10.3 ÖVRIGA REFERENSER	37
11 BILAGOR	38
BILAGA 1 – DISPONERINGSPLAN	38
BILAGA 2 - BERÄKNING AV VATTENHÖJD BEROENDE PÅ SLÄNT	39

1 SAMMANFATTNING

På uppdrag av Renova tas den här dagvattenutredningen fram i syfte att undersöka om en kommande detaljplans exploatering vid Renovas deponi i Fläskebo, Härryda, riskerar att medföra att vattennivån i en dagvattendamm (i den här utredningen benämnd som Sjön) som omhändertar områdets dagvatten stiger till för höga nivåer som följd av ett dimensionerande regntillfälle. Beställarens önskemål är att vattennivån inte ska stiga med mer än en (1) meter i höjded, om beräkningarna visar att målhöjden kommer att överskridas så ska en passande uppdimensionering för Sjöns befintliga utloppsledning föreslås för att försäkra att översvämning inte sker som följd av ett dimensionerande regn. Vidare ska i det här fallet även en beräkning göras av vilken nödvändig dimension en avlastningsledning behöver ha om man väljer att byta ut befintlig ledning mot en ny PE500-ledning och därefter lägga till en avlastningsledning parallellt med den utbytta ledningens läge.

Flödesberäkningar har utförts för både befintligt område och för området efter exploatering och har gjorts med Rationella metoden. På grund av att exakt utformning av omkringliggande områden efter exploatering i dagsläget inte är känd så har områdenas framtida användning använts för att uppskatta respektive områdes avrinningskoefficient. Beräkningarna har utförts med en dimensionerande återkomsttid av 30 år.

Beräkningarna av ett dimensionerande regntillfälles påverkan på Sjöns nivåhöjning visar att om området exploateras och ingen uppdimensionering av befintlig utloppsledning görs då denna byts ut mot en ny ledning så kommer nivåökningen i Sjön som följd av ett dimensionerande regntillfälle att hamna i intervallet 1,15–1,45 m beroende på omkringliggande markområdes slänt. Därmed skulle alltså kravet att nivåökningen inte får överskrida 1,0 m inte uppnås. Om ledningen i samband med att den byts ut uppdimensioneras till ytterdiameter 560 mm så skulle nivåökningen beroende på släntlutning ligga inom intervallet 0,89 m – 1,06 m. Om ledningen skulle dimensioneras upp till ytterdiameter 630 mm så skulle motsvarande intervall för nivåhöjning bli ca 0,73 m – 0,85 m.

Beräkningar har utförts rörande vilken dimension en tillkommande avlastningsledning skulle behöva ha om exploatering utförs och befintlig ledning byts ut mot en likadan ledning med ytterdiameter 500 mm. Enligt de beräkningarna skulle den parallellt lagda tillkommande ledningen också behöva ha en dimension av 500 mm.

Beräkningar för hur vattennivån kan förväntas stiga som följd av ett dimensionerande regntillfälle om ingen exploatering eller ombyggnation görs utan befintlig ledning enbart byts ut mot en ny ledning med ytterdimension 500 mm visar att det inte ser ut att förekomma någon risk att vattennivån stiger med 1 meter som följd av ett dimensionerande regn.

På grund av att exploaterade områdets utformning efter exploatering inte är känd och beräknad nivåökning i Sjön förväntas gränsa till att överskrida tillåten nivå så rekommenderas att beräkning av Sjöns vattennivå utförs igen när mer exakta planer på omkringliggande områdets utformning efter exploatering finns tillgängliga.

2 ALLMÄNT / BAKGRUND

Fastigheten Håaltsås 1:8 ligger belägen ca 800 m norr om Boråsleden i Härryda kommun. På fastigheten finns det i dagsläget en dagvattendamm, två lakvattendammar, samt deponiytor för Renovas deponi. Inför kommande exploatering för en detaljplan tas den här dagvattenutredningen fram i syfte undersöka huruvida exploateringen riskerar att medföra att vattennivån i dagvattendammen (i den här utredningen benämnd som Sjön) som omhändertar områdets dagvatten stiger till för höga nivåer som följd av ett dimensionerande regntillfälle.

På önskemål av beställaren så ska Sjöns vattennivåökning som resultat av ett dimensionerande regn inte överskrida 1 m. Om utredning och dess beräkningar visar att vattennivån kommer att stiga mer än 1 meter ska utredningen också inkludera ett förslag på en ny dimension för Sjöns utloppsledning, som idag huvudsakligen har en ytterdimension av 500 mm. Vidare ska även beräkningar göras av vilken dimension som en tillkommande utloppsledning skulle behöva ha för att målvärdet inte ska överskridas, om man skulle välja att enbart byta ut den befintliga ledningen mot en ny likadan ledning med ytterdimension 500 mm och placera en till ledning parallellt med denna för att öka utflödet från Sjön.

Underlaget som har använts i utredningen består bland annat av en dispositionsplan som visar tänkta användningsområden för olika ytor efter exploatering, uppskattningar av sjöns befintliga avrinningsområden så som dessa har uppskattats av Scalgo och Svenskt Vattens publikation P110 – *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.

3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

Dagvattenhanteringen i området ska enligt önskemål från beställaren fungera så att ett dimensionerande regn med en återkomsttid av 30 år inte ska medföra att vattennivån i Sjön stiger med mer än 1 meter. Beräkningarna kring ett dimensionerande regns påverkan på Sjön utförs med följande förutsättningar:

- Flödesberäkningar har utförts med Rationella Metoden
- Dimensionerande återkomsttid på regn har beräknats vara 30 år, i enlighet med Svenskt Vatten.
- Omkringliggande områdes utformning och utseende efter exploatering är inte känd, avrinningskoefficienter för olika delavrinningsområden har uppskattats beroende på delavrinningsområdets framtida användning.
- Utloppsledningen som leder vatten från Sjön antas under sin hela sträckning ha en utvändig dimension av 500 mm och en invändig dimension av 409,2 mm enligt uppgift från beställaren. Detta är en förenkling från verkligheten, där korta sektioner av ledningen också har ytterdimension 600 mm och 800 mm.
- Ingen hänsyn tas i den här utredningen till föroreningsberäkningar, påverkan på MKN eller exploaterings påverkan på Sjöns föroreningsmängder eller föroreningshalter som följd av exploateringen.
- Sjöns befintliga avrinningsområde har uppskattats med hjälp av Scalgo.
- Dagvattnet från samtliga områden som exploateras antas avledas till Sjön efter exploatering, även om de inte ingår i dess avrinningsområde i dagsläget. Detta har stämts av med beställaren under ett avstämningsmöte i mars 2022.
- Sjöns befintliga släntlutning är i dagsläget inte helt känd, vattenytans höjning beräknas därför för att flertal olika släntlutningar i intervallet 1:10-1:1.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

4.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING

Området som den här utredningen handlar om är området omkring Fläskebodeponin, som ligger belägen i Fläskebo, ca 9 km från Härryda i Härryda kommun. Utredningsområdet består med undantag av Sjön och två lakvattendammar huvudsakligen av grönområden och naturmark, men det finns även vägar, grusytor, byggnader avsedda för avfallshantering och deponiområden inom utredningsområdet.

Utredningsområdet, samt dess läge i förhållande till Härryda kommun visas i nedanstående figur:

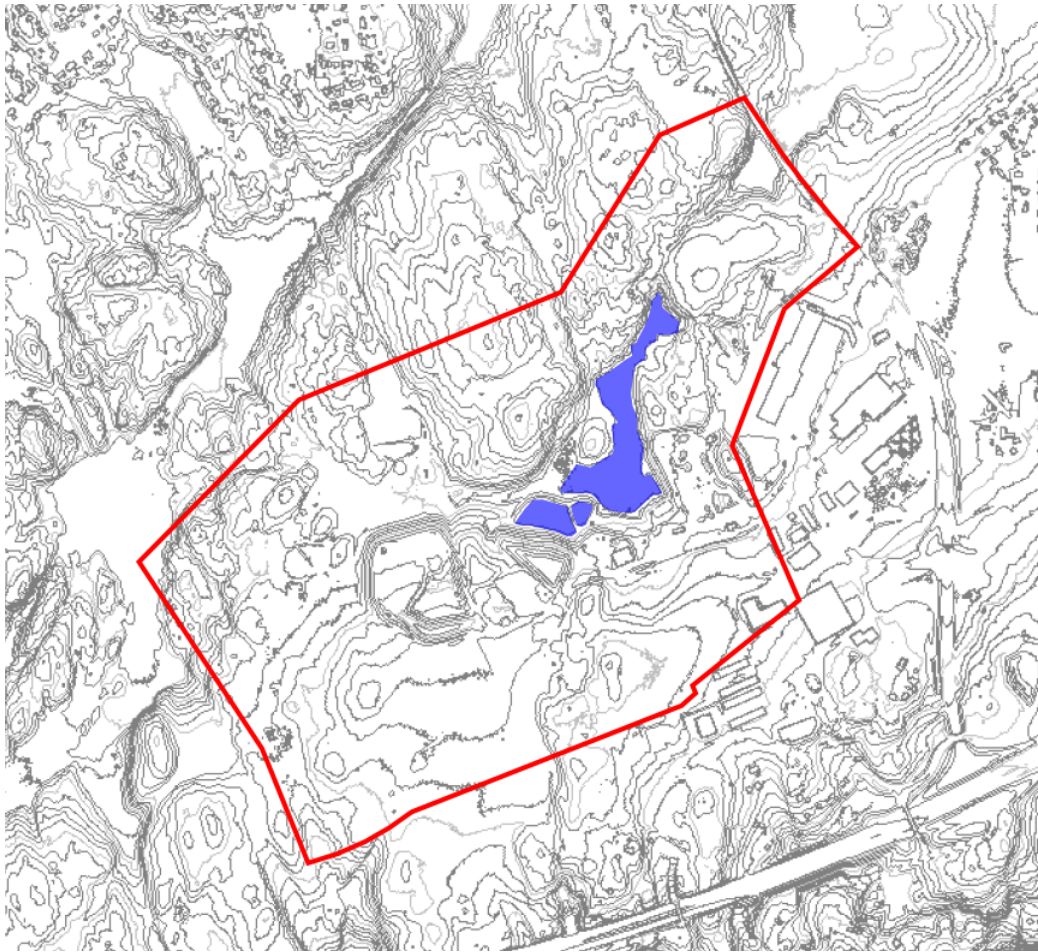


Figur 1. Utredningsområdets läge i förhållande till Härryda och Göteborg

4.2 TOPOGRAFI

Utredningsområdet är relativt kuperat med höjdpunkters nivåer på ca +150 m.ö.h. och lågpunkter med nivåer av ca 122 m.ö.h. Huvudsakligen lutar området i västlig riktning, men variationer på detta förekommer och det finns partier av området som lutar i östlig eller sydlig riktning.

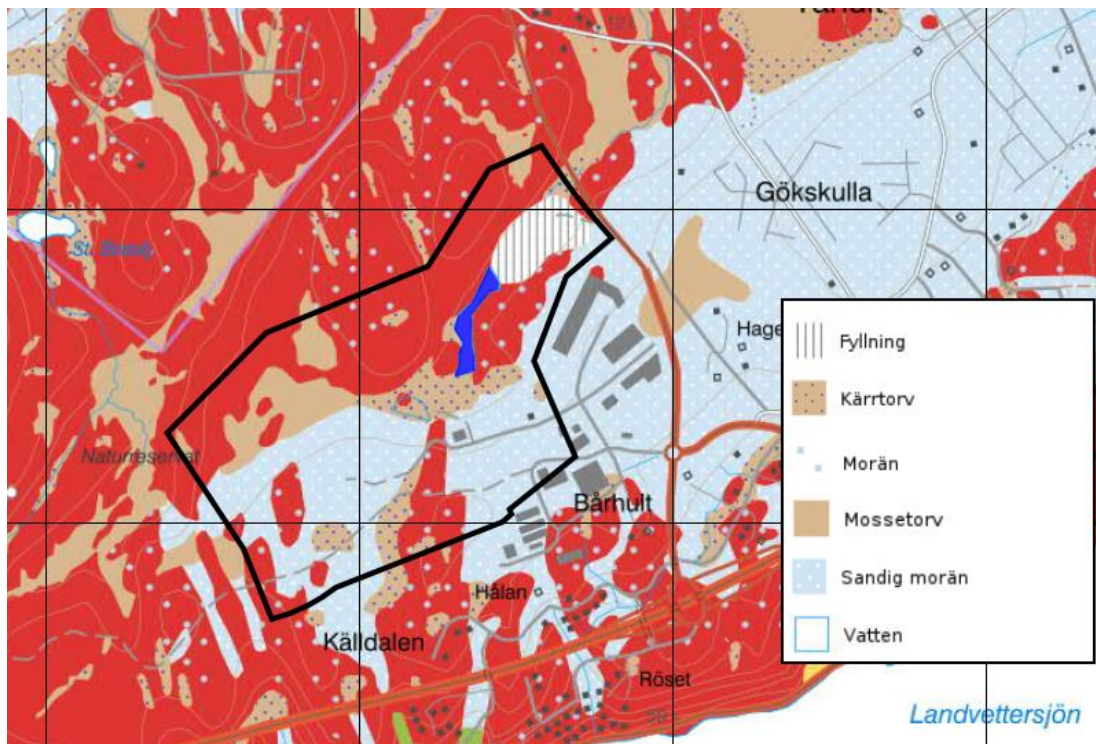
Ett utklipp av hur topografin i området ser ut bifogas nedan. I kartan har Sjön och de närliggande lakvattendammarna markerats med blå färg.



