




Dagvattenutredning för Södra Ar, etapp 2 Knivsta kommun

GRAP 20 224

Geosigma AB

2020-10-29

GEOSIGMA				
Uppdragsnummer 606103	Grap nr 20 224	Datum 2020-10-29	Antal sidor 43	Antal bilagor 2
Uppdragsansvarig Joachim Onkenhout		Beställares referens Sara Andersson		Beställares ref nr
Beställare Knivsta kommun				
Rubrik Dagvattenutredning för Södra Ar, etapp 2				
Underrubrik Knivsta kommun				
Författad av Aiste Girleviciute				Datum 2020-10-29
Granskad av Johan Lundh				Datum 2020-10-28
Granskningshandling version 1.1				
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Vaksala-Eke, Hus H 755 94 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg St. Badhusg 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm S:t Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00

Sammanfattning

På uppdrag av Knivsta kommun har Geosigma AB utrett hur dagvatten kan hanteras för detaljplanen Södra Ar, etapp 2 i Knivsta kommun. Aktuellt planområde ligger strax väster om E4:an, i syd angränsar det till Gredelbyleden, i väst till Carl von Paykulls väg och i norr till Rubanksgatan.

Planområdet Södra Ar, etapp 2 planeras att bebyggas med verksamhetsområde med kontors-, handel- och hotellverksamhet. En ny väg kommer sträcka sig genom området från Gredelbyleden till Rubanksgatan. De norra och västra skogsytorna ska förbli naturmark. Detta eftersom det förekommer fornlämningar på dessa delar av planområdet. Idag utgörs planområdet av skog, ängsmark, grusytor, asfalterade ytor, parkeringar och befintliga byggnader. Planområdet har en generell lutning mot sydost mot Gredelbyleden, förutom norra delen av grönområdet i norr som består av en bergssluttning som avrinner mot Rubanksgatan och vidare norrut.

Recipient för dagvattnet som avrinner från hela planområdet är Lövstaån. Östra delen av planområdet består av berg i dagen och ett tunt lager morän. Centrala delen består av lera och den västra delen av ett tunt moränlager.

Dagvattenlösningen utgår ifrån att det planerade dagvattenflödet efter exploateringen, inklusive tillkommande dagvatten från omgivningen, ska fördröjas till ett flöde som motsvarar det befintliga vid ett 30-årsregn. Detta för att inte överbelasta det befintliga dagvattensystemet som kommer att i fortsättning avvattna planområdet och för att inte öka flödesbelastning på recipienten Lövstaån. Den total erforderliga utjämningsvolymen för att inte öka flödet beräknas till 685 m³.

För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en minskad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av planområdet, föreslås följande åtgärder:

1. Dagvatten från delavrinningsområden 1 samt tillkommande dagvatten norrifrån leds till en dagvattendamm. Dammens utlopp ansluts till en ny kulvert som leder vattnet till ett gräsdike i sydöstra delen av planområdet.
2. Delavrinningsområde 2 avvattnas till makadamdiken på båda sidor av den nya vägen som leder vattnet söderut mot sedimentationsmagasin. Från magasinen avleds dagvatten via en kulvert till gräsdike i sydöstra delen av planområdet.
3. Från delavrinningsområde 3 leds dagvatten till ett makadammagasin för att sedan via ett gräsdike ledas söderut mot kulverten under E4:an.
4. Från delavrinningsområde 4 och norra körbanan av Gredelbyleden, leds dagvatten till ett gräsdike i naturstråket som sträcker sig längst med Gredelbyleden. Diket kan med fördel sektioneras för att främja rening och fördröjning av dagvatten.
5. I delavrinningsområde 5, leds dagvatten från parkeringsytan mot regnbäddar för rening och fördröjning. Från regnbäddarna avleds dagvattnet via ny servisledning till de befintliga dagvattenledningarna i Rubanksgatan.

Innan dagvatten avleds från respektive delavrinningsområde bör det genomgå rening i brunnsfilter. För att främja rening av dagvatten bör biokol användas vid anläggning av makadamdiken, gräsdiken och regnbäddar.

Tillkommande dagvattnet från området väster om Carl von Paykulls väg bör ledas om till diken söder om Gredelbyleden.

De föreslagna dagvattenanläggningarna har en sammantagen yta på ca. 1800 m².

Föroreningstransportberäkningar indikerar att den årliga föroreningsmängden förväntas att minska för samtliga ämnen utom kväve, om de föreslagna reningsåtgärderna implementeras. Den marginella ökningen av kväve är resultat av den kraftiga flödesökningen den planerade exploateringen tillsammans med klimatfaktorn innebär. Trots detta är reningseffektiviteten generellt mycket hög. Sammantaget bedöms det att exploatering enligt detaljplanen med implementering av de föreslagna dagvattenåtgärderna inte hindrar recipienten Lövstaån ifrån att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

Innehåll

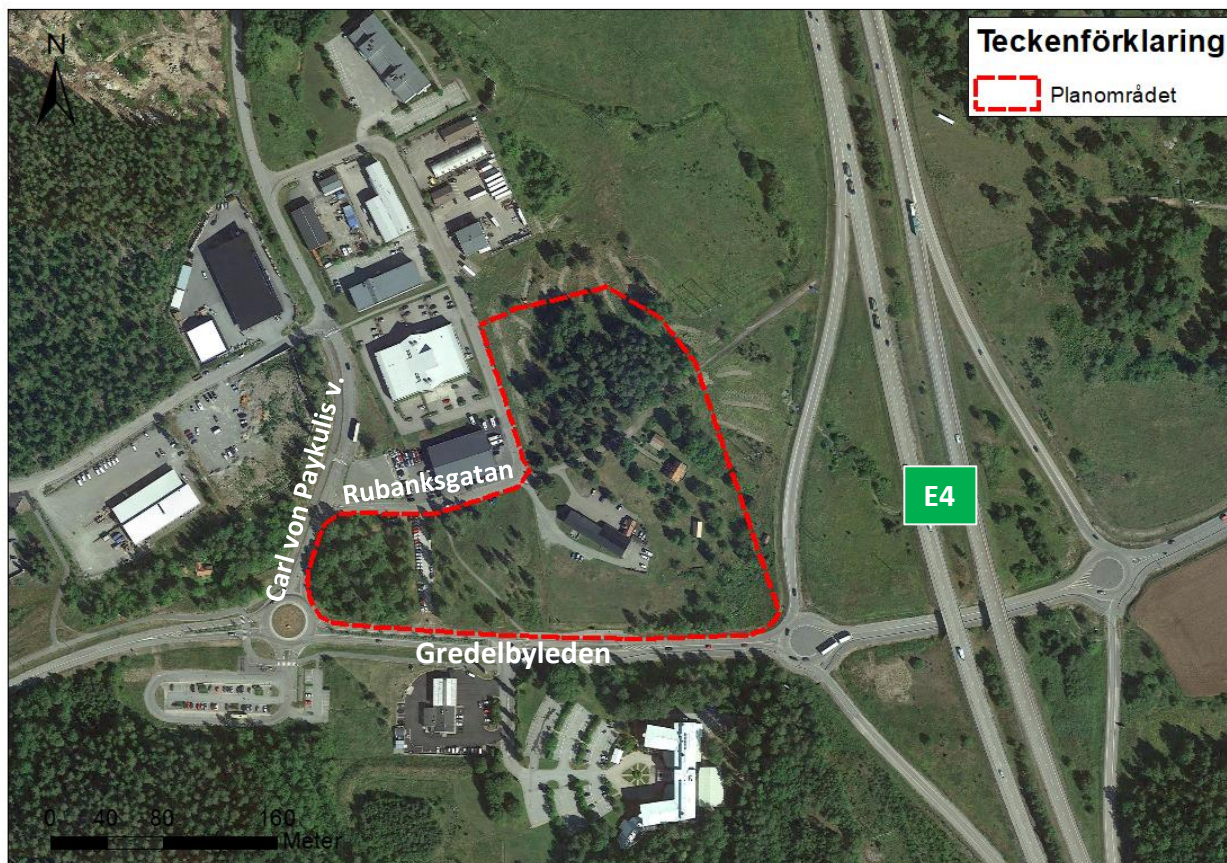
Sammanfattning	3
1 Uppdraget	7
1.1 Syfte	7
2 Förutsättningar och metod	8
2.1 Dagvattenstrategi	8
2.2 Underlag	8
2.3 Dimensionering	8
2.4 Dimensionerande flöde	9
2.5 Erforderlig utjämningsvolym	10
2.5.1 Kvartersmark	10
2.6 Föroreningsberäkning	10
2.7 Platsbesök	11
3 Nulägesbeskrivning	14
3.1 Topografiska förhållanden och lågpunkter	14
3.2 Jordarter och jorddjup	15
3.3 Grundvatten	17
3.4 Befintlig markanvändning	18
3.5 Befintlig dagvattenhantering	18
3.6 Recipientbeskrivning	19
3.7 Skyfall	21
3.8 Markavvattningsföretag	21
4 Framtida förhållanden	22
4.1 Planerad markanvändning	22
4.2 Delavrinningsområden	22
5 Flödesberäkningar	24
5.1 Markanvändning- befintlig och planerad	24
5.2 Flödesberäkningar	25
5.2.1 Befintliga dagvattenflöden	25
5.2.2 Framtida dagvattenflöden	25
5.3 Erforderlig utjämningsvolym	26
5.4 Extrem nederbörd	27
6 Lösningförslag för hållbar dagvattenhantering	28
6.1 Generella rekommendationer	28

6.2	Principlösningar för dagvattenhantering	28
6.2.1	Dagvattendammar	28
6.2.2	Regnbäddar	29
6.2.3	Makadamdiken	30
6.2.4	Gräsdiken	31
6.2.5	Sedimentationsmagasin	31
6.3	Lösningsförslag	32
6.3.1	Terrassering av delavrinningsområde 3	36
6.3.2	Ansvarsgränser	36
6.3.3	Förslag till planbestämmelse	37
6.4	Ekosystemtjänster	37
6.5	Skyfallshantering	37
7	Föroreningsberäkningar	39
8	Slutsats	42
9	Referenser	43

1 Uppdraget

På uppdrag av Knivsta kommun har Geosigma AB utrett hur dagvatten kan hanteras för detaljplanen Södra Ar, etapp 2 i Knivsta kommun.

Aktuellt planområde ligger strax väster om E4:an, i syd angränsar det till Gredelbyleden, i väst till Carl von Paykulis väg och i norr till Rubanksgatan, se Figur 1-1.



Figur 1-1. Planområdet utgörs av detaljplaneområdet Södra Ar, etapp 2 och har markerats med röd polygon.

1.1 Syfte

Syftet med denna dagvattenutredning är att studera hur dagvattnet kan omhändertas inom detaljplaneområdet Södra Ar, etapp 2. I utredningen ingår att:

- Beräkna dagvattenflöden för både den befintliga och den planerade situationen
- Beräkna föroreningsgrad för både den befintliga och den planerade situationen
- Ta fram ett förslag till hållbar dagvattenhantering inom detaljplaneområdet

2 Förutsättningar och metod

2.1 Dagvattenstrategi

Knivsta kommuns dagvattenstrategi antogs av kommunfullmäktige den 13 december år 2017 och syftet med strategin är att leda mot en mer hållbar och effektiv dagvattenhantering (Knivsta kommun, 2017). Det innebär att dagvattenhanteringen bör ta hänsyn till både vattenkvalitet och vattenkvantitet samt att utmaningar som uppstår genom klimatförändringar i ett allt tätare stad lyfts fram.

Målet för hållbar dagvattenhantering kan således beskrivas med 4 övergripande riktlinjer (Knivsta kommun, 2017):

- 1) Dagvattenhantering ska bidra till en förbättrad vattenkvalitet av stadens sjöar och vattendrag.
- 2) Vattnets naturliga rörelse och grundvatten ska påverkas så lite som möjligt av stadsbyggnad.
- 3) Dagvattenhantering ska vara anpassad efter förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd och skador på allmänna och enskilda intressen undviks.
- 4) Dagvattenhantering ska bidra till en attraktiv stadsmiljö.

Enligt Knivsta kommun ska 20 mm nederbörd räknat över området hårdgjorda yta fördröjas och renas innan det släpps ut till recipient.

2.2 Underlag

Utöver Knivsta kommuns dagvattenstrategi har följande underlag använts i denna utredning:

- Knivsta kommuns checklista för dagvattenutredning för detaljplaneprogram eller detaljplan (2019)
- Checklista för dagvattenutredningar, Roslagsvatten (2016)
- 6. Markteknisk undersökningsrapport för Gredelby 1:3, Knivsta kommun (WSP, 2019)

2.3 Dimensionering

Principerna för dimensioneringen är följande:

- a) Säkerhetsnivå för skador vid översvämningar uttrycks som återkomsttid för nederbörd eller vattennivå i sjöar och vattendrag. Föreliggande planområde bedöms motsvara "Centrum- och affärsområde" och säkerhetsnivåerna har beräknats därefter, se Tabell 2.1. Detta innebär att säkerhetsnivåerna är 10-årsregn för fylld ledning och 30-årsregn för trycklinje i marknivå.
- b) På grund av klimatförändringar kommer nederbördsmängden att öka och därför ska dimensionerande regn ökas med en klimatfaktor. Klimatfaktorn i nuläget (kunskapsläge dec 2015) har valts till 1,25 för regn med varaktighet upp till 60 min och till 1,2 för regn med längre varaktighet än 60 min.
- c) Dagvattenledningar dimensioneras inte i föreliggande utredning. Däremot redovisas flöden som dagvattenledningar/diken i anslutning till planområdet ska klara av att avleda.

- d) Vatten som inte får plats i ledningssystemet ger upphov till marköversvämning och ska kunna hanteras på markytan utan att skador uppkommer på byggnader och anläggningar. Det styr utformning och höjdsättning av mark och bebyggelsen. Föreliggande planområde bedöms utgöras av "Centrum- och affärsområde" och säkerhetsnivåerna har beräknats därefter, se tabell 2.1. Detta innebär att säkerhetsnivån är >100 år med avseende på marköversvämningar med skador på byggnader och anläggningar. Höjdsättningen utförs så att byggnader ligger högre än omgivande mark.
- e) Dimensionerande varaktighet för regnet motsvarar den antagna rinntiden inom detaljplaneområdet, det vill säga den tiden det tar för vattnet att rinna den längsta uppskattade rinnsträckan inom respektive delområde.
- f) Dimensionering av fördröjning och fördröjningsmagasin. Beräkningar och antaganden kring dessa frågeställningar behandlas mer ingående nedan (exempelvis i ekvation 2-2).

Tabell 2.1. Utdrag från P110 sidan 40, minimikrav vid dimensionering av nya dagvattensystem.

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

2.4 Dimensionerande flöde

Beräkningar av dimensionerande flöden har utförts med rationella metoden:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \tag{Ekvation 2-1}$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/(sekund·hektar)) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r , som är regnets varaktighet, vilket är lika med delområdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har i möjligaste mån tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet, f är den ansatta klimatfaktorn.

2.5 Erforderlig utjämningsvolym

Enligt Knivsta kommun ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hela den reducerade ytan kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs. I samråd med Knivsta kommun och Roslagsvatten, bedöms det dock att 20 mm fördröjning på föreliggande planområde inte är tillräcklig åtgärd med hänsyn till avledningssystemet nedströms om planområdet. För att inte öka dagvattenflödet till de befintliga diken och ledningar som avvattnar planområdet, ska dagvattenflödet vid ett dimensionerande 30-årsregn efter exploateringen fördröjas till ett motsvarande dagvattenflöde vid befintlig markanvändning.

