RAPPORT

DAGVATTENUTREDNING KV SPARRISEN

RAPPORT
2021-06-28

UPPDRAG	314169, Dagvattenutredning Kv Sparrisen, UH-2017-576
Titel på rapport:	Dagvattenutredning Kv Sparrisen
Status:	Granskningshandling
Datum:	2021-06-28

MEDVERKANDE

Beställare:	Norrköping kommun
Kontaktperson:	Daniella Aman
Konsult:	Ulf Ölund, Magnus Runsvik, Adam Alesand, Samuel Hermelin Tyréns AB
Uppdragsansvarig:	Ulf Ölund, Tyrens AB
Kvalitetsgranskare:	Erik Svensson, Tyréns

REVIDERINGAR

Revideringsdatum	ÅR-MÅN-DAG
Version:	X.Y exv. 1.0
Initialer:	TR, Tyréns AB

Uppdragsansvarig:

Datum: ÅR-MÅN-DAG

Handlingen granskad av:

Datum: ÅR-MÅN-DAG

SAMMANFATTNING

Kvarteret Sparrisen i västra delen av Norrköping ska detaljplaneläggas och i samband med det har Tyréns fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning. Sparrisen ska bli ett industriområde i linje med samhällsplaneringens mål och att det alltid ska finnas minst 50 hektar lediga verksamhetsområden. Idag består marken i området till största delen av åkermark och några villor i norra delen. I planområdet finns det 2 olika avrinningsområden, norra avrinningsområdet och södra avrinningsområdet. Dagvatten kommer in från ett område väster om planområdet. Till följd av exploateringen väntas mängden dagvatten öka och fördröjningar samt reningsåtgärder kommer att behövas.

Det finns ett dike längs hela västra sidan och ett dike som delar området på mitten. Samhällsbyggnadskontoret har en dagvattenledning i södraplanområdet som uppskattningsvis klarar 10 l/s. Den ledningen tar hand om vatten från ett mindre avrinningsområde väster om planområdet. Nodra har ett ledningsnät öster om planområdet som kan ta emot ett ökat flöde på 700 l/s.

För att lösa dagvattenhanteringen har Tyréns tagit fram tre lösningsförslag som till stor del grundar sig på ett lösningsförslag som Nodra har tagit fram i en tidigare rapport.

Det första lösningsförslaget innebär att dagvattnet samlas i en dagvattendamm placerad i östra delen mitt i planområdet. Utloppsdammen är utformad för att klara av ett 20-årsregn. Vid extremregn som 100-åres regn så leds överskottsvattnet via ett dike till södra delen av planområdet där det ska magasineras och sakta flöda ut i det dagvattennätet som ägs av samhällsbyggnadskontoret.
En del av dagvattnet norr om utloppsdammen kommer fördröjs med ett kassettmagasin. Kassettmagasinet är också dimensionerad för att klara av ett 20-årsregn.

Den andra lösningen så ersätts kassettmagasinet med en till dagvattendamm. Fördelen med att ha en dagvattendamm istället för ett kassettmagasin är att det blir billigare att anlägga och kräver mindre underhåll. Fördelen med kassettmagasinet är att mindre yta behövs. Reningseffekten för de båda lösningarna är likvärdiga och bidrar till att de flesta ämnen inte ökar i mängd jämfört med innan exploatering. Några ämnen kommer att finnas i ökad mängd i dagvattnet.

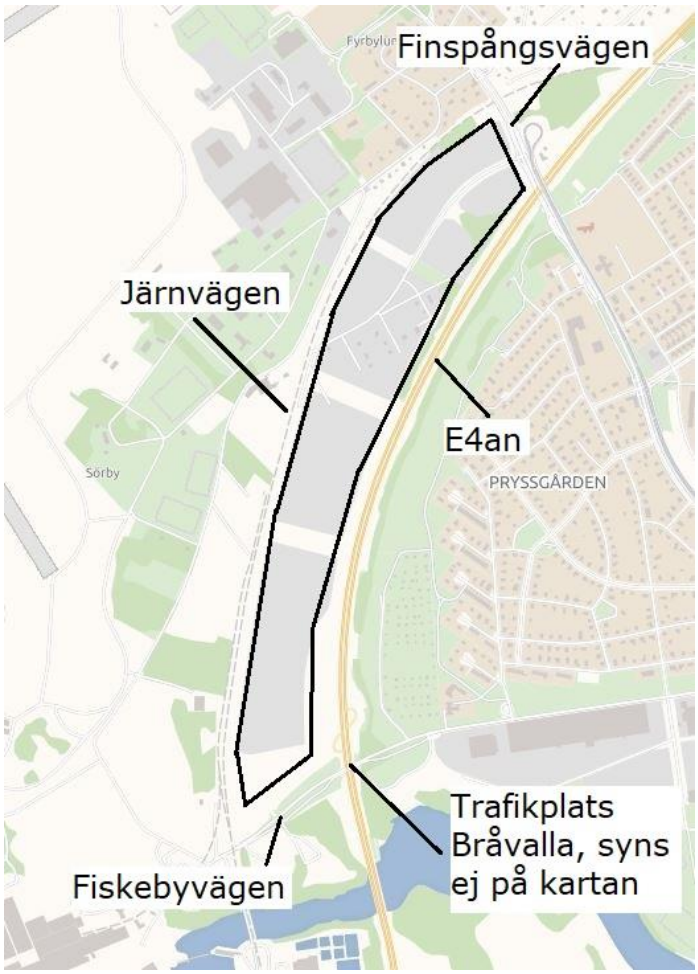
För att få ner mängden av de ämnena som beräknas öka så har lösningsförslag tre tagits fram. Lösningsförslaget utgår från lösningsförslag två men efter utloppsdammen så får vattnet rinna genom ett biofilter innan det lämnar planområdet. Med denna reningsåtgärd så är det endast mängden kvicksilver som beräknas öka. Nackdelen med detta förslag är biofiltret kräver en stor yta och det är dyrt att anlägga.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING 3
1 BAKGRUND OCH SYFTE 5
1.1 UPPDRAG 5
2 FÖRUTSÄTTNINGAR 6
2.1 STYRANDE DOKUMENT 6
2.2 UNDERLAG OCH KÄLLOR 6
2.3 KOORDINAT OCH HÖJDSYSTEM 7
2.4 DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR 7
3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN 7
3.1 BEKSRIVNING AV OMRÅDET 7
3.2 NOTERINGAR VID PLATSBESÖK 7
3.3 TOPOGRAFI OCH HYDROLIGI 8
3.4 RECIPIENTER OCH MILJÖKVALITETSNORMER 9
3.5 NATUR- OCH KULTURINTRESSEN 10
3.6 GEOLOGI, GEOTEKNIK OCH GEOHYDROLOGI 10
3.7 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG 11
3.8 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING 12
4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN 14
4.1 PLANOMRÅDETS FÖRESLAGNA UTFORMNING 14
4.2 FLÖDEN 14
4.2.1 FLÖDEN INNAN EXPLOATERING 15
4.2.2 FLÖDEN EFTER EXPLOATERING 16
4.3 FÖRORENINGSBELASTNING 18
5 FRAMTIDA UTFORMNING 20
5.1 UNDERLAG FÖR VAL AV DAGVATTENLÖSNING 20
5.2 DAGVATTENHANTERING FÖR MINDRE REGN 20
5.3 DAGVATTENHANTERING FÖR STORA OCH EXTREMA REGN 21
5.3.1 KASSETTMAGASIN 22
5.3.2 UTLOPPSDAMMEN 23
5.3.3 HANTERING AV 100-ÅRSREGN 27
5.4 RENING AV DAGVATTEN 30
6 ANSVAR OCH KOSTNADER 37
7 DISKUSSION AV FÖRESLAGNA LÖSNINGAR OCH ANTAGANDEN 37
8 SLUTSATSER 38

1 BAKGRUND OCH SYFTE

Det finns en stor efterfrågan på verksamhetsmark i Norrköping där deras samhällsplaneringsnämnd har satt upp ett mål att det alltid ska finnas lediga detaljplanelagda verksamhetsområden på minst 50 hektar. En femårsplan har tagits fram för att kunna nå de politiska målen, ett av dessa områden är kvarteret Sparrisen (figur 1).



Figur 1: Preliminära avgränsningar av detaljplaneområdet för Kvarteret Sparrisen. En nybyggd trafikplats i sydöstra delen är inte med i kartan. Bildkälla: Nodras Dagvatten-PM 2021-02-17.

1.1 UPPDRAG

I samband med detaljplanearbetet har Tyréns fått i uppdrag av Norrköping kommun att ta fram en dagvattenutredning inom planområdet för kvarteret Sparrisen. Nodra har tagit fram ett Dagvatten-PM som kommer användas som grund för denna utredning. Uppdraget omfattar storskalig dagvattenlösning för hela Kv Sparrisen med beskrivning av ytor som är lämpliga och behöver avsättas för dagvattenhantering.

Utredningen omfattar:

- Beräkna flöden före och efter förändrad markanvändning.
- Utreda avrinningsområde till åkerdiket och bedöma och beräkna om dagvatten tillförs planområdet utifrån via diket, samt ta höjd för detta i den planerade dagvattenanläggningen.
- Beräkna föroreningsinnehåll före och efter förändrad markanvändning.
- Beskriv nödvändig storlek i area och volym för föreslagna dagvattenanläggningar för stora och extrema regn.
- Beräkna reningseffekt för de förslagna åtgärderna.
- Komplettera vid behov principlösningen med förslag på andra eller ytterligare åtgärder för hantering av stora eller extrema regn.
- Beskriva hur detaljplanen påverkar MKN för Motala ström.

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 STYRANDE DOKUMENT

De styrande dokument som använts i utredningen listas nedan:

- Avledning av dag-, drän och spillvatten P110, Svenskt Vatten december 2019
- Hållbar dag- och dränvattenhantering, Råd vid planering och utformning. P105 Svenskt Vatten, augusti 2011
- Riktlinje för hållbar dagvattenhantering 2019-04-03
- Teknisk handbok- dagvatten, Norrköpings kommun, 2019

2.2 UNDERLAG OCH KÄLLOR

Följande underlag har använts i utredningen:

- Dagvatten-PM, Detaljplan Del av Pryssgården 1:1 – Kv. Sparrisen i Norrköpings kommun. Nodra, daterat 2021-02-17.
- Relationshandlingar Trafikplats Bråvalla, daterat 2021-02-22
- SGU:s jordartskarta, daterat 2021-04-26
- VISS, vatteninformationssystem, Sverige. Motala Ström (Glan-Bråviken). daterat 2021-04-28
- Ledningar från ledningskollen, inkommit 2021-04-26 – 2021-04-29
- Fornlämningar från Riksantikvarieämbetet, daterat 2021-04-26
- Höjddata/topografi från Norrköpings kommun, inkommit 2021-04-29
- Plankarta Sparrisen i dwg-format, inkommit 2021-04-29
- Statens geotekniska institut, EBH-kartan daterat 2021-05-03.
- Blecken, G & Larm, T, *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Rapport Nr 2019-20. Svenskt vatten https://www.svensktvatten.se/contentassets/c8abaf832f154888aa018c23752bf5a9/svu-920.pdf
- Säving, Nils, 2018. Rening av PFOS från lakvattten på Tveta avfallsanläggning. https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1270983/FULLTEXT01.pdf
- Geodataportalen, Länsstyrelsen. https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/simple/?appid=3268b15a99a34a1bbc4182ae661bae87
- Tunsu, C & Wickman, B, 2018. *Så kan vatten renas från kvicksilver*. Pressmeddelande Chalmers https://www.mynewsdesk.com/se/chalmers/pressreleases/saa-kan-vatten-renas-fraan-kvicksilver-2800670

2.3 KOORDINAT OCH HÖJDSYSTEM

Koordinatsystemet som använts är SWEREF 99 16 30 och höjdsystemet är RH2000.

2.4 DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

De dimensioneringsförutsättningar som använts i beräkningarna beskrivs i figur 2

Dimensionering kvartersmark – mindre regn.	Omhändertagning lokalt: *10 millimeter. Detta tillgodoräknas inte vid dimensionering av anläggningar för stora regn.*
Dimensionering dagvattenanläggning –stora regn.	Återkomsttid: *20-årsregn. Nodra ansvarar för åtgärder för hantering av stora regn.*
Dimensionering kontrollerad översvämning – extrema regn.	Återkomsttid: *100-årsregn. SHBK ansvarar för åtgärder för hantering av extrema regn.*
Dimensionerande flöde	Metod för beräkning: *Rationella metoden*
Dimensionerande årsnederbörd för reningsanläggningar	Korrigerad årsnederbörd: *620 millimeter.*
Klimatanpassning nederbörd	Klimatfaktor: *1,25*
Exploateringsgrad	Planerad exploateringsgrad 60% (15% grönytor, 85% industri) resterande 40% (75% hårdgjort, 25% grönytor)
Närliggande ledningsnät	Öster om motorvägen har Nodra ett ledningsnät som bör kunna ta emot ett flöde om 700 l/s från planområdet. Samhällsbyggnadskontoret har en dagvattenledning i södra delen av planområdet.

Figur 2: Dimensioneringsförutsättningar.

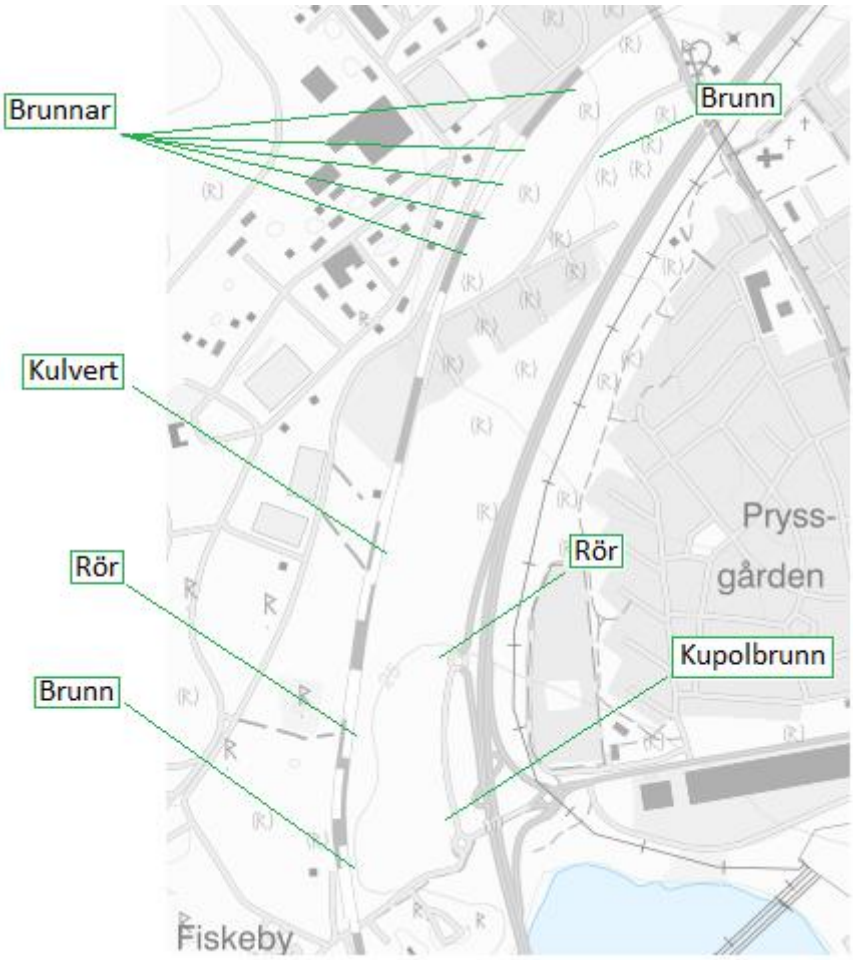
3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

3.1 BEKSRIVNING AV OMRÅDET

Det preliminära planområdet har motorvägen E4:an till öster, Fiskebyvägen avgränsar området söderut, järnvägen Östra stambanan avgränsar västra sidan och slutligen avgränsas planområdet norrut av Finspångvägen (figur 1). Totalt är planområdet cirka 40 hektar. I den sydöstra delen av planområdet byggdes nyligen en trafikplats som kopplar samman E4:an med Fiskebyvägen. Ett dike delar planområdet på mitten. I övre mitten av planområdet finns det ett villasamhälle med vägar och byggnader.

3.2 NOTERINGAR VID PLATSBESÖK

Det gjordes ett platsbesök på området där brunnar, trumma och en kulvert observerades vid järnvägen (figur 3). Röret och kulverten vid järnvägen leder in vatten från västra sidan av planområdet. Vattnet från röret följer diket längs järnvägen till en brunn i sydvästra delen av området. Dagvattnet från kulverten följer diket längs järnvägen, via diket som delar området på mitten och fram till utloppet vid trafikplatsen.
5 rensbrunnar observerades längs diket i norra delen av järnvägen.
Den största delen av planområdet består av åkermark. Dikena är delvis bevuxna med lövträd och buskar. I övre mitten av planområdet finns det en del byggnader, träd, grus och asfaltsvägar, men mestadels gräsytor.