Figur 2. Topografin runt utredningsområdet, med utredningsområdet markerat i rött. Sjön och lakvattendammarna i området är blåmarkerade

4.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

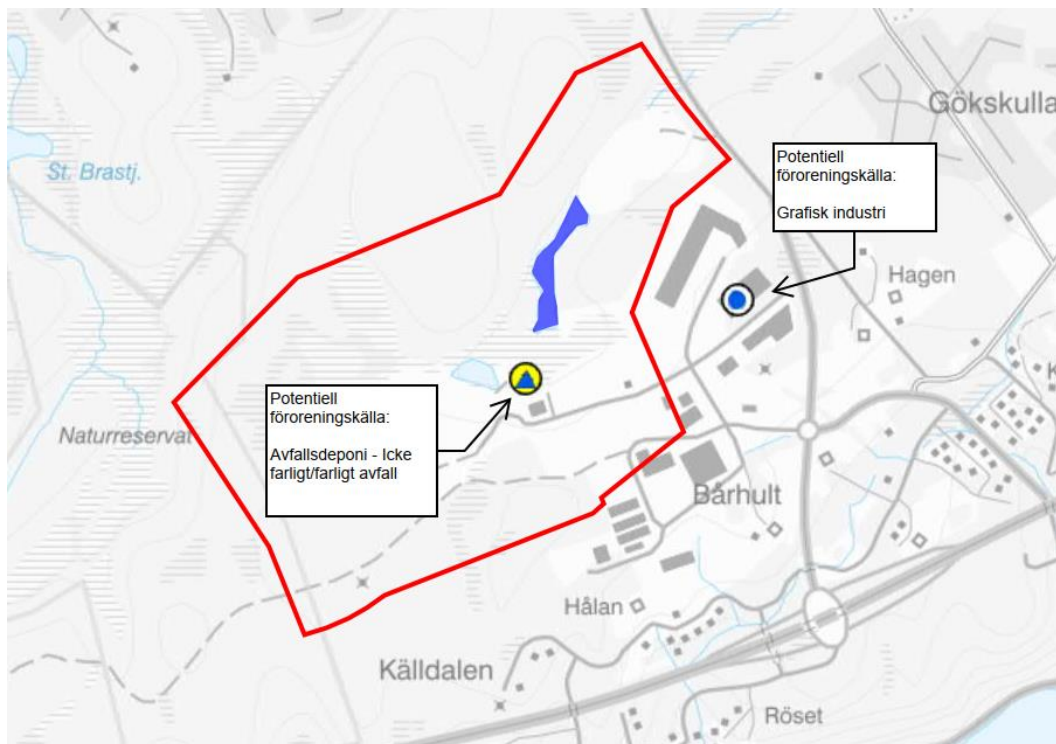
Enligt en Jordartskarta från SGU, Sveriges Geologiska Undersökning, så har utredningsområdet en hög mängd olika jordartstyper. I närliggande områden finns bland annat Urberg, Morän, Sandig morän, Kärrtorv och Mossetorv. Ett urklipp från SGU's jordartskarta med tillhörande teckenförklaring visas nedan:



Figur 3. Utdrag från SGU:s jordartskarta, med beskrivning. Utredningsområdet är markerat i svart

4.4 FÖRORENAD MARK

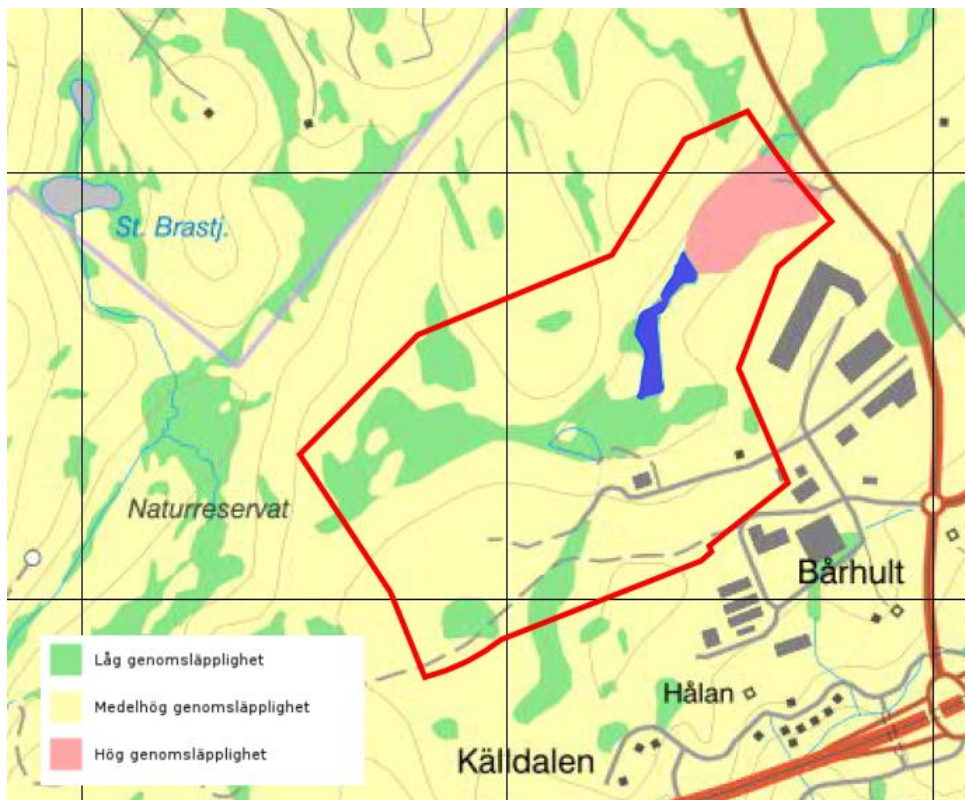
Undersökning av föroreningar i utredningsområdet görs med Länsstyrelsen EBH-karta över potentiella föroreningar. I denna kan två olika punkter med noterad risk för föroreningar urskiljas inom utredningsområdet. Anledningen till att områdena har identifierats som potentiellt förorenade är de avfallsindustrier och grafiska industrier som förekommer i området. Ett utklipp från Länsstyrelsens EBH-karta visas nedan:



Figur 4. Utdrag från Länsstyrelsens karta över potentiellt förorenade områden. Utredningsområdet är markerat i rött, Sjön är blåmarkerad

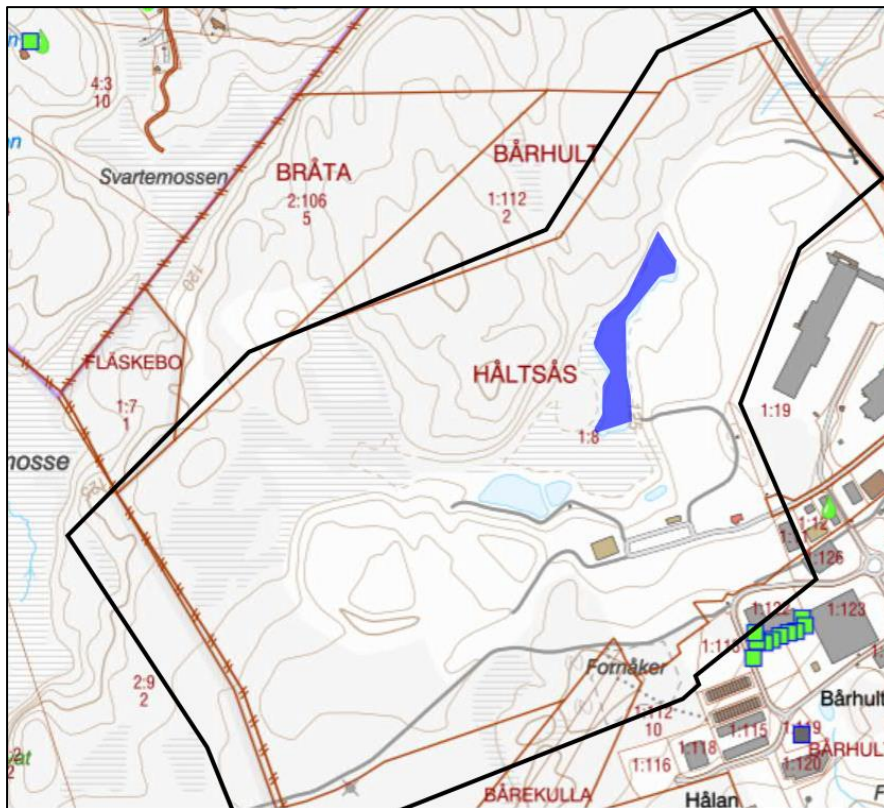
4.5 HYDROLOGI OCH GRUNDEVATTEN

Enligt SGU:s genomsläplighetskarta varierar genomsläpligheten i utredningsområdet mellan *Låg* och *Medelhög Genomsläplighet*. Det finns områden som anses ha *Hög Genomsläplighet* direkt norr om Sjön, men huvudsakligen är genomsläpligheten i området *Medelhög*. Se nedanstående utdrag från SGU:s genomsläplighetskarta.



Figur 5. Utdrag från SGUs: Genomsläpplighetskarta. Utredningsområdet är markerat i rött, Sjöns yta är markerad i blått

Ett flertal mätningar av grundvattennivån här utförts i området runt omkring Fläskebovägen och Gröenvägen. Enligt mätningarna ligger grundvattennivån på en nivå av 20-23 m under markytan. De här mätningarna har dock gjorts inom ett relativt litet område i förhållande till det totala utredningsområdet och Grundvattennivåns läge kan alltså variera för andra delar av området. De punkter där Grundvattennivån har mätts illustreras som gröna markeringar i kartan nedan.



Figur 6. Gröna markeringar visar var grundvattennivån har mätts. Utredningsområdet är svartmarkerat

4.6 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

Det finns i dagsläget tre dammar inom utredningsområdet. Utöver själva Sjön så finns det två närliggande lakvattendammar belägna strax sydväst om Sjön. Deras respektive lägen visas nedan:



Figur 7. Flygfoto över Sjön och de närliggande dammarna. Foto taget från Google Maps, 2022.

Vattnet från lakvattendamm 1 och lakvattendamm 2 samlar upp vatten från området och leder det till en reningsanläggning, därefter släpps dagvattnet ut i Sjön. I Sjöns norra del finns en dagvattenledning som leder dagvattnet vidare i nordostlig riktning. Dess ungefärliga dragning, samt platsen för intag i Sjön visas i figur nedan, Sjön har markerats med blått för att tydligare kunna urskiljas:

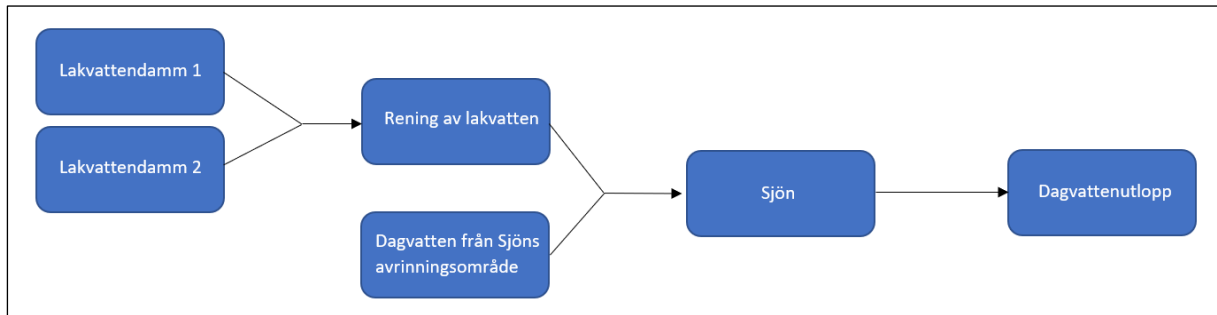


Figur 8. Illustration över läget på Sjöns utloppsledning, samt dess vattengång (VG). Tillhandahålllet av beställaren. Sjön är blåmarkerad i bildens nedre del.

En beskrivning av ledningen i dess olika sektioner har beskrivits av beställaren enligt nedan:

- Brunn 1–2: Det tidigare lagda röret är utbytt. Ledningen är en nylagd PE, 500 mm (utvändigt) från intag och ca 50 meter in.
- Brunn 2–4: Ledning är av betong, dimension 500 mm (utvändigt).
- Brunn 4-Utlopp: Från utlopp och ca 63 m in är ledningen av betong, dimension 600 mm (utvändig dimension).