Beräkningar av den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation som senare korrigerats i en rättningslista (Errata till P110):

$$V = 0,06 \cdot \left(i(t_r) \cdot t_r - K \cdot t_{rinn} - K \cdot t_r + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i(t_r)} \right) \quad (\text{Ekvation 2-2})$$

där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen ($\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$), t_{rinn} är områdets rinntid och K är den tillåtna specifika avtappningen från området ($\text{l/s} \cdot \text{ha}_{\text{red}}$). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen K med en faktor $2/3$.

V beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten som behöver fördröjas.

2.5.1 Kvartersmark

Beräkningar av dimensionerade utjämningsvolym för kvartersmark utförts enligt Knivsta Vattens riktlinjer om att 20 mm nederbörd ska fördröjas och renas i dagvattenanläggningar som avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till anslutningspunkt för Uppsala Vattens dagvattenledning. Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym för kvartersmarken görs därmed enligt Ekvation 2-3.

$$V = \phi \cdot A \cdot 0,02 \quad (\text{Ekvation 2-3})$$

där V är den dimensionerande utjämningsvolymen (m^3), ϕ är delområdets sammanvägda avrinningskoefficient (-), A är delområdets area (m^2) och 0,02 är vald åtgärdsnivå (20 mm) uttryckt i meter.

2.6 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.20.2.2 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändning (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

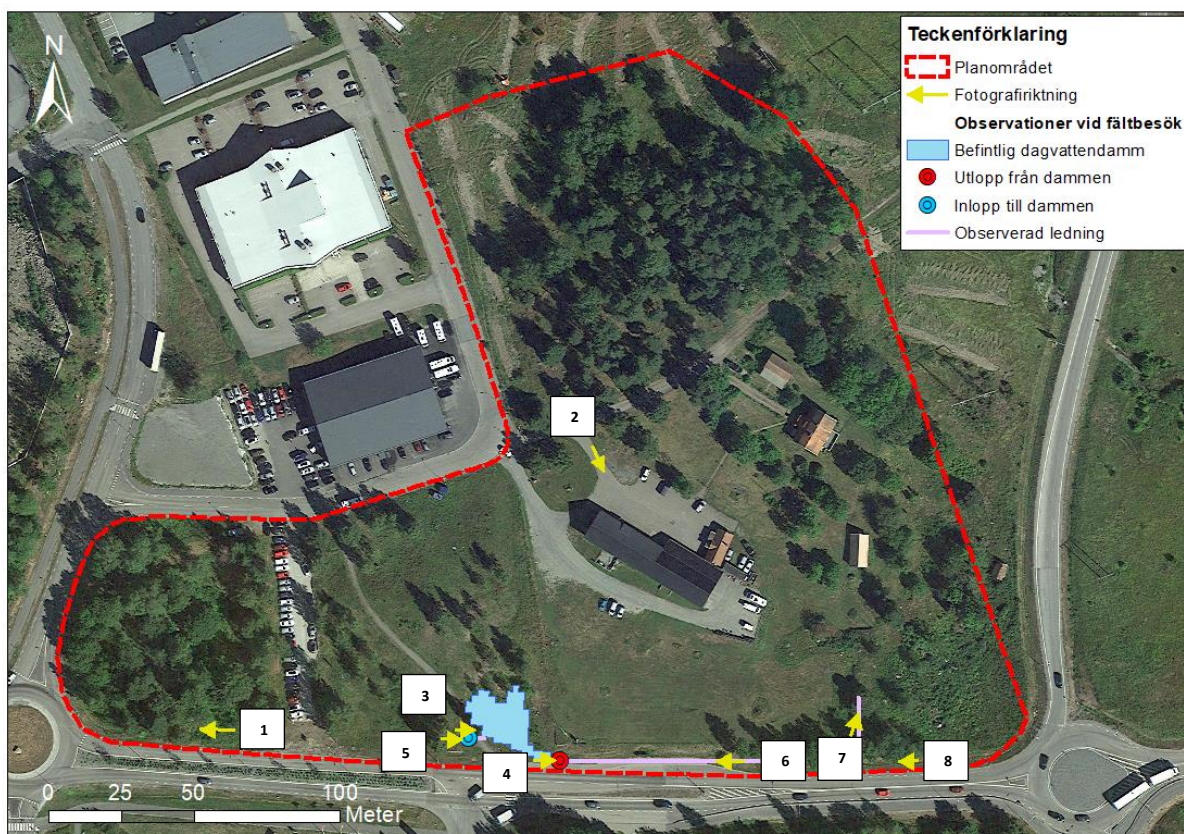
2.7 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 1:a juni 2020. I Figur 2-1 visas riktningar av tagna foton samt några okulära observationer som gjordes i området. Vid besöket noterades att det finns lågpunkter inom området. I det kuperade grönområdet i västra delen av planområdet utgjordes den södra delen av en lågpunkt (Foto 1). Ännu en lågpunkt finns nordväst om en befintlig byggnad (bilverkstad) där en asfalterad parkeringsyta lutar mot byggnaden (Foto 2).

Även en befintlig dagvattendamm i södra delen av planområdet utgör en lågpunkt i terrängen (Foto 3). Det finns inget tydligt inlopp till dammen förutom ett mindre rör som sträcker sig under den befintliga stigen (Foto 4). Röret leder vattnet från grönområdet väster om stigen till dammen öster om stigen. Dammen avvattnas söderut till en PVC ledning som sträcker sig under informationsfickan längst med Gredelbyleden och sedan mynnar ut i ett dike som fortsätter längst med vägen (Foto 5).

Området öster om dammen ligger något högre än grönområdet i västra delen av planområdet. Dessutom finns en industribyggnad samt en grus-yta som inte är synliga i Satellitbilden från Google. I Foto 3 kan man se den markanta höjdskillnaden. Området sluttar även kraftigt mot Gredelbyleden (Foto 6).

Öster om grusparkeringen och söder om de befintliga villorna förekommer ett dagvattensystem bestående av ledning samt dike (Foto 7) som avleder dagvatten från villorna söderut mot diket som sträcker sig längst med Gredelbyleden (Foto 8).



Figur 2-1. Fotoriktningar för foton 1- 8 nedan samt observationer i fält.



Foto 1. Lågpunkt grönområdet i planområdets västra del sträcker sig längs med Gredelbyleden.

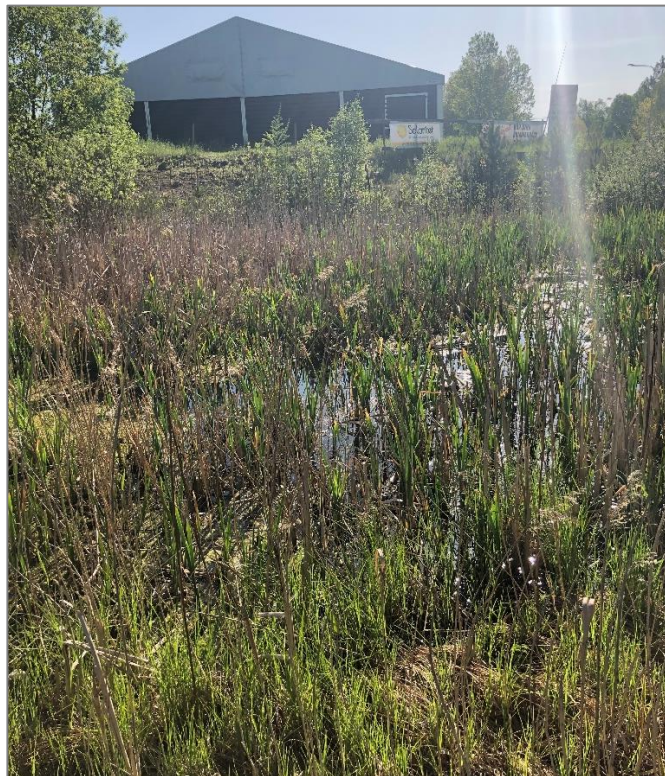


Foto 1. Dagvattendamm i södra delen av planområdet utgör en lågpunkt i terrängen.



Foto 2. En asfalterad parkeringsyta lutar mot en lågpunkt vid den befintliga bilverkstadsbyggnaden.



Figur 5. Ett rör som leder dagvatten från grönområdet väster om stigen till dammen.



Figur 4. Dagvattendammen avvattnas genom en PVC ledning som sträcker sig längst med Gredelbyleden.



Figur 7. Ett dagvattensystem som avleder vattnet från villorna söderut mot dike vid Gredelbyleden.



Figur 6. Området slutar kraftigt mot Gredelbyleden.



Figur 8. Dike längs med Gredelbyleden.

3 Nulägesbeskrivning

Planområdet är cirka 4,87 ha stort och ligger nordöst om Knivsta centrum. Området består av ängsmark, skog, grus- och asfaltytor samt parkeringar och befintliga byggnader. Avgränsningen för planområdet framgår av Figur 1–1.

3.1 Topografiska förhållanden och lågpunkter

Planområdet har en generell lutning mot sydost mot Gredelbyleden, förutom norra delen av grönområdet i norr som består av en bergssluttning som avrinner mot Rubanksgatan och vidare norrut. Utifrån de topografiska förutsättningarna kan planområdet delas in i två avrinningsområden: delavrinningsområde A som avrinner mot Rubanksgatan och vidare norrut, samt delavrinningsområde B som avrinner mot Gredelbyleden i sydostlig riktning. Delavrinningsområdena visas i Figur 3-1.

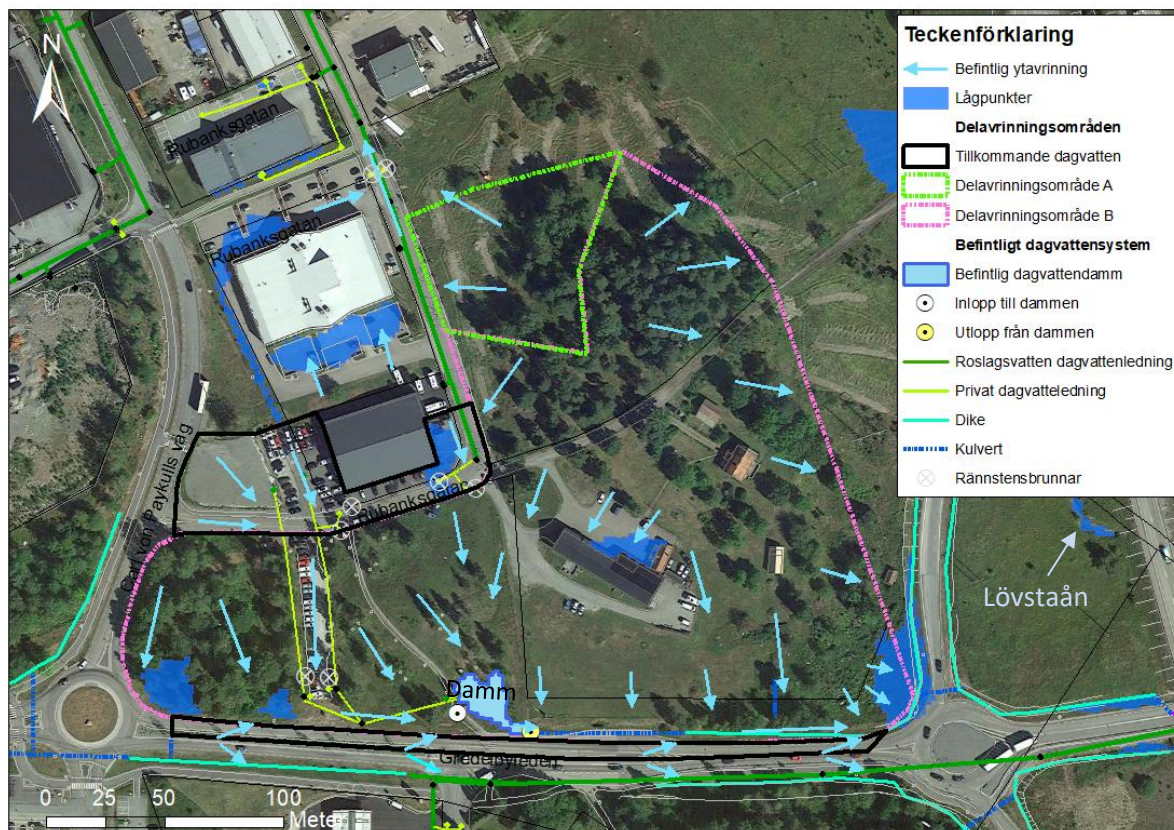
Det finns lågpunktsområden inom och omkring planområdet. Lågpunktsområdet i den sydvästra delen av planområdet tar emot dagvatten från grönområdet i väst. Dessutom tillkommer dagvatten från området väster om Carl von Paykulls väg till dessa lågpunkter via en kulvert under vägen. Från detta lågpunktsområde avrinner vattnet i sin tur delvis söderut via en kulvert under Gredelbyleden och delvis vidare österut mot den befintliga dammen i södra delen av planområdet. Det tillkommande dagvatten från området väster om Carl von Paykulls väg bör i samband med framtida exploatering ledas direkt till diken söder om Gredelbyleden istället för att avrinna mot planområdet först.

Ett lågpunktsområde finns även strax nordost om den befintliga verkstadsbyggnaden. I sydöstra delen av planområdet finns en lågpunkt dit dagvatten från planområdet och dagvatten från en del av E4:ans avfart leds. I lågpunkten finns en vägtrumma som leder vattnet vidare österut via ett dike.

Det finns även lågpunkter nordväst om planområdet. Från föreliggande planområdes norra del, som består av skogsmark, avrinner dagvattnet mot en av lågpunkterna närmast planområdet. Lågpunkten som erhåller dagvatten från planområdet är försedd med rännstensbrunnar som avleder vattnet norrut. Övriga lågpunkter påverkas inte av planområdet.

Det förekommer tillkommande dagvatten från en del av fastigheten norr om parkeringsytan i västra delen av planområdet. I Rubanksgatan finns det två rännstensbrunnar som avleder det tillkommande vatten söderut till den befintliga dammen via privata ledningar. Om dagvattendammen fylls igen i samband med den planerade exploateringen bör det tillkommande dagvattnet avledas och fördröjas inom planområdet för att inte skapa översvämningsrisk uppströms.

Den norra körbanan av den delen av Gredelbyleden som ligger närmast planområdet avvattnas i dagsläget mot ett dike i södra utkanten av planområdet. Efter den framtida exploateringen ska vägdagvatten från Gredelbyleden fortsättningsvis omhändertas inom planområdet.



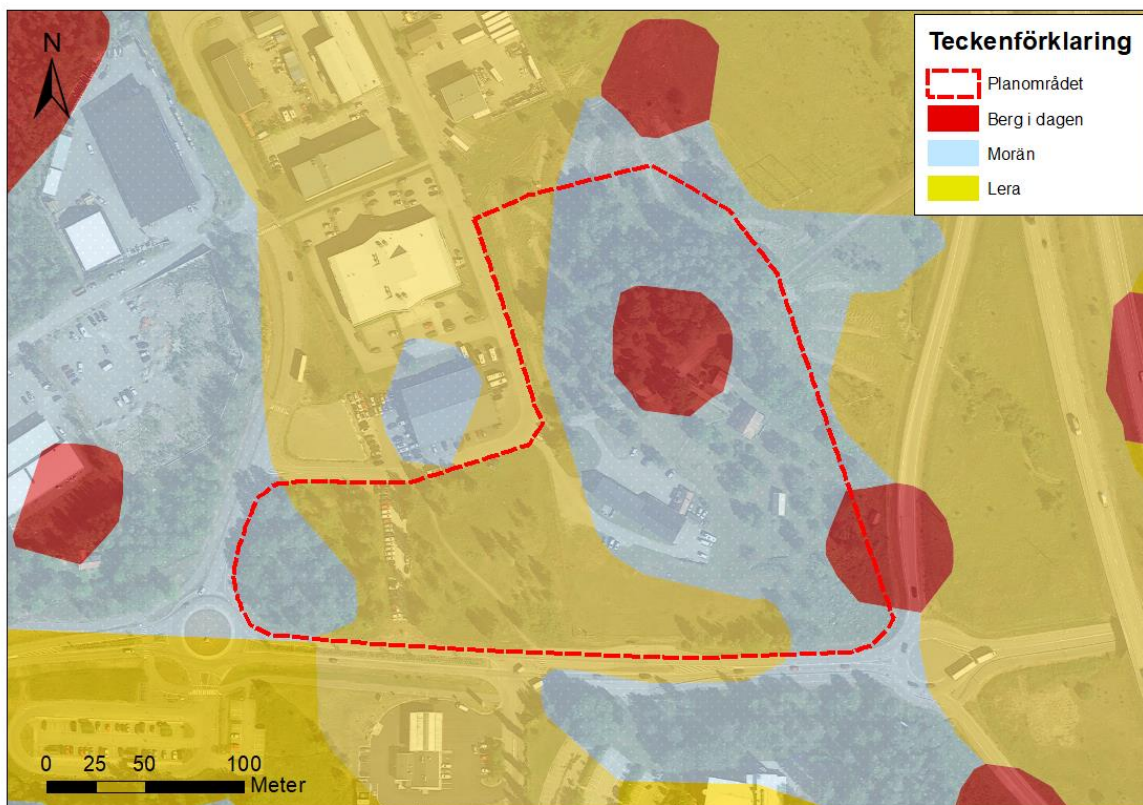
Figur 3-1. Befintliga delavrinningsområden, avrinningsriktning samt lågpunkter inom detaljplaneområdet.