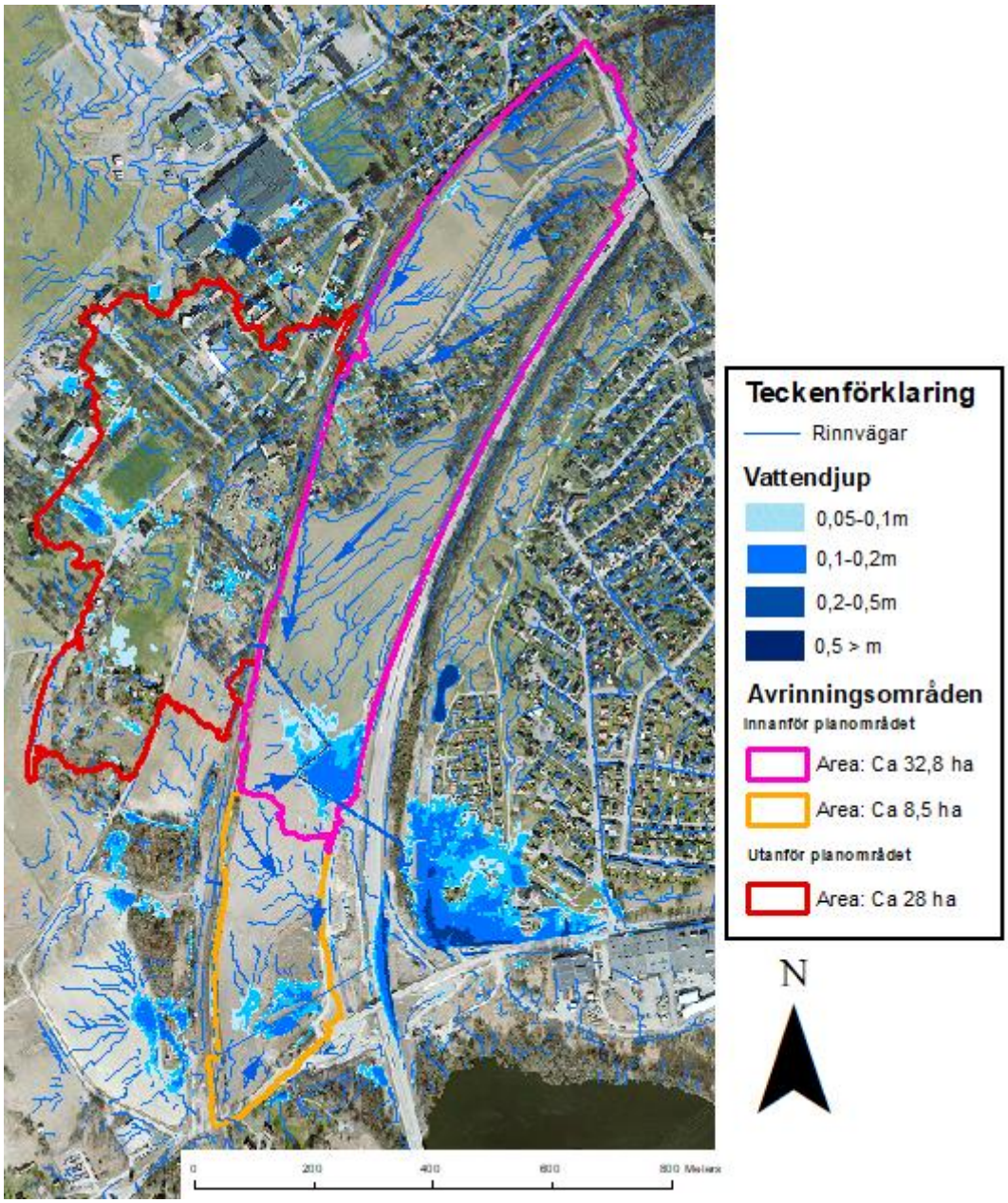
Figur 3: Figuren visar observationer från platsbesöket.

3.3 TOPOGRAFI OCH HYDROLIGI

Marken innanför planområdet har en huvudsaklig lutning åt söder men också en varierande ost-västlig lutning. Lutningen är relativt kraftig i de norra delarna medans den södra delen flackar ut mer. I de norra delarna lutar marken åt sydväst mot Östra Stambanan men sedan ändrar lutningen riktning och lutar åt sydost mot motorvägen. En ny trafikplats har byggts i södra delen av planområdet. Ny höjddata på trafikplatsen har använts i programmet Scalgo för att undersöka avrinningsområden, rinnvägar och vilka områden som har störst risk för att bli översvämmade. Brunnar, trummor och kulvert som observerades under platsbesöket lades in i höjddatan. Från avrinningsanalysen i Scalgo så togs 3 avrinningsområden fram, 2 som ligger innanför planområdet och 1 som ligger väster om järnvägen men bidrar med vatten via en kulvert under järnvägen.

Ett antagande som görs när programmet Scalgo används är att marken är mättad, vilket innebär att det inte är någon infiltration till grundvattnet. Allt vatten kommer därför följa topografin och samlas i lågpunkter. Ytavrinningsanalysen visar att vattnet i norra delen av planområdet följer diket utmed järnvägen fram till ett annat dike i mitten av området som leder vattnet vidare i riktning mot E4:an. Vid den nybyggda cirkulationsplatsen tillhörande trafikplatsen finns det risk för att vattnet samlas vid stora skyfall. I de lägre plana delarna i sydöstra delen av planområdet finns det också

risk för stående vatten (figur 4). Framöver kommer det avrinningsområde som ligger utanför planområdet benämnas västra avrinningsområdet. De två avrinningsområdena som ligger innanför planområdet kommer benämnas norra respektive södra.



Figur 4: Avrinningsområden för planområdet, vattendjup för ett 20-års regn om ingen infiltration sker.

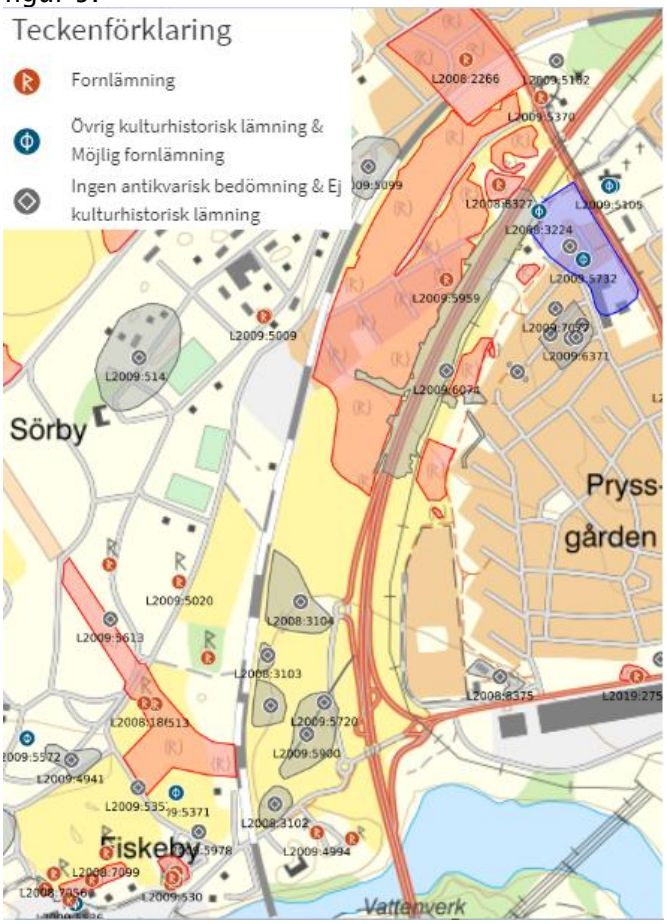
3.4 RECIPIENTER OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Recipienten för området är delsträckan Glan-Bråviken i Motala ström och den uppnår ej god kemisk status och har otillfredsställande ekologisk potential. Den främsta anledningen till att den kemiska statusen klassas som ej god är att vattendraget är påverkat av PFOS. PFOS hör till gruppen PFAS (perfluorerade alkylsyror). PFAS eller högfluorerade ämnen är ett samlingsnamn för organiska ämnen med en kolkedja med

väteatomer som delvis eller helt är utbytbara mot fluoratomer. PFOS är för närvarande det värsta man känner till. Faktorerna som påverkar de höga PFOS halterna är flera stycken, både vattenkraftsstationer och fördämningar längs denna sträcka, men även närliggande urban markanvändning och transporter har påverkar recipienten med PFOS (Nodra 2021, VISS 2021). År 2027 har man satt upp ett mål att vattendraget mellan Glan-Bråviken ska nå målen god kemisk status och god ekologisk potential. PFOS, bromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilver är undantags ämnen från dessa mål. PFOS ska renas på sikt till bättre nivåer. PBDE och kvicksilverhalterna bedöms vara tekniskt omöjliga att sänka till en nivå för god kemisk ytvattenstatus eftersom de ofta är långväga luftburna (Viss, 2021).

3.5 NATUR- OCH KULTURINTRESSEN

Det pågår arkeologiska slutundersökningar i norra delen av planområdet och det bedöms finnas betydande mängder fornlämningar. Även i de södra delarna finns det fornlämningar där en slutundersökning redan har gjorts. Se fornlämningarna nedan i figur 5.

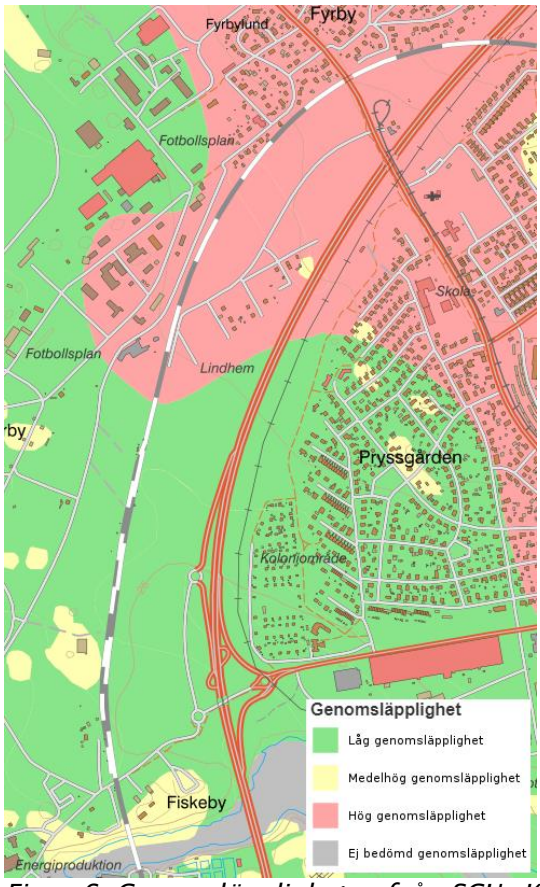


Figur 5. Fornlämningar i planområdet. Bildkälla: Riksantikvarieämbetet, fornsök

3.6 GEOLOGI, GEOTEKNIK OCH GEOHYDROLOGI

Enligt SGU:s jordartskarta och dagvatten-PM från Nodra så innehåller den norra delen av planområdet postglacial sand. Uppgifterna om djupet är osäkra då det finns ett uppskattat jorddjup på 5-10 m och samtidigt förekommer berg i dagen intill villorna

som ligger innanför planområdet. Den norra delen bedöms därför ha hög infiltrationsförmåga.
Den södra delen av området innehåller mer silt och lera och därför har marken en lägre genomsläpplighet (figur 6). Jorddjupet är även här osäkert då det finns uppskattningar på ett jorddjup runt 10–20 meter samtidigt som det finns observationer på att det finns berg 1 meter under marken (Nodra 2021). Den norra delen av planområdet bedöms ha en viktig roll i grundvattenbildningen.

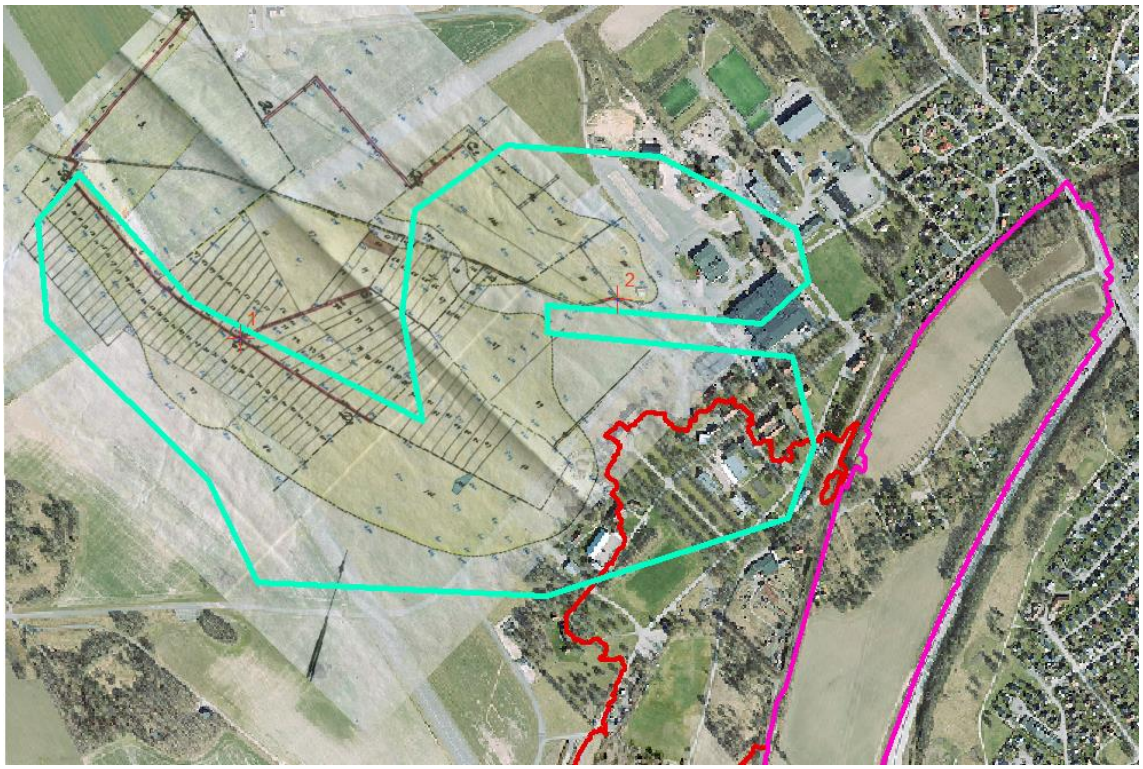


Figur 6: Genomsläppligheten från SGUs Kartvisare.

3.7 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Det finns inga markavvattningsföretag innanför planområdet men väster om järnvägen så finns det tre närliggande markavvattningsföretag. De avser dikning (R-347) och invallning (R-36 och R-1613). Dikningsföretaget ”Knivberg, Leonardsberg, Eneby Kyrkoherdeboställe, Träbrunna, Fyrby df” är från 1921 och enligt akten så leds dagvattnet norrut. Det har tillkommit ett flygfält i området efter att markavvattningsföretaget skapades, vilket har ändrat om markytan.
Ytan som dikningsföretaget täcker ligger enligt länsstyrelsens tolkning delvis innanför det västra avrinningsområdet (bilaga 1). Men läget på dikningsföretagets område från länsstyrelsen är osäkert så därför tolkades den också in från akten. Placeringen hamnar då utanför det västra avrinningsområdet (figur 7).

Invallningsföretagen ”Eneby mosse” (R-36) och ”Eneby if” (R-1623) bedöms inte påverka detaljplanområdet.



Figur 7: Den ljusblåalinjen visar länsstyrelsens tolkning av dikningsföretaget "Knivberg, Leonardsberg, Eneby Kyrkoherdeboställe, Träbrunna, Fyrby df". Bakom den mintgröna linjen ligger en indigitaliserad karta som visar ungefärlig placering av markavvattningsföretaget enligt akten.

3.8 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

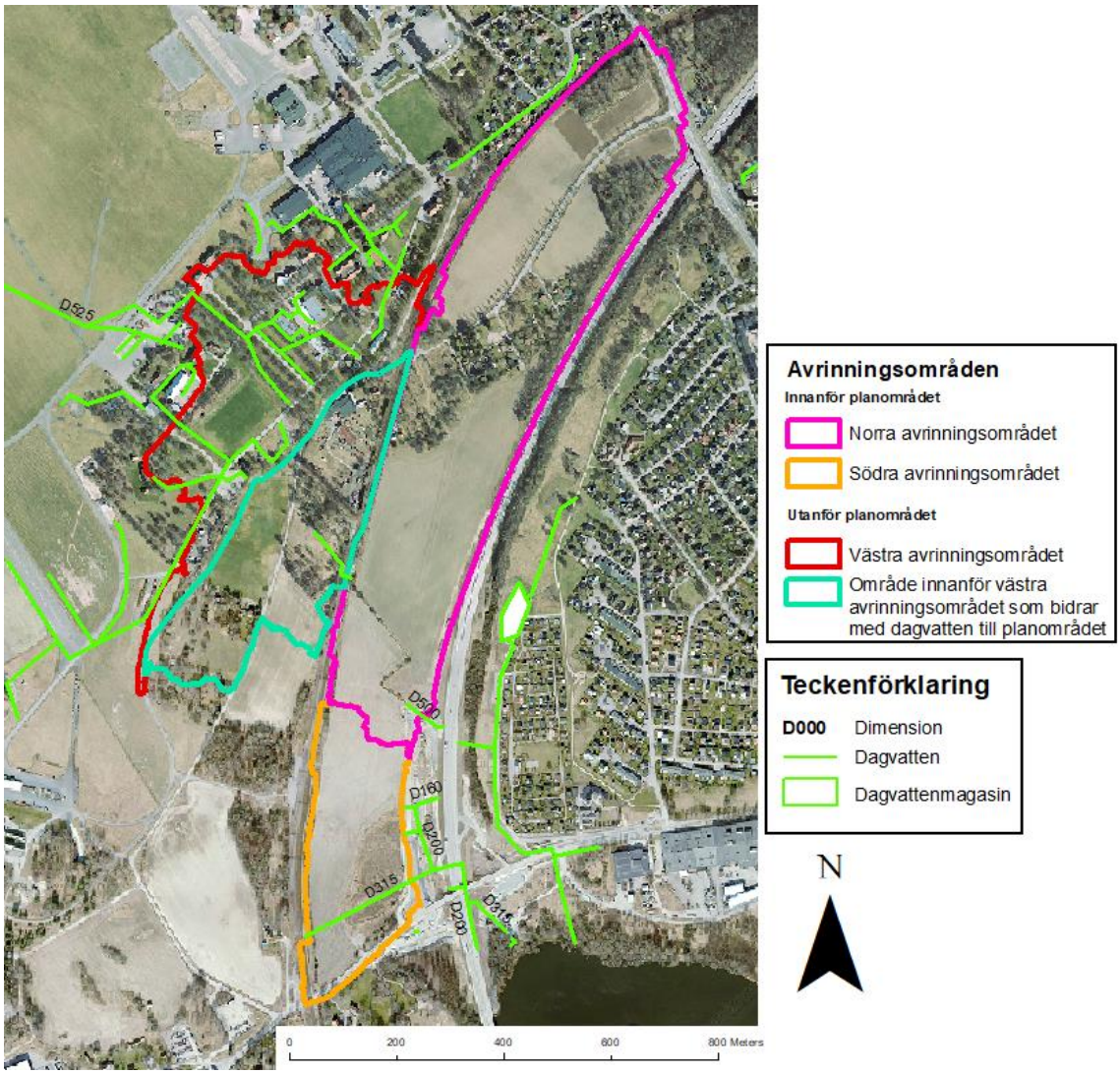
Idag finns det ingen riktigt ordnad dagvattenhantering innanför planområdet. De befintliga bostäderna inom planområdet löser sannolikt dagvattenhanteringen inom den egna fastigheten (Nodra, 2021).