En illustration av hur dagvattnet hanteras i området visas nedan:



Figur 9. Illustration av hur dagvattenhanteringen fungerar i utredningsområdet

4.7 AVRINNING SOMRÅDE

Det totala avrinningsområdet för Sjön, d.v.s. det området som bidrar med dagvatten till Sjön, har mätts upp med hjälp av Scalgos avrinningsområdeskarta. Ett utdrag från Scalgos avrinningsområdeskarta visas nedan, Sjön är rödmarkerad, dess avrinningsområde är markerat med grönt. Utöver det området som identifierats som avrinningsområde i Scalgo finns också ett område i öst som avvattnas till Sjön via diken och ledningar.



Figur 10. Sjös avrinningsområde, med Scalgos simulerade avrinningsområde och område som avvattnas med ledningar och diken markerade.

Anledningen till att det finns områden inom Sjös dagvattenområde som inte är grönmärkade och alltså i Scalgos simulering inte anses avrinna till Sjön är att dagvattnet från de områdena istället avrinna till lakvattendamm 1 och lakvattendamm 2. Eftersom dagvattnet från lakvattendamm 1 och lakvattendamm 2 ändå leds till Sjön efter att det genomgått rening så kommer de här områdena ändå att räknas med i Sjös avrinningsområde.

Det totala avrinningsområdet har mätts upp att ha en area av 595.118 m², vilket motsvarar ca 55 ha.

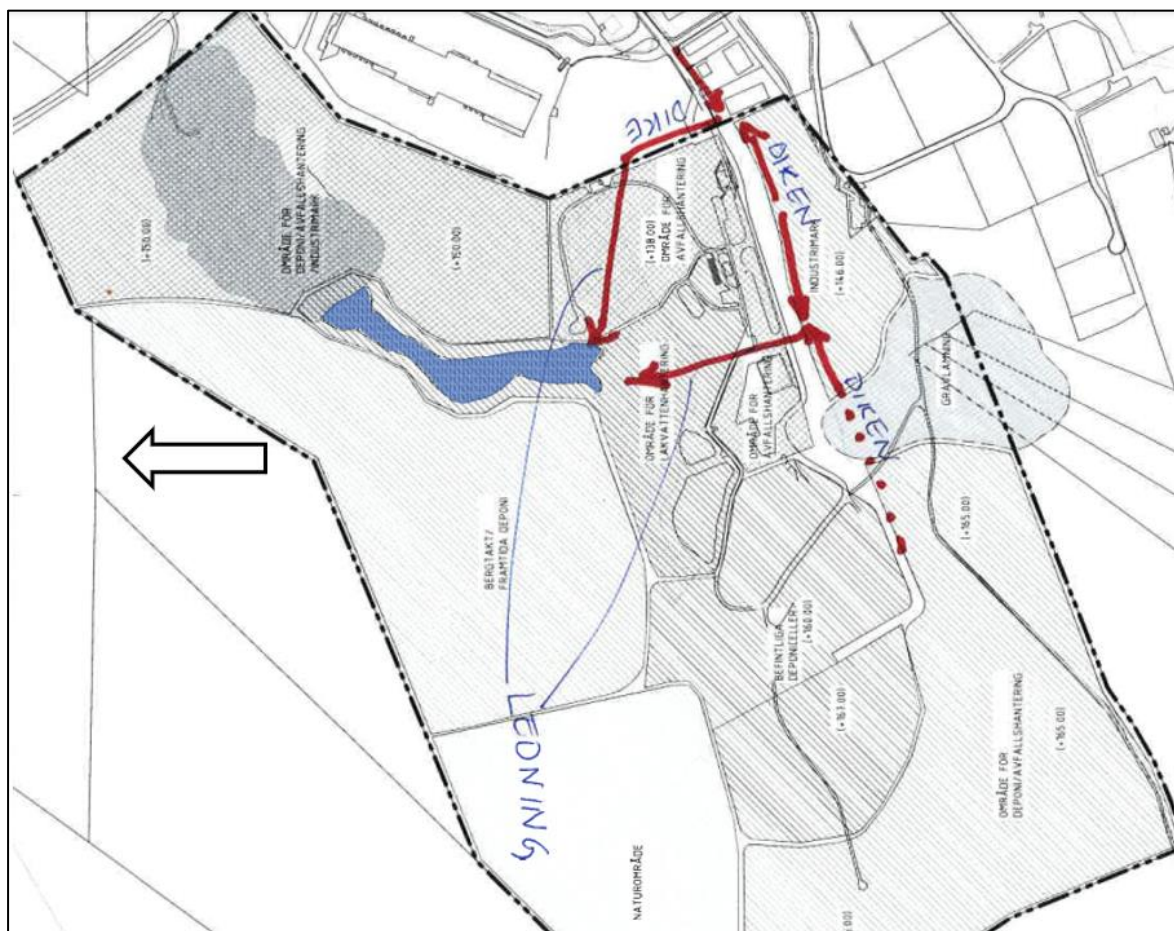
Markfördelningen inom avrinningsområdet ser ut enligt nedan:

Tabell 1. Uppskattad ytfördelning av Sjös avrinningsområde, uppskattat med flygfoton

Yttyp	Area, m ²	Area, ha
Tak	9 773	0,97
Dammar/Sjön	20 505	2,05
Vägar / Asfalterade ytor	40 751	4,08
Grusytor	96 739	9,67
Skogsmark/Naturmark	439 447	43,94
Totalt:	595 118	59,51

4.8 BEFINTLIGA LEDNINGAR OCH DAGVATTENANLÄGGNINGAR

Ett urklipp av befintliga ledningar och diken i området har tillhandahållits av beställaren, detta visas nedan. Sjön har förtydligats med blått, notera Norrpilens riktning.



Figur 11. Översiktliga utritade lägen på närliggande ledningar och diken, tillhandahållet av Beställaren 2022. Notera norrpils riktning

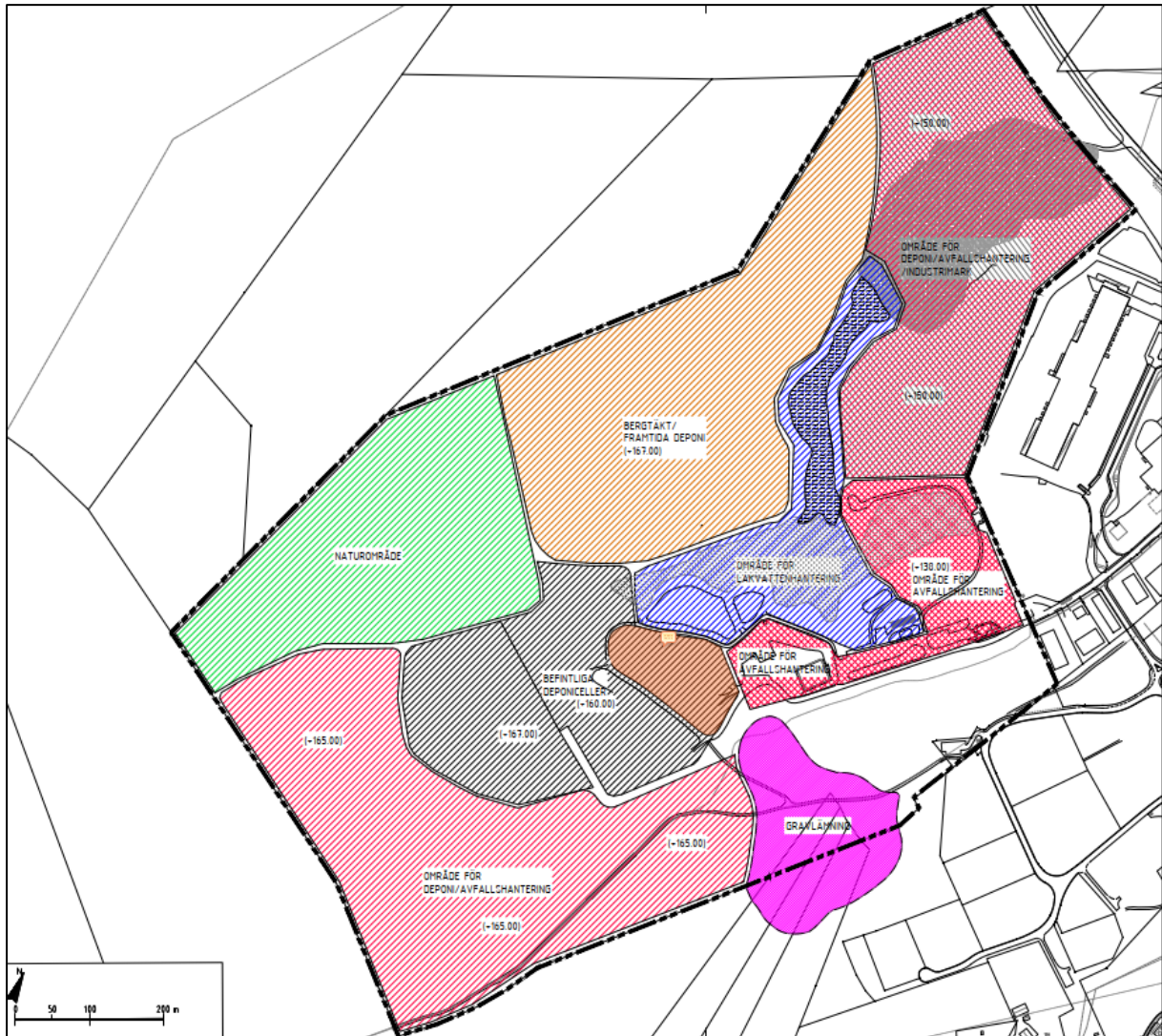
Det finns i dagsläget ingen information kring hur nya ledningar och diken kommer att dras när utredningsområdet exploateras.

5 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

5.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR

Ombyggnationen av Renovas avfallsanläggning i Fläskebo kommer att medföra stora förändringar i utredningsområdets utseende och användande. En stor yta som tidigare har bestått av naturmark kommer efter exploatering av utgöra bland annat områden för deponier, områden för avfallshantering och områden för framtida deponier.

Ett urklipp över Disponeringsplanen för området visas nedan. Denna finns också i full storlek i Bilaga 1 för att det ska vara lättare att se.



Figur 12. Utklipp från utredningsområdets disponeringsplan

Användningen för de olika delområdena inom disponeringsplanen är enligt tabellen nedan:

Tabell 2. Förtydligande av tänkt användning av varje delområde i disponeringsplanen

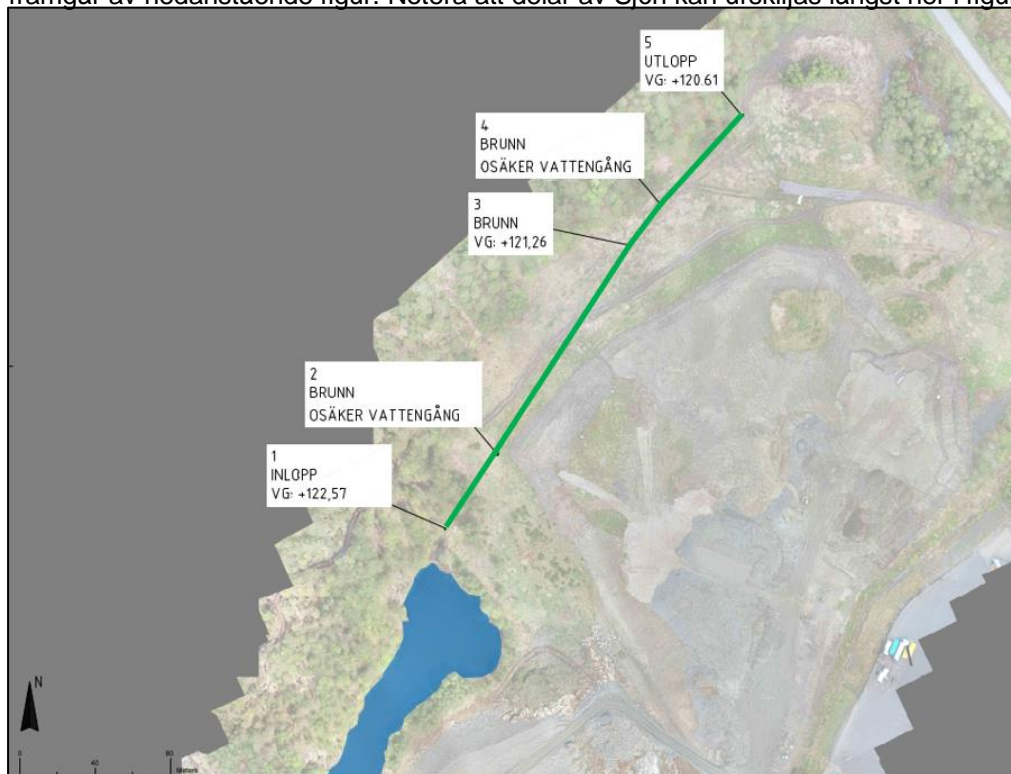
Delområde	Färgmarkering
Naturområde	Grönt
Område för Deponi/Avfallshantering, rött	Rött
Befintliga Deponiceller, Grått	Grått
Bergtäkt/ Framtida deponi, Gult	Gult
Område för Deponi/ Avfallshantering/Industrimark, rött	Rött, rutat
Område för Avfallshantering, mörkrött	Mörkrött
Dammar/Sjön med tillhörande omkringliggande naturområden	Blått
Gravlämning	Lila
Naturmark, vägar	Vitt

6 BERÄKNINGAR

Flödesberäkningarna som har utförts för utredningsområdets avrinning är utförda enligt rationella metoden och i enlighet med Svenskt Vatten P110. För beräkningar av dagvattenflöden efter exploatering har en klimatfaktor av 1,25 använts. Fastigheten har bedömts vara av typen *Centrum- och affärsområden*, vilket medför att beräkningar av dimensionerande flöde utförs med en dimensionerande återkomsttid av 30 år. Dimensionerande regnvaraktighet för utredningsområdet innan och efter exploatering beräknas utefter längsta rinnsträcka till Sjön.