3.2 Jordarter och jorddjup

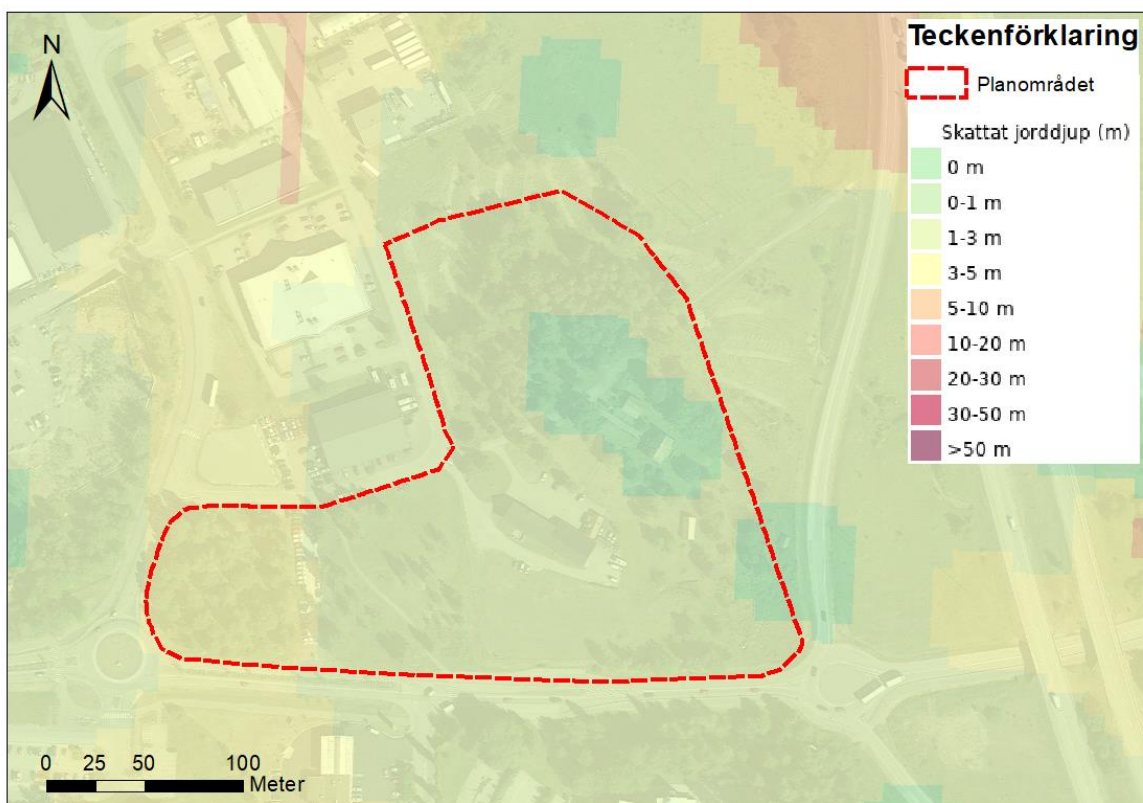
I Figur 3–2 illustreras jordarter inom och omkring planområdet enligt SGU (2020). Östra delen av planområdet består av berg i dagen och ett tunt lager morän. Centrala delen består av lera och den västra delen av ett tunt moränlager. Marktekniska undersökningsrapporten (WSP, 2019) bekräftar att den centrala delen av planområdet består i huvudsak av lera.

Enligt uppgifter från SGU (2020) varierar jorddjupet till berg mellan ca 0–5 meter inom planområdet med en avtagande jorddjup i östlig riktning. Djupet till berg återges i Figur 3–3.

Enligt den Marktekniska undersökningsrapporten är jorddjupet i den centrala delen av planområdet mellan 2–3 meter till skillnad från SGU:s modell. Sammantaget bedöms möjlighet till infiltration i planområdet som måttlig med bättre möjligheter i framförallt västra men även i östra delen av området som består av morän samt begränsad möjlighet till infiltration i centrala delen av området som består av lera.



Figur 3-2. Jordarter. Data har erhållits från SGU (2020). Gulmarkerade områden består av lera. De ljusblå områdena består av morän. Rödmarkerade områdena består av urberg.

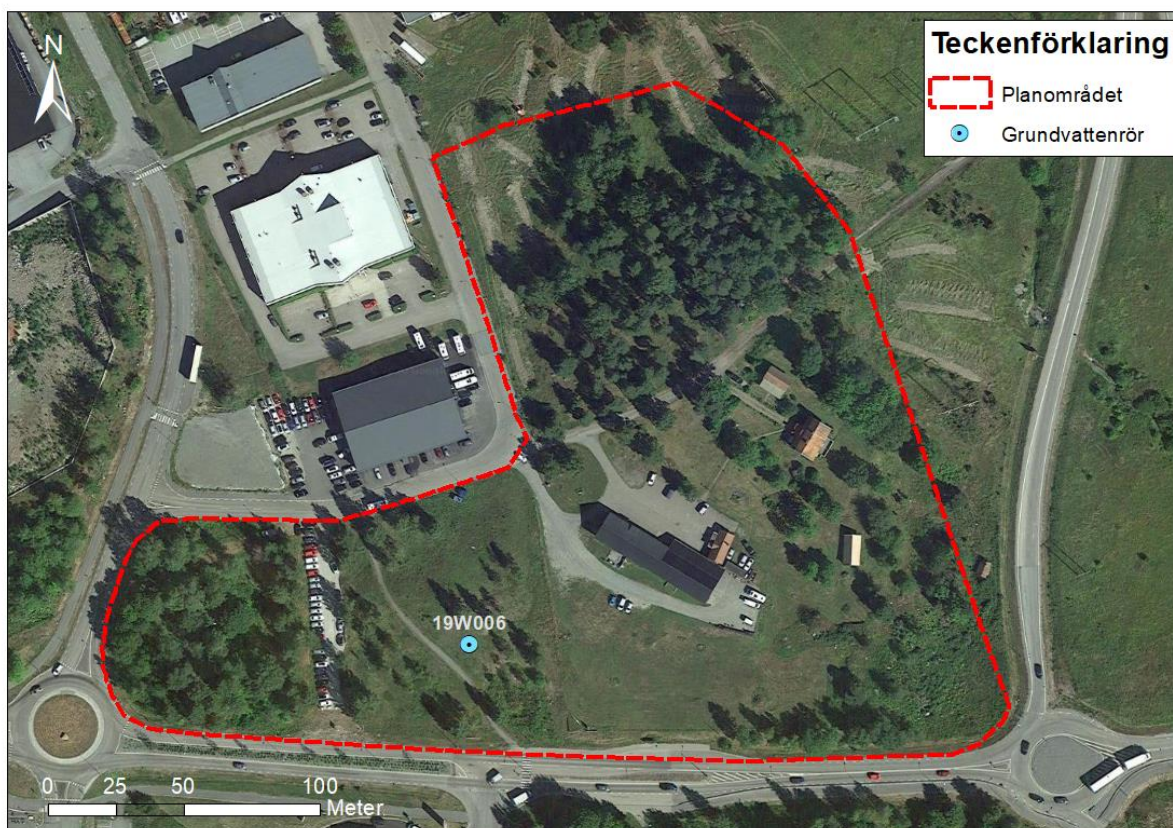


Figur 3-3. Jorrdjup, uppskattat djup till berg. Data har erhållits från SGU (2020). Planområdets ungefärligt läge har markerats med en röd rektangel.

3.3 Grundvatten

Enligt Projekterings PM, Geoteknik för Gredelby 1:3, Knivsta (2019) har grundvattennivån mätts vid ett tillfälle i november 2019, i grundvattenrör 19W006. Vid mätningstillfället påträffades grundvatten vid +24,9, det vill säga 1,2 m under markytan. Grundvattenrörets läge är presenterad i Figur 3–4.

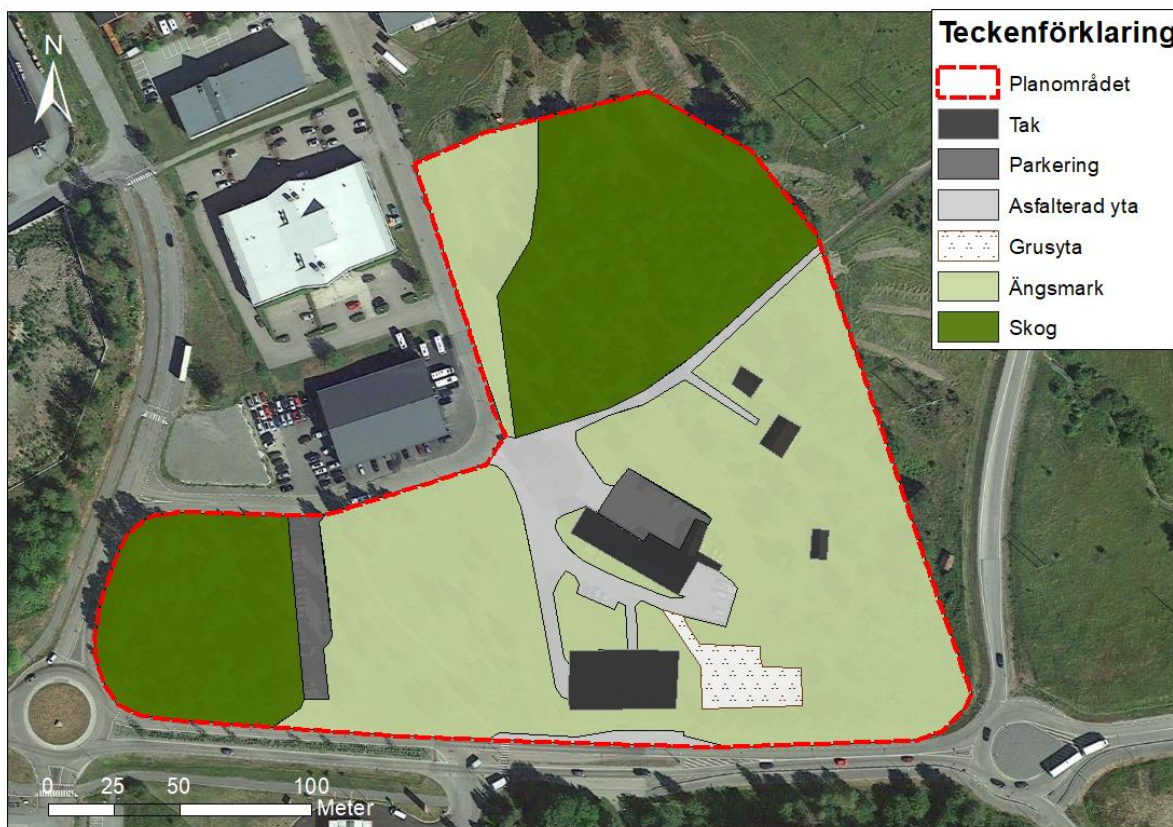
För att få en bättre bild över grundvattennivåer i planområdet bör fler grundvattenrör installeras över området och kontinuerliga nivåmätningar utföras. Detta för att säkerställa att grundvattnet inte kan påverka den planerade byggnationen och de föreslagna dagvattenanläggningarna negativt. Om inga fler grundvattenmätningar i området utförs, bör dagvattenanläggningarna konstrueras med tät-botten för att undvika att grundvatten dräneras i anläggningarna.



Figur 3-4. Ungefärlig placering av grundvattenrören i planområdet.

3.4 Befintlig markanvändning

Totalt omfattar planområdet en areal på cirka 4,87 ha. Befintlig markanvändning återges i Figur 3–5. Planområdet utgörs idag av skog, ängsmark, grusytor, asfalterade ytor, parkeringar och befintliga byggnader. Parkeringsytan i väst används som avställningsyta för bilar som tillhör bilhandlaren i fastigheten ovanför.



Figur 3-5. Befintlig markanvändning inom detalplaneområdet.

3.5 Befintlig dagvattenhantering

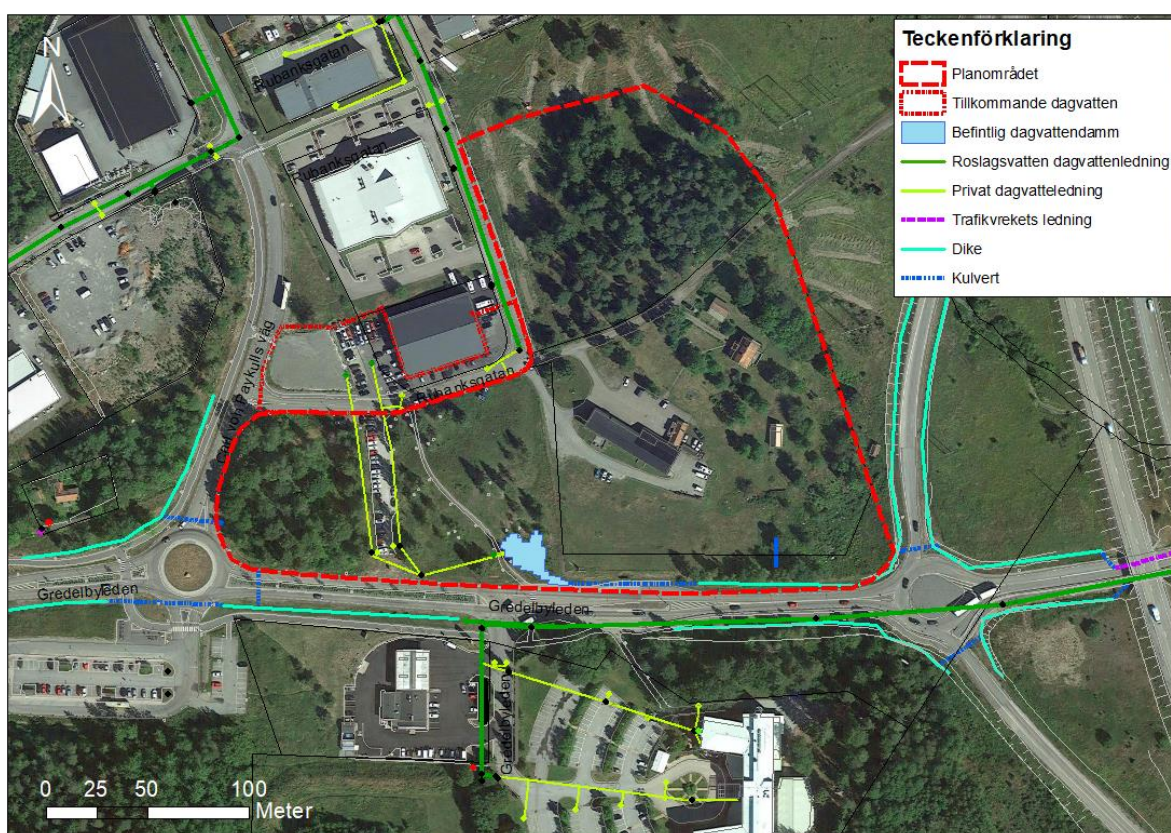
I dagsläget avrinner den största delen av dagvatten som bildas inom planområdet till ett dike i södra delen av området som leder vattnet under avfarten från E4:an via en kulvert och vidare i ett dike österut. Troligen dräneras diket sedan i en dagvattenledning som tillhör Trafikverket under E4:an.