Det finns minst två ställen där vatten från den västra sidan järnvägen kan ta sig igenom och in till planområdet, via kulverten och västra röret från figur 3. Dagvattnet via kulverten hamnar via diken tillslut vid den norra nybyggda cirkulationsplatsen och lämnar området via en trumma som går under E4:an. Nodra har ett ledningsnät öster om E:4an som enligt en modellering för ledningsnätet bedöms ha kapacitet på att kunna ta emot 700 l/s. Idag finns det inga dagvattenledningar som klarar av att avleda sådana flöden till Nodras ledningsnät (Nodra, 2021).

Dagvattnet via järnvägstrumman kommer inte att komma in till planområdet då det följer diket längs rälsen fram till brunnen i sydvästra delen av planområdet. Dagvattnet leds sen vidare till en kupolbrunn vid trafikplatsen och sedan under E4:an och ut från planområdet. Dagvattenledningarna i södra delen av området ägs av samhällsbyggnadskontoret (SHBK) och är inte anslutet till Nodras ledningsnät.

Det finns dagvattenledningar väster om järnvägen som leder undan delar av dagvattnet som hamnar innanför västra avrinningsområdet. Området innanför det västra

avrinningsområdet som ligger närmast järnvägen bedöms rinna in till planområdet under järnvägen (figur 8).



Figur 8: Dagvattenledningar i anslutning till kvarteret Sparrisen. Dagvattennätet i figuren är inte är fullständigt.

4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

4.1 PLANOMRÅDETS FÖRESLAGNA UTFORMNING

Enligt uppgifter från Norrköping kommun ska planområdet exploateras med 60% exploateringsgrad varav 85% blir industrimark och 15% består av grönytor. Resterande 40% är allmän mark varav 75 % hårdgjorda ytor och 25% är grönytor. Det exploaterade området ska bestå av industrimark. Den industri som i största utsträckning är planerad i området är av sådan typ att de inte bedöms påverka området med så mycket föroreningar. Det planeras en fastighet avsedd för drivmedels försäljning på cirka 1 ha vilket har en högre sannolikhet att sprida föroreningar än planerad omkringliggande industri. Den är i skrivande stund planerad i norra avrinningsområdet.
I södra delen av planområdet planeras en yta att avsättas för huvudgata till Bråvalla, se figur 9.

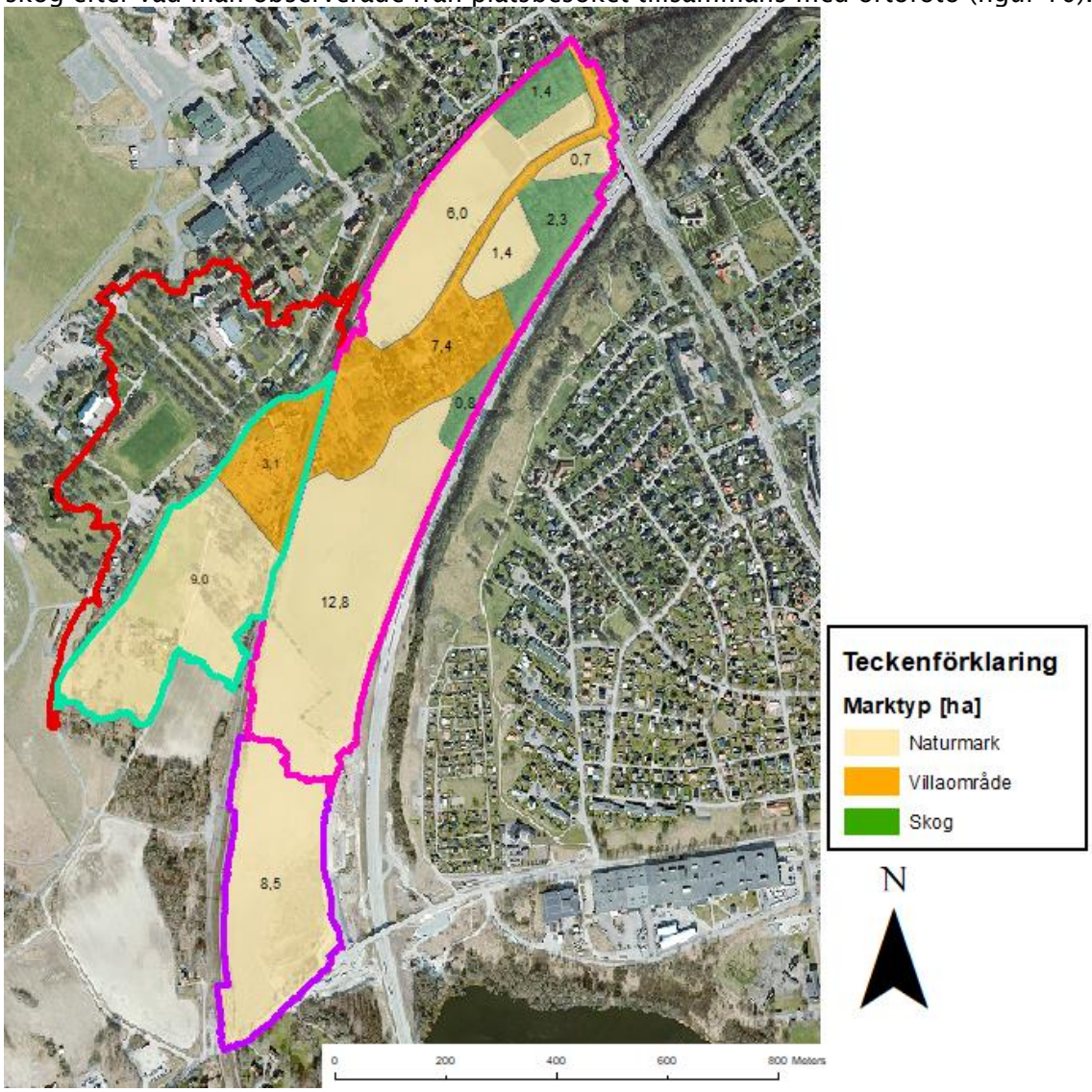
Figur 9: Planerad yta som avsatts för huvudgata till Bråvalla.

4.2 FLÖDEN

Flöden för ett 20- och 100 års regn har beräknats för området både före och efter exploatering med hjälp av rationella metoden och Dahlströms ekvation. Uppgifterna i figur 2 har använts i beräkningarna. Marktyper, avrinningskoefficienter och rinntid räknas fram för att sen kunna ta fram flödet och magasineringen.
Området väster om planområdet som inte leder bort dagvattnet inkluderas eftersom den beräknas bidrar med ytavrinning in till planområdet.

4.2.1 FLÖDEN INNAN EXPLOATERING

Marktyperna för de olika områdena delas in i klasserna naturmark, villaområde och skog efter vad man observerade från platsbesöket tillsammans med ortofoto (figur 10).



Figur 10. Här visas avrinningsområdena indelade i marktyper innan exploatering. Arean för varje område visas i hektar.

Marktyperna används för att beräkna flöden och kommer användas i StormTac för att beräkna föroreningar, en sammanfattning av ytorna i figur 9 med tillhörande avrinningskoefficienter syns i tabell 1. Markvärdena i StormTac är baserade på flödesproportionell provtagning och flödesmätning i nedströmspunkter i olika avrinningsområden.

Tabell 1. Marktyp med tillhörande avrinningskoefficient innan exploatering.

Avrinningsområde	Naturmark [ha] Φ=0,1	Villaområde [ha] Φ=0,25	Skog [ha] Φ=0,15
Norra	20,9	7,4	4,5
Södra	8,5	-	-
Västra	9	3,1	-

Rinntiden för det norra avrinningsområdet beräknades genom att anta att den längsta vägen går från den nordligaste delen via dikena längs järnvägen och sen följer väst-östliga diket till trumman vid trafikplatsrondellen. Vattnets transportsträcka uppskattas till 1500m. Enligt Svenskt Vatten P110 rinner vatten med en hastighet på 0,5 m/s i dike. Detta ger en rinntid på 50 minuter. Kapaciteten på ledningen som leder ut dagvattnet från norra avrinningsområdet uppskattas till cirka 550 l/s, beräkningarna hittas i bilaga 2.

Det norra avrinningsområdet får också vatten ifrån det västra avrinningsområdet där det inte finns dagvattenledningar (figur 9). Längsta rinnvägen uppskattas till 500m innan vattnet passerar kulverten och rinner in i planområdet. Det antas att vattnet flödar mestadels i dikena längs vägarna i området med 0,5 m/s. Detta ger en rinntid på cirka 15 minuter. Flödeskapaciteten i kulverten uppskattas till cirka 1000 l/s, beräkningar hittas i bilaga 3.

För den södra delen uppskattas den längsta rinnvägen gå från nordvästra hörnet diagonalt ner till mitten av den östra sidan för att sedan fortsätta söderut och samlas i de södra delarna. Sträckan blir ungefär 400 m och går mestadels över flack naturmark vilket enligt P110 har en hastighet på 0,1 m/s. Detta ger en rinntid på cirka 60 minuter. Utflödet till SHBKs nät uppskattas vara 10 l/s.

Tabell 2 visar flödet i de olika avrinningsområdena och beräkningarna hittas i bilaga 4.

Tabell 2. Visar flöden i de olika avrinningsområdena innan exploatering.

Område	Rinntid [min]	Q_{20} [l/s]	Q_{100} [l/s]
Norra avrinningsområdet	50	640	1090
Södra avrinningsområdet	60	80	130
Västra området utan dagvattenhantering	15	380	650

4.2.2 FLÖDEN EFTER EXPLOATERING

Efter exploateringen består planområdet av cirka 50% industri, 20% grönyta och 30% hårdgjord yta. Denna procentuella uppdelning antas vara lika över hela området så samma indelning sker på både norra och södra avrinningsområdet förutom att ytan för drivmedelsstationen planeras i norra avrinningsområdet. Eftersom den exploaterade marken ska bli ett industriområde så har ett standardvärde använts för industri. Den planerade drivmedelsstationen bedöms ha en större påverkan än övrig industri så därför får den en egen klassning. Avrinningskoefficienterna innanför planområdet efter exploateringen syns nedan i tabell 3.

Västra området antas vara densamma som tidigare.

Tabell 3. Marktyp med tillhörande avrinningskoefficient efter exploatering. De är hämtade från StormTac.

Avrinningsområde	Industri [ha] Φ=0,5	Drivmedelstation [ha] Φ=0,8	Grönyta [ha] Φ=0,1	Hårdgjord yta [ha] Φ=0,8
Norra	15,7	1	6,2	9,8
Södra	4,3	-	1,6	2,5

Den största delen av avrinningen kommer ske på hårdgjorda ytor vilket har en hastighet på 0,5 m/s (rännsten Svenskt Vatten P110). Sträckan uppskattas till 1500m vilket ger en rinntid på 50 minuter. Rinntiden för det södra området blir snabbare än innan exploateringen. Sträckan på 400m antas vara densamma men istället för att bara rinna på mark så består sträckan av 80 % hårdgjord yta (rännsten 0,5 m/s) och 20% av grönyta (mark 0,1 m/s) (Svenskt vatten P110). Detta ger en rinntid på cirka 25 minuter. En klimatfaktor på 1,25 enligt figur 2 har tagits med i beräkningarna.
Flödet efter exploatering ses i tabell 4 och beräkningar hittas i bilaga 5.

Tabell 4. Visar flöden i de olika avrinningsområdena efter exploatering.

Område	Rinntid [min]	Q_{20} [l/s]	Q_{100} [l/s]
Norra avrinningsområdet	50	2400	4070
Södra avrinningsområdet	25	900	1530
Västra området utan dagvattenhantering	15	480	810

Magasineringen innan och efter exploateringen har beräknats (bilaga 4-5). Eftersom södra avrinningsområdet har ett väldigt lågt utflöde så kommer vattenvolymen att öka under en väldigt lång tid med de ekvationer som använts. Efter 48 timmar så ökar mängden vatten fortfarande. Vattenflöden till södra avrinningsområdet bör därför minskas. Magasinvolymerna jämförs i tabell 5.

Tabell 5. Visar magasinvolymen för avrinningsområdena till planområdet.

	Magasinvolym 20-årsregn södra [m³]	Magasinvolym 20-årsregn norra [m³]	Magasinvolym 100-årsregn södra [m³]	Magasinvolym 100-årsregn norra [m³]
Före exploatering	290	930	560	2070
Efter exploatering	4200 (ökar)	6100	6770 (ökar)	12400

Efter exploatering så kommer det bli runt 4-5 gånger mer vattenvolym att hantera. Detta innebär större risker för översvämningar. Fördröjningsåtgärder kommer därför behövas för att minska risken för att kunna hantera dagvattnet.

4.3 FÖRORENINGSBELASTNING

StomTac har använts för att utvärdera mängden föroreningar i planområdet som riskerar att rinna ut med dagvattnet. De markanvändningar och areor som använts ses ovan tabell 1 och 3. Dimensioneringsförutsättningarna i figur 2 har använts i StormTac. Föroreningsberäkningarna bygger på schablonhalter vilket innebär att resultatet ska ses som en uppskattning av verkligheten och inte hur de verkliga förhållandena är. Resultatet av avrinningsanalysen för avrinningsområdena ses i tabell 6-7.

Tabell 6. Föroreningshalter för det norra avrinningsområdet. Riktvärdena är hämtade från Norrköping kommuns riktlinje för hållbar dagvattenhantering. Rödmarkerade värden överstiger värdena innan exploatering.

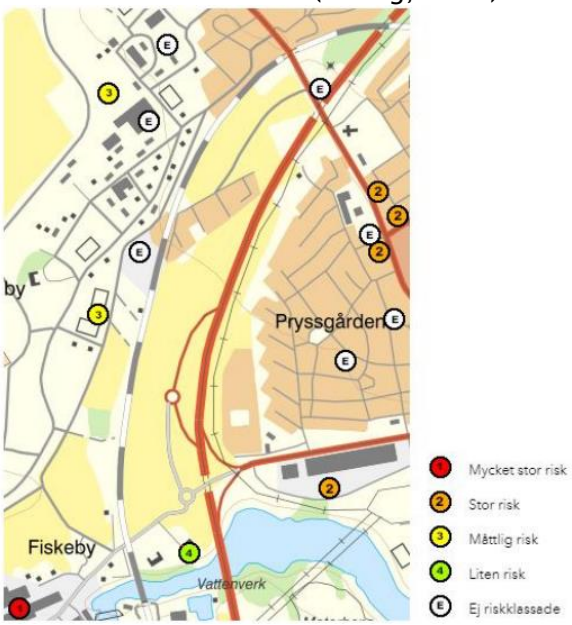
Föroreningar (Riktvärde [µg/l])	Innan exploatering [µg/l]	Innan exploatering [kg/år]	Efter exploatering – ej rening [µg/l]	Efter exploatering – rening [kg/år]
P (175)	100	7,5	160	23
N (2500)	1000	75	1600	230
Pb (10)	4,5	0,33	14	2,0
Cu (30)	11	0,83	26	3,8
Zn (90)	36	2,6	110	16
Cd (0,5)	0,24	0,018	0,72	0,1
Cr (15)	2,9	0,21	7,8	1,1
Ni (30)	2,9	0,21	7,9	1,1
SS (60000)	25000	1800	45000	6500
BaP (0,07)	0,015	0,0011	0,065	0,0094
Hg (0,07)	0,0072	0,00053	0,045	0,0066
PBDE (difenyleter)	0,00016	0,000012	0,00021	0,000031

Tabell 7. Föroreningshalter för det södra avrinningsområdet. Riktvärdena är hämtade från Norrköping kommuns riktlinje för hållbar dagvattenhantering. Rödmarkerade värden överstiger värdena innan exploatering.

Föroreningar (Riktvärde [µg/l])	Innan exploatering [µg/l]	Innan exploatering [kg/år]	Efter exploatering – ej rening [µg/l]	Efter exploatering - ej rening [kg/år]
P (175)	87	1,0	180	5,9
N (2500)	960	12	1700	56
Pb (10)	3,1	0,027	15	0,48
Cu (30)	10	0,12	29	0,97
Zn (90)	24	0,29	130	4,4
Cd (0,5)	0,2	0,0024	0,78	0,026
Cr (15)	2,2	0,027	9,1	0,3
Ni (30)	1,4	0,017	9,3	0,3
SS (60000)	21000	250	50000	1600
BaP (0,07)	0,0049	0,000059	0,077	0,0025
Hg (0,07)	0,0044	0,000053	0,052	0,0017
PBDE (difenyleter)	0,00014	0,0000017	0,00022	0,0000072

Enligt resultatet i StormTac så kommer exploateringen leda till att fler föroreningar kommer ut från området och når recipienten. Reningsåtgärder kommer därför behövas.

Mängden PFOS är inte medräknad i StormTac. Enligt EBH-kartan från statens geotekniska institut så ska det inte finnas några halter av PFOS i området (figur 11). Om det görs en undersökning och PFOS halter hittas så kan man använda reningsmetoder som osmos, jonbytare, pulveriserat aktivt kol, granulerat aktivt kolfilter samt nanofilter (Säving, 2018).



Figur 11: Kvarteret Sparrisen har ingen information om att det finns någon form av föroreningar i området.

5 FRAMTIDA UTFORMNING

5.1 UNDERLAG FÖR VAL AV DAGVATTENLÖSNING

De första 10 mm av ett regn ska enligt Norrköping kommuns riktlinjer i första hand hanteras av fastighetsägaren och omhändertas eller fördröjas nära källan. Genom att öka möjligheten till infiltration, avdunstning och transpiration kan man minimera avledningen av dagvattnet.
Norrköping kommun förespråkar öppna system. Öppna dagvattenanläggningar kan tillföra rekreativa värden och bidra till ökad attraktivitet. De öppna systemen ska vara säkra och anpassade till platsen.
Nodra ska ha ansvar för dagvatten från fastighetsmark och vägar upp till ett 20-årsregn. Vid större regn upp till 100-årsregn ansvarar SHBK för dagvattnet.

5.2 DAGVATTENHANTERING FÖR MINDRE REGN

Det finns många olika alternativ för att lösa den första mängden nederbörd, t.ex. att ha permeabla ytor istället för hårdgjorda ytor. Med permeabla ytor menas ytor där vattnet har möjlighet att infiltrera. Det kan t.ex. vara beläggning med hålsten eller permeabel asfalt. Denna infiltration leder till minskat dagvattenflöde och även till en rening av vattnet (figur 12).