6.1 BERÄKNINGAR AV AVLEDANDE FLÖDEN

Ledningen som avleder vattnet från Sjön är placerad i dess nordligaste del och avleder dagvatten i nordostlig riktning. Enligt Beställaren är ledningen ungefär 270 m lång och har en varierande dimension. Närmst intaget vid Sjön är ledningen utbyt på en sträcka av ca 50 m, den nya delen av ledningen är i material PE och har en utvändig dimension av ca 500 mm. Efter detta är ledningen av betong, med dimension 500 mm och de sista 63 metrarna som är närmst ledningens utlopp är ledningen av betong, med utvändig dimension 600 mm. Ledningens ungefärliga läge och höjder framgår av nedanstående figur. Notera att delar av Sjön kan urskiljas längst ner i figuren.



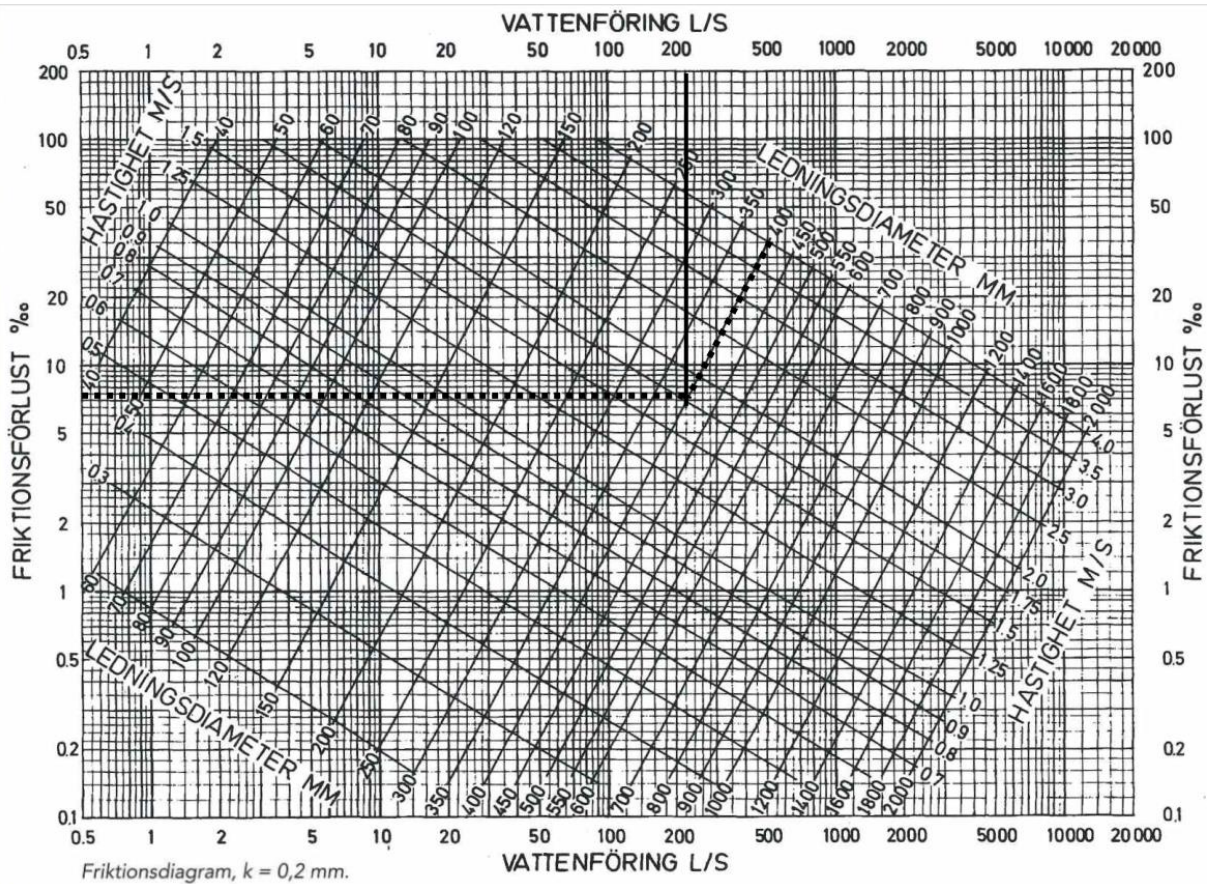
Figur 13. Illustration av Sjös utloppsledning ungefärliga läge och lutning. Sjön är blåmarkerad i figurens nedre del

Höjdskillnaden mellan ledningens intag i Sjön och dess utlopp vid punkt 5 i figur 13 är $122,57 \text{ m} - 120,61 \text{ m} = 1,96 \text{ m}$. Med en längd av 270 m blir ledningens lutning $\frac{1,96}{270} * 1000 = 7,26 \text{ ‰}$.

Det maximala dagvattenflödet som ledningen kan avleda från Sjön beror på dess lutning, råhet och dimension. Ledningen som avleder vatten från Sjön är enligt uppgifter från beställaren av typen PE100RC, Tryckklass SDR11 med en utvändig diameter av 500 mm. Den invändiga diametern hos

ledningen är 409,2 mm, vilket är det mått som används vid flödesberäkningarna. Det maximala flödet som ledningen kan avleda från Sjön avläses med ett Colebrook-diagram med ett råhetsvärde av 0,2, då ledningen är av plast.

Den maximala flödeskapaciteten i ledningen avläses nu till ungefär 220 l/s enligt nedanstående Colebrook-diagram:



Figur 14. Beräkning av utloppslednings flödeskapacitet med Colebrookdiagram. Lednings lutning och diameter är illustrerat som streckade linjer, flöde avläses med heldragen svart linje.

6.2 BERÄKNING AV DIMENSIONERANDE FLÖDEN

6.2.1 Dimensionerande flöden innan exploatering

Utredningsområdets befintliga ytanvändning har mätts upp genom användandet av flygfoton och med hjälp av Scalgos karta för avrinningsområden. Avrinningsområdets yttyper har mätts upp enligt nedan:

Tabell 3. Tabell över uppmätt ytfördelning inom Sjöns avrinningsområde

Yttyp	Area, m ²	Area, ha	Avrinningskoefficient, φ	Reducerad area, ha
Tak	9 773	0,97	0,9	0,83
Dammar/Sjön	20 505	2,05	1	1,99
Vägar / Asfalterade ytor	40 751	4,08	0,8	2,69
Grusytor	96 739	9,67	0,4	2,9
Skogsmark/Naturmark	439 447	43,94	0,1	4,15
Totalt:	595 118	59,51		14,45

Den sammanvägda avrinningskoefficienten för avrinningsområdet kan beräknas med formeln:

$$\varphi_{\text{sammanvägd}} = \frac{A_1 * \varphi_1 + A_2 * \varphi_2 + \dots + A_n * \varphi_n}{A_{\text{Tot}}}$$

Där

$\varphi_{\text{sammanvägd}}$ är områdets sammanvägda avrinningskoefficient [-]

A_n är arean för delyta n [ha]

A_{tot} är arean för det totala området [ha]

Den sammanvägda avrinningskoefficienten för avrinningsområdet kan därmed beräknas till:

$$\varphi_{\text{sammanvägd}} = \frac{2,05 * 1 + 0,97 * 0,9 + 4,08 * 0,8 + 9,67 * 0,4 + 43,94 * 0,1}{14,45} = 0,243$$

Den längsta rinnsträckan för dagvatten som rinner till Sjön har uppskattats med hjälp av Scalgo till att vara ungefär 1139 m lång och sker genom ytlig avrinning. Avrinningshastigheten för dagvatten i naturmark antas i enlighet med Svenskt Vatten P110 att vara ungefär 0,1 m/s. Tiden det tar för dagvattnet att nå Sjön kan därmed beräknas till:

$$t_{\text{avrinning}} = \frac{1139}{0,1 * 60} = 239,8 \text{ minuter.}$$

Den dimensionerande regnvaraktigheten som används vid flödesberäkningarna är den tid ett regntillfälle minst måste pågå för att hela utredningsområdet bidrar med avrinning till recipienten, därför används en dimensionerande varaktighet av 239,8 minuter, ungefär 4 timmar, i flödesberäkningarna för utredningsområdet innan exploatering.

Ett regn med en återkomsttid av 30 år och en varaktighet av 239,8 minuter har enligt P110 en intensitet av 43,48 l/s, ha.

Beräkning av flödet för det befintliga utredningsområdet kan nu göras med Rationella Metoden enligt:

$$Q_{\text{dim}} = A * \varphi_{\text{sammanvägd}} * k * i$$

Där

Q_{dim} är områdets dimensionerande flöde, l/s

A är områdets area, ha

i är dimensionerande regnintensitet, l/s, ha

k är en klimattfaktor för att ta hänsyn till ökad framtida nederbörd som följd av klimafförändringar

φ är områdets avrinningskoefficient

För befintliga förhållanden tas ingen hänsyn till klimatförändringar. Därmed beräknas det dimensionerande flödet för Sjös avrinningsområde som följt av ett dimensionerande 30-årsregn till:

$$Q_{dim} = 59,51 * 0,243 * 43,48 * 1 = 628,54 \text{ l/s.}$$

6.2.2 Beräkning av dimensionerande flöden efter exploatering

Antagandet har gjorts i samråd med beställaren att Renova som verksamhetsutövare kommer att ansvara för att omhänderta dagvattnet från hela disponeringsområdet genom att leda vattnet till Sjön. Hur dagvattnet ska ledas till sjön är i dagsläget inte bestämt, detta kan göras genom att markhöjderna i området planeras så att dagvattnet kan avledas ytligt, alternativt genom avledning med dagvattenledningar.

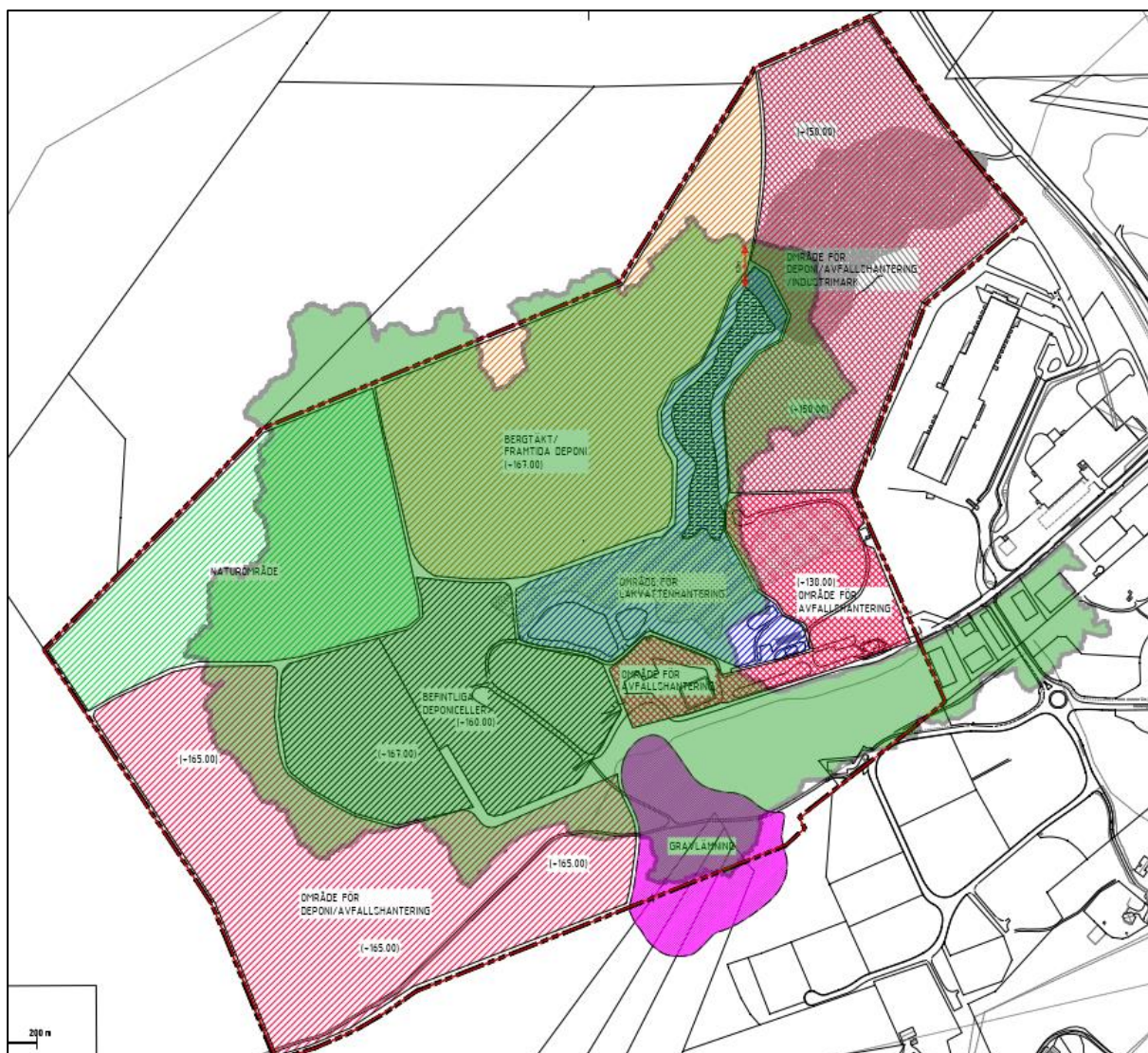
Planering av de olika områdenas exakta utformningar har ännu inte gjorts, därför görs uppskattningar av de olika delområdenas avrinningssegenskaper. Som stöd för att uppskatta de olika ytornas egenskaper har flera metoder använts. Flygfoton har använts för att uppskatta mängden grusvägar, asfaltsytor, grönområden och liknande som finns i de vita, "tomma" delarna och området som benämns som "Gravlämning" av disponeringsplanen som visas ovan. Svenskt Vattens publikation P110 "Avledning av dag-, drän- och spillvatten" har använts för att uppskatta avrinningskoefficienter för diverse områdestyper. Slutligen har också en dagvattenutredning upprättad 2018 av WSP använts för att uppskatta avrinningskoefficienter för Bergstäkter.