I dagsläget sträcker sig en befintlig Roslagsvattens ledning söder om Gredelbyleden. Ledningen har en uppskattad kapacitet på drygt 600 l/s. Det är inte klarlagt hur stor area avvattnas till ledningen redan idag och om det förekommer andra fördröjningsåtgärder längre uppströms. Enligt uppgift från Roslagsvatten, klarar inte dagvattenledningen en flödesökning vilket innebär att en ny anslutning från planområdet till ledningen inte är möjlig. Därmed kommer planområdets södra del fortsättningsvis att avvattnas i de befintliga dikena norr om Gredelbyleden. Eftersom diken, vid rondellen strax öster om planområdet troligtvis ansluts till Trafikverkets ledning under E4:an, bör dagvattenflödet och föroreningsinnehållet från planområdet inte att öka i jämförelse med dagsläget.

Dagvatten som bildas på västra delen av planområdet och tillkommande dagvatten från privata ledningar som avvattnar del av fastigheten strax norr om planområdet förs till en befintlig dagvattendamm. Dammen mynnar sedan ut i det tidigare nämnda diket via en pvc ledning/kulvert som observerades vid platsbesöket. Det tillkommer även dagvatten från ett område väster om Carl von Paykulls väg via en kulvert under vägen och en del av det tillkommande vatten samt en del av dagvatten från västra delen av området leds sedan söderut under Gredelbyleden via en kulvert.

Den norra slutningen av berget i norra delen av planområdet avvattnas mot Roslagsvattens dagvattenledning i betong med innerdiameter på 300 mm med uppskattad kapacitet på cirka 70 l/s. Ledningen i Rubanksgatan för vattnet norrut mot recipienten.

Befintliga dagvattenledningar och Roslagsvattens observationer samt observationer vid platsbesöket är presenterade i Figur 3-6.



Figur 3-6. Befintlig dagvattenhantering inom och omkring planområdet.

3.6 Recipientbeskrivning

Recipient för dagvattnet som avrinner från hela planområdet är Lövstaån (SE662760-161234), se Figur 3-7. Enligt statusklassningen som har utförts år 2017, har vattenförekomsten bedömts ha måttlig ekologisk status med utslagsgivande parametrar övergödning samt konnektivitet och morfologi. Lövstaån uppnår ej god kemisk status på grund av för höga halter kvicksilver, polybromerade difenyletrar (VISS, 2020).

Miljö kvalitetsnormer för Lövstaån är god ekologisk status 2027 samt god kemisk ytvattenstatus med undantag i form av mindre stränga krav för kvicksilver och dess

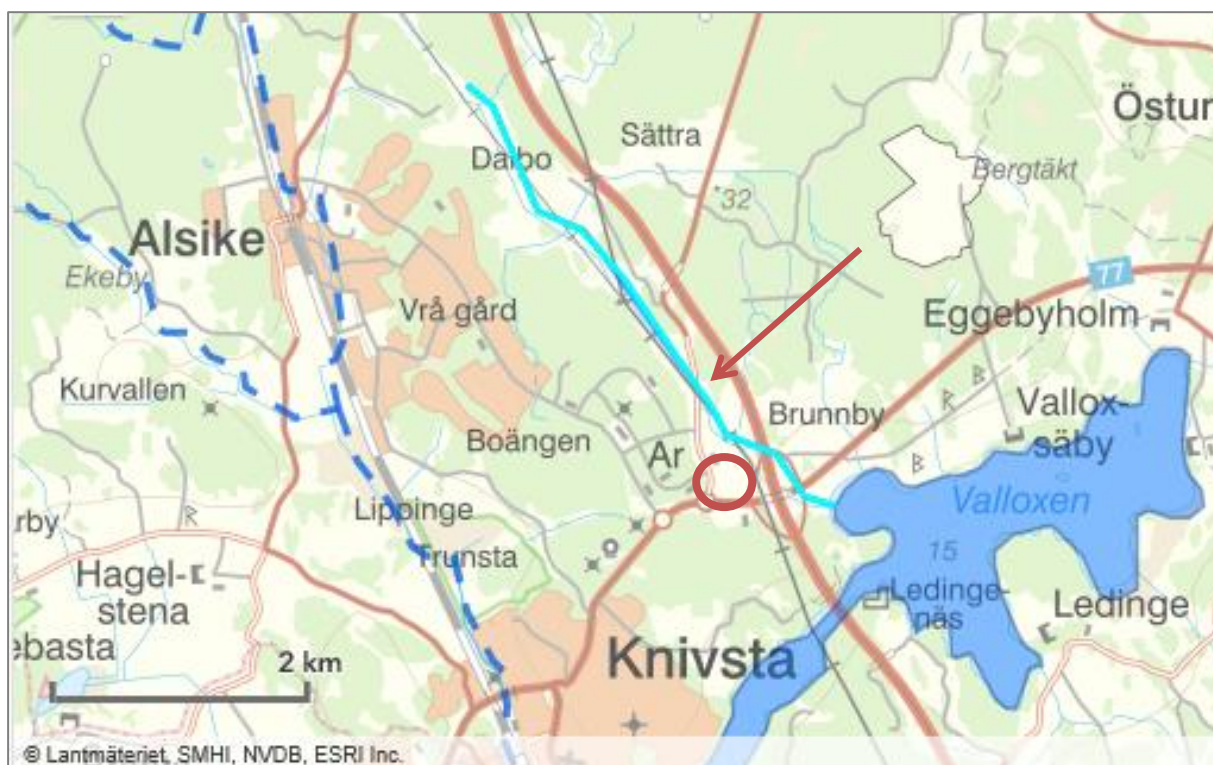
föreningar samt polybromerade difenyletrar (VISS, 2020). Recipientens statusklassificering och miljökvalitetsnormen är sammanfattade i Tabell 3.2.

Tabell 3.2. Sammanställning av statusklassning och MKN enligt VISS. För MKN Kemisk status gäller ett undantag i form av mindre stränga krav för bromerad difenyleter samt kvicksilverföreningar.

Recipient	Ekologisk status	Kemisk status	MKN Ekologisk status	MKN Kemisk status
Lövstaån	Måttlig	Uppnår ej god	God 2027	God

Lövstaån är 4 km lång och mynnar ut i Brunnbyviken, i Valloxen. Valloxen klassificeras som dålig ekologisk status på grund av övergödning och uppnår ej god kemisk status på grund av överskridande halter av kvicksilver, polybromerade difenyletrar.

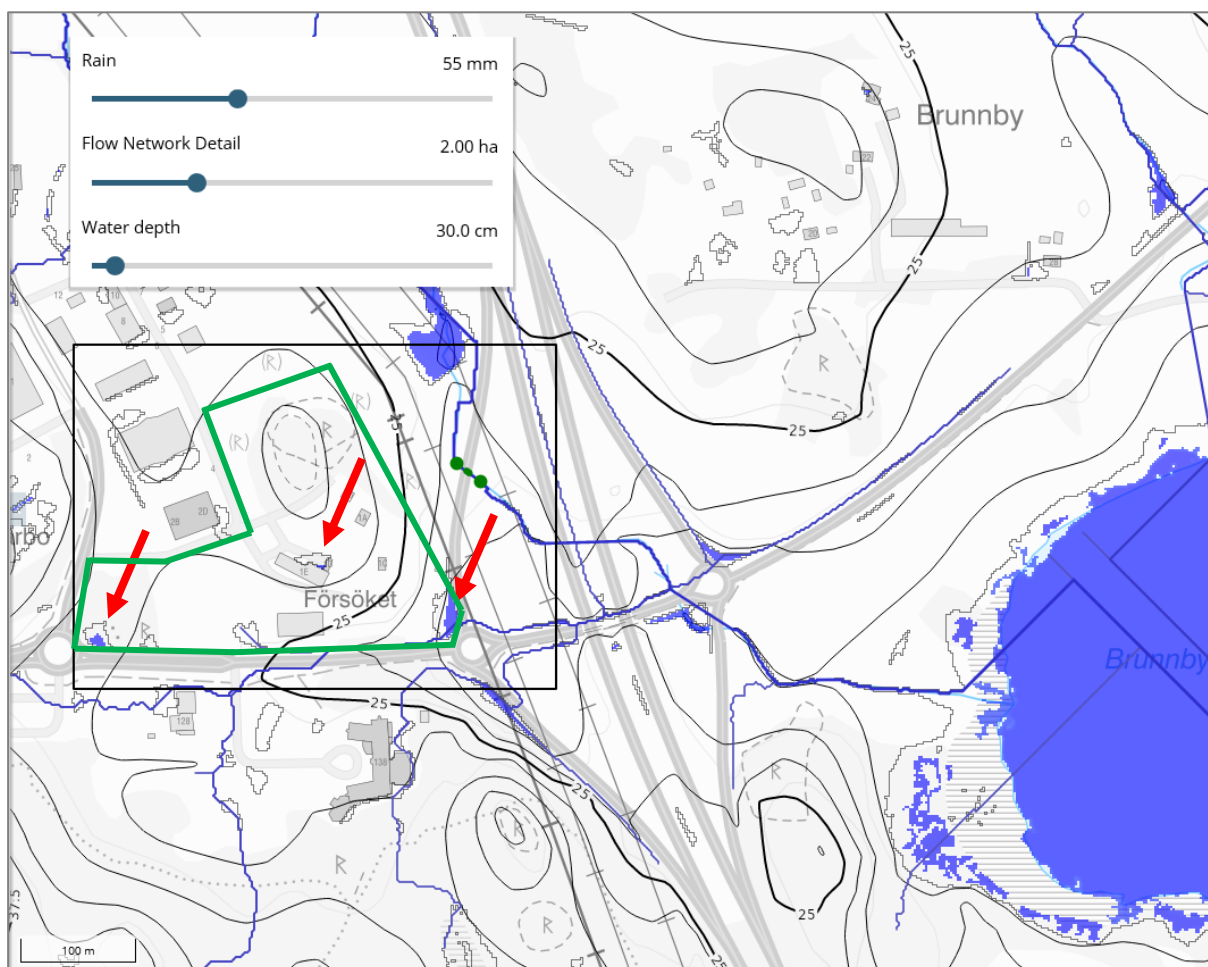
Vattendirektivet säger att "inget vatten får försämrats", vilket innebär att inga halter av föroreningar bör öka. Framförallt får inte halterna av kvicksilver, polybromerade difenyletrar, samt näringsämnen fosfor och kväve öka då det finns en problematik med dessa föroreningar i både i Lövstaån och Valloxen.



Figur 3-7. Recipienten Lövstaån markerad med röd pil och planområdet ungefärliga läge markerad med röd cirkel.

3.7 Skyfall

För att studera översvämningsrisk för befintlig situation har bland annat Länsstyrelsernas Webb GIS tjänst använts. Enligt Lågpunktskarteringen (för större ytor) finns det inga lågpunkter i eller i anslutning till planområdet. Eftersom planområdet är relativt litet studeras lågpunkterna med mer högupplöst data från ScalgoLive som visar lågpunkter utifrån topografin i och omkring planområdet. I Figur 3–8 visas ett utsnitt från programmet där ett skyfall (motsvarande regnvolym om 50 mm) simuleras. Naturlig infiltration i mark och avledning i ledningsnätet tas inte till hänsyn i simuleringen. Detta kan likställas ett skyfalls-scenario där alla ytor är mättade och fungerar som hårdgjorda ytor och ledningsnätet är fullt. Simuleringen visar på att i händelse av skyfall kan det uppstå vattendjup upp till 0,3 m nordost om den befintliga bilverkstan, i sydvästra och i sydöstra delen av planområdet i de befintliga lågpunkterna.



Figur 3-8. Ett utsnitt ur programmet ScalgoLive som visar lågpunkter och flödesvägar inom och omkring planområdet (markerad med grön polygon) i samband med ett skyfall (50 mm regn). Lågpunkterna är markerade i mörkblå färg och de lågpunkter som finns i området är även markerade med röda pilar.

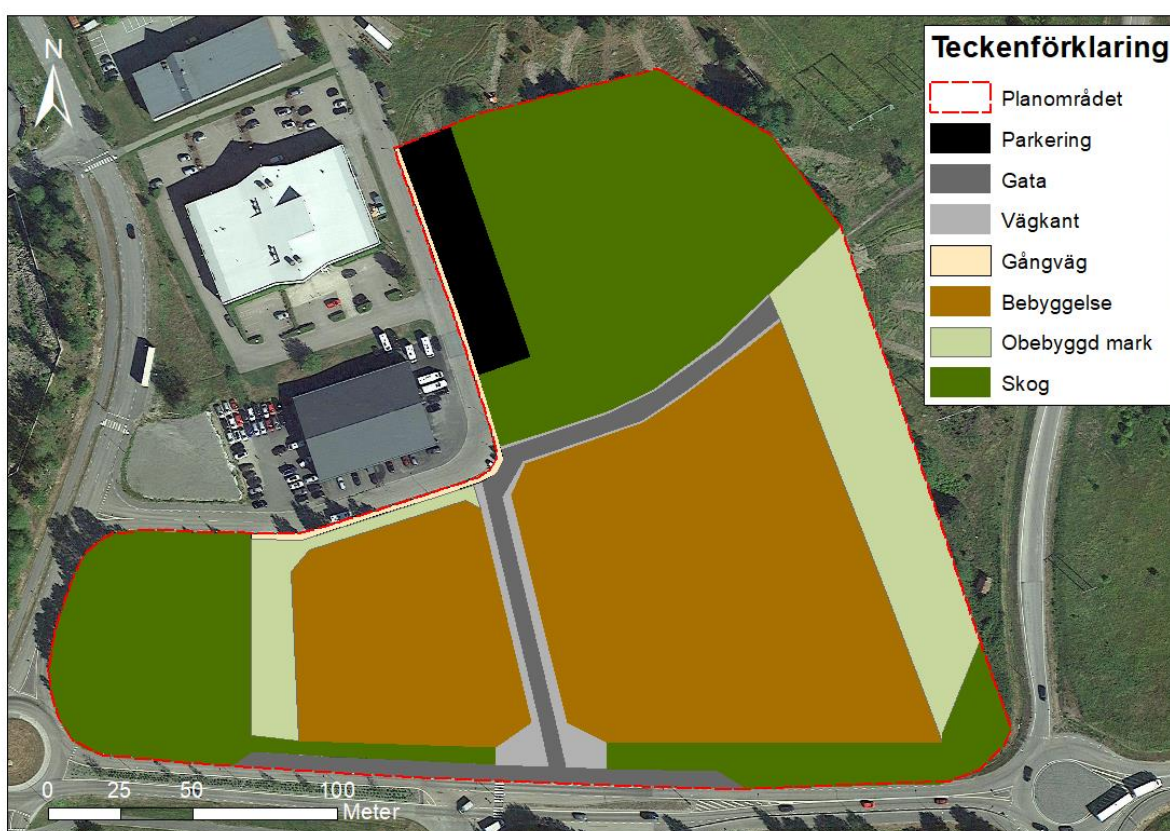
3.8 Markavvattningsföretag

Enligt Länsstyrelsernas WebbGIS tjänst finns det inga markavvattningsföretag inom eller nedströms om planområdet (Länsstyrelserna, 2020).