Figur 12 Permeabel yta (Shutterstock, Vladmir Trynkalo)

Växtbäddar kan också användas för att fördröja dagvatten. Buskar, träd och andra växter kan planteras i växtbäddarna. Förutom att fördröja dagvattnet så kan de även bidra till rening och ge estiskt inslag i miljön (figur 13).

Figur 13 Växtbädd (Tyréns, 2020)

Man kan även anlägga gröna tak som innebär att växtlighet planteras på taken som kan ta upp vatten och minska flödena från takytorna. Valet av växter, taklutning och substratdjupet har betydelse i hur effektiv taket är på att reducera avrinning. Man bör vara medveten om att avrinningen från gröna tak i många fall innehåller högre halter av löst organiskt kol, totalt organiskt kol, klorid, kvicksilver, kväve, fosfor och koppar än vad vatten från konventionella tak gör (figur 14).

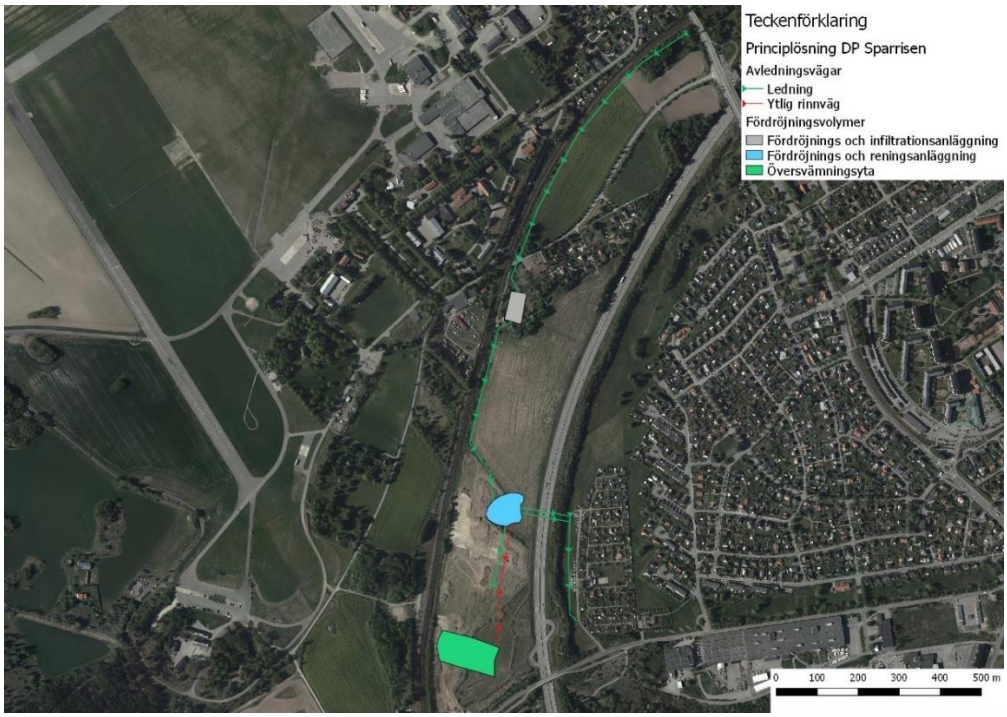
Figur 14: Grönt tak, bildkälla: Stockholm skyline, Matti Shevchenko Sandin.

5.3 DAGVATTENHANTERING FÖR STORA OCH EXTREMA REGN

För att kunna klara av dagvattenhanteringen för det nya exploaterade området så har ett lösningsförslag tagits fram baserat på Nodras dagvatten PM (figur 15).

Föreslaget innebär att dagvatten inom planområdet ska avledas med ledningar som placeras i vägnätet i området. En damm placeras vid cirkulationsplatsen vid norra delen av trafikplatsen för att rena och fördröja dagvattnet. För att kunna leda ut vattnet planeras två rör att tryckas under motorvägen och ansluta till Nodras ledningsnät så nära recipienten som möjligt. Rören har en högsta kapacitet på 700 l/s.
För att minska belastningen till dammen och säkerställa infiltration planeras ett kassettmagasin att placeras vid järnvägen ungefär halvvägs mellan dammen och Finspångvägen.

Eftersom magasineringen i södra delen av planområdet beräknas kunna bli stort och ytan blir begränsad av den planerade huvudgatan till Bråvalla så ska så mycket dagvatten som möjligt ledas till dammen vid cirkulationsplatsen. Dagvattnet ska rinna via ledningar som behöver anpassas till framtida vägdragningar och kvarterstrukturer.



Figur 15: Nodras lösningsförslag. Bildkälla: Nodras dagvatten PM

5.3.1 KASSETTMAGASIN

Kassettmagasinet är tänkt att kunna hantera ett 20-årsregn. Kassettmagasin har en väldigt effektiv filtrering och kan ge en effektiv sedimentering av grövre partiklar uppströms magasinet. Förutom fördröjning så har kassettmagasin också en renande effekt på vattnet om de utformas på rätt sätt så att sedimentation kan ske. Det måste också vara möjligt att kunna tömma magasinet på sediment för att få en fungerande långvarig rening (Svenskt Vatten, 2021). För att underlätta perkolation ner till grundvattnet så har den därför placerats där det bedöms vara sandjord (figur 16). Kassettmagasinet har ett avrinningsområde på cirka 16ha (bilaga 6). Markytan antas vara densamma som för hela exploateringsområdet, dvs 50% industri, 20% grönytor och 40% hårdgjorda ytor.
Dagvattnet är tänkt att ledas i ledningar vilket har en hastighet på 1,5 m/s (Svenskt Vatten P110). Sträckan uppskattas till 800 meter vilket ger en rinntid på cirka 10 minuter. Utflödet antas vara 200 l/s (standardvärde i StormTac). Detta ger ett flöde enligt tabell 8.

Tabell 8. Visar flödet till kassettmagasinet.

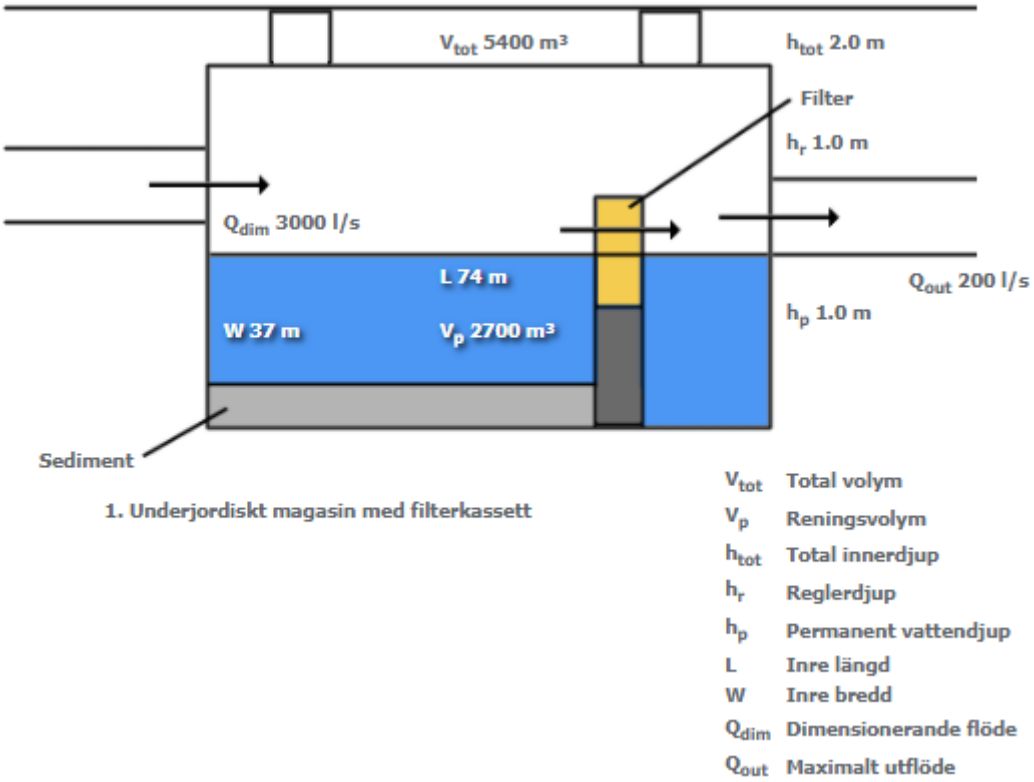
Område	Rinntid [min]	Q_{20} [l/s]	Q_{100} [l/s]
Kassettmagasin	10	3000	5000

Kassettmagasin har en effektiv volym på cirka 95% av totalvolymen. Därför bör man öka fördröjningsvolymen med faktorn 1,05 (Larm & Blecken, 2019). För att rening ska det även finnas volym o kassettmagasinet med stående vatten. Det stående vattendjupet antas vara 1m och arean 2700 m^2 vilket bidrar med en volym på 2700 m^3. Magasineringen i kassettmagasinet syns i tabell 9, beräkningen hittas i bilaga 6.

Tabell 9. Visar magasinvolymen för kassettmagasinet.

	Magasinvolym 20-årsregn [m³]	Magasinvolym 20-årsregn [m³] Faktor 1,05	Magasinvolym 100-årsregn [m³]	Magasinvolym 100-årsregn [m³] Faktor 1,05
Kassettmagasin	2600	2730	5300	5565
Kassettmagasin med rening	5300	5430	-	-

Figur 16 visar storleken på kassettmagasinet.



Figur 16: Dimensioner och längder i kassettmagasinet.

Kassettmagasinet ska kunna klara av att hantera stora mängder vatten. Så stora kassettmagasin är svåra att få tag på. Man får använda sig av flera stycken eller anlägga ett annat typ av magasin som lättare klarar av stora volymer, t.ex. makadammagasin. Olika typer av magasin behöver olika mycket yta beroende på innehåll. T.ex. så behöver ett makadammagasin nästan 3 gånger mer volym än ett kassettmagasin för samma vattenmängd. En damm skulle också kunna anläggas istället för ett kassettmagasin.

5.3.2 UTLOPPSDAMMEN

Hela planområdet är cirka 41ha. Utloppsdammen ska dimensioneras efter ett 20-årsregn så att Nodra får ansvaret för dammen.
Dagvatten från16ha i planområdet uppskattas gå via kassettmagasinet och kommer bidra med ett flöde på 200 l/s till resterande yta på 25 ha (41-16). Västra

avrinningsområdet bidrar fortfarande med dagvatten in till planområdet. Rinntiden för dagvattnet beräknas utifrån att längsta sträckan är från västra avrinningsområdet och fram till dammen. Rinntiden i västra avrinningsområdet har tidigare uppskattats till 15 minuter. När dagvattnet kommer in i planområdet tar det cirka 5 minuter att rinna i ledningar fram till dammen. Totala rinntiden blir därför 20 minuter.

För att minska inflödet av dagvatten till planområdet testas ett lösningsscenario där allt vatten från västra avrinningsområdet leds via en egen ledning genom planområdet och ut till Nodras nät. Sträckan från kassettmagasinet och fram till dammen är cirka 550 m och flödar via ledningar. Detta ger en rinntid på cirka 10 minuter.

Flödet till dammen kan ses i tabell 10, beräkningarna ses i bilaga 7.

Tabell 10. Visar flöden till dammen. Mängden vatten från västra avrinningsområdet är inkluderat i värden för dagvattendammen

Område	Rinntid [min]	Q_{20} [l/s]
Västra avrinningsområdet	15	480
Dagvattendamm med västra området	20 (15 från västra)	3720
Dagvattendamm, utan västra området	10	4910

Nodras nät kan ta emot ett flöde på 700 l/s. I Lösningsscenariot där en ledning dras från västra området över till Nodras ledningar utan att påverka dagvattnet i planområdet så antas ledningen vara dimensionerad till 480 l/s (20-årsregn). Det gör att utflödet av vatten från dammen får ha en kapacitet på 220 l/s.
De erforderliga magasinvolymerna för lösning scenarierna ses i tabell 11, beräkningar syns i bilaga 7

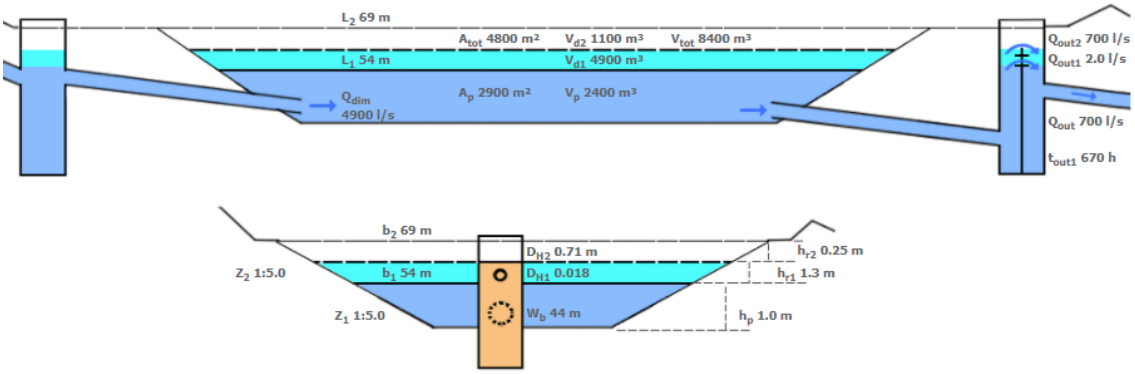
Tabell 11. Visar den magasinvolym som minst krävs för att kunna magasinera dagvatten vid ett 20-årsregn. En volym med permanent vattenyta kommer beräknas och läggas till för att dagvattnet ska kunna renas.

	Magasinvolym 20-årsregn [m³]	Magasinvolym 100-årsregn [m³]
Utloppsdamm med västra omr.	4900	9750
Utloppsdamm utan västra omr.	10000	22600

Magasinvolymen i dammen behöver vara större i scenariot där en ledning med ett flöde på 480 l/s dras från området väster om järnvägen till Nodras ledningsnät. Väljer man att minska ledningens kapacitet från det västra området till 200 l/s så kommer magasinvolymen vid dammen att hamna runt 6000 m³. Dagvattnen skulle dock behöva magasineras på västra sidan av järnvägen för att inte skapa översvämningar. Det bedöms därför vara bättre att låta västra avrinningsområdet få rinna in till planområdet och ingå i det dagvattensystemet.

Idag är det en höjdskillnad på runt 1,30 meter mellan det befintliga utloppet vid norra delen av trafikplatsen och omkringliggande mark. En damm behöver ha slänter. Lutningen på slänterna antas ha förhållandet 1:5. För att dammen ska kunna bidra med rening behövs även en permanent vattenyta med djup på minst 1m för att

möjliggöra sedimentation. För att klara av ett 20-årsregn (4900 m³) behöver dammen inklusive slänter ha volym på runt 7300 m² och uppta en yta på cirka 4800 m² (figur 17).



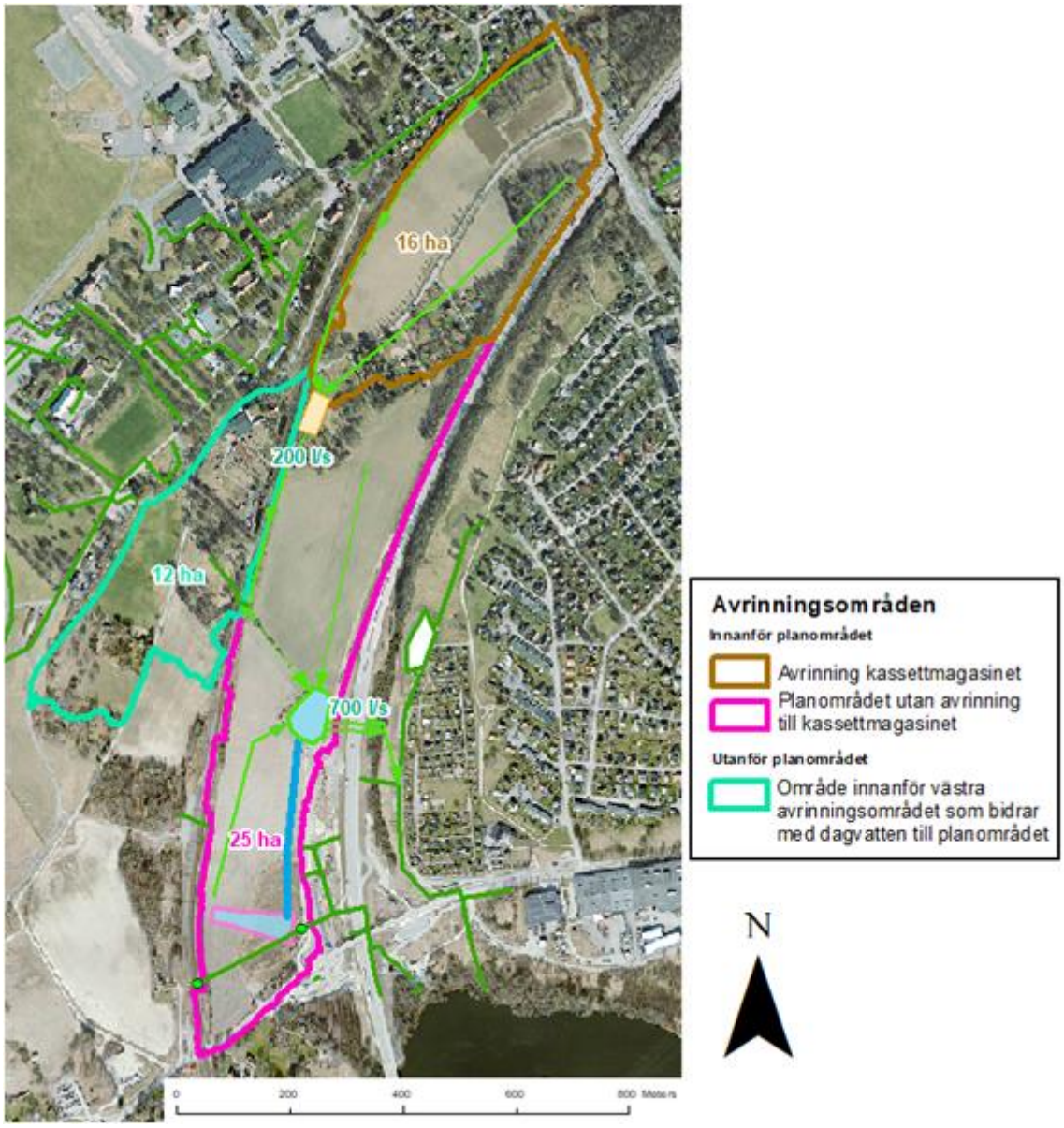
Figur 17: Förslag på utformning till utloppsdammen vid cirkulationsplatsen

En driftväg runt dammen kommer behövas. Driftvägen antas behöva en bredd på 3m och med en omkrets runt dammen på cirka 270m behövs en yta på runt 800m² (Tabell 12)

Tabell 12. Visar magasinvolym, vattenyta och driftvägsyta för dagvattendammen.