De olika användningsområdenas färgmarkering i disponeringsplanen, deras storlek, avrinningskoefficienter (ϕ) och de resonemang som har förts kring deras respektive avrinningssegenskaper framgår av nedanstående tabell:

Tabell 4. Tabell över disponeringsplanens olika delområdes uppmätta ytor, samt resonemang kring deras avrinningskoefficient

Område:	Yta, m ²	φ	Resonemang kring avrinningskoefficient
Naturområde, Grönt	106 490	0,1	Enligt branschpraxis
Område för Deponi/Avfallshantering, rött	164 570	0,7	Området har antagits likna P110's områdestyp "Slutet byggnadssätt, ingen vegetation"
Befintliga Deponiceller, Grått	96 725	0,1	Enligt Beställaren är området gräsbevuxen naturmark, deponierna ligger ca 1 m under markyta. Område behandlas som naturområde
Bergtäkt/ Framtida deponi, Gult	145 607	0,25	I dagvattenutredning för Kovik Bergtäkt från 2018 beskrivs avrinningskoefficient av 0,25 vara passande för bergtäkt.
Område för Deponi/Avfallshantering/Industrimark, rött	132 972	0,7	Området har antagits likna P110's områdestyp "Slutet byggnadssätt, ingen vegetation"
Område för Avfallshantering, mörkrött	51 347	0,7	Området för avfallshantering har antagits likna P110's områdestyp "Slutet byggnadssätt, ingen vegetation"
Dammar/Sjön	19 936	1	Enligt Branschpraxis.
Natur runt Dammar/Sjön, blått	48 186	0,1	Området behandlas som naturområde
Naturmark, ej färgmarkerat	103 936	0,1	Enligt Branschpraxis
Grusvägar	1 178	0,4	Enligt Branschpraxis
Asfalt	9 045	0,8	Enligt Branschpraxis
Totalt	879 992		-

Utöver områdena som omfattas av Disponeringsplanen så finns det också områden i närheten som i dagsläget ingår i Sjöns avrinningsområde. Eftersom ingen plan finns i dagsläget på att ändra de naturliga rinnvägarna i området så antas för ett "Worst case"-scenarios skull att även de här områdena kommer att medföra avrinning till Sjön som följd av ett dimensionerande regntillfälle efter exploatering. Då en överlappning av Sjöns avrinningsområde och Disponeringsplanen gjordes erhöles resultatet som visas nedan, hela området kommer alltså beräknas medföra dagvattenavrinning till Sjön.



Figur 15. Jämförelse mellan utredningsområdets disponeringsplan (mångfärgad) och Sjöns uppskattade avrinningsområde (mörkgrön markering)

Storleken på det totala avrinningsområdet (både tidigare avrinningsområde och tillkommande områden enligt disponeringsplan) till Sjön efter exploatering, dess ytuppskattning och den totala reducerade ytan, alltså ytan som antas bidra med dagvattenavrinning till Sjön beskrivs i nedanstående tabell.

Tabell 5. Uppmätt ytfördelning, avrinningskoefficient och reducerad area för Sjöns totala förväntade avrinningsområde efter exploatering

Yttyp	Yta, m ²	Yta, ha	Avrinningskoefficient, ϕ	Reducerad yta, ha
Markerat som naturområde, Grönt	106 490	10,6	0,1	1,06
Område för Deponi/Avfallshantering, rött	164 570	16,5	0,7	11,52
Befintliga deponiceller, Grått	96 725	9,7	0,1	0,97
Bergtäkt/Framtida Deponi, Gult	145 607	14,6	0,25	3,64
Område för deponi/Avfallshantering/Industrimark	132 972	13,3	0,7	9,31
Område för avfallshantering, mörkrött	51 347	5,1	0,7	3,59
Dammar/Sjön	19 936	1,99	1	1,99
Natur runt dammar/Sjön, blått	48 186	4,8	0,1	0,48
Naturmark, ej färgmarkerat i disponeringsplanen	103 936	10,4	0,1	1,04
Grusytor	1 178	0,1	0,4	0,05
Asfaltsytor	9 045	0,9	0,8	0,72
Naturmark utanför Disponeringsplans område	26 058	2,61	0,1	0,26
Takytor utanför Disponeringsplans område	4 523	0,45	0,9	0,41
Asfaltsytor utanför Disponeringsplans område	19 667	1,97	0,8	1,57
Summa	930 240	93,0	-	36,62

Den sammanvägda avrinningskoefficienten för utredningsområdet efter exploatering kan beräknas med samma metod som i Kapitel 6.2.1 till 0,394.

Man bör notera att avrinningskoefficienten är högre efter exploatering än vad beräknades till för befintliga förhållanden. Detta beror på att områden som i dagsläget är naturmark hårdgörs och kommer att användas för avfallshantering, industrier, deponier och bergtäkter.

Den längsta rinnvägen för dagvatten efter exploatering till Sjön kommer att ske från området för deponi och avfallshantering och har uppskattats till att bli ca 1699 m. Med en avrinningshastighet i

naturmark av 0,1 m/s blir avrinningstiden och därmed också den dimensionerande nederbördsvaraktigheten $\frac{1699}{0,1 \cdot 60} = 283,15$ minuter, eller ca 4,7 timmar.

Den dimensionerande återkomsttiden för utredningsområdet efter exploatering beräknas precis som i kapitel 6.2.1. vara 30 år, i enlighet med Svenskt Vatten P110. Ett regntillfälle med en dimensionerande återkomsttid av 30 år och en varaktighet av 283,15 minuter har enligt P110 en dimensionerande intensitet av 32,18 l/s ,ha.

Beräkning av flödet för utredningsområdet efter exploatering kan nu göras med Rationella Metoden. För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar används nu en klimatfaktor av 1,25 vid beräkning av det dimensionerande flödet enligt branschpraxis.

Det dimensionerande flödet beräknas till:

$$Q_{dim} = A * \varphi_{sammanvägd} * k * i = 93 * 0,394 * 1,25 * 32,18 = 1472,76 \text{ l/s.}$$

6.3 BERÄKNING AV NÖDVÄNDIG MAGASINERINGSVOLYM

På önskemål av beställaren görs beräkningar av nödvändig magasineringsvolym och nivåökningen i Sjön som följd av ett dimensionerande 30-årsregn för två scenarier. I Scenario 1 görs ingen utbyggnation av Renovas verksamhet i framtiden, utan området anses ha samma avrinningsområde med samma ytor, avrinningskoefficienter och avrinningsförutsättningar. I scenario 2 görs ombyggnationer så som de har beskrivits i *kapitel 5 – Framtida förhållanden*. I båda scenarierna görs beräkningarna med följande antaganden och resonemang:

- Den befintliga ledningen som avleder vatten från Sjön kommer enligt uppgift från beställaren att bytas ut oavsett vilket scenario som räknas med. Den nya ledningen som läggs är av samma typ som den befintliga ledningen, d.v.s. en plastledning med en godstjockled av 45,4 mm. Dimensionen på ledningen kan dock ändras om det anses finnas ett behov för att målvärdet att en nivåökning inte ska överstiga ca 1 m ska kunna nås.
- Om beräkningarna visar på att ett behov av uppdimensionering finns för att nivåökningen inte ska överstiga 1,0 m så ska två förslag rörande Sjöns utloppsledning ges. Dels ska en rekommendation ges för dimension på ny ledning som ersätter den befintliga ledningen, dels ska en rekommendation ges där en ny 500-ledning ersätter den befintliga ledningen och en tillkommande mindre ledning placeras parallellt med denna. Nödvändig dimension på den mindre ledningen ska i det här fallet anges.

För att utreda huruvida vattennivåns höjning i Sjön riskerar att överstiga 1,0 m som följd av ett dimensionerande regntillfälle i de båda scenarierna så beräknas nivåökningen i Sjön som ett dagvattenmagasin, då detta innebär att man beräknar den maximala mängden vatten som Sjön kommer att behöva omhänderta som följd av ett dimensionerande regn med en avledningskapacitet enligt beskrivningarna i kapitel 6.

Beräkningarna för de båda scenarierna följer nedan:

6.3.1 Scenario 1 – Beräkningar om ingen utbyggnation görs

Om antagandet görs att ingen utbyggnation sker och ingen påverkan på Sjöns avrinningsområde kommer att förekomma så kommer beräkningarna göras för det avrinningsområde och den dimensionerande varaktigheten som beskrivs i *Kapitel 4 – Befintliga förhållanden*. Enligt *tabell 5* så är Sjöns befintliga avrinningsområde ca 59,51 ha stort och dess sammanvägda avrinningskoefficient har beräknats till 0,243. Det dimensionerande flödet som i dagläget skulle nå Sjön som följd av ett dimensionerande 30-årsregn har tidigare beräknats till 628,54 l/s. För framtida nederbördstillfällen

behöver man dock ta hänsyn till klimatpåverkan, därför beräknas det framtida dimensionerande flödet med en klimatafaktor av 1,25. Det dimensionerande framtida flödet till Sjön beräknas därför för Scenario 1 till $1,25 \cdot 628,54 = 785,67$ l/s.

Den maximala dagvattenvolymen som Sjön kommer att behöva fördröja kan enligt P110 beräknas med formeln:

$$V = 0,06 * [i_{regn} * t_{regn} - K * t_{rinn} + \frac{K^2 * t_{rinn}}{i_{regn}}]$$

där

V=specifik magasinsvolym [m^3/ha_{red}]

i_{regn} =regnintensitet för aktuell varaktighet, 43,48 l/s, ha enligt kapitel 6.2.1.

t_{regn} =Regnvaraktighet, 239,8 minuter enligt kapitel 6.2.1.

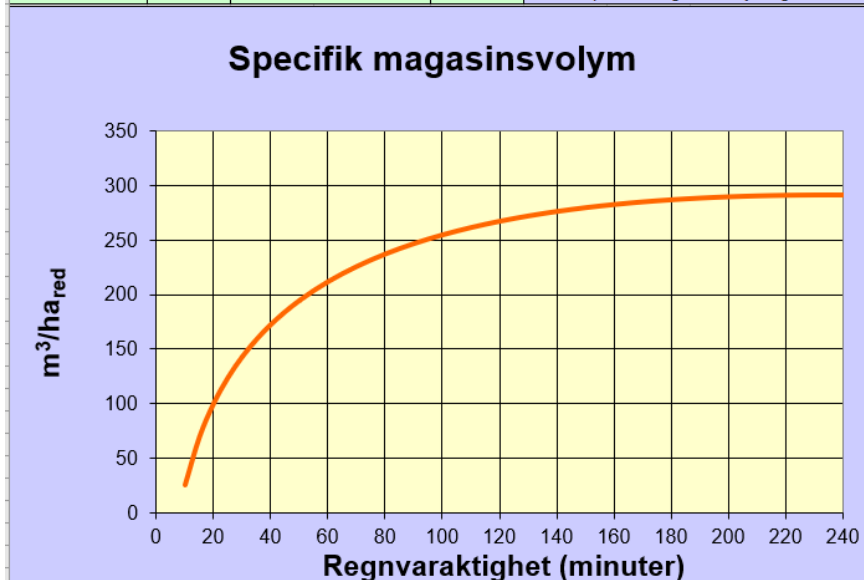
t_{rinn} = Rinntid, 239,8 minuter enligt kapitel 6.2.1.