4 Framtida förhållanden

4.1 Planerad markanvändning

Planområdet Södra Ar, etapp 2 planeras att bebyggas med kontors-, handel- och hotellverksamhet. En ny väg kommer sträcka sig genom området från Gredelbyleden till Rubanksgatan. De norra och västra skogsytorna ska förbli naturmark. Detta eftersom det förekommer fornlämningar på dessa delar av planområdet. En översikt av planerad markanvändning framgår av Figur 4–1. På båda sidor av den nya vägen kommer området bebyggas. Enligt uppgift från Knivsta kommun, kommer cirka 50% av det bebyggda området bestå av byggnader och resten av hårdgjord yta. Den exakta placeringen av byggnader är i dagsläget inte fastställt. Väster om den västra bebyggelsen och öster om den östra kommer en del mark förbli obebyggd. Hårdgöringsgrad av dessa områden är ännu oklar.



Figur 4-1. Planerad markanvändning inom detaljplaneområdet Södra Ar, etapp 2.

4.2 Delavrinningsområden

Utifrån den framtida utformningen, kan planområdet delas in i fem delavrinningsområden (Figur 4-2). Delavrinningsområde 1 består av den västra bebyggelsen, samt naturmarken. Dagvatten som bildas inom Delavrinningsområde 1 bör i möjligaste mån ledas mot naturmarken intill bebyggelsen. Delavrinningsområde 2 utgörs av den nya och en del av den gamla vägen som avvattnas mot väggkantsytorna på båda sidor om vägen samt en del av bebyggelsen som avrinner mot den nya gatan. Delavrinningsområde 3 består av bebyggelse, obebyggd mark, en del av den gamla vägen och den östra delen av naturmarken i norr. Delområde 3 avvattnas mot den obebyggda marken där dagvattnet vidare avrinner söderut.

Delavrinningsområde 4 består av den befintliga vägen som utgör en ficka i Gredelbyleden samt gräsytan i sydöst som består av en slänt och ett dike som avleder vattnet österut. Dagvatten från norra körbanan av Gredelbyleden avvattnas mot delområde 4.

Delavrinningsområde 5 utgörs av den norra naturområdets västra del samt en parkeringsyta. Dagvatten från delavrinningsområde 4 avrinner mot Rubanksgatan och vidare norrut.



Figur 4-2. Framtida delavrinningsområden och områden med tillkommande dagvatten samt ungefärlig avrinningsriktning efter planerad exploatering.

5 Flödesberäkningar

Planerad bebyggelse inom detaljplaneområdet Södra Ar, etapp 2 klassificeras som "Centrum- och affärsområde" och enligt Svenskt Vattens riktlinjer (2016) innebär det att säkerhetsnivåerna är 10-årsregn för fylld ledning och 30-årsregn för trycklinje i marknivå. Vatten som inte får plats i ledningssystemet ger upphov till marköversvämning och ska kunna hanteras på markytan utan att skador uppkommer på byggnader och anläggningar. Säkerhetsnivån är >100 år med avseende på marköversvämningar. Dagvattenflöden för dessa säkerhetsnivåer beräknas för befintlig markanvändning, planerad markanvändning samt planerad markanvändning inklusive fördröjning. Beräkningarna görs med rationella metoden (ekvation 2-1).

5.1 Markanvändning- befintlig och planerad

Detaljplaneområdet är cirka 4,87 hektar stort och ligger i nordöstra delen av Knivsta tätort, strax intill avfarten från E4:an. Den befintliga och planerade markanvändningen beskrivs i kapitel 4.

En översikt av arealerna för befintlig och planerad markanvändning samt avrinningskoefficienter framgår av Tabell 5-1. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som rinner av en yta efter förluster på grund av avdunstning, infiltration och upptag av växlighet (Svenskt Vatten, 2016). Avrinningskoefficient för den obebyggda marken grundar sig i Knivsta kommuns bestämmelse om maximalt 30% av den delen av kvartersmarken får hårdgöras.

Tabell 5-1. Planerad markanvändning inom planområdet Södra Ar, etapp 2. Samtliga värden är avrundade.

Markanvändning	Avrinningskoefficient φ	Befintlig markanvändning (ha)	Planerad markanvändning (ha)
Tak	0,9	0,20	0,97
Parkering	0,8	0,14	0,16
Asfalterad yta	0,8	0,32	0,97
Väg	0,8	0	0,23
Väggkant	0,5	0	0,11
Grus-yta	0,6	0,09	0
Gångväg	0,8	0	0,04
Obebyggd mark	0,3	0	0,57
Ängsmark	0,1	2,57	0
Skog- och naturmark	0,05	1,54	1,82
Summa		4,87	4,87
Summa reducerad area		0,94	2,42

5.2 Flödesberäkningar

Dagvattenflödena har beräknats enligt den rationella metoden för både ett 10-årsregn och ett 30-årsregn. Flödena har beräknats för två scenarion: befintlig markanvändning samt planerad markanvändning för delavrinningsområden A och B samt 1-5.

5.2.1 Befintliga dagvattenflöden

Flöden har beräknats för den befintliga markanvändningen, för delavrinningsområden A och B samt för det tillkommande dagvatten från norr och från Gredelbyleden. Dessa återges i Tabell 5-2. För delavrinningsområde A användes den kortaste rekommenderade rinntiden på 10 minuter. För delavrinningsområde B beräknades den längsta uppskattade rinnsträckans längd i ArcGIS. Längsta rinnsträckan utgjordes av ca. 190 m avrinning på markyta med en avrinningshastighet på 0,1 m/s (sydöstra delen av området) samt ca. 165 m avrinning i dike med en hastighet på 1,0 m/s (sydöstra delen av området).

Det tillkommande dagvattenflödet från Gredelbyleden beräknades med en rinntid på 10 minuter då dagvattnet avrinner från hårdgjord yta och leds i hög utsträckning i diket norr om Gredelbyleden. Området i norr om planområdet som bidrar med tillkommande vatten är till stora delar hårdgjord och i dagsläget fördröjs flödet från detta område i en befintlig dagvattendamm. Dammens kapacitet och dimensioneringsförutsättningar är inte kända. Den antagna fördröjningen i dagvattendammen vid befintlig situation tas med i flödesberäkningen, för området i norr, genom en lägre rinntid vid befintlig än vid planerad situation.

Vid ett 10-årsregn uppstår ett dagvattenflöde på cirka 174 l/s från hela planområdet, inklusive det tillkommande flödet. Motsvarande flöde för ett 30-årsregn är cirka 249 l/s. Årsmedelflödet för den befintliga markanvändningen är 0,40 l/s.

Tabell 5-2. Dagvattenflöden för befintlig markanvändning för delavrinningsområden A och B. Samtliga värden är avrundade.

Delavrinningsområde	Area (ha)	Reducerad Area (ha _{red})	Rinntid (min)	Flöde (l/s)	
				10-år	30-år
A	0,48	0,03	10	8	11
B	4,39	0,90	34	66	94
Tillkommande dagvatten från norr	0,54	0,40	25	65	94
Tillkommande dagvatten Gredelbyleden	0,19	0,15	10	35	51
Summa	5,6	1,48		174	249

5.2.2 Framtida dagvattenflöden

Vid planerad exploatering av detaljplaneområdet ökar andelen hårdgjorda ytor vilket medför en ökad flödesbelastning. Beräkningar visar att flödena ökar till cirka 816 l/s för ett regn med återkomsttid 10 år och till cirka 1173 l/s för ett regn med återkomsttid 30 år. En översikt återges i Tabell 5-3.

Till det planerade flödet räknas det även tillkommande dagvattenflödet från en del av en fastighet norr om planområdet samt tillkommande dagvatten från Gredelbyleden. Årsmedelflödet för den planerade markanvändningen är 0,67 l/s.

Tabell 5-3. Dagvattenflöden för den planerade markanvändningen, med klimatfaktor på 1,25. Samtliga värden är avrundade.

Delavrinningsområde	Area (ha)	Reducerad Area (ha _{red})	Flöde (l/s)	
			10-år	30-år
1	1,26	0,55	158	227
2	0,75	0,60	171	245
3	1,86	0,90	258	371
4	0,25	0,08	23	33
5	0,76	0,17	48	69
Tillkommande dagvatten från norr	0,54	0,40	114	164
Tillkommande dagvatten Gredelbyleden	0,19	0,15	44	63
Summa	5,6	2,86	816	1173

5.3 Erforderlig utjämningsvolym

Åtgärdsnivån för dagvattenhantering i det aktuella planområdet är att det dimensionerande dagvattenflödet ut från planområdet efter exploatering inte får öka i jämförelse med nuvarande dagvattenflöde. Den erforderliga utjämningsvolymen för planområdet har därmed beräknats utifrån en avtappning som motsvarar dagens utflöde med en strypningsfaktor av 2/3. Strypningsfaktorn används för att kompensera för att magasinet inte töms med full kapacitet i annat fall än vid fyllt magasin. Beräkningar har gjorts med Bilaga 10.6a till Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Dagvatten som bildas inom planområdet fördröjs först inom området och leds sedan bort mot recipienten genom de befintliga dagvattenledningarna i Rubanksgatan samt diken norr om Gredelbyleden. Genom att fördröja det dimensionerade dagvattenflödet till befintlig nivå kommer dagvattensystemet nedströms om planområdet inte att påverkas negativt av den planerade exploateringen. Både dagvattenflöden norrut och österut begränsas till befintlig nivå.

I beräkningen jämförs flödet från de planerade delavrinningsområden 1, 2 och 3 samt tillkommande dagvattenflöden med flödet från det befintliga delavrinningsområdet B som avrinner österut. Flödet från delavrinningsområde 4 jämförs med befintliga flödet från delavrinningsområde A som avvattnas norrut. Separata beräkningar gjordes för delområde 4 som avrinner till dagvattenledningar norr om planområdet och för resterande av delavrinningsområden som tillsammans avrinner till diken öster om planområdet. För den sistnämnda beräkningen beräknades ett gemensamt magasinbehov som därefter proportionerligt fördelades över delavrinningsområden 1-3 utifrån den bidragande arean (reducerade arean) i respektive delområde.

Sammantaget krävs en utjämningsvolym på 687 m³ inom planområdet Södra Ar etapp 2 för att säkert avleda dagvatten som bildas planområdet samt tillkommande dagvatten. Detta enligt beräkning av magasinbehov för ett område med Svenskt Vattens publikation P110, Bilaga 10_6a. Den erforderliga utjämningsvolymen återges i Tabell 5-4 nedan.

Tabell 5-4. Erforderlig fördröjningsvolym för att inte öka dagvattenflödet från planområdet vid ett 30-årsregn.

Delavrinningsområde	Erforderlig utjämningsvolym (m ³)
1	165
2	178
3	269
4	24
5	50
Summa:	687

5.4 Extrem nederbörd

Dagvattenflödena för ettregn med återkomsttid 100 år har beräknats med den rationella metoden och resultaten återges i Tabell 5-5. För den planerade situationen har en klimatfaktor på 1,25 använts. Beräkningen inkluderar tillkommande dagvatten. Det bör noteras att beräkningarna avseende 100-årsregn troligen ger en underskattning av det flöde som uppstår, eftersom regn med en sådan kraftig intensitet med största sannolikhet leder till att infiltrationskapaciteten överskrids för alla ytor, även naturmark. I praktiken kommer därför alla ytor sannolikt att fungera som hårdgjorda ytor och ge en betydligt större avrinning än vad deras avrinningskoefficienter gör gällande. Det finns i dagsläget ingen information att tillgå gällande hur avrinningskoefficienterna förändras med ökad regnintensitet. Därför har flöden beräknats enligt normen, med användning av de ursprungliga avrinningskoefficienterna för de olika marktyperna.

Tabell 5-5. Beräknade dagvattenflöden för ettregn med återkomsttid 100 år.

Markanvändning	Reducerad areal (ha _{red})	Flöden (l/s)
Befintlig markanvändning	1,48	437
Planerad markanvändning	2,86	1748

6 Lösningsförslag för hållbar dagvattenhantering

6.1 Generella rekommendationer

Grundprincipen är att dagvatten från detaljplaneområdet ska fördröjas och renas inom planområdet. Enligt Knivsta kommun ska dagvattenanläggningar dimensioneras för en våtvolyms på 20 mm. I detta fall bedöms det att en fördröjning av 20 mm nederbörd inom planområdet inte är tillräckligt med hänsyn till nedströmsliggande diken och ledningar. För att undvika att det befintliga dagvattensystemet nedströms påverkas negativt, bör dagvattenflödet från planområdet, samt det tillkommande dagvattenflödet fördröjas till ett flöde motsvarande befintligt dagvattenflöde vid ett 30-årsregn.

6.2 Principlösningar för dagvattenhantering

6.2.1 Dagvattendammar

Dagvattendammar anläggs både för att fördröja och för att rena dagvatten. Den process som renar vattnet är till största delen sedimentation av partiklar. Det är därmed viktigt att utforma dammen på ett optimalt sätt, vanligtvis en långsmal och eventuellt lite böjd form, för att på så sätt uppnå tillräckligt lång uppehållstid så att sedimentation hinner ske.

Dammarna kan antingen anläggas med permanent vattenyta eller som en torr dagvattendamm som får torka upp mellan regnen. En våt damm med permanent vattenspiegel är generellt att föredra på grund av större reningseffekt och rekreativ värde. Dessutom kan våtmarkszoner anläggas vid dammens kant, där lösta föroreningar och ämnen kan avskiljas mer effektivt (VISS, 2019). Detta då växterna i våtmarkszonen kan uppta lösta föroreningar. Både reningseffekten och de biologiska värdena ökar med växter i dammen. För att en damm ska bibehålla sin reningsförmåga samt vara estetiskt tilltalande behövs regelbundet underhåll (Stockholm Vatten och Avfall, 2019). Exempel på en dagvattendamm med permanent vattenspiegel återfinns i Figur 6-1.

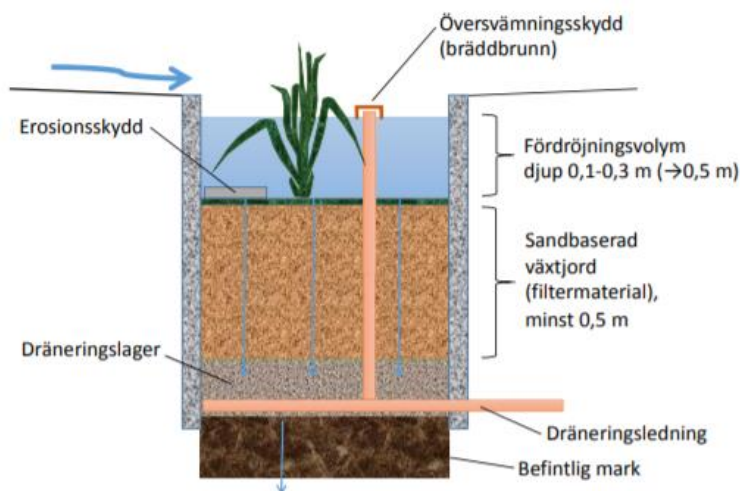


Figur 6-1. Exempelbild av en dagvattendamm i Stockholm. Foto: Geosigma.

I föreliggande utredning har dagvattendammarna dimensionerats utifrån de riktlinjer som framkommer i T. Larms rapport: *Utformning och dimensionering av dagvattenanläggningar (2000)*. Dimensioneringens främsta avsikt är att åstadkomma hög reningseffektivitet.