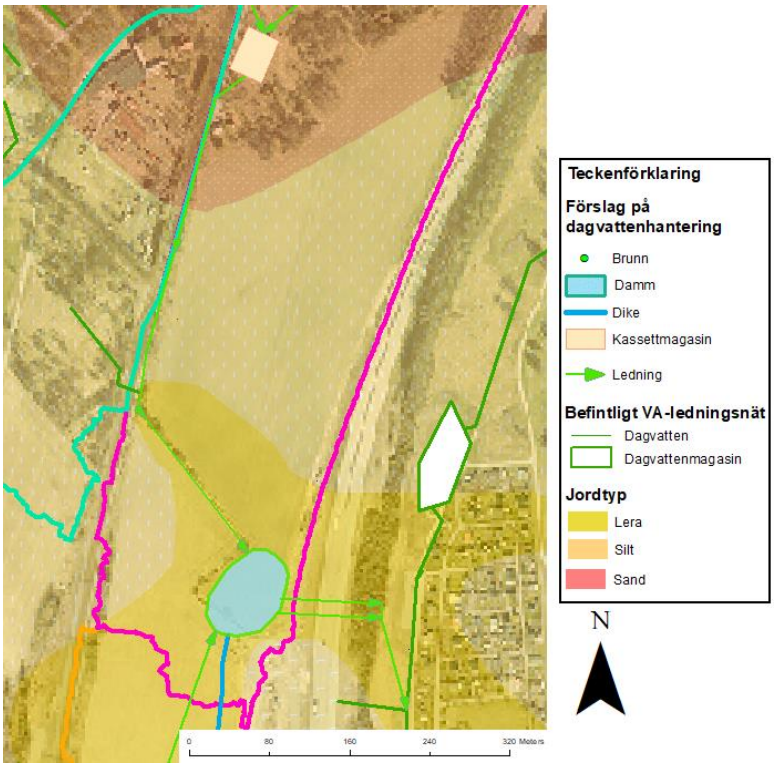
	Dammvolym [m³]	**Dammyta [m²]**	**Driftväg [m²]**
Dammen i norra avrinningsområdet	7300	4800	800

Nedan syns en översiktsbild av hur dagvattenhanteringen kan gå till (Figur 18).



Figur 18: En översiktsbild över dagvattenhanteringen för kvarteret Sparrisen.

För att inte behöva gräva upp motorvägen när ledningarna ska anläggas så ska en schaktfri metod användas. Enligt BAB Rörtryckning AB så kan rörtryckning av självfallsledningar maximalt göras 100m. Jordarten ska vara lösa leror med en skjuvhållfasthet lägre än 20 kPa. Två ledningar föreslås tryckas under motorvägen (Nodra, 2021). Platsen på dammen valdes därför där det enligt SGUs jordartskarta ska finnas lera (figur 19). Det rekommenderas ändå att göra geotekniska undersökningar på platsen först för att undersöka jordarten och lämpligheten att trycka ledningar där. Beroende på förutsättningarna kan olika metoder väljas, det går t.ex. att borra i berg.



Figur 19. Förslag på utloppsdammens placering.

5.3.3 HANTERING AV 100-ÅRSREGN

Vid ett 100-årsregn kommer kassettmagasinet inte klara av att hantera dagvattenmängderna utan en bräddning förbi magasinet får anläggas och överskottsvolymen får ledas runt magasinet. Överskottsvolymen från kassettmagasinet blir skillnaden i volym mellan 20-årsregn och 100-årsregn, dvs 2700m^3 (5300–2600 från tabell 9). Utflödet från kassettmagasinet på 200 l/s tillsammans med den dagvattenmängd som uppstår från den ytan som inte går via kassettmagasinet kommer bidra med 9750m^3 till utloppsdammen (bilaga 7). Överskottsvolymen på 2700m^3 från kassettmagasinets avrinningsområde rinner också till utloppsdammen. Den totala mängden vatten vid utloppsdammen blir därför 9759 + 2700 = 12450m^3

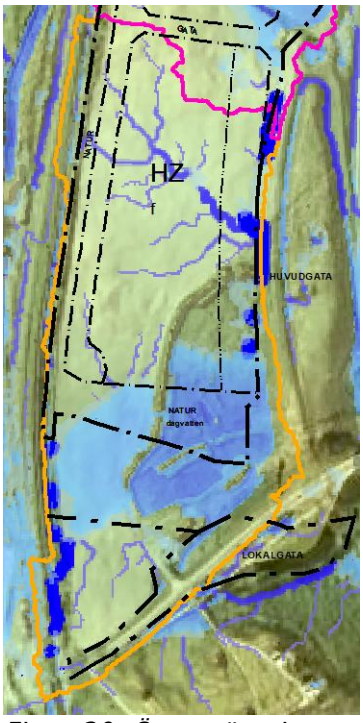
Överskottsvolymen vid utloppsdammen fås fram genom att dra bort utloppsdammens volym på 4900m^3 från total 12450m^3. Den överskottsvolym som uppstår vid dammen vid ett 100-årsregn redovisas i tabell 13.

Tabell 13. Visar magasinvolymen vid 100-årsregn och hur mycket överskott av dagvatten som behöver tas omhand

	Dagvattenvolym vid utloppsdammen [m^3]	**Överskottsdagvatten [m^3]**
Dammen med överskott från kassettmagasin.	12450	7550

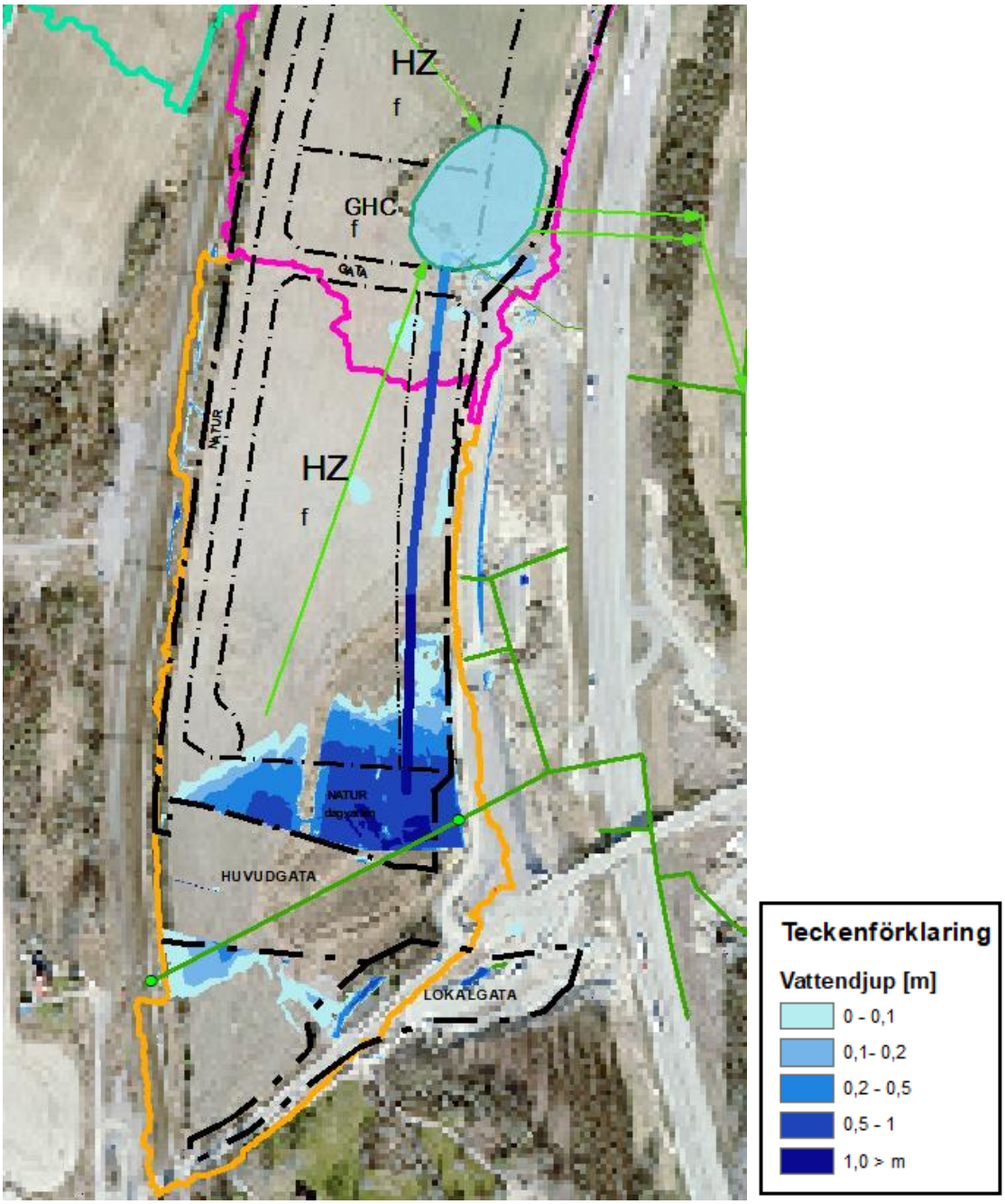
Överskottsvattnet på 7550m^3 ska ledas med ett dike från dagvattendammen till en översvämningsyta i södra delen av detaljplanområdet. Översvämningsytan är placerad mellan planerade industriområdet och den tänkta vägen till Bråvalla.

Översvämningsytan upptar cirka 5000m². Med nuvarande höjder kommer överskottsvatten från ett 100-årsregn att översvämma ytan för den planerade vägen, delar av naturytan och sydöstra hörnet av industriområdet (figur 20).



Figur 20: Översvämningsytor vid ett 100-årsregn för södra planområdet.

Området innanför den planerade ytan där vägen ska byggas antas höja marknivån och därmed få dagvattnet att stanna kvar vid den ytan som är planerad för dagvatten. Marknivån höjs därför med 1 meter i markmodellen innanför området där vägen är planerad. Diket från norra dammen är inlagd in tillsammans med en vattenvolym på 7550 m³. Stora delar av dagvattnet hamnar innanför den detaljplanelagda ytan för dagvattenhantering men sydöstra hörnet av industriområdet riskerar att bli översvämmat. Dagvatten kommer också samlas söder om den planerade vägen (figur 21).



Figur 21: visar ytor som riskerar att svämmas över vid ett 100-årsregn. Detaljplaneytan för huvudgatan har höjts med 1 meter.

För att inte industrimarken ska riskera att översvämmas finns det flera lösningsalternativ som kan tittas närmare på vid projektering.

1. Gräva innanför den planlagda naturytan för att kunna magasinera mer vatten.
2. Sätta upp vallar runt industriområdet för att hindra dagvattnet från att rinna dit.
3. Dagvattnet som samlas söder om vägen kan man leda till SHBKs ledningsnät om det bedöms finnas kapacitet för det.
4. Öka storleken på naturytan i detaljplanen så att områden som riskerar att översvämmas i figur17 ingår i den ytan.
5. Om översvämningsytan är för liten kan en ledning anläggas under Bråvalla vägen för att kunna leda över dagvattnet till den sidan. Marknivån söder om Bråvallavägen är idag högre så grävning behövs för att detta alternativ ska kunna fungera.
6. Placeringen av byggnaderna kan styras så de ligger utanför den yta som riskeras att översvämmas vid ett 100-årsregn (figur 20).

5.4 RENING AV DAGVATTEN

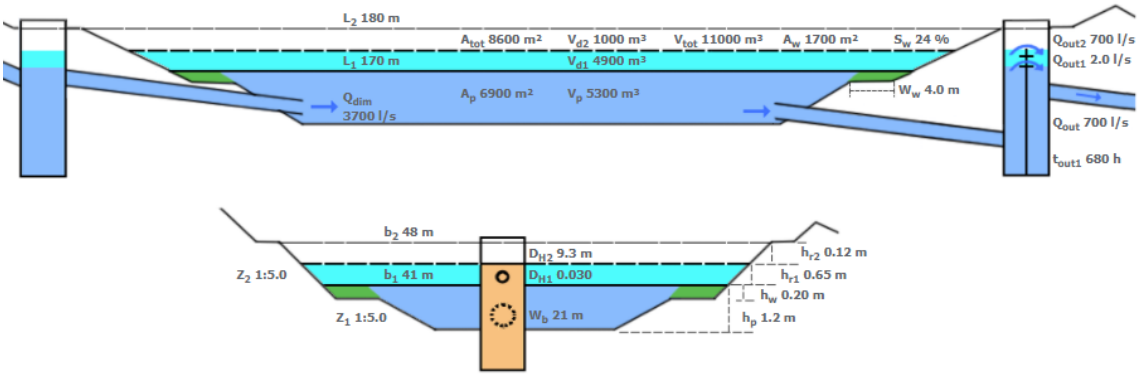
Kassettmagasin är väldigt beroende av underhåll för att kunna bidra med en effektiv rening. Om underhållet inte blir av så kommer reningen att utebli. I det första scenariot testas därför att kassettmagasinet inte tas med i StormTac när reningskapaciteten ska beräknas för att visa hur reningen blir utan underhåll av kassettmagasinet. Utloppsdammen i figur 17 är den enda reningsåtgärd som läggs in i StormTac i första scenariot och resultatet ses i tabell 14.

Tabell 14. Reningsvärden med utloppsdammen med en våtvolym på 4900m³ (figur 16).

Föroreningar (Riktvärde [µg/l])	Innan exploatering [µg/l]	Innan exploatering [kg/år]	Efter exploatering – rening [µg/l]	Efter exploatering – rening [kg/år]
P (175)	130	11	96	17
N (2500)	1100	91	1300	220
Pb (10)	4,3	0,37	6,6	1,2
Cu (30)	11	0,97	15	2,7
Zn (90)	31	2,7	58	10
Cd (0,5)	0,21	0,018	0,44	0,077
Cr (15)	2,4	0,21	3,2	0,57
Ni (30)	2,5	0,1	4,5	0,78
SS (60000)	27000	2300	22000	3900
BaP (0,07)	0,014	0,0012	0,028	0,005
Hg (0,07)	0,0069	0,00083	0,034	0,0059
PBDE (difenyleter)	0,00016	0,000013	0,00012	0,000021

Enligt resultatet i StormTac så kommer dagvattnet få en ökade koncentrationer av ämnen efter exploateringen jämfört med innan. Detta går emot försämringsförbudet enligt miljökvalitetsnormen (MKN). För att höja kvalitén på dagvattnet så testas flera varianter, de mest effektiva lösningarna redovisas nedan. Flera lösningsförslag med sämre reningsresultat hittas i bilaga 8.

För att få en ökad rening i utloppsdammen så får den en mer avlångform, större volym och våtmarkszoner (figur 22).



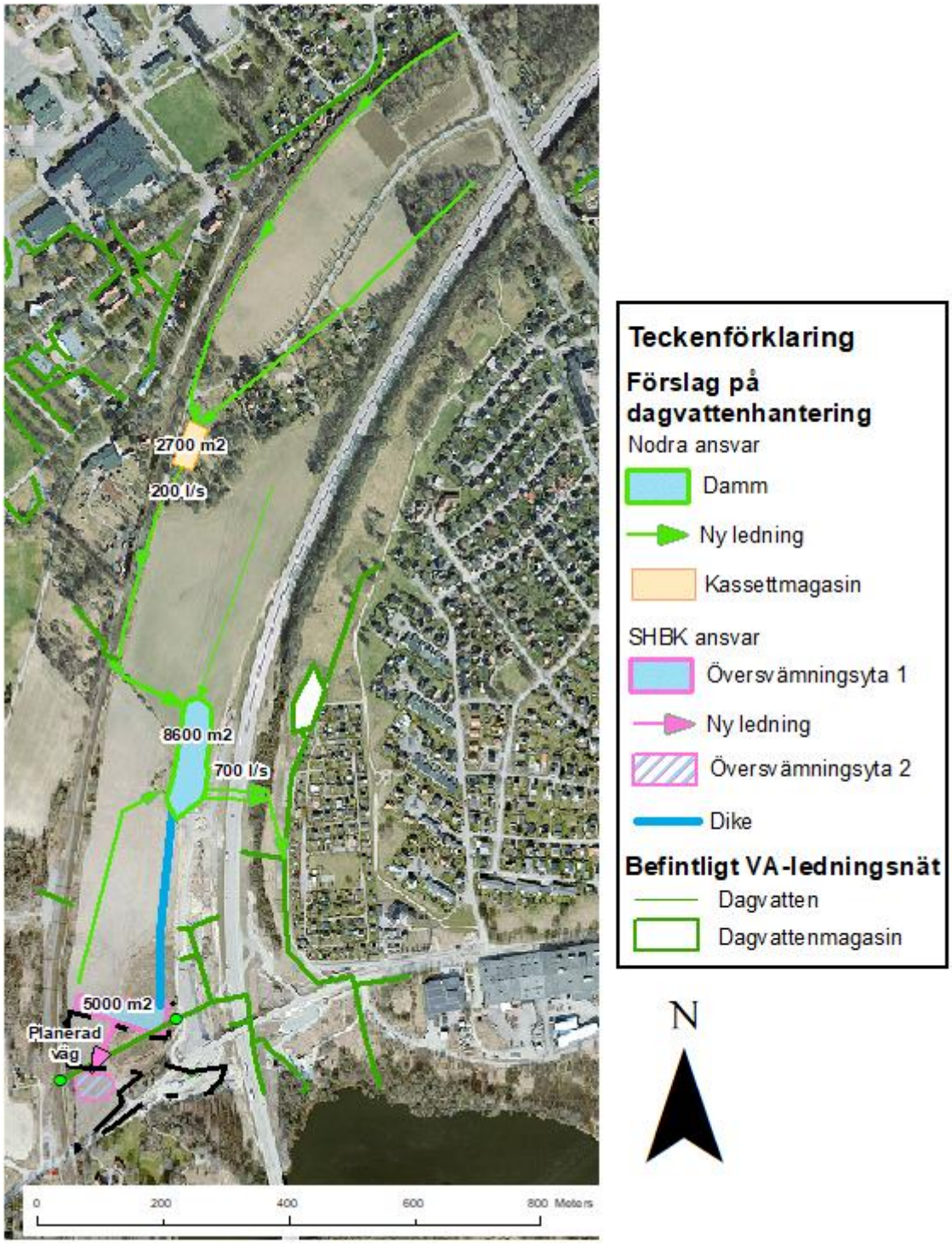
Figur 22: Utformning av utloppsdammen vid cirkulationsplatsen.