K= Specifik avtappning från magasinet [l/s, ha_{red}]

Avtappningen från Sjön under befintliga förutsättningar rörande avrinningsområde, men med en utbytt utloppsledning har beräknats till 220 l/s. Den specifika avtappningen, K i uträkningen ovan, kan med en reducerad area av 14,45 ha på avrinningsområdet beräknas till $K = \frac{220 \text{ l/s}}{14,45 \text{ ha}_{red}} = 15,22$ l/s, ha_{red}

En illustration av beräkningarna kan göras med P110's magasinskurra. Ett urklipp av magasinskurran med aktuell avtappning, dimensionerande rinntid, dimensionerande återkomsttid, områdets reducerade area och en klimatafaktor av 1,25 visas nedan:

Avtappning l/s ha_{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha_{red}	Magasinsberäkning mht rinntid
15,22491349	239,8	1,25	360	14,45	Inmatning av data i gula fält.
					Regnintensiteter enligt Dahlström 2010
Specifik volym m^3/ha_{red}	290,9	Erforderlig magasins- volym, m^3		4203	Läs av specifik magasinsvolym i gröna fältet



Figur 16. Beräkning av magasineringsvolym som Sjön behöver kunna omhänderta som följd av ett 30-årsregn om ingen exploatering utförts, enligt P110:s magasinskurra

Enligt ovanstående figur skulle den totala mängden vatten som behöver magasineras i Sjön som följd av ett dimensionerande 30-årsregn bli uppskattningsvis $4203 m^3$. Höjdskillnaden i sjön som följd av ett regntillfälle beror utöver mängden tillkommande vatten till Sjön också på omkringliggande marks släntlutning. Sjöns totala yta har mätts upp till $13\,298 m^2$, vilket innebär att även om de

omkringliggande områdena skulle ha en släntlutning av 90° och ingen utbredning i sidled förekommer så skulle ett dimensionerande nederbördstillfälle enbart medföra en nivåökning av $\frac{4203 \text{ m}^3}{13\,298 \text{ m}^2}=0,32 \text{ m}$.

Slutsatsen är därför att om ingen expansion eller utbyggnation sker på utredningsområdet så behöver inte en uppdimensionering av Sjöns utloppsledning utföras i samband med att den byts ut, förutsatt att den läggs med samma lutning som den befintliga ledningen.

6.3.2 Scenario 2 – Beräkningar om utbyggnation görs

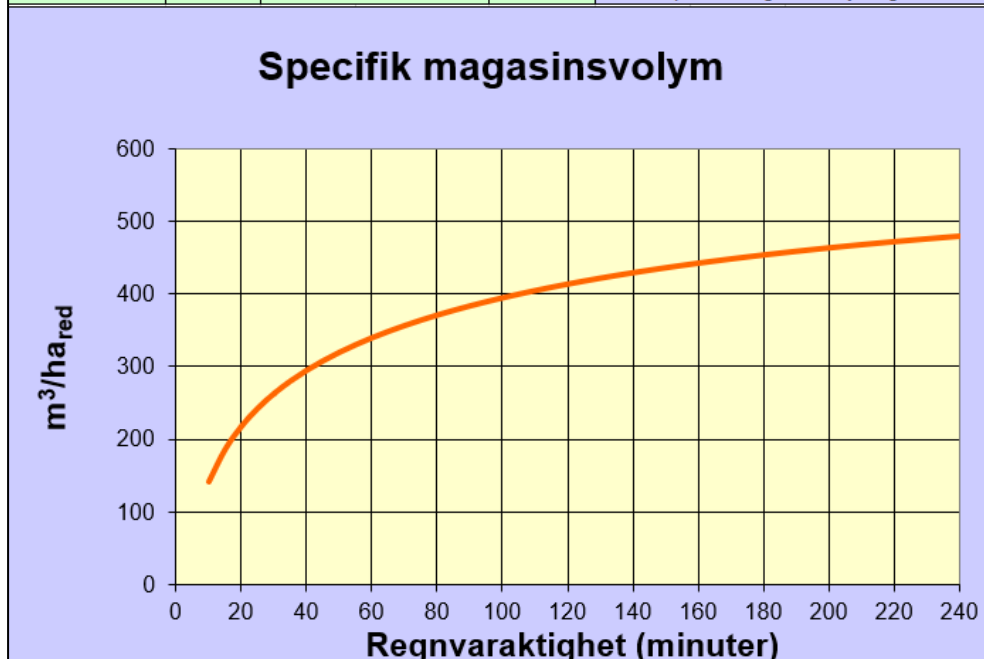
Beräkningarna för vattennivåns höjning i Scenario två görs på motsvarande sätt som i kapitel 6.3.1, dock förväntas förutsättningarna rörande avrinningsområde, flödesväg och dimensionerande varaktigheter skilja sig i förhållande till dagens läge som följd av framtida utbyggnation.

Enligt tabell 5 i kapitel 6.2.2. så är det framtida uppskattade avrinningsområdet till Sjön efter exploatering 93 ha stort, uppskattningsvis 1,5 gånger större än vad avrinningsområdet har uppskattats till idag. Den totala reducerade arean är i tabellen uppskattad till 36,62 ha och den dimensionerande varaktigheten och avrinningstiden är uppskattad till 283,15 minuter.

Den specifika avtappningen från Sjön beräknas till $\frac{220 \text{ l/s}}{36,62 \text{ ha}_{red}} = 6 \text{ l/s, ha}_{red}$.

Då magasinvolymen för Sjön som följd av ett dimensionerande regntillfälle efter exploatering beräknas med Svenskt Vatten P110's magasinsskurva erhålls ett resultat enligt figuren nedan:

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}	Magasinsberäkning mht rinntid Inmatning av data i gula fält. Regnintensiteter enligt Dahlström 2010
6,007646095	283,15	1,25	360	36,62	
Specifik volym m ³ /ha _{red}	537,6	Erforderlig magasin- volym, m ³		19689	Läs av specifik magasinvolym i gröna fältet



Figur 17. Beräkning av magasiningsvolym som Sjön behöver kunna omhänderta som följd av ett 30-årsregn efter exploatering, enligt P110:s magasinsskurva

Så som tabellen visar skulle den totala volymen vatten som behöver samlas i Sjön uppgå till en volym

av 19689 m³. Man bör notera att det är en märkbart större volym än vad som beräknades behövas under befintliga förhållanden, och anledningen till detta är att avrinningsområdets reducerade area förväntas bli ca 250 % större som resultat av exploateringen jämfört med befintliga förhållanden.

Vattnets nivåökning som följd av de tillkommande vattenvolymerna kommer att bero på släntlutningen omkring Sjön, denna är inte känd, därför har beräkningar gjorts för släntlutningar i intervallet 6°-45°. Vanligtvis rekommenderas att den maximala lutningen för en dagvattendamm är 1:4 (14°) (Sveriges Lantbruksuniversitet, 2011), men för att ta hänsyn till ett worst case-scenario görs uträkningar för upp till 45° släntlutning.

I tabellen nedan visas höjdförändringar i Sjön som resultat av ett dimensionerande 30-årsregn beroende på omkringliggande släntlutningar. Antagandena som har använts för beräkningar, samt formel och metod för beräkningar presenteras i *Bilaga 2 – Beräkningar av vattennivå som resultat av släntlutning*.

Tabell 6. Beräknad höjdskillnad i Sjön som följd av ett 30-årsregn beroende på släntlutning. Med oförändrad dimension på ny utloppsledning

Släntlutning	Släntlutning, grader	Höjdskillnad, m
1:10	6	1,15
1:4	14	1,3
1:3	18	1,34
1:1	45	1,45

Som tabellen ovan visar så beror vattennivåns ökning som följd av ett dimensionerande regntillfälle till viss del på omkringliggande marks släntlutning till dammen. I tabellen ovan kan man notera att höjdskillnaden om dammens släntlutning är relativt flack med en lutning av 1:10 i förhållande till om den är relativt brant med en lutning av 1:3 skulle bli 0,19 m, eller 19 cm.

Så som tabell 6 ovan visar så skulle ökningen av vattennivån i Sjön efter exploatering stiga till en nivå som överskrider den meter som anses vara acceptabel, även om släntlutningen omkring sjön skulle vara relativt flack. Därför anses, det om exploatering utförs, inte vara en tillräcklig åtgärd att byta ut den befintliga utloppsledningen till en ny ledning med samma dimension, utan åtgärder för att öka utflödet behöver vidtas.

7 BERÄKNING AV NY LEDNINGSDIMENSION

Beräkningarna av vattennivåns ökning i Sjön efter att exploatering har utförts visar att vattennivån i Sjön som följd av ett dimensionerande 30-årsregn skulle överstiga det önskade målvärdet av 1,0 m även om släntlutningen hos området omkring Sjön var relativt flack. Därför utförs här beräkningar för vilken dimension som är nödvändig om Sjöns befintliga utloppsledning ersätts av en större ledning av samma typ, samt vilken dimension en tillkommande ledning skulle behöva ha om den läggs intill en ny ledning med samma dimension som ersätter den befintliga utloppsledningen.

7.1 BERÄKNING AV NY DIMENSION VID DIMENSIONSÖKNING

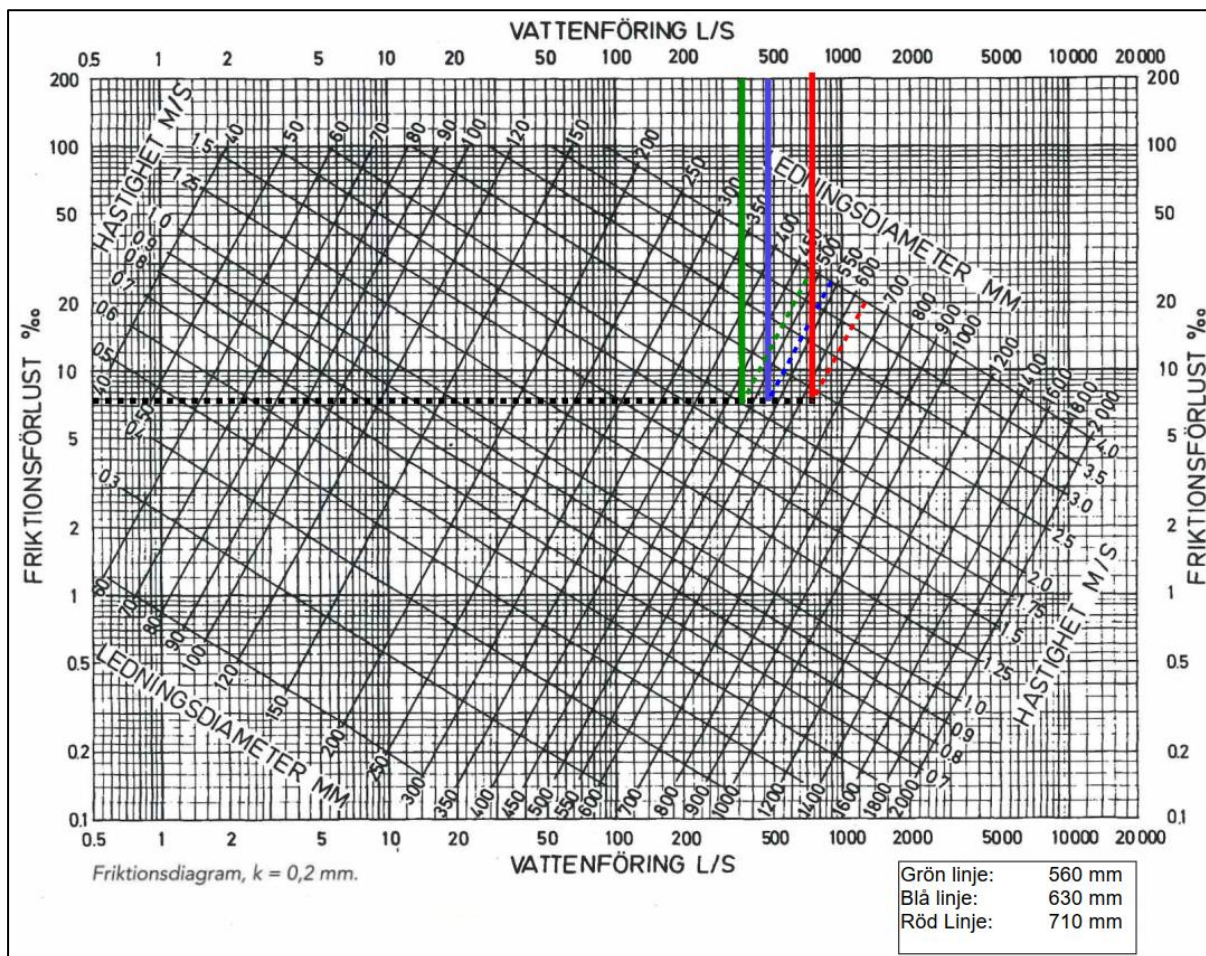
Nedan följer beräkningar och resonemang kring vilken ny dimension en utloppsledning skulle behöva ha om den helt enkelt ersätter den befintliga utloppsledningen som Sjön har i dagsläget. För beräkningarna har följande resonemang förts:

- Godstjockleken förutsätts vara densamma på den nya ledningen som den är för den nyförlagda delen av Sjöns befintliga utloppsledning, d.v.s. 45,4 mm.
- Den nya ledningen antas läggas i precis samma läge som den befintliga utloppsledningen som Sjön har idag. Lutningen antas alltså bli ungefär 7,3 ‰.
- Avrinningsområdet efter exploatering antas i de här beräkningarna vara precis så som tidigare beskrivits.