6.2.2 Regnbäddar

Regnbäddar kan utformas som planteringsytor där dagvattnet leds via ytavrinning eller via brunnar och ledningar. Regnbäddar anläggs något nedsänkta så att det uppstår en magasinvolym ovanpå bädden. En principskiss återges i Figur 6–2. Exempel på utformning av en regnbädd framgår av Figur 6–3. Minsta anläggningsdjup bör vara cirka 1 m och filterdjupet ska vara cirka 0,5 m. regnbäddens yta bör motsvara 5–10% av tillrinningsområdets hårdgjorda yta (Stockholms Vatten och Avlopp).



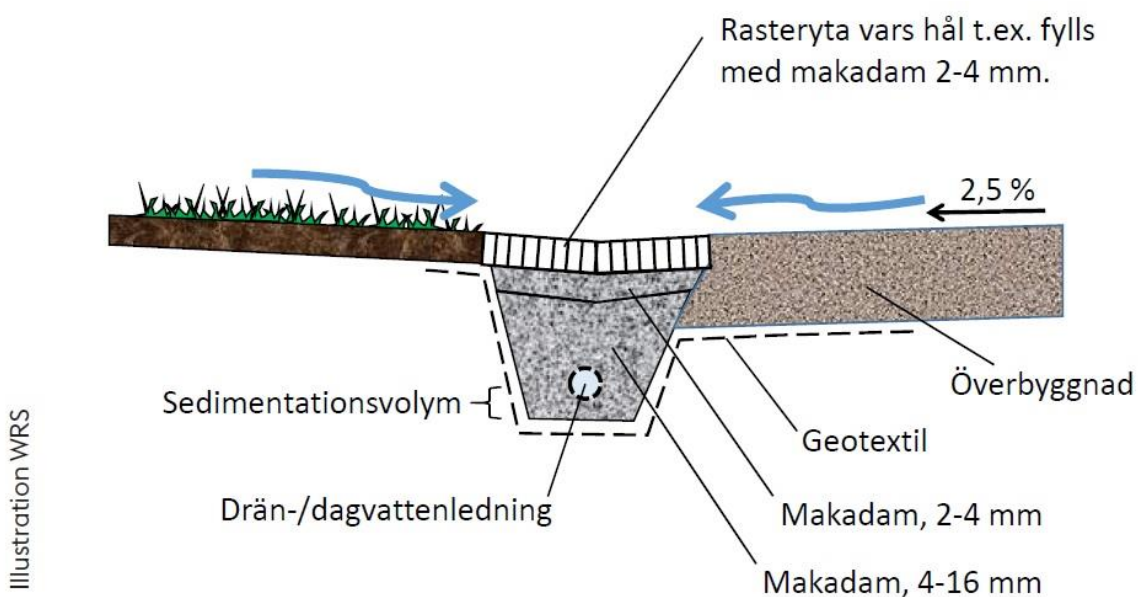
Figur 6-2. Principskiss för nedsänkt regnbädd med fördröjningsvolym ovanpå bädden (Stockholms Stad, 2017).



Figur 6-3. Exempel på en nedsänkt regnbädd intill en parkering (Vegtech, 2017).

6.2.3 Makadamdiken

Ett makadamdike är ett dike fyllt med ett genomsläppligt material, förslagsvis makadam. Dessa bör ha ett djup av minst 0,5 meter och bottenbredd av minst 0,5 meter och utgör 5-10 % av ett områdes hårdgjorda yta. Lutningen i längdled bör vara upp till 1% (Stockholms Vatten & Avfall). Ett dränerande rör läggs i botten av diket som får vattnet att rinna vidare. Överytan kan bestå av grov makadam eller annat genomsläppligt material. En principskiss av ett makadamdike återfinns i Figur 6-4. En exempelbild av ett makadamdike mellan lokalgata och tomtmark återfinns i Figur 6-5.



Figur 6-4. Principskiss på ett makadamdike. Makadamfyllning placeras i ett meterdjupt, grävt dike (Stockholm Vatten & Avfall).



Figur 6-5. Makadamdike mellan lokalgata och tomtmark (Stockholm Vatten & Avfall).

6.2.4 Gräsdiken

Gräsdiken används framförallt för fördröjning och avledning av dagvatten. Dessa är principiellt lika svackdiken, men med skillnaden att gräsdiken har en brantare släntlutning. En exempelbild av ett gräsdike presenteras i Figur 6-6. Enligt anvisningar av Stockholms Vatten och Avfall bör minsta anläggningsdjup av dessa diken vara 0,5 meter. Gräsdiken kan men fördel sektioneras för att erhålla högre reningseffektivitet och fördröjning.



Figur 6-6. Exempelbild av ett gräsdike vid en väggkant.

6.2.5 Sedimentationsmagasin

I områden med begränsade markutrymmen är underjordiska fördröjningsmagasin en lämplig lösning. Underjordiska magasin kan byggas upp med plastkassetter/rörmagasin eller betongkonstruktioner alternativt med makadam, stenkross med välsorterade fraktioner som vanligen varierar mellan cirka 4 – 80 mm. Plastkassetter och rörmagasin eller liknande har fördelen att ca 95 % av volymen kan utnyttjas för magasinering, medan det i makadammagasinen enbart är porvolymen, normalt ca 30 %, som kan utnyttjas. Den totala volymen kan alltså minskas betydligt med rörmagasin. Flera plastkassetter kan byggas samman för att få en större volym. Exempelbilder på rörmagasin och plastkassetter visas i Figur 6–7.



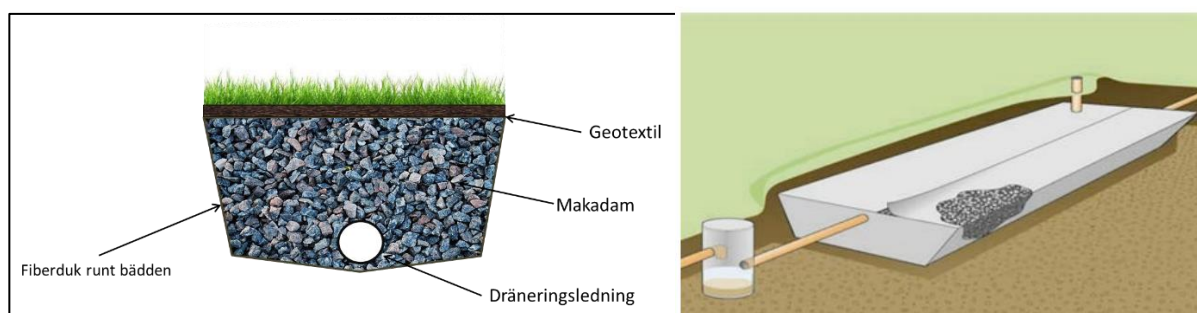
Figur 6-7. Fördröjningsmagasin i plast, i form av rörmagasin (vänster) och plastkassetter (höger).

6.2.5.1 Makadammagasin

Makadammagasin är ett exempel på ett underjordiskt magasin där både fördröjning och rening sker genom ett magasin uppbyggt av ett naturligt material i form av stenkross där fraktionerna kan variera mellan cirka 4 – 80 mm.

Det rekommenderas att dagvattnet från den nya vägen fördröjs och renas i ett makadammagasin inom planområdet innan bortledning till det kommunala dagvattensystemet. Magasinsvolymen utgörs av porvolymen i makadamen, vanligtvis cirka 30 %. Stenkistor byggs upp av makadam av en grov och väl sorterad fraktion under en permeabel yta som möjliggör att dagvattnet tillrinner makadammagasinet. Den permeabla ytan behöver dock underhållas för att dess infiltrationskapacitet ska upprätthållas.

Makadammagasin kan även förses med en dräneringsledning i botten av anläggningen samt möjlighet till ytlig bräddning till omgivande mark vid extrema regn. En exempelskiss för ett makadammagasin visas i Figur 6-8.



Figur 6-8. Principskiss för ett makadammagasin.

6.3 Lösningförslag

Utförda flödes- och föroreningsberäkningar visar att den planerade exploateringen av planområdet medför både ökade dagvattenflöden och föroreningsbelastning på recipienten Lövstaån. I syfte att förhindra denna ökade belastning förslås en dagvattenlösning som ska skapa en hållbar dagvattenhantering inom planområdet. Lösningförslaget utgår ifrån att dagvattenflödet genererat av planområdet och dess närområde fördröjs till ett flöde som motsvarar det vid ett 30-årsregn i dagsläget. Detta motsvarar en erforderlig utjämningsvolym av 687 m³ inom planområdet Södra Ar, etapp 2.

Enligt riktlinjer från Knivsta kommun och Roslagsvatten bör 20 mm dagvatten fördröjas inom kvartersmarken vilket medför en fördröjningsvolym på 365 m³ fördelat enligt Tabell 6-1. För att fördröja dessa volymer i anläggningar som motsvarar regnbäddar med ett djup på 1 meter och en genomsnittlig porositet på 30% krävs en yta på drygt 1220 m² fördelat enligt tabellen nedan.

Tabell 5-4. Erforderlig fördröjningsvolym för kvartersmark (20 mm fördröjning).

Delavrinningsområde	Erforderlig utjämningsvolym (m ³)	Ytanspråk (m ²)
1	103	343
2	94	313
3	168	561
Summa:	365	1217

Enligt Roslagsvattens checklista för dagvattenutredningar inom detaljplaneprocessen ska dimensioneringen av planområdets dagvattensystem inte ta hänsyn till fördröjningen inom kvartersmarken.

För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en minskad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av planområdet, föreslås följande åtgärder:

1. Dagvatten från den planerade bebyggelsen i delavrinningsområden 1 samt tillkommande dagvatten norrifrån leds till en dagvattendamm med en maximal yta på 400 m². Dammens utlopp ansluts till en ny kulvert som leder vattnet till ett gräsdike i sydöstra delen av planområdet. Dagvattnet bör passera ett brunnsfilter innan det avleds vidare till gräsdiket.
2. Den nya vägen och bebyggelsen, i delavrinningsområde 2, avvattnas till makadamdiken på båda sidor av den nya vägen (sträcker sig norrut från Gredelbyleden) som leder vattnet söderut mot dagvattenmagasin i form av rörmagasin eller plastkassetter. Dagvattenmagasinen kopplas till filterbrunn och sedan avleds dagvatten via en kulvert till gräsdike i sydöstra delen av planområdet.
3. Från delavrinningsområde 3 leds dagvattnet till ett makadammagasin på den obebyggda ytan öster om den planerade bebyggelsen för rening och fördröjning. Sedan leds det via ett gräsdike söderut mot kulverten under E4:an. För att möjliggöra detta bör den östra delen av delområde 3, som idag består av en slänt, terrasseras. Föreslagen terrassering beskrivs mer utförligt i avsnitt 6.3.1.
4. Från delavrinningsområde 4 och norra körbanan av Gredelbyleden, bör dagvatten ledas till ett gräsdike i naturstråket som sträcker sig längst med Gredelbyleden. Diket kan med fördel sektioneras för att främja rening och fördröjning av dagvatten. Det befintliga gräsdiket behöver troligtvis förstöras för att öka dess fördröjningskapacitet. Vid projektering av diket bör hänsyn tas till att det även kommer avleda dagvatten från delområden 1 och 2 efter fördröjning inom respektive delområde. Från gräsdiket bör dagvatten passera ett brunnsfilter innan dagvatten tillåts avledas till kulverten under E4:an.
5. I den norra delen av planområdet, delavrinningsområde 5, leds dagvatten från parkeringsytan mot regnbäddar för rening och fördröjning. Från regnbäddarna avleds dagvattnet via ny servisleddning till de befintliga dagvattenledningarna i Rubanksgatan.

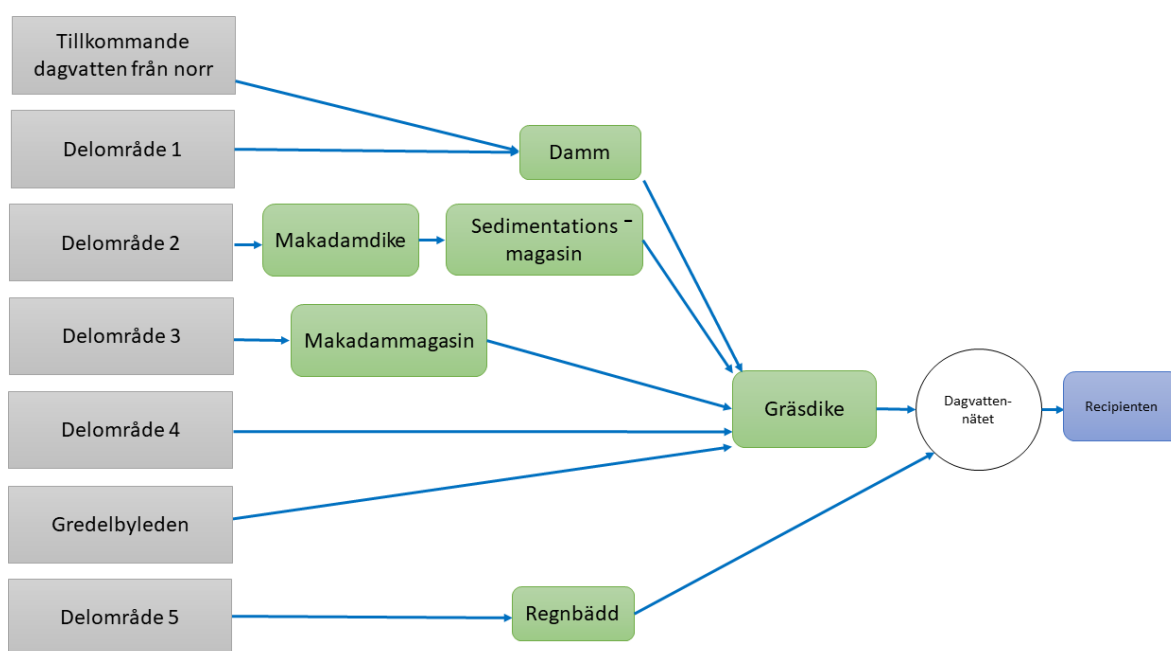
För att främja rening av dagvatten bör biokol användas vid anläggning av makadamdiken, gräsdiken och regnbäddar.

Det tillkommande dagvattnet från området väster om Carl von Paykulls väg bör ledas om till diken söder om Gredelbyleden innan det kommer in i planområdet genom att stänga igen den befintliga trumman och istället anlägga en ny som leder vattnet direkt söderut. Eftersom detta vatten i dagsläget avrinner söderut bör inte denna åtgärd skapa översvämningar i diken söder om Gredelbyleden.