Kassettmagasinet bidrar med rening om den underhålls effektivt. Därför testas ett scenario med kassaettmagasinet från figur 16 och dagvattendammen från figur 22. Kassettmagasinet kommer bara bidra med rening för den för den mängd vatten som uppstår vid ett 20-årsregn från de 16 ha som ligger längst norrut i planområdet (figur 18). Utloppsdammen bidrar med rening för allt dagvatten innan det rinner ut från planområdet.

Reningsresultatet ses i tabell 15 och en översikt på dagvattenlösningen ses i figur 23.

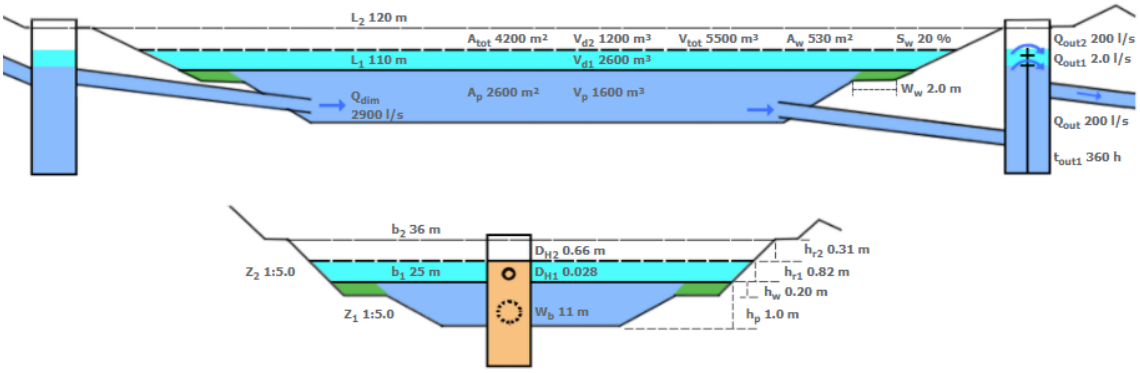
Tabell 15. Med kassettmagasin och utloppsdamm med har area 7200m² och volym 9700 m³.

Föroreningar (Riktvärde [µg/l])	Innan exploatering [µg/l]	Innan exploatering [kg/år]	Efter exploatering – rening [µg/l]	Efter exploatering – rening [kg/år]
P (175)	130	11	38	6,7
N (2500)	1100	91	1000	180
Pb (10)	4,3	0,37	1,5	0,27
Cu (30)	11	0,97	5,5	0,97
Zn (90)	31	2,7	13	2,4
Cd (0,5)	0,21	0,018	0,17	0,030
Cr (15)	2,4	0,21	0,86	0,15
Ni (30)	2,5	0,1	1,5	0,27
SS (60000)	27000	2300	5500	970
BaP (0,07)	0,014	0,0012	0,000066	0,0012
Hg (0,07)	0,0069	0,00083	0,018	0,0031
PBDE (difenyleter)	0,00016	0,000013	0,000066	0,000012



Figur 23: Lösningsförslag med 2 dammar som fördröjer och renar dagvattnet upp till 20-årsregn. Översvämningsytorna är tänkta att magasinera större nederbördsmängder.

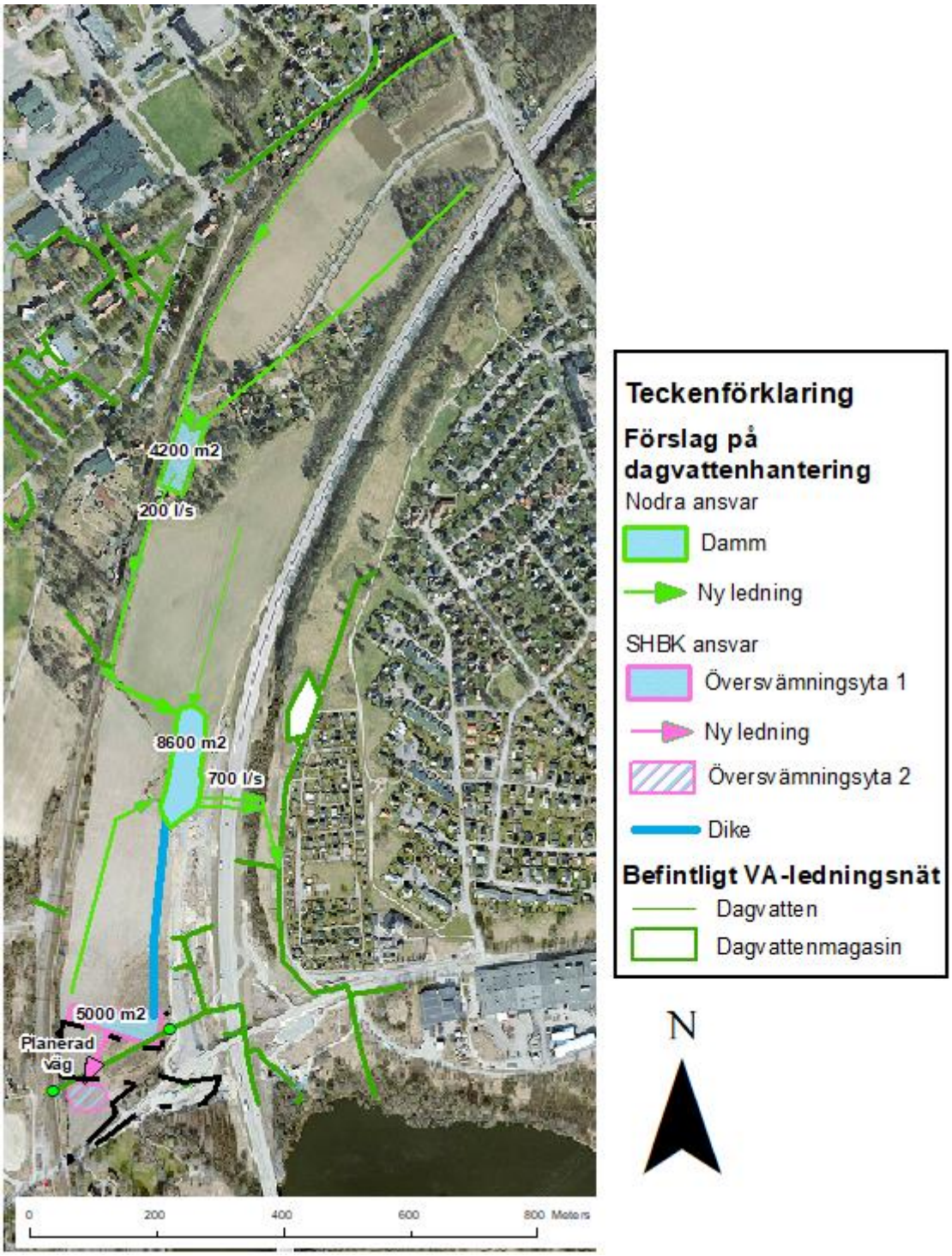
Ett sätt att minska kostnaderna är att byta ut kassettmagasinet mot en dagvattendamm. Den dagvattendammen ska klara av att hantera samma våtvolym som kassettmagasinet samt ha en permanent vattenvolym så att rening kan ske. Utformningen av dammen ses i figur 24. Reningsresultatet av dammen och utloppsdammen ses i tabell 16 och en översikt på dagvattenlösningen ses i figur 25.



Figur 24. Norra dagvattendammens utformning. Placerad på samma ställe som kassettmagasinet i Nodras dagvattenlösning.

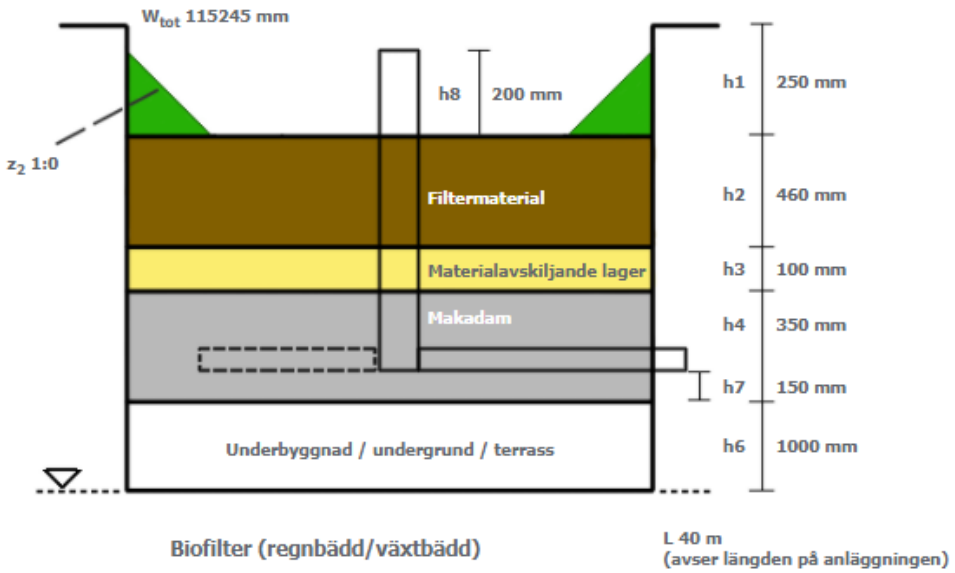
Tabell 16. Rening med två dammar. Norra dammen med en våtvolym på 2600m³. Utloppsdammen vid cirkulationsplatsen har en våtvolym på 4900m³.

Föroreningar (Riktvärde [µg/l])	Innan exploatering [µg/l]	Innan exploatering [kg/år]	Efter exploatering – rening [µg/l]	Efter exploatering – rening [kg/år]
P (175)	130	11	35	6,1
N (2500)	1100	91	910	160
Pb (10)	4,3	0,37	1,5	0,27
Cu (30)	11	0,97	5,4	0,95
Zn (90)	31	2,7	13	2,3
Cd (0,5)	0,21	0,018	0,17	0,031
Cr (15)	2,4	0,21	0,81	0,14
Ni (30)	2,5	0,1	1,4	0,25
SS (60000)	27000	2300	5500	980
BaP (0,07)	0,014	0,0012	0,0062	0,0011
Hg (0,07)	0,0069	0,00083	0,017	0,0030
PBDE (difenyleter)	0,00016	0,000013	0,000066	0,000012



Figur 25: Lösningsförslag med 2 dammar som fördröjer och renar dagvattnet upp till 20-årsregn. Översvämningsytorna är tänkta att magasinera större nederbördsmängder.

Det kommer att behövas sättas in ytterligare reningsmetoder för att lyckas rena alla ämnen. Mer biologisk rening kan vara användbart för att få ner mängden kväve. Halterna för nickel och kadmium ökar och för att få ner halterna så behöver fler reningsåtgärder sättas in. Reaktiva filtermaterial kan hjälpa till att rena dagvattnet från metaller som nickel och kadmium.
Ett biofilter med tillsatser av biokol (10% av totalvolymen) lades därför in som ett tredje reningssteg efter utloppsdammen. Biofiltret får en bred på cirka 115m och en längd på 40m (figur 26).

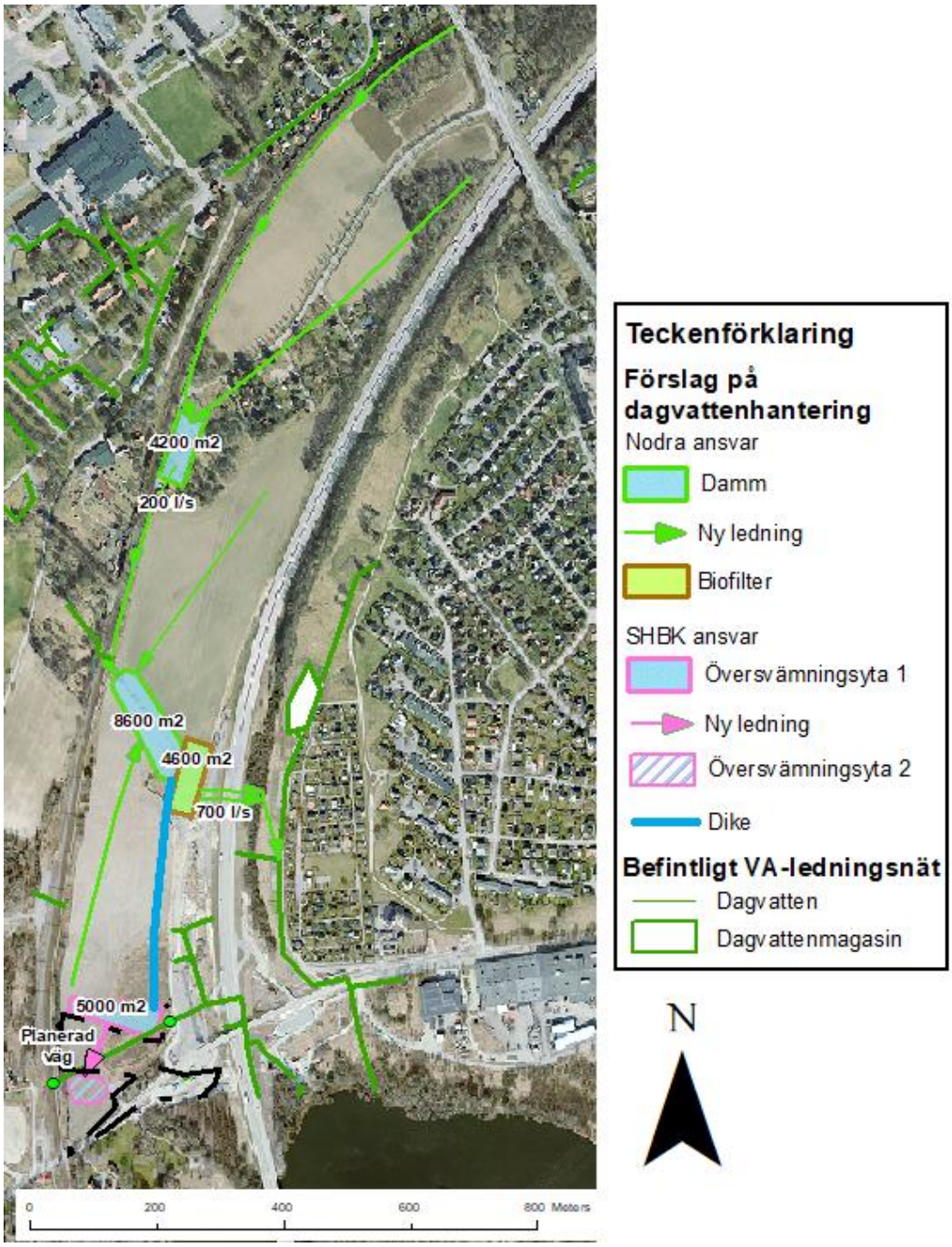


Figur 26: Biofilter med tillsatser av biokol.

Enligt StormTac så får man ner föroreningshalterna för nästan alla ämnen till lägre nivåer än innan exploateringen. Halten av kvicksilver har fortfarande ökat. Det finns idag ingen etablerad metod för att rena stora mängder vatten från kvicksilver (Tunsu, C & Wickman, B, 2018). Kvicksilver är ett av få undantagsämnen för att nå målen god ekologisk status och god kemisk potential (VISS, 2018).
Reningsresultatet ses i tabell i tabell 17 och figur 27 syn en översikt av reningsstegen.

Tabell 17. Rening med två dammar. Norra dammen med en våtvolym på 2600m³. Utloppsdammen vid cirkulationsplatsen har en våtvolym på 4900m³.

Föroreningar (Riktvärde [µg/l])	Innan exploatering [µg/l]	Innan exploatering [kg/år]	Efter exploatering – rening [µg/l]	Efter exploatering – rening [kg/år]
P (175)	130	11	20	3,5
N (2500)	1100	91	400	70
Pb (10)	4,3	0,37	0,48	0,085
Cu (30)	11	0,97	2,9	0,52
Zn (90)	31	2,7	3,9	0,69
Cd (0,5)	0,21	0,018	0,033	0,0058
Cr (15)	2,4	0,21	0,47	0,084
Ni (30)	2,5	0,1	0,45	0,079
SS (60000)	27000	2300	2900	510
BaP (0,07)	0,014	0,0012	0,0035	0,0000065
Hg (0,07)	0,0069	0,00083	0,0094	0,0017
PBDE (difenyleter)	0,00016	0,000013	0,000037	0,0000065



Figur 27: Lösningsförslag med 2 dammar som fördröjer och renar dagvattnet upp till 20-årsregn. Översvämningsytorna är tänkta att magasinera större nederbördsmängder.

Den norra delen av planområdet bedöms vara en viktig infiltrationszon för grundvatten och det är därför viktigt att skapa goda möjligheter för infiltration där. Den norra dammen och förslagen för hantering av mindre regn i kapitel 5.1 kan bidra till infiltration. Om en långsiktig sänkning sker av grundvattenförekomsterna i området så kan det påverka stora närliggande ytor med lerjordar vilket kan resultera att sättningar uppstår.

6 ANSVAR OCH KOSTNADER

Nodra äger de anläggningar som hanterar 20-årsregnet och SHBK ansvarar för anläggningarna som hanterar ett 100-årsregn. Alla dagvattenhanteringssteg som leder fram till första dagvattendammen vid cirkulationsplatsen ska tillhöra Nodra medans diket och översvämningsytorna ska SHBK ansvara för. Se en sammanfattning i tabell 18.

Tabell 18: Sammanfattning om ansvariga aktörer för olika dagvattenhanteringsanläggningar.