Diskussion kring standarddimensioner på PE-ledningar, SDR11 har förts med Pollex, som har tillhandahållit den befintliga ledningen som avleder vatten från Sjön i dagsläget, för att försäkra att de ledningsdimensioner som används i beräkningarna existerar och är tillämpningsbara. De dimensioner som finns som är i ungefärlig samma storleksordning som den befintliga utloppsledningen listas i tabell nedan, ledningarna antas ha samma godstjocklek som den befintliga utloppsledningen, 45,4 mm. I tabellen anges deras ledningskapacitet enligt Colebrookdiagram med råhetsvärde $k=0,2$ enligt figur 18 nedan.

Tabell 7. Kapacitet för ledningar med ytterdiameter 560-, 630, och 710 mm.

Ytterdiameter, mm	Innerdiameter, mm	Kapacitet enligt Colebrook
560	469,2	360
630	539,2	475
710	619,2	740



Figur 18. Beräkning av flöden för tre olika ledningsdimensioner i Colebrookdiagram där $k=0,2$

Beräkningar av vattenvolymen som Sjön skulle behöva omhänderta som följd av ett dimensionerande 30-årsregn beräknas med hjälp av P110's magasinshöjd. Beräkningar av nivåändringen i Sjön beroende på vilken ny ledning som används för att ersätta den befintliga utloppsledningen beräknas med samma metod som i Kapitel 6 – Beräkningar. Beräknad magasinshöjd som krävs hos sjön, samt beräknad höjdändring i Sjön beroende på släntlutning redovisas i tabell 8 nedan.

Tabell 8. Beskrivning av nivåökningar beroende på släntlutningar för ledningar med ytterdiameter 560-, 630- och 730 mm

Ledningsdimension, mm	Magasinshöjd, m ³	Höjdförändring, släntlutning 1:10	Höjdförändring, släntlutning 1:1
560	14 461	0,89 m	1,06 m
630	11 484	0,73 m	0,85 m
730	6 395	0,44 m	0,48 m

Så som tabellen visar så skulle en uppdimensionering från 500 mm till 560 mm utvändigt medföra att vattennivåns ökning som följd av ett dimensionerande 30-årsregn efter exploatering skulle ligga i intervallet 0,89–1,06 m. Om en höjdoökning av 1,06 m vid ett 30-årsregn anses acceptabelt rekommenderas att dimension på Sjöns utloppsledning ökas till 560 mm. Om en nivåökning av 1,06 m som följd av ett dimensionerande regntillfälle anses vara för mycket så rekommenderas istället att en

ledning med ytterdimension 630 mm används, nivåökningen skulle i så fall ligga i intervallet 0,73–0,85 m beroende på släntlutning.

7.2 BERÄKNING AV DIMENSION PÅ AVLASTANDE LEDNING

Det andra alternativet som utreds för att öka utflödet från Sjön och därmed minska vilken nivå som man kan anta att vattenytan stiger som resultat av ett dimensionerande 30-årsregn är att en ny ledning anläggs parallellt med den befintliga ledningens läge för att avlasta den. I det här scenariot så skulle den befintliga utloppsledningen fortfarande bytas ut, men den antas i så fall bytas ut mot en ny ledning av samma slag som den befintliga ledningen, alltså en SDR11 PE-ledning med utvändigt dimension 500 mm. Den minsta dimensionen på den tillkommande ledningen som ska avlasta 500PE-ledningen beräknas med antagandet att både den nya 500 PE-ledningen som ersätter befintlig utloppsledning och den tillkommande avlastningsledningen kommer att ha samma lutning som den befintliga ledningen som finns idag, alltså 7,26 ‰.

För att beräkna vilken dimension den nya utloppsledningen behöver ha så används kriteriet att höjddökningen i sjön som resultat av ett dimensionerande regntillfälle inte får öka med mer än 1,0 m vid en släntlutning med 45° som resultat av det sammanlagda utflödet i både den tillkommande avlastningsledningen och den utbytta 500PE-ledningen. Enligt de beräkningsmetoder som beskrivs i Bilaga 2 så innebär detta att den totala vattenmängden som behöver kunna magasineras i Sjön inte får överskrida en volym av 13 673,6 m³, se utdrag från Excel-beräkning nedan:

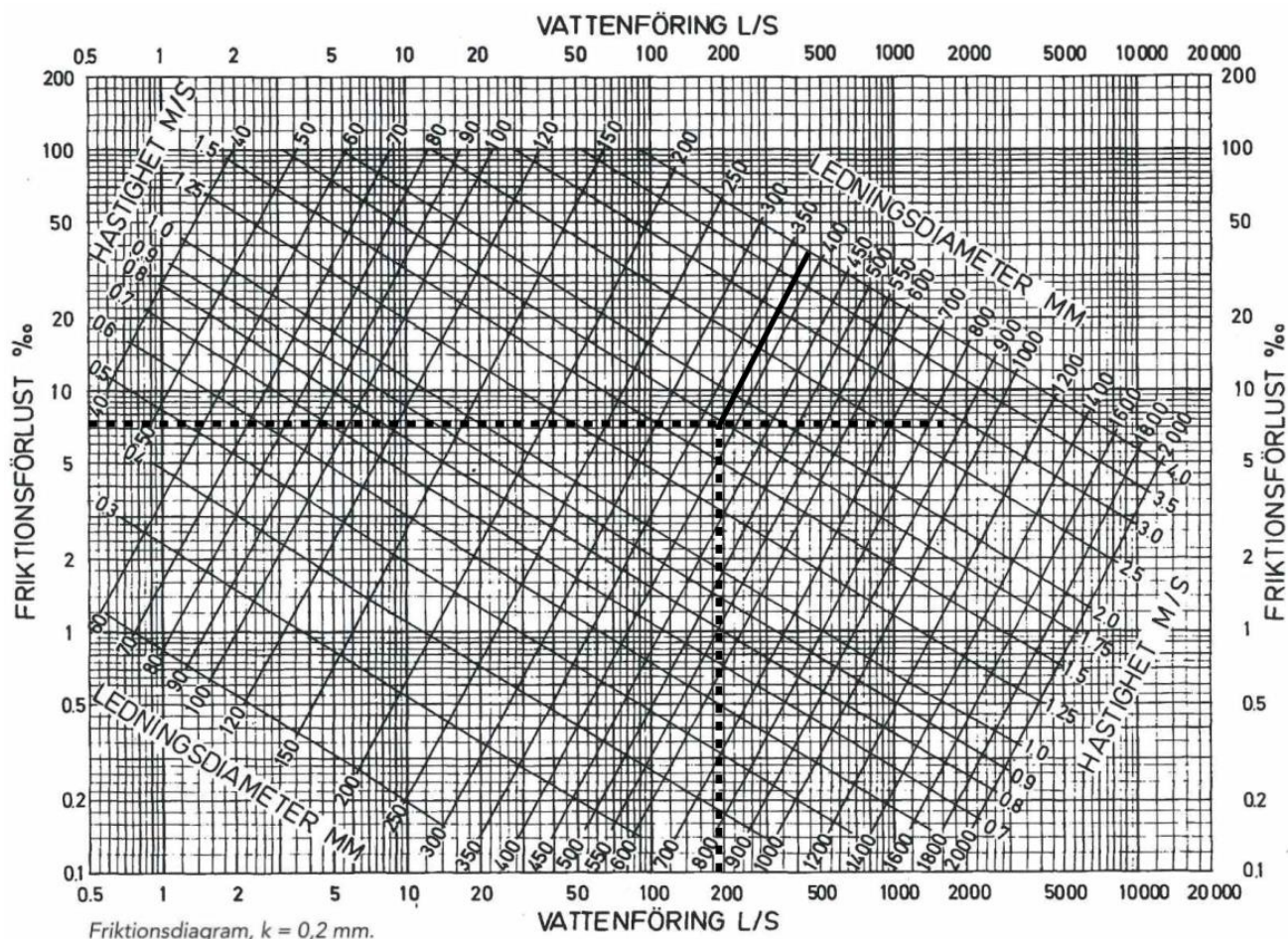
Tabell 9. Utdrag från Excelberäkning av höjddökning i Sjön som funktion av magasinvolym, släntlutning 45 grader

Höjddökning, m	Volym, m ³
0,01	133,15616
0,02	266,38464
0,03	399,68544
0,97	13252,86944
0,98	13393,04064
0,99	13533,28416
1	13673,6
1,01	13813,98816
1,02	13954,44864
1,03	14094,98144
1,04	14235,58656
1,05	14376,264
1,06	14517,01376
1,073	14700,09657
1,08	14798,73024
1,09	14939,69696
1,1	15080,736

I snurran används som i tidigare kapitel en klimattfaktor av 1,25, en dimensionerande återkomsttid av 30 år, en avrinningstid av 283,15 minuter och en reducerad area av 36,62 ha för Sjöns avrinningsområde efter exploatering. Vilket utflöde som behövs för att volymen inte ska överstiga 13 673,6 m³ hittas genom att prova olika värden i snurran tills önskad volym nås. Som figuren nedan visar så krävs en magasineringsvolym i Sjön av 13 673 m³ då dammens specifika avtappning är 10,59 l/s, $h_{a,red}$. En avtappning av 10,59 l/s, $h_{a,red}$ med ett avrinningsområde med en reducerad area av 36,62 ha innebär att utflödet från dammen inte får underskrida $10,59 \text{ l/s} \cdot 36,62 \text{ ha}_{red} = 387,85 \text{ l/s}$.

Det totala utflödet från Sjön får alltså inte underskrida 387,85 l/s. Den nya 500 PE-ledningen som läggs för att byta ut Sjöns befintliga utloppsledning har en kapacitet av 220 l/s enligt beräkningarna som har utförts i *Kapitel 6.1 Beräkningar av Avledande flöden*. Den tillkommande avlastande ledningen som läggs parallellt med den nya 500PE-ledningen skulle därmed behöva ha ett utflöde av minst $387,85 - 200 = 187,9$ l/s.

Då nya avlastande ledningen planeras läggas med samma lutning som Sjöns befintliga utloppsledning, alltså med ca 7,3 ‰ lutning, så kan minsta dimension beräknas med Colebrook-diagram enligt nedan.



Figur 19. Beräkning av nödvändig dimension för avlastande ledning, förutsatt att flödet inte får överskrida 187,9 l/s

Som figur 19 ovan visar så skulle ledningsdiametern på den tillkommande avlastande ledningen alltså behöva vara ca 375 mm *invändigt*. Med en godstjockled av 45,4 mm innebär detta att ledningens ytterdiameter skulle behöva vara minst $375 + 2 \cdot 45,4 = 465,8$ mm. Den minsta standarddimensionen på en SDR11 PE-ledning som kan användas är en ledning med utvändig dimension 500 mm, enligt avstämning med Pollex.

Om man väljer att inte dimensionera upp Sjöns befintliga utloppsledning då denna byts ut mot en ny SDR11-ledning med utvändig dimension 500 mm så skulle alltså den kompletterande ledningen som läggs parallellt behöva ha samma dimension för att uppfulle kravet att vattenytan i Sjön inte får stiga med mer än 1,0 m som följd av ett dimensionerande regntillfälle, även med en släntlutning av 45°.

8 SLUTSATSER

Beräkningar och antaganden kring vattennivåns nivåökning i Sjön som följd av ett dimensionerande regntillfälle har gjorts för två scenarier.

Beräkningar för Scenario 1 – som innebär att ingen ombyggnation sker och Sjöns avrinningsområde får fortsätta som det gör idag – visar att det inte föreligger någon risk att vattennivån ska stiga med en nivå av 1,0 meter som följd av ett 30-årsregn, oavsett hur Sjöns släntlutning ser ut.

För Scenario 2 – som innebär att utbyggnation görs enligt beskrivningarna i kapitel 5 – så visar beräkningarna att om Sjöns utloppsledning byts ut till att ha en utvändig dimension av 500 mm och godstjocklek av 45,4 mm att ett dimensionerande regn skulle innebära att nivåökningen i Sjön kommer att överskrida gränsvärdet av 1,0 m, även om antagande görs att Sjön har en mycket flack släntlutning. Två olika utföranden för att öka utloppsflödet från Sjön har undersökts, det ena utförandet innebär att helt enkelt dimensionera upp Sjöns utloppsledning till en lämplig dimension. Det andra utförandet innebär att Sjöns utloppsledning byts ut till samma dimension som den nylagda delen av ledningen, d.v.s. en utvändig 500-ledning med godstjocklek 45,4 mm, men att denna därefter kompletteras med en till ledning som läggs parallellt med det befintliga läget för att möjliggöra ett högre utflöde.