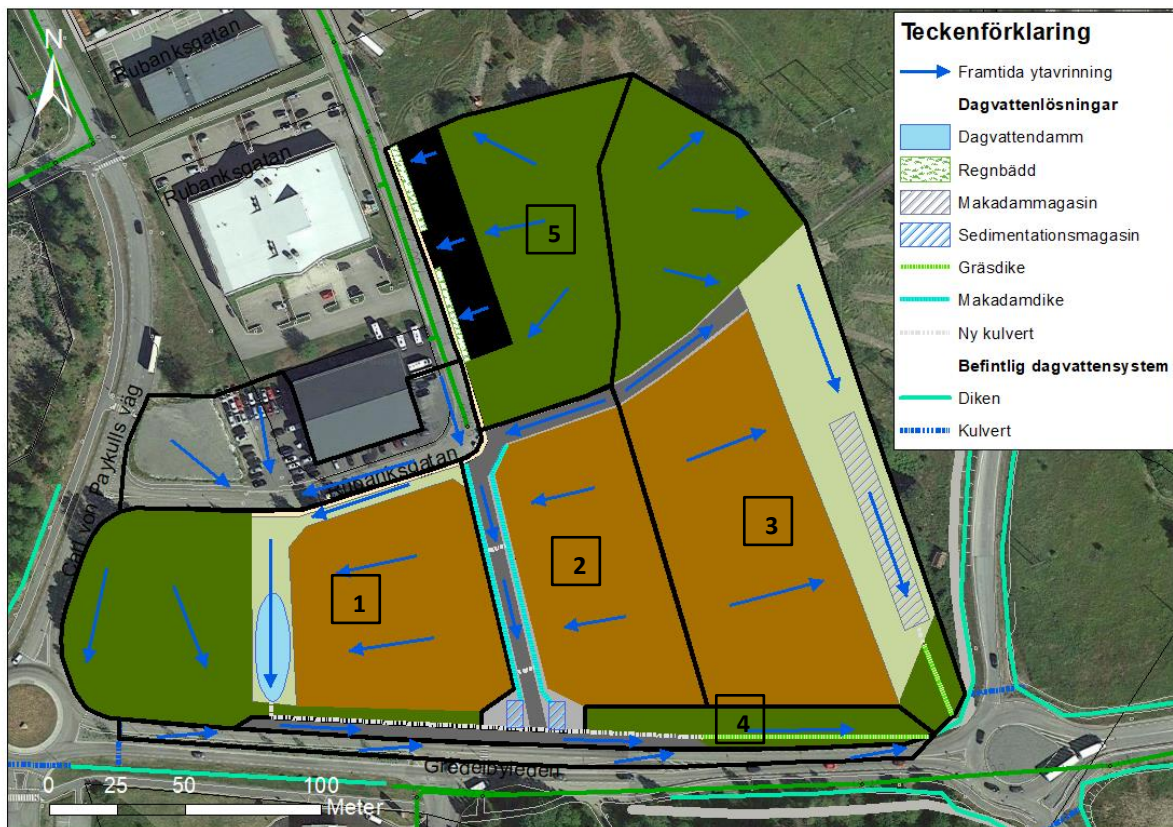
Tabell 6-1 anger magasinvolym och uppskattat ytanspråk för respektive anläggningstyp i respektive delavrinningsområde. Observera att ytanspråket för makadammagasin och sedimentationsmagasin avser den yta av anläggning som krävs under markytan.

Utöver de huvudsakliga förslagen som angetts ovan, kan förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten ökas ytterligare om hårdgjorda ytor, där så är möjligt, ersätts med genomsläpplig beläggning.

En schematisk översikt av föreslagen lösning för hållbar dagvattenhantering inom detaljplaneområdet framgår av Figur 6–9 och i Figur 6–10 ges en skiss på lösningsförslaget. Ritningen ska inte ses som en färdig plan utan visar ungefärlig erforderlig area för dagvattenlösningarna i planområdet.



Figur 6-9. Boxdiagram av systemlösning för hållbar dagvattenhantering inom detaljplaneområdet Södra Ar, etapp 2.



Figur 6-10. Förslag på hållbar dagvattenhantering inom detaljplaneområdet Södra Ar, etapp 2.

För att reducera flödesökningen från planområdet och området som bidrar med tillkommande dagvatten till ett flöde som motsvarar den vid 30-årsregn i dagsläget, behöver planområdets dagvattenanläggningar ha en uppehållande kapacitet om ca 685 m³ vatten. Med de föreslagna dagvattenanläggningarna kommer ca 833 m³ att fördröjas, vilket innebär att dagvattensystemet är överdimensionerat. Detta eftersom de föreslagna anläggningarna är dimensionerade för att erhålla maximal reningseffektivitet. Detta är positivt eftersom utjämning i vissa anläggningar, så som diken, kan påverkas av till exempel lutning i anläggningen.

Antaganden som är gjorda vid beräkningen är att regnbäddarna och samtliga diken har ett djup på 1 meter. Dagvattendammens djup är ca. 1,3 m och magasinens djup uppgår till ca. 2 meter. De anläggningarna som har ett djup större än 1 meter kan med fördel anläggas med tätskikt i botten för att undvika utspolning av sediment vid eventuellt intrång av grundvatten.

Makadamdiken i delområde 2 har en uppskattat total längd på 100 m och bredd på 1 m med ingen släntlutning. Gräsdike i delområde 4 har en uppskattat längd på 83 meter och övre bredd på ca. 1,5 meter. I delområde 3 uppskattas gräsdikets längd till 26 m och bredd på ca 2 meter.

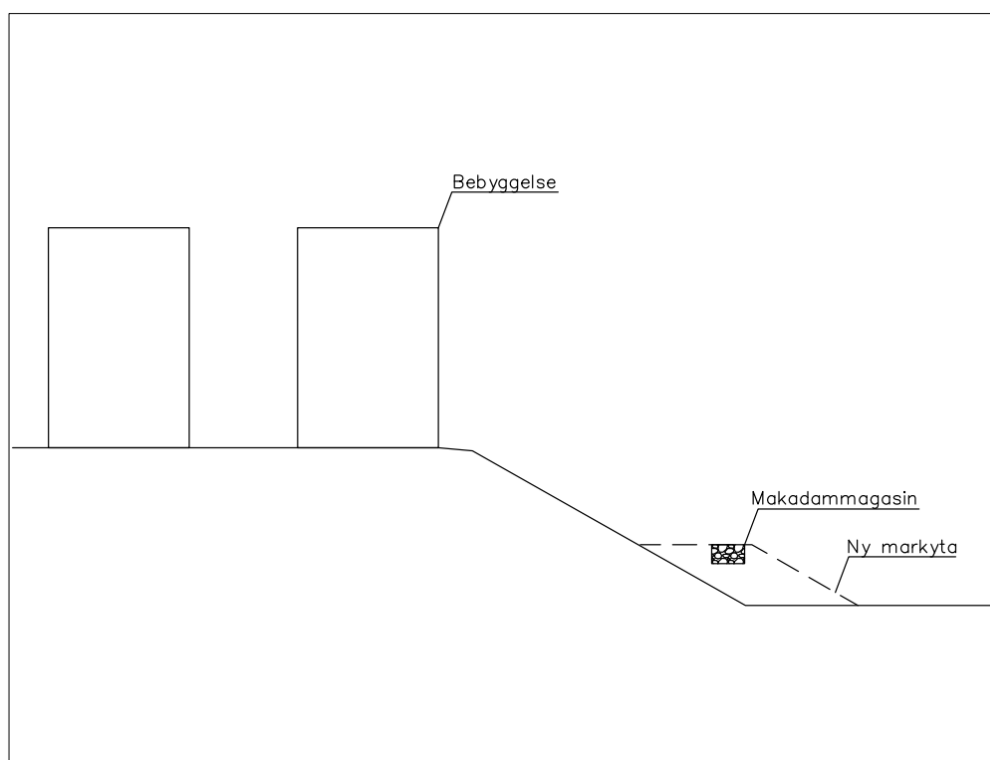
Dimensioneringen av samtliga anläggningar har gjorts med hjälp av StormTac v.20.2.2 och i Bilaga 2 presenteras dimensioner av de föreslagna anläggningarna. De föreslagna anläggningarnas dimensioner är sammanfattade i Tabell 6-1 nedan. Dimensioneringen av föreslagna dagvattenanläggningar har grundats i den erforderliga fördröjningsvolymen men även reningseffektiviteten har tagits till hänsyn.

Tabell 6-1. Dimensioner och magasinvolym i de föreslagna dagvattenanläggningarna.

Delområde	Anläggningstyp	Area (m ²)	Magasinvolym (m ³)	Erforderlig utjämningsvolym (m ³)
1	Dagvattendamm	400	270	165
2	Makadamdiken	100	30	178
	Makadammagasin	150	150	
3	Makadammagasin	800	240	269
	Gräsdike	54	21	
4	Gräsdike	125	55	24
5	Regnbädd	170	67	48
Summa		1799	833	685

6.3.1 Terrassering av delavrinningsområde 3

För att möjliggöra anläggning av makadammagasin i östra delen av delområde 3, som i dagsläget består av en slänt, behöver marken utformas så att en flack yta skapas där magasinet kan anläggas. En enkel skiss av utformningsprincip återges i Figur 6-11. Terrasseringen bör planeras i detalj vid projekteringskedet.



Figur 6-11. Princip för terrassering av östra delen av delavrinningsområde 3.

6.3.2 Ansvarsgränser

Varje fastighetsägare har ett ansvar att hantera dagvatten med sådan försiktighet att miljö och omkringliggande fastigheter inte skadas. Kommunen har det övergripande ansvaret för samhällsplaneringen och har dessutom ofta ansvaret för dagvattenhantering på allmän

platsmark inom detaljplanen. Roslagsvatten har som huvudmanansvar att leda bort dagvatten från samlad bebyggelse.

6.3.3 Förslag till planbestämmelse

I detaljplanen för Södra Ar, etapp två bör den framtida höjdsättningen fastställas för att säkerställa att de befintliga lågpunkter som i dagsläget utgör översvämningsrisk i området fylls igen samtidigt som dagvatten avrinner på ett kontrollerat sätt utan att riskera att skada byggnader.

Inom kvartersmarken bör mark reserveras för dagvattenanläggningar med en yta motsvarande 365 m³ fördelat enligt Tabell 6-1. Eftersom en sådan planbestämmelse inte garanterar att dagvattenhanteringen utförs enligt kommunens styrande dokument kan ytterligare avtal göras för att klargöra utformningen av anläggningar.

6.4 Ekosystemtjänster

Naturområden och grönytor genererar tjänster åt människan som betecknas som ekosystemtjänster. Dessa tjänster bidrar till att öka människans välbefinnande och livskvalitet genom att till exempel leverera vattenreglering, luftrening och pollinering av växter. Det har även visat sig att närhet till natur och grönytor har en positiv effekt på människors mentala hälsa. Särskilt för boende i tätbebyggda områden har närhet till naturområden en stressdämpande effekt.

Det är välkänt att förtätning medför mer hårdgjorda ytor, vilket ökar kraven på dagvattensystemet att ta emot större flöden. Ett sätt att fördröja och rena den ökade avrinningen är att anlägga öppna dagvattenanläggningar som regnbäddar, gröna tak, infiltration på gräsytor, tillfällig uppdämning på översvämningsytor, svackdiken, naturliga diken och bäckar, dammar samt våtmarker. En välavvägd konstruktion av dessa dagvattenåtgärder kan bidra med viktiga ekosystemtjänster som flödesreglering, klimatreglering och luftrening, kolbindning, bullerreducering och pollinering. Om dagvattenåtgärderna designas på ett sätt som vårdar ett tätbyggt områdes grönytor produceras fler så kallade kulturella ekosystemtjänster: rekreation och estetiska värden. Båda dessa är viktiga för att invånarna ska uppfatta ett område som attraktivt.

Om ett öppet grönt dagvattensystem används bidrar det dessa till följande ekosystemtjänster:

- Livsmiljöer - framförallt för jordlevande insekter
- Dricksvatten – Grundvattenbildning genom infiltration
- Vattenflödesreglering
- Översvämningskydd
- Vattenrening
- Sociala relationer - Mötesplatser i grönbåa miljöer
- Landskapskaraktär (Sense of place) – Vackra gröna och blåa miljöer i tätorten.

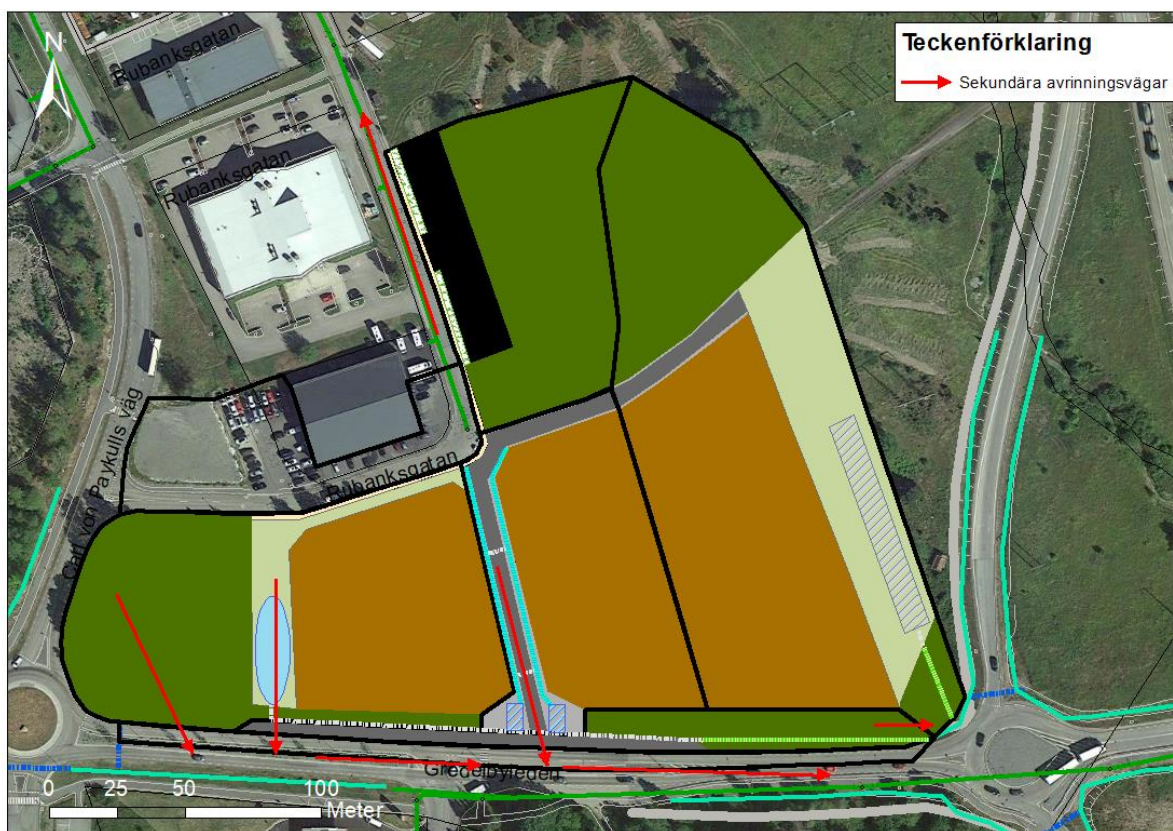
6.5 Skyfallshantering

SMHI definierar skyfall som ett regn där det faller cirka 50 mm inom en timme (SMHI, 2017). Vid användandet av en klimatfaktor på 1,25 leder det till en nederbördsvolym på 68 mm. De planerade dagvattenanläggningarna kan omhänderta cirka 32 mm nederbörd vilket innebär

att en stor del av de förväntade nederbördsvolymerna vid ett skyfall kommer att ledas nedströms till recipienten Lövstaån.

Därför är det av stor vikt att instängda områden i detaljplaneområdet undviks och att dagvattnet kan ledas nedströms på ett säkert sätt. I samband med den planerade exploateringen bör lågpunkterna som presenteras i avsnitt 3.7 och därmed även den befintliga dammen att fyllas igen. Lågpunkten strax öster om planområdet bör till viss del förvaras för att möjliggöra fortsatt avledning via trumman under avfarten från E4:an. En översikt av de ungefärliga rinnvägarna vid extrem nederbörd framgår av Figur 6-11.

Vid planerad utformning, är det först dagvattenlösningarna som fylls upp. I händelse av ett skyfall kan även de befintliga dagvattenledningarna komma att fyllas igen. I det fallet bör skyfallsvatten avledas mot recipienten utan att skada den planerade bebyggelsen. Dagvattnet kan då bräddas ut till gaturummet runt planområdet för vidare avledning till Lövstaån.



Figur 6-11. Förslag på sekundära avrinningsvägar inom detaljplaneområdet.

7 Föroreningsberäkningar

Vid beräkning av föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvattnet har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.20.2.2 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Beräkningar har gjorts för tre scenarier:

- Befintlig markanvändning
- Planerad markanvändning
- Planerad markanvändning med reningsåtgärder enligt lösningsförslaget

Vid beräkningen av föroreningstransport delades planområdet in i delområden där delavrinningsområden 1, 2, 3 och 4 vid framtida markanvändning korresponderar mot delområde B vid befintlig markanvändning och delområde 5 vid planerad markanvändning korresponderar mot delområde A vid befintlig. För att få översikt över hela planområdet adderades sedan beräkningarna samman.