Anläggning	Nodra	Samhällsbyggnadskontoret
Kassettmagasin/damm	X	
Dagvattendamm	X	
Ledningar	X	
Vägdiken		X
Diket till översvämningsytorna		X
Översvämningsytorna		X

Kassettmagasin blir en dyr investering att göra eftersom det kommer krävas stora antal kassettkuber för att få tillräckligt stor volym. En damm som fördröjer dagvattnet är billigare att anlägga och har liknande reningseffekt men tar däremot en större plats. Om kassettmagasinet anses för dyr så bör alternativet med två dagvattendammar väljas istället.

Det mest reningseffektiva lösningsförslaget innebär att ett biofilter läggs till som ett reningssteg efter den centrala dagvattendammen. Det kommer att krävas en väldigt stor yta för att få ner de ämnen som fortfarande överstiger tidigare värden även efter de passerat tidigare reningssteg. Förutom att ta stor plats så blir kostnaden att anlägga biofiltret väldigt dyrt.

7 DISKUSSION AV FÖRESLAGNA LÖSNINGAR OCH ANTAGANDEN

Dammarnas slutningar antogs ha förhållandet 1:5. I praktiken får man kolla på vilka lutningar som passar efter hur geologin och markförhållandena ser ut. Projekteringen får avgöra vilken lutning som passar bäst på olika ställen i dammen. Dagvattenledningen som finns i södra området uppskattas ligga cirka 1,5 under marken. Om grävning för översvämningsytan ska göras så bör man säkerställa ledningens läge i både plan och nivå innan man börjar gräva.

Lösningsförslagen har inte tagit hänsyn till fornlämningar. Eftersom området ändå ska förändras vid exploatering så bedömdes det att fornlämningarna inte ska bevaras.

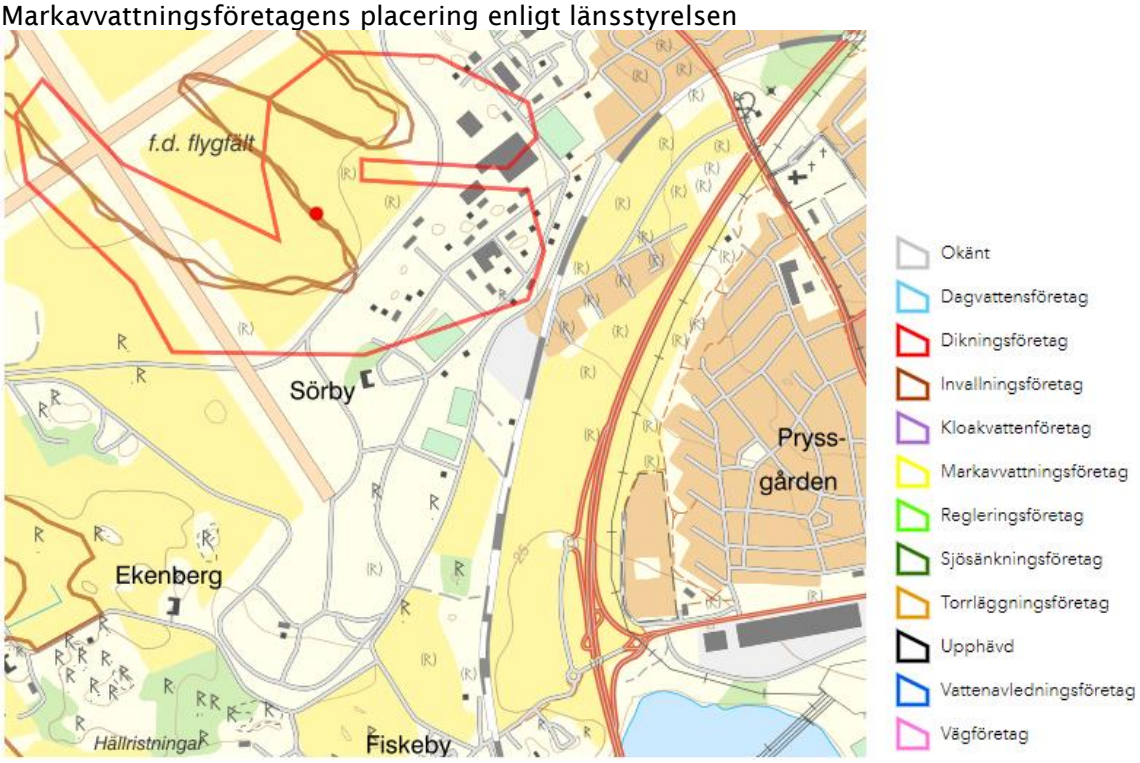
Vägavvattning i området kan ske via diken i den mån det är möjligt för att hålla sig till Norrköping kommuns riktlinjer om att i så stor utsträckning som möjligt ha öppna system.

8 SLUTSATSER

- Efter exploateringen kommer dagvattenflödet öka markant. För att fördröja dagvattnet så har tre lösningsförslag tagits fram.
- Det första förslaget innebär att ett kassettmagasin och en dagvattendamm ska anläggas för att fördröja och rena dagvattnet för ett 20-årsregn (figur 23).
- Kassettmagasinet ska kunna innehålla en volym på 5400m^3 (varav 2700m^3 är stående vatten). Utflödet beräknas till 200 l/s. Dammen vid cirkulationsplatsen har en volym på 11000m^3 och upptar en yta på 8600m^2. Vid extrema regn som 100-årsregn ska överskottsvattnet ledas i ett dike till södra delen av planområdet där dagvattnet ska magasineras och sakta kunna flöda ut till samhällsbyggnadskontorets ledningsnät.
- Det andra lösningsförslaget innebär att två dagvattendammar anläggs för att fördröja och rena dagvattnet för ett 20-årsregn (figur 25).
- Den norra dammen har en volym på 5500m^3 och upptar en yta på 4200m^2. Utloppsdammen vid cirkulationsplatsen har en volym på 11000m^3 och upptar en yta på 8600m^2. Vid extrema regn som 100-årsregn ska överskottsvattnet ledas i ett dike till södra delen av planområdet där dagvattnet ska magasineras.
- I båda lösningsförslagen så ska dagvattnet mestadels rinna i dagvattenledningar. Utloppsdammen vid cirkulationsplatsen har en utflödeskapacitet på 700 l/s till Nodras ledningsnät, förslagsvis via två ledningar som anläggs under motorvägen med en schaktfri metod för att inte behöva gräva upp mptprvägen. En geoteknisk undersökning bör göras för att veta vilka förutsättningar som gäller i området och vilken metod som lämpar sig bäst.
- Enligt båda lösningsförslagen måste dagvattnet renas ytterligare för att inte mängden av vissa ämnen ska öka till recipienten vilket leder till en försämring av miljökvalitetsnormen.
- Det tredje lösningsförslaget bygger på lösningsförslag två med ett biofilter med en yta runt 4600m^2 som har lagts till efter utloppsdammen för att få ytterligare rening av dagvattnet (figur 27).
- Lösningsförslag tre får ner mängden ämnen i dagvattnet till liknande nivåer som tidigare men kräver mycket yta och blir dyr anläggningskostnad.
- Översvämningsytan i södra delen av planområdet föreslås grävas ut lite och massorna kan användas till att bygga vallar mot industriområdet.
- Den norra delen av planområdet har troligen en viktig påverkan på grundvattenbildningen och bör ha förutsättningar för det även efter exploateringen.
  Kassettmagasinet/dagvattendammen tillsammans med permeabla ytor och växtbäddar kan underlätta infiltrationen till grundvattnet.

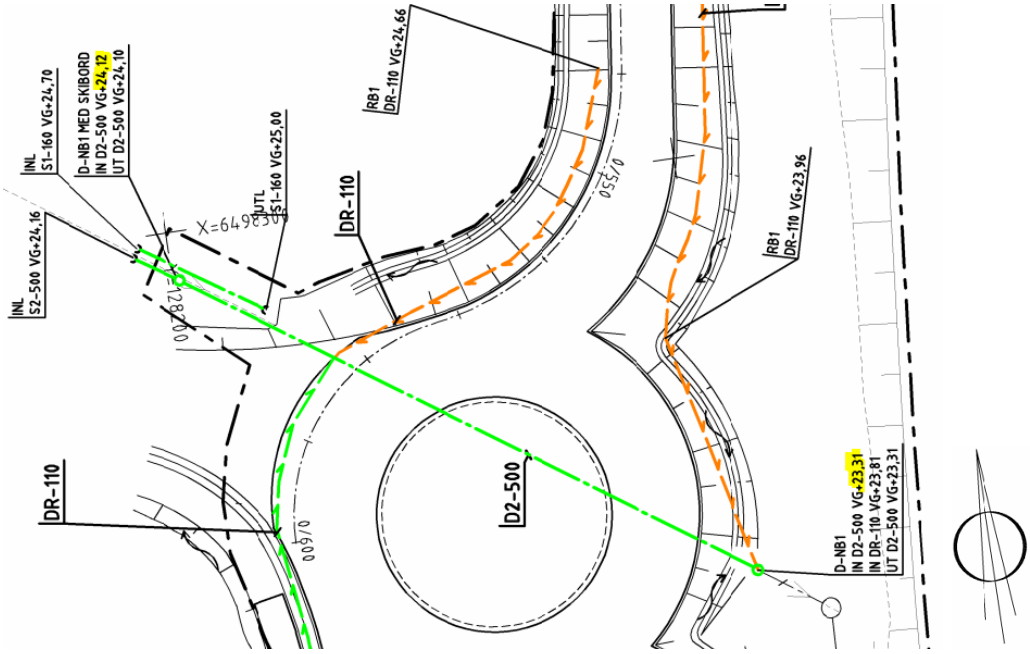
BILAGA 1

Markavvattningsföretagens placering enligt länsstyrelsen



BILAGA 2

Beräkning av utflöde för norra avrinningsområdet med colebrooks formel. Lutningen beräknas med höjdskillnaderna efter höjder i relationsritningarna från Trafikplatsen. Sträckan mätes till 70m vilket ger en lutning på ca 0,012 promille. Diametern i röret är 500 enligt relationsritningen. Skrovligheten på röret vid utloppet sätts till 0,2mm.



Relationsritning 100W5106. (Ramböll, 2020)

COLEBROOK´s FORMEL

Beräkning av approximativ ledningskapacitet, d.v.s. flöde vid full ledning

INDATA		SI-enheter
skrovlighet k [mm]	0,2	0,0002
innerdiameter d [mm]	500	0,5
lutning s [promille]	12	0,012

pi	*3,14*
g	*9,81*
f-värde	0,016
u-kvadrat	7,411
hastighet u [m/s]	2,722
flöde = u*A [m3/s]	0,534
flöde [liter/s]	**534,3**

BILAGA 3

Beräkning av utflöde för kulverten vid västra avrinningsområdet med colebrooks formel. Lutningen antas vara 0,005 promille efter uppskattningar av höjddata från laserscanningen. Diametern i kulverten uppskattas till 800mm. Skrovligheten antas vara densamma som en betongledning och sätts till 1 mm. Detta ger en flödeskapacitet på cirka 1000 l/s.

COLEBROOK´s FORMEL

Beräkning av approximativ ledningskapacitet, d.v.s. flöde vid full ledning

INDATA		SI-enheter
skrovlighet k [mm]	1	0,001
innerdiameter d [mm]	800	0,8
lutning s [promille]	5	0,005

pi	*3,14*
g	*9,81*
f-värde	0,021
u-kvadrat	3,785
hastighet u [m/s]	1,946
flöde = u*A [m3/s]	0,977
flöde [liter/s]	**977,5**

BILAGA 4

Flödesberäkningar i det norra avrinningsområdet innan exploatering. Ett utflöde från området på 550 l/s antas. Västra område bidrar med dagvatten och är medräknat.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area	Area	ρ	Reducerad Area
Naturmark	299000 [m²]	29,9 [ha]	0,1	2,99 [ha]
Villaområde	105000 [m²]	10,5 [ha]	0,25	2,625 [ha]
Skog	45000 [m²]	4,5 [ha]	0,15	0,675 [ha]
	[m²]	0 [ha]		0 [ha]
	[m²]	0 [ha]		0 [ha]
	[m²]	0 [ha]		0 [ha]
Summa	449000 [m²]	44,9 [ha]		6,29 [ha]
		Genomsnittlig avrinningskoefficient:	0,14	

Dagvattenflöde till magasinet (l/s):

Varaktighet min	Återkomsttid (år) 2	10	20	30	50	100
10	619	1052	1323	1513	1792	2256
20	411	697	876	1001	1185	1491
25	357	603	757	866	1025	1289
30	316	534	671	766	907	1140
40	260	439	550	629	743	934
50	223	375	470	537	635	798
60	197	330	413	471	557	699
2	120	199	248	283	334	418
4	74	119	148	168	198	247
6	56	89	109	124	145	181
8	46	72	89	100	117	145
10	40	62	75	85	99	122
12	36	54	66	74	86	106
24	24	34	41	46	52	64
36	20	27	32	35	40	48
48	17	23	27	29	33	39

Erforderlig magasinsvolym [m3]:

Varaktighet [min]	Återkomsttid [år] 2	10	20	30	50	100
10	124	384	546	660	828	1106
20	0	341	556	706	927	1294
25	0	286	517	680	918	1314
30	0	219	464	637	890	1309
40	0	63	331	518	794	1252
50	0	0	173	373	667	1155
60	0	0	1	211	520	1033
2	0	0	0	0	0	42
4	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0

Storleken på norra avrinningsområdet utan bidrag från västra avrinningsområdet.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area	Area	ρ	Reducerad Area
Naturmark	209000 [m²]	20,9 [ha]	0,1	2,09 [ha]
Villaområde	74000 [m²]	7,4 [ha]	0,25	1,85 [ha]
Skog	45000 [m²]	4,5 [ha]	0,15	0,675 [ha]
	[m²]	0 [ha]		0 [ha]
	[m²]	0 [ha]		0 [ha]
	[m²]	0 [ha]		0 [ha]
Summa	328000 [m²]	32,8 [ha]		4,615 [ha]
		Genomsnittlig avrinningskoefficient:	0,141	

Flödesberäkningar i det södra avrinningsområdet innan exploatering. Ett utflöde från området på 10 l/s antas.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area	Area	ρ	Reducerad Area
Naturmark	85000 [m²]	8,5 [ha]	0,1	0,85 [ha]
	[m²]	0 [ha]		0 [ha]
	[m²]	0 [ha]		0 [ha]
	[m²]	0 [ha]		0 [ha]
	[m²]	0 [ha]		0 [ha]
Summa	85000 [m²]	8,5 [ha]		0,85 [ha]
		Genomsnittlig avrinningskoefficient:	0,1	

Dagvattenflöde till magasinet (l/s):

Varaktighet min	Återkomsttid (år) 2	10	20	30	50	100
10	114	194	244	279	330	415
20	76	128	161	184	218	275
25	66	111	140	159	189	237
30	58	98	123	141	167	210
40	48	81	101	116	137	172
50	41	69	87	99	117	147
60	36	61	76	87	103	129
2	22	37	46	52	62	77
4	14	22	27	31	36	45
6	10	16	20	23	27	33
8	8	13	16	18	22	27
10	7	11	14	16	18	22
12	7	10	12	14	16	20
24	4	6	8	8	10	12
36	4	5	6	6	7	9
48	3	4	5	5	6	7

Erforderlig magasinsvolym [m3]:

Varaktighet [min]	Återkomsttid [år] 2	10	20	30	50	100
10	64	112	142	163	194	245
20	82	145	185	212	253	321
25	87	155	198	228	272	345
30	91	164	209	241	287	364
40	97	176	225	260	311	395
50	101	185	237	274	328	418
60	103	192	247	285	342	437
2	106	210	276	321	389	501
4	87	209	285	338	416	546
6	60	191	273	331	416	557
8	28	167	254	314	404	552
10	0	139	229	292	385	**540**
12	0	108	201	267	363	**522**
24	0	0	5	79	186	365
36	0	0	0	0	0	170
48	0	0	0	0	0	0

Flödesberäkningar innan exploatering för det västra avrinningsområdet som bidrar med dagvatten in till planområdet. Ett utflöde från området på 1000 l/s antas.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area		Area		ρ	Reducerad Area	
Naturmark	90000	[m²]	9	[ha]	0,1	0,9	[ha]
Villaområde	31000	[m²]	3,1	[ha]	0,25	0,775	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
Summa	121000	[m²]	12,1	[ha]		1,675	[ha]
			Genomsnittlig avrinningskoefficient:		0,138		

Dagvattenflöde till magasinet (l/s):

Varaktighet min	Återkomsttid (år) 2	10	20	30	50	100
10	225	382	480	549	651	819
15	178	303	380	435	515	648
25	129	219	275	314	372	468
30	115	194	243	278	329	414
40	94	159	200	228	270	339
50	81	136	171	195	230	289
60	71	120	150	171	202	254
2	44	72	90	103	121	152
4	27	43	54	61	72	90
6	20	32	40	45	53	66
8	17	26	32	36	42	53
10	14	22	27	31	36	44
12	13	20	24	27	31	39
24	9	13	15	17	19	23
36	7	10	12	13	14	17
48	6	8	10	11	12	14

Erforderlig magasinsvolym [m3]:

Varaktighet [min]	Återkomsttid [år] 2	10	20	30	50	100
10	0	0	0	0	0	41
20	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0

BILAGA 5

Flödesberäkningar i det norra avrinningsområdet efter exploatering. Ett utflöde från området på 550 l/s antas. Naturmark och villaområdet är ytan väster om järnvägen.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area		Area		ρ	Reducerad Area	
Exploaterad, industriomr	157280	[m²]	15,73	[ha]	0,5	7,864	[ha]
Bensin	10000	[m²]	1	[ha]	0,8	0,8	[ha]
Grönytor	62320	[m²]	6,232	[ha]	0,1	0,623	[ha]
Hårdgjordyta/asfalt	98400	[m²]	9,84	[ha]	0,8	7,872	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
Naturmark	90000	[m²]	9	[ha]	0,1	0,9	[ha]
Villaområde	31000	[m²]	3,1	[ha]	0,25	0,775	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]			[ha]
Summa	449000	[m²]	44,9	[ha]		18,83	[ha]
			Genomsnittlig avrinningskoefficient:		0,419		

Dagvattenflöde till magasinet (l/s):