Beräkningarna av höjdökningen som ett dimensionerande regn skulle medföra visar att om Sjöns utloppsledning läggs om till att ha en ytterdimension av 560 mm visar att gränsvärdet för vattennivåns höjdökning skulle kunna överskridas med upp till 6 cm, beroende på släntlutning. Om detta inte anses vara acceptabelt rekommenderas i stället att en ledning med utvändig dimension 630 mm används, då detta skulle innebära att gränsvärdet av 1,0 m inte riskerar att överskridas som följd av ett 30-årsregn, oavsett släntlutning.

Beräkningar har också gjorts för det andra utförandet, som innebär att den befintliga ledningen byts ut mot en ny ledning med ytterdimension 500 mm, denna avlastas därefter genom att ytterligare en ledning med samma godstjocklek läggs parallellt med denna. Beräkningarna som har gjorts för det här utförandet visar att även den tillkommande avlastande ledningen skulle behöva ha en ytterdimension av 500 mm för att Sjöns vattennivå inte ska riskera att överstiga en nivå av 1,0 m.

8.1 BEHOV AV VIDARE UTREDNING

Den stora faktorn som bedöms påverka hur mycket vattennivån i Sjön bör förväntas stiga som följd av ett dimensionerande regntillfälle är hur mycket de omkringliggande områdena hårdgörs efter exploateringen. En högre hårdgöringsgrad än vad som här har antagits skulle innebära en högre vattennivå än vad som har beräknats, medan en högre mängd grönska och permeabla ytor skulle innebära en lägre vattennivå som följd av kraftig nederbörd. Därför rekommenderas att exploateringen utförandes påverkan på Sjöns vattennivå ses över igen när en tydligare plan på framtida byggnation har tagits fram.

Ingen diskussion har förts i den här utredningen kring vilken påverkan exploateringen har på de områden som ligger nedströms Sjöns utloppspunkt och det ökade utflödet som exploateringen kommer att medföra. Ett resonemang kring exploateringen påverkan på detta bör föras.

9 PROJEKTERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

- Sjöns area har mätts upp till 13298 m² enligt kapitel 4.7 - *Avrinningsområde*.
- Antagna avrinningskoefficienter för omkringliggande områden har uppskattats enligt tabell 4 i kapitel 6.2.2 – *Beräkning av dimensionerande flöden efter exploatering*
- Dagvattenflödet till Sjön efter utförd exploatering som följd av ett dimensionerande regntillfälle har beräknats till 1472,76 l/s enligt 6.2.2 – *Beräkning av dimensionerande flöden efter exploatering*.
- Mängden dagvatten som behöver magasineras i Sjön som följd av ett dimensionerande 30-årsregn förutsatt att ingen exploatering görs har beräknats till 4203 m³ enligt figur 16 i *Kapitel 6.3 – Beräkning av nödvändig magasinvolym*.
- Mängden dagvatten som behöver magasineras i Sjön som följd av ett dimensionerande 30-årsregn efter exploatering har beräknats till 19 689 m³ enligt figur 17 i *Kapitel 6.3 - Beräkning av nödvändig magasineringsvolym*.

10 REFERENSER

10.1 TEKNISKT UNDERLAG/ERHÅLLET UNDERLAG FRÅN BESTÄLLARE

- Disponeringsplan för Fläskebo, erhållen 2022-02-24
- Karta över Sjöns utloppslednings läge och höjder, erhållen 2022-02-28
- Karta över diken och ledningar i området kring Sjön, erhållen 2022-03-03
- Specifikation över befintlig utloppsledning
- Startmöte och avstämningsmöten med beställare

10.2 PUBLIKATIONER

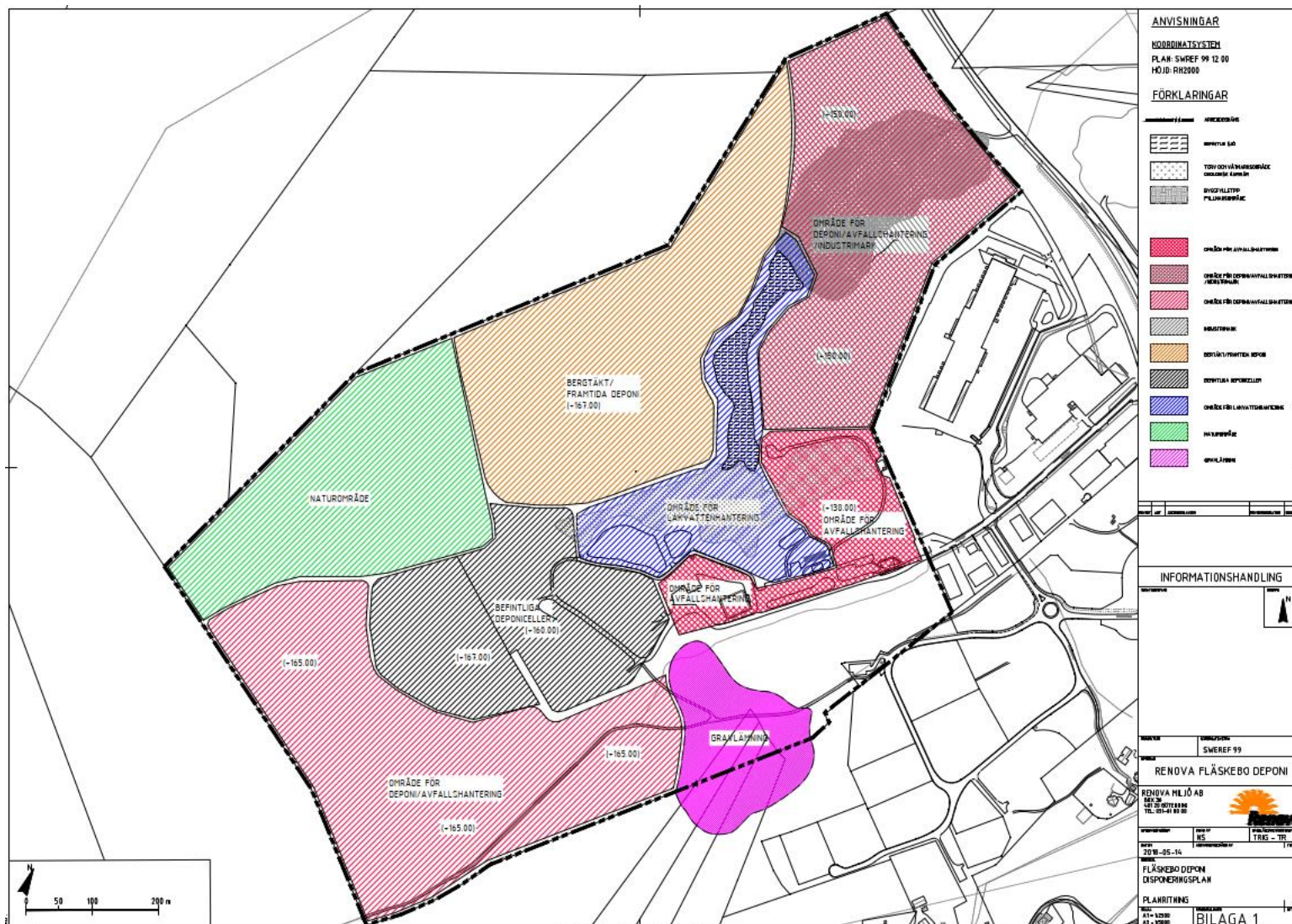
- Svenskt Vatten, P110

10.3 ÖVRIGA REFERENSER

- Dagvattenutredning för Kovik Bergtäkt, WSP 2018-08-22. Finnes på [Koviks Dagvattenutredning](#)
- *Erosion vid Dagvattendammar*, Sveriges Lantbruksuniversitet, 2011. Finnes på https://stud.epsilon.slu.se/2816/1/karmark_et_al_110614.pdf
- Eniros karttjänst, www.kartor.eniro.se
- Google Maps, www.google.com/maps
- Länsstyrelsens GIS-tjänster
- Pollex, avstämningskring rördimensioner. <https://www.pollex.se/>
- Scalgo live, 2021- Scalgo.com
- SGU Jordartskarta över Fänsåker.

11 BILAGOR

BILAGA 1 – DISPONERINGSPLAN

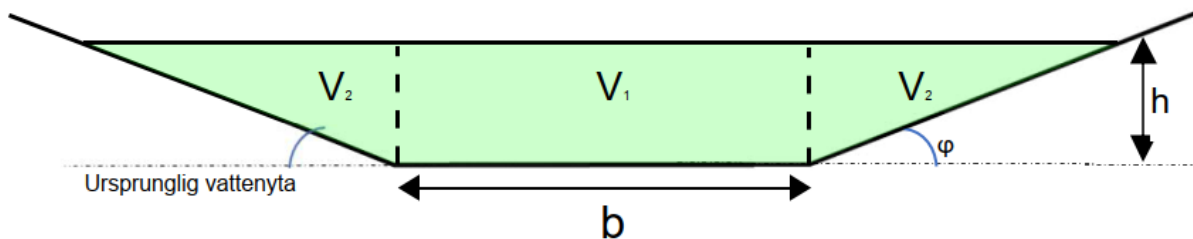


Figur B1. Disponeringsplan för området efter exploatering

BILAGA 2 - BERÄKNING AV VATTENHÖJD BEROENDE PÅ SLÄNT

Beräkningar av ett dimensionerande regns påverkan på Sjöns vattenytas höjdnivå har beräknats med antagandet att Sjön har en rektangulär form. Enligt Flygfoton i Scalgo är Sjöns längd uppskattningsvis 320 meter lång, och dess area har mätts upp till en yta av 13 298 m². Medelvärdet på Sjöns bredd beräknas vara $b = \frac{A}{L} = \frac{13\,298\text{ m}^2}{320\text{ m}} = 41,6\text{ m}$.

Enligt P110s magasinsnurra som visas i figur 17 kommer den totala vattenmängden som Sjön behöver magasinera som följd av ett dimensionerande 30-årsregn bli 19 689 m³. Den totala höjden som vattennivån kan förväntas stiga som följd av detta har beräknats med hjälp av nedanstående figur och beräkningar:



Figur B2. Illustration för hur Sjön antas se ut i profil inför beräkning av vattennivås höjändring som följd av släntlutning

Den totala volymen vatten som Sjön behöver magasinera kommer att bero på Sjöns bredd, släntlutning och höjden som vattenytan ökar. Volymen beräknas enligt nedan:

$$V_1 = b * h * L$$

$$V_2 = \frac{h^2 * L}{2 * \tan(\varphi)}$$

$$V_{Tot} = V_1 + 2 * V_2 = b * h * L + 2 * \frac{L * h^2}{2 * \tan(\varphi)}$$

Där:

V	är volymen för olika delar av Sjöns tvärsnittsarea
b	är Sjöns medelbredd, 41,6 m
h	är höjdskillnaden som ett dimensionerande regn medför på Sjöns vattenyta
L	är Sjöns längd, 320 m
φ	är släntlutningen på omkringliggande område

Enligt Sveriges Lantbruksuniversitet bör släntlutningen inte överskrida 1:4, vilket innebär en lutning av 14°, beräkningar utförs dock för att ta hänsyn till ett worst case-scenario för släntlutningar av 1:10 (6°), 1:4 (14°), 1:3 (18°) och 1:1 (45°).

För att beräkna huruvida ett dimensionerande regn medför en höjning av vattenytan som överskrider 1 m utförs ovanstående beräkning av dammens volym, V_{Tot} , för ett värde av höjökningen, h , i intervallet 0,1 m – 1,5 m. Då volymen når den totala magasinvolymen 19 689 m³ avläses vilken höjökning som inträffar för att volymen ska behöva uppnås.

Ett urklipp på hur höjökningen beräknas för släntlutning 1:3 (18°) visas nedan, notera att höjdiintervallet 0,04–1,11 har klippts bort, då tanken med tabellen är att visa hur man har kommit fram till beräknad höjändring, och det inte är relevant för utredningen att visa samtliga uträkningar:

Tabell B1. Illustration av hur vattennivås höjdändring beräknas utifrån magasinvolym.

Höjdökning, m	Volym, m ³
0,01	133,4640394
0,02	267,6161577
0,03	402,4563548
1,12	19225,07047
1,13	19435,59934
1,14	19646,81628
1,15	19858,72131
1,16	20071,31442
1,17	20284,5956
1,18	20498,56487
1,19	20713,22221
1,2	20928,56763
1,21	21144,60113
1,22	21361,32271
1,23	21578,73236
1,24	21796,8301
1,25	22015,61592

Vid dimensionerande regntillfälle krävs en magasineringsvolym av 19 689 m³. Höjdökningen blir ca 1,15 m

Beräkning av hur Sjöns vattenytas höjdökning har gjorts på samma sätt för släntlutningarna 1:10, 1:4 och 1:1.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 50 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Box 13033
402 51 Göteborg
Besök: Ullevigatan 19

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com