Varaktighet min	Återkomsttid (år)					
	2	10	20	30	50	100
10	3158	5367	6749	7719	9144	11508
20	2099	3556	4468	5108	6047	7607
25	1819	3077	3864	4417	5228	6574
30	1613	2725	3420	3909	4625	5816
40	1328	2238	2807	3206	3793	4766
50	1139	1914	2399	2739	3239	4069
60	1003	1681	2106	2404	2841	3568
2	614	1016	1268	1444	1704	2134
4	376	609	755	858	1008	1258
6	284	453	558	632	741	921
8	235	368	452	510	596	739
10	203	314	384	433	504	623
12	182	277	337	379	440	543
24	122	176	209	233	267	325
36	101	139	162	179	203	244
48	89	119	137	150	169	201

Erforderlig magasinsvolym [m3]:

Varaktighet [min]	Återkomsttid [år]					
	2	10	20	30	50	100
10	1647	2973	3802	4384	5239	6657
20	2024	3772	4867	5634	6762	8633
25	2110	3996	5178	6006	7223	9243
30	2161	4162	5414	6293	7583	9725
40	2197	4380	5747	6705	8113	10449
50	2179	4504	5960	6981	8480	10969
60	2125	4567	6096	7169	8744	11358
2	1448	4344	6156	7428	9295	12395
4	0	2834	4938	6414	8582	12180
6	0	873	3151	4749	7096	10992
8	0	0	1126	2812	5288	9398
10	0	0	0	725	3302	**7579**
12	0	0	0	0	1202	**5617**
24	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0

Flödesberäkningar i det södra avrinningsområdet efter exploatering. Ett utflöde från området på 10 l/s antas. Den erforderliga magasinvolymen antas vara densamma som varaktigheten, dvs efter 25 minuter.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area		Area		ρ	Reducerad Area	
Exploaterad, industriomr	43350	[m²]	4,335	[ha]	0,5	2,168	[ha]
Grönytor	16150	[m²]	1,615	[ha]	0,1	0,162	[ha]
Hårdgjordyta/asfalt	25500	[m²]	2,55	[ha]	0,8	2,04	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
Summa	85000	[m²]	8,5	[ha]		4,369	[ha]
			Genomsnittlig avrinningskoefficient:		0,514		

Dagvattenflöde till magasinet (l/s):

Varaktighet min	Återkomsttid (år)					
	2	10	20	30	50	100
10	733	1245	1566	1791	2121	2670
20	487	825	1036	1185	1403	1765
25	422	714	896	1025	1213	1525
30	374	632	793	907	1073	1349
40	308	519	651	744	880	1106
50	264	444	557	635	751	944
60	233	390	489	558	659	828
2	142	236	294	335	395	495
4	87	141	175	199	234	292
6	66	105	130	147	172	214
8	54	85	105	118	138	171
10	47	73	89	100	117	145
12	42	64	78	88	102	126
24	28	41	49	54	62	75
36	23	32	38	42	47	57
48	21	28	32	35	39	47

Erforderlig magasinsvolym [m3]:

Varaktighet [min]	Återkomsttid [år]					
	2	10	20	30	50	100
10	435	742	935	1070	1268	1597
20	575	981	1235	1413	1674	2108
25	622	1059	1333	1526	1808	2276
30	660	1124	1415	1619	1918	2415
40	721	1228	1545	1767	2094	2636
50	770	1309	1647	1884	2232	2809
60	810	1377	1732	1980	2346	2952
2	971	1643	2063	2358	2791	3510
4	1148	1927	2415	2758	3261	4095
6	1263	2107	2636	3007	3551	4455
8	1353	2244	2801	3192	3767	4720
10	1429	2356	2936	3343	3941	**4933**
12	1496	2452	3051	3472	4089	**5113**
24	1806	2879	3550	4021	4712	5860
36	2051	3193	3907	4408	5144	6366
48	2269	3460	4206	4729	5497	6771

Flödesberäkningar efter exploatering för det västra avrinningsområdet som bidrar med dagvatten in till planområdet. Ett utflöde från området på 1000 l/s antas. Samma marktyper som tidigare men en klimatfaktor på 1,25 har lagts på regnet.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area		Area		ρ	Reducerad Area	
Naturmark	90000	[m²]	9	[ha]	0,1	0,9	[ha]
Villaområde	31000	[m²]	3,1	[ha]	0,25	0,775	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
Summa	121000	[m²]	12,1	[ha]		1,675	[ha]
			Genomsnittlig avrinningskoefficient:		0,138		

Dagvattenflöde till magasinet (l/s):

Varaktighet min	Återkomsttid (år)					
	2	10	20	30	50	100
10	281	477	600	687	813	1023
15	223	378	475	544	644	810
25	162	274	344	393	465	585
30	143	242	304	348	411	517
40	118	199	250	285	337	424
50	101	170	213	244	288	362
60	89	150	187	214	253	317
2	55	90	113	128	151	190
4	33	54	67	76	90	112
6	25	40	50	56	66	82
8	21	33	40	45	53	66
10	18	28	34	38	45	55
12	16	25	30	34	39	48
24	11	16	19	21	24	29
36	9	12	14	16	18	22
48	8	11	12	13	15	18

Erforderlig magasinsvolym [m3]:

Varaktighet [min]	Återkomsttid [år]					
	2	10	20	30	50	100
10	0	0	0	0	38	164
15	0	0	0	0	0	54
25	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0

BILAGA 6

Avrinningsområde till kassettmagasinet. Området uppskattas vara 16 ha.

Markytorna i avrinningsområdet till kassettmagasinet syns nedan.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area	Area	ρ	Reducerad Area
Exploaterad, industriomr	81600 [m²]	8,16 [ha]	0,5	4,08 [ha]
Hårdgjordyta/asfalt	48000 [m²]	4,8 [ha]	0,8	3,84 [ha]
Grönytor	30400 [m²]	3,04 [ha]	0,1	0,304 [ha]
	[m²]	0 [ha]	0,8	0 [ha]
	[m²]	0 [ha]	0,26	0 [ha]
	[m²]	0 [ha]	0,1	0 [ha]
	[m²]	0 [ha]	0,8	0 [ha]
	[m²]	0 [ha]	0,25	0 [ha]
	[m²]	0 [ha]	0,4	0 [ha]
	[m²]	0 [ha]	0,12	0 [ha]
	[m²]	0 [ha]		[ha]
Summa	160000 [m²]	16 [ha]		8,224 [ha]
			Genomsnittlig avrinningskoefficient:	0,514

Dagvattenflöde till magasinet (l/s):

Varaktighet min	Återkomsttid (år) 2	10	20	30	50	100
10	1379	2343	2947	3371	3993	5025
20	917	1553	1951	2230	2640	3321
25	794	1343	1687	1929	2283	2871
30	704	1190	1494	1707	2020	2539
40	580	977	1226	1400	1656	2081
50	497	836	1048	1196	1414	1777
60	438	734	920	1050	1241	1558
2	268	444	553	631	744	932
4	164	266	330	375	440	549
6	124	198	244	276	324	402
8	103	161	197	223	260	323
10	89	137	168	189	220	272
12	79	121	147	165	192	237
24	53	77	91	102	117	142
36	44	60	71	78	89	107
48	39	52	60	66	74	88

Erforderlig magasinsvolym [m3]:

Varaktighet [min]	Återkomsttid [år] 2	10	20	30	50	100
10	707	1286	1648	1902	2276	2895
20	860	1623	2101	2436	2929	3746
25	891	1715	2231	2593	3124	4006
30	908	1781	2328	2712	3276	4211
40	912	1865	2462	2880	3495	4515
50	892	1907	2543	2988	3643	4730
60	856	1923	2590	3059	3746	4888
2	489	1753	2545	3100	3916	5269
4	0	951	1870	2514	3461	5032
6	0	0	946	1644	2669	4370
8	0	0	0	656	1737	3531
10	0	0	0	0	726	**2594**
12	0	0	0	0	0	**1594**
24	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0

BILAGA 7

Flödesberäkningar för den del av västra avrinningsområdet som bidrar med dagvatten efter exploatering.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area		Area		ρ	Reducerad Area	
Naturmark	90000	[m²]	9	[ha]	0,1	0,9	[ha]
Villaområde	31000	[m²]	3,1	[ha]	0,25	0,775	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
Summa	121000	[m²]	12,1	[ha]		1,675	[ha]
			Genomsnittlig avrinningskoefficient:		0,138		

Dagvattenflöde till magasinet (l/s):

Varaktighet min	Återkomsttid (år) 2	10	20	30	50	100
10	281	477	600	687	813	1023
15	223	378	475	544	644	810
25	162	274	344	393	465	585
30	143	242	304	348	411	517
40	118	199	250	285	337	424
50	101	170	213	244	288	362
60	89	150	187	214	253	317
2	55	90	113	128	151	190
4	33	54	67	76	90	112
6	25	40	50	56	66	82
8	21	33	40	45	53	66
10	18	28	34	38	45	55
12	16	25	30	34	39	48
24	11	16	19	21	24	29
36	9	12	14	16	18	22
48	8	11	12	13	15	18

Erforderlig magasinsvolym [m3]:

Varaktighet [min]	Återkomsttid [år] 2	10	20	30	50	100
10	0	0	0	0	38	164
15	0	0	0	0	0	54
25	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0
40	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	**0**
12	0	0	0	0	0	**0**
24	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0

Flödesberäkningar för västra avrinningsområdet och planområdet söder om kassettmagasinet efter exploatering med fördröjning och reningsförslag. Ett utflöde från området på 700 l/s antas. Flödet från kassettmagasinet på 200 l/s läggs till.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area		Area		ρ	Reducerad Area	
Exploaterad, industriomr	117500	[m²]	11,75	[ha]	0,5	5,875	[ha]
Bensin	10000	[m²]	1	[ha]	0,8	0,8	[ha]
Grönytor	47500	[m²]	4,75	[ha]	0,1	0,475	[ha]
Hårdgjordyta/asfalt	75000	[m²]	7,5	[ha]	0,8	6	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
Naturmark	90000	[m²]	9	[ha]	0,1	0,9	[ha]
Villaområde	31000	[m²]	3,1	[ha]	0,25	0,775	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]			[ha]
Summa	371000	[m²]	37,1	[ha]		14,83	[ha]
			Genomsnittlig avrinningskoefficient:		0,4		

Dagvattenflöde till magasinet (l/s):

Varaktighet min	Återkomsttid (år)					
	2	10	20	30	50	100
10	2686	4424	5513	6276	7397	9258
20	1852	2999	3717	4220	4960	6187
25	1632	2622	3242	3676	4315	5375
30	1470	2345	2892	3277	3841	4778
40	1245	1961	2409	2724	3185	3952
50	1096	1706	2088	2356	2750	3403
60	989	1523	1858	2092	2436	3008
2	683	1000	1198	1337	1541	1880
4	496	680	795	875	994	1190
6	224	556	640	698	783	925
8	185	290	555	602	669	782
10	160	247	302	541	597	690
12	143	218	265	298	547	627
24	96	139	165	183	211	456
36	79	109	128	141	160	192
48	70	93	108	118	133	158

Erforderlig magasinsvolym [m3]:

Varaktighet [min]	Återkomsttid [år]					
	2	10	20	30	50	100
10	1296	2340	2993	3451	4123	5240
20	1593	2969	3830	4435	5322	6795
25	1660	3145	4075	4727	5685	7275
30	1700	3275	4261	4953	5969	7655
40	1729	3447	4523	5277	6385	8224
50	1714	3544	4690	5494	6674	8633
60	1671	3594	4797	5642	6881	8939
2	1137	3417	4844	5845	7314	9754
4	0	2226	3882	5044	6750	9583
6	0	680	2474	3731	5579	8645
8	0	0	878	2205	4154	7389
10	0	0	0	560	2588	**5955**
12	0	0	0	0	933	**4408**
24	0	0	0	0	0	0
36	0	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0	0

Flödesberäkningar för planområdet söder om kassettmagasinet efter exploatering med fördröjning och reningsförslag. Västra avrinningsområdet leds med egna ledningar och påverkar inte dagvattnet i planområdet. Ett utflöde från området på 220 l/s antas. Flödet från kassettmagasinet på 200 l/s läggs till.

Storleken på respektive yttyp:

Typ av yta	Area		Area		ρ	Reducerad Area	
Exploaterad, industriomr	117500	[m²]	11,75	[ha]	0,5	5,875	[ha]
Bensin	10000	[m²]	1	[ha]	0,8	0,8	[ha]
Grönytor	47500	[m²]	4,75	[ha]	0,1	0,475	[ha]
Hårdgjordyta/asfalt	75000	[m²]	7,5	[ha]	0,8	6	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
Naturmark		[m²]	0	[ha]	0,1	0	[ha]
Villaområde		[m²]	0	[ha]	0,25	0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]		0	[ha]
		[m²]	0	[ha]			[ha]
Summa	250000	[m²]	25	[ha]		13,15	[ha]
			Genomsnittlig avrinningskoefficient:		0,526		

Dagvattenflöde till magasinet (l/s):

Varaktighet min	Återkomsttid (år) 2	10	20	30	50	100
10	2405	3947	4912	5590	6584	8235
20	1666	2683	3320	3766	4422	5511
25	1470	2348	2898	3284	3850	4790
30	1326	2102	2588	2929	3430	4260
40	1127	1762	2160	2439	2848	3528
50	995	1536	1875	2113	2462	3041
60	900	1374	1670	1878	2184	2691
2	628	909	1085	1208	1389	1690
4	462	625	727	799	904	1079
6	199	516	590	642	717	843
8	164	257	515	556	616	716
10	142	220	268	502	552	635
12	127	193	235	264	507	579
24	85	123	146	163	187	427
36	70	97	113	125	142	170
48	62	83	96	105	118	141

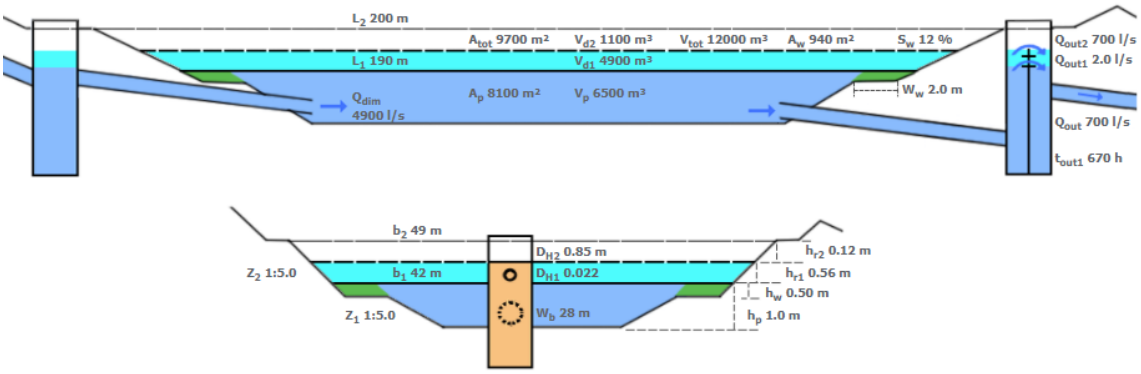
Erforderlig magasinsvolym [m3]:

Varaktighet [min]	Återkomsttid [år] 2	10	20	30	50	100
10	1344	2269	2848	3255	3851	4842
20	1801	3021	3785	4321	5109	6415
25	1957	3275	4099	4678	5527	6938
30	2090	3487	4362	4975	5876	7372
40	2309	3833	4788	5457	6440	8071
50	2490	4114	5130	5843	6890	8628
60	2646	4352	5419	6168	7268	9093
2	3336	5358	6624	7512	8816	10980
4	4283	6630	8099	9130	10643	13155
6	725	7586	9177	10293	11931	14651
8	0	2651	10089	11266	12995	15864
10	0	1963	3710	12135	13934	**16920**
12	0	1228	3031	4296	14793	**17876**
24	0	0	0	0	1878	22613
36	0	0	0	0	0	703
48	0	0	0	0	0	0

BILAGA 8

Dammen vid cirkulationsområdet föreslås anläggas med långsmal utformning för att få en längre transportsträcka i dammen. Våtmarkszoner läggs även till på sidan för att öka reningen av metaller (figur 18). Men även med en ökad yta och volym så har de flesta föroreningshalter fortfarande ökat i jämförelse med innan exploatering. Flera reningssteg behöver därför läggas till i dagvattenhanteringen.

Dagvattendamm med en area på 9700m² och volym på 11400m³.



Reningsvärden med en endast en dagvattendamm med volym på 11400m³. Rödmarkerade värden visar överstigande halter.

Föroreningar (Riktvärde [µg/l])	Innan exploatering [µg/l]	Innan exploatering [kg/år]	Efter exploatering – rening [µg/l]	Efter exploatering – rening [kg/år]
P (175)	130	11	40	7
N (2500)	1100	91	1000	180
Pb (10)	4,3	0,37	1,7	0,3
Cu (30)	11	0,97	6,3	1,1
Zn (90)	31	2,7	17	2,9
Cd (0,5)	0,21	0,018	0,22	0,038
Cr (15)	2,4	0,21	1,2	0,21
Ni (30)	2,5	0,1	1,5	0,27
SS (60000)	27000	2300	4800	840
BaP (0,07)	0,014	0,0012	0,0093	0,0016
Hg (0,07)	0,0069	0,00083	0,021	0,0036
PBDE (difenyleter)	0,00016	0,000013	0,000084	0,000015

Kassettmagasinet bidrar med rening om man underhåller det så att sedimentation kan ske. Reningen för kassettmagasinet och dammen i figur 16 är sammanslagen och redovisas nedan.

Reningsvärden med kassettmagasinet och en damm med volym på 7300m³. Rödmarkerade värden visar överstigande halter. De gråmarkerade visar värden som precis ligger över halterna innan exploateringen.

Föroreningar (Riktvärde [µg/l])	**Innan exploatering [µg/l]**	**Innan exploatering [kg/år]**	**Efter exploatering – rening [µg/l]**	**Efter exploatering – rening [kg/år]**
P (175)	130	11		9,4
N (2500)	1100	91		210
Pb (10)	4,3	0,37		0,22
Cu (30)	11	0,97		0,98
Zn (90)	31	2,7		2,6
Cd (0,5)	0,21	0,018		0,019
Cr (15)	2,4	0,21		0,20
Ni (30)	2,5	0,1		0,36
SS (60000)	27000	2300		1000
BaP (0,07)	0,014	0,0012		0,0013
Hg (0,07)	0,0069	0,00083		0,0033
PBDE (difenyleter)	0,00016	0,000013		0,0000085

Flera värden hamnar på nära samma värde som innan exploatering. 3 st ämnen har fortfarande en stor ökad halt.