En översikt av markanvändningskategorier som har använts vid föroreningsberäkningarna, sammanslagna för samtliga delområden återges i Tabell 7-1. Notera att bostadsbebyggelsen har angivits som "Centrumområde", de obebyggda områdena som "Gårdsyta inom kvarter" och vägkanten som "Grusyta" vid den planerade markanvändningen.

För att säkerställa att de föreslagna reningsåtgärderna klarar att omhänderta även det tillkommande dagvatten adderades även markanvändningskategori "Eget" med avrinningskoefficient på 0,8 och en yta motsvarande områden som bidrar med dagvatten till delområden 1 och 4. Ingen föroreningsbelastning har antagits från dessa områden då den antas förbli densamma före och efter exploateringen av området.

Beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och resultaten bör därför inte tolkas som exakta siffror. De osäkerheterna som är redovisade i StormTac i schablonhalter för respektive markanvändningstyp samt reningsgrad redovisas i Bilaga 1.

Tabell 7-1. Indata till föroreningsberäkning.

Markanvändning	Markanvändning		
	Befintlig (ha)	Planerad (ha)	Planerad med åtgärd (ha)
Parkering	0,14	0,16	0,16
Skogsmark	1,5	1,8	1,8
Ängsmark	2,6	0	0
Grusyta	0,090	0,11	0,11
Takyta	0,20	0	0
Asfaltstyta	0,32	0	0
Väg 1	0	0,23	0,23
Centrumområde	0	2,0	2,0
Gång & cykelväg	0	0,040	0,040
Gårdsyta inom kvarter	0	0,57	0,57
Summa	4,9	4,9	4,9

Föroreningshalterna och årsmedelsmängder återges i Tabell 7–2 respektive 7–3. I dagsläget utgörs planområdet till stor del av naturmark vilket medför att föroreningsbelastningen i allmänhet är relativt låg. Eftersom planerad exploatering omfattar bland annat större parkering, gata och GC-väg ökar utsläppen av de studerade förorenande ämnen utan reningsåtgärder. Om dagvattnet genomgår rening enligt lösningsförslaget förväntas en minskning av samtliga studerade ämneshalter och mängder förutom en svag ökning av mängden kväve. Detta på grund av den kraftiga flödesökningen den planerade exploateringen tillsammans med klimatfaktorn innebär.

Trots detta är rening effektiviteten generellt mycket hög. Ytterligare vinst i dagvattenrening kommer erhållas när det tillkommande dagvatten renas mer effektivt än i dagens situation. Sammantaget bedöms det att exploatering enligt detaljplanen med implementering av de föreslagna dagvattenåtgärderna inte hindrar recipienten Lövstaån ifrån att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

Tabell 7-2. Föroreningshalter för detaljplaneområdet Södra Ar, etapp 2. Röd= halten överstiger den befintliga, grön= halten understiger den befintliga.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning med åtgärder
Fosfor	ug/l	60	170	41
Kväve	ug/l	810	1400	540
Bly	ug/l	3	12	1
Koppar	ug/l	9	16	2
Zink	ug/l	21	80	7
Kadmium	ug/l	0,2	0,6	0,1
Krom	ug/l	3	4	1
Nickel	ug/l	2	6	1
Kvicksilver	ug/l	0,01	0,05	0,01
Suspenderad substans	ug/l	18 000	63 000	7400
Olja	ug/l	200	850	51
PAH	ug/l	0,31	0,50	0,03
Benso(a)pyren	ug/l	0,01	0,05	0,01

Tabell 7-3. Årlig föroreningsmängd för detaljplaneområdet Södra Ar, etapp 2 samt reningseffekten. Röd= mängden överstiger den befintliga, grön= mängden understiger den befintliga.

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Planerad markanvändning med åtgärder
Fosfor	kg/år	1	3	1
Kväve	kg/år	10	28	11
Bly	kg/år	0,04	0,24	0,01
Koppar	kg/år	0,11	0,32	0,04
Zink	kg/år	0,3	1,6	0,2
Kadmium	kg/år	0,002	0,011	0,002
Krom	kg/år	0,04	0,08	0,01
Nickel	kg/år	0,03	0,11	0,02
Kvicksilver	kg/år	0,0002	0,0009	0,0002
Suspenderad substans	kg/år	230	1300	150
Olja	kg/år	3	17	1
PAH	kg/år	0,004	0,010	0,001
Benso(a)pyren	kg/år	0,0001	0,0011	0,0001

8 Slutsats

Utförda flödes- och föroreningsberäkningar visar att den planerade exploateringen av planområdet medför både ökade dagvattenflöden och föroreningsbelastning på recipienten. I syfte att förhindra denna ökade belastning föreslås en dagvattenlösning som ska skapa en hållbar dagvattenhantering inom planområdet. Lösningförslaget utgår ifrån att det planerade dagvattenflödet ska fördröjas till ett flöde som motsvarar det befintliga vid ett 30-årsregn, inklusive tillkommande dagvatten från omgivningen.

För att åstadkomma detta krävs det en utjämningsvolym på cirka 685 m³. För att uppnå denna utjämningsvolym föreslås dagvattendamm, makadamdiken, gräsdiken, sedimentationsmagasin samt regnbäddar. Med fördel seriekopplas flera av dessa anläggningar samman.

Om föreslaget dagvattensystem implementeras indikerar föroreningsberäkningarna på att exploateringen inte försämrar recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

9 Referenser

Länsstyrelsen, 2020, VISS, data har hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/>

Länsstyrelsernas WebbGIS, 2020. Tillgänglig på: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>

Rent Dagvatten Academy, 2019, Dimensionering och utformning av hållbara dagvattenanläggningar

SGU, 2019, data har hämtat via WMS tjänst: <https://www.sgu.se/>

SMHI, 2017, Skyfall och rotblöta

Stockholm Stad, 2017b, Dagvatten – PM beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport, version 1.0.

Svenskt Vatten, 2016, Avledning av dag-, drän- och spillvatten – funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, publikation 110.

VISS, 2020, Våt damm, Tillgänglig på:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEA-SURETYPE000785>

Bilaga 1

Osäkerheter i StormTac

Tabell 1. Osäkerhet av föroreningshalter för den befintliga markanvändningen.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Parkering	140	2400	30	40	140	0.45	15	15	0.080	140000
SD	45	450	94	24	120	0.97	9.6	nd	nd	98000
Skogsmark	17	450	6.0	6.5	15	0.20	3.9	6.3	0.010	34000
SD	280	880	20	23	97	4.5	7.8	5.3	nd	110000
Ängsmark	160	1000	6.0	11	30	0.40	3.0	2.0	0.0050	45000
SD	290	3500	62	8.5	23	0.16	1.2	nd	nd	210000
Takyta	170	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Asfaltsyta	85	1800	3.0	21	20	0.27	7.0	4.0	0.050	7400
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Parkering	800	3.5	0.060							
SD	290	nd	nd							
Skogsmark	150	0.10	0.010							
SD	500	nd	nd							
Ängsmark	200	0.10	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Takyta	0	0.44	0.010							
SD	nd	nd	75							
Grusyta	96	1.7	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Asfaltsyta	770	0.13	0.010							
SD	nd	nd	nd							

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet

Tabell 2. Osäkerhet av föroreningshalter för den planerade markanvändningen.

Dagvattenhalt (µg/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1 (Nya vägen)	140	1900	3.1	21	9.3	0.27	7.0	5.6	0.080	74000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	nd	1.9	42000
Parkering	140	2400	30	40	140	0.45	15	15	0.080	140000
SD	45	450	94	24	120	0.97	9.6	nd	nd	98000
Centrumområde	280	1900	20	22	140	1.0	5.0	8.5	0.070	100000
SD	150	770	81	37	120	0.090	9.9	1.5	nd	340000
Skogsmark	17	450	6.0	6.5	15	0.20	3.9	6.3	0.010	34000
SD	280	880	20	23	97	4.5	7.8	5.3	nd	110000
Gång & cykelväg	85	1800	3.5	23	20	0.30	7.0	4.0	0.050	7400
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Egen 1 (Väggkant)	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Gårdsyta inom kvarter	220	1900	3.7	16	29	0.23	3.7	2.3	0.010	41000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Väg 1 (Nya vägen)	780	0.077	0.010							
SD	1300	nd	nd							
Parkering	800	3.5	0.060							
SD	290	nd	nd							
Centrumområde	1500	0.60	0.10							
SD	1900	nd	nd							
Skogsmark	150	0.10	0.010							
SD	500	nd	nd							
Gång & cykelväg	770	0.13	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Egen 1 (Väggkant)	96	1.7	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Gårdsyta inom kvarter	360	0.61	0.0067							
SD	nd	nd	nd							

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet

Tabell 3. Osäkerhet av reningseffektivitet i delavrinningsområde 1.

Reningseffekter (%)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	74	36	92	77	91	77	87	81
Absolut osäkerhet (+/-)	22	11	28	23	27	23	26	24
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Uträknat	68	90	94	95	94			
Absolut osäkerhet (+/-)	20	27	28	29	28			

Tabell 4. Osäkerhet av reningseffektivitet i delavrinningsområde 2.

Reningseffekter (%)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	91	73	95	91	94	93	89	87
Absolut osäkerhet (+/-)	27	22	29	27	28	28	27	26
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Uträknat	80	88	95	94	87			
Absolut osäkerhet (+/-)	24	26	28	28	26			

Tabell 5. Osäkerhet av reningseffektivitet i delavrinningsområde 3.

Reningseffekter (%)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	67	66	95	89	88	84	86	82
Absolut osäkerhet (+/-)	20	20	29	27	26	25	26	25
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Uträknat	74	89	95	93	89			
Absolut osäkerhet (+/-)	22	27	28	28	27			

Tabell 6. Osäkerhet av reningseffektivitet i delavrinningsområde 4.

Reningseffekter (%)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	53	45	60	47	59	55	56	58
Absolut osäkerhet (+/-)	16	13	18	14	18	17	17	17
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Uträknat	40	43	85	75	60			
Absolut osäkerhet (+/-)	12	13	25	23	18			

Tabell 7. Osäkerhet av reningseffektivitet i delavrinningsområde 5.

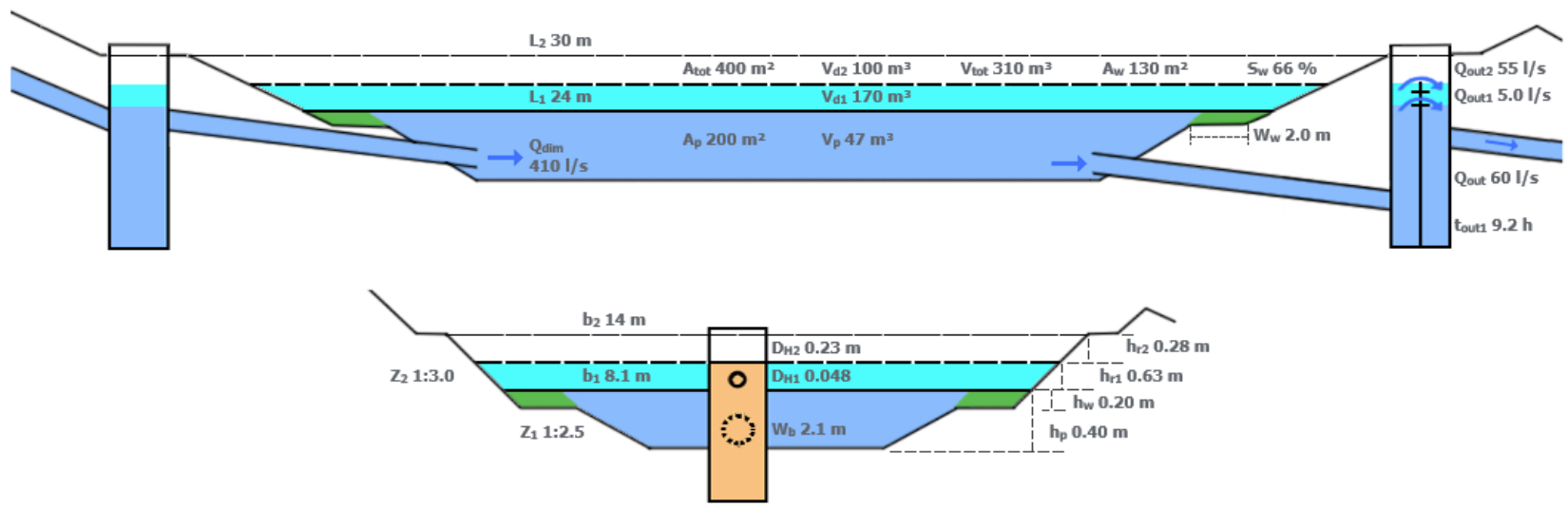
Reningseffekter (%)

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Uträknat	90	72	95	95	95	93	87	94
Absolut osäkerhet (+/-)	27	22	29	29	29	28	26	28
Ämne	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP			
Uträknat	80	95	89	95	95			
Absolut osäkerhet (+/-)	24	29	27	29	29			

Bilaga 2

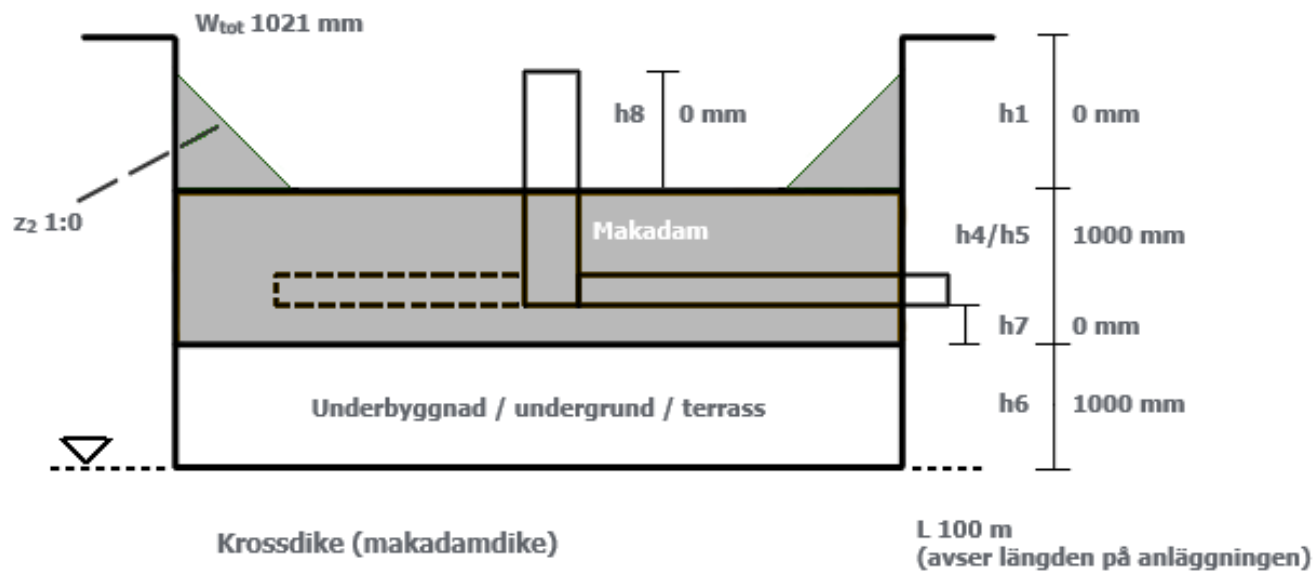
Dimensionering av föreslagna dagvattenanläggningar

Figur 1. Översiktlig dimensionering av dagvattendammen i delavrinningsområde 1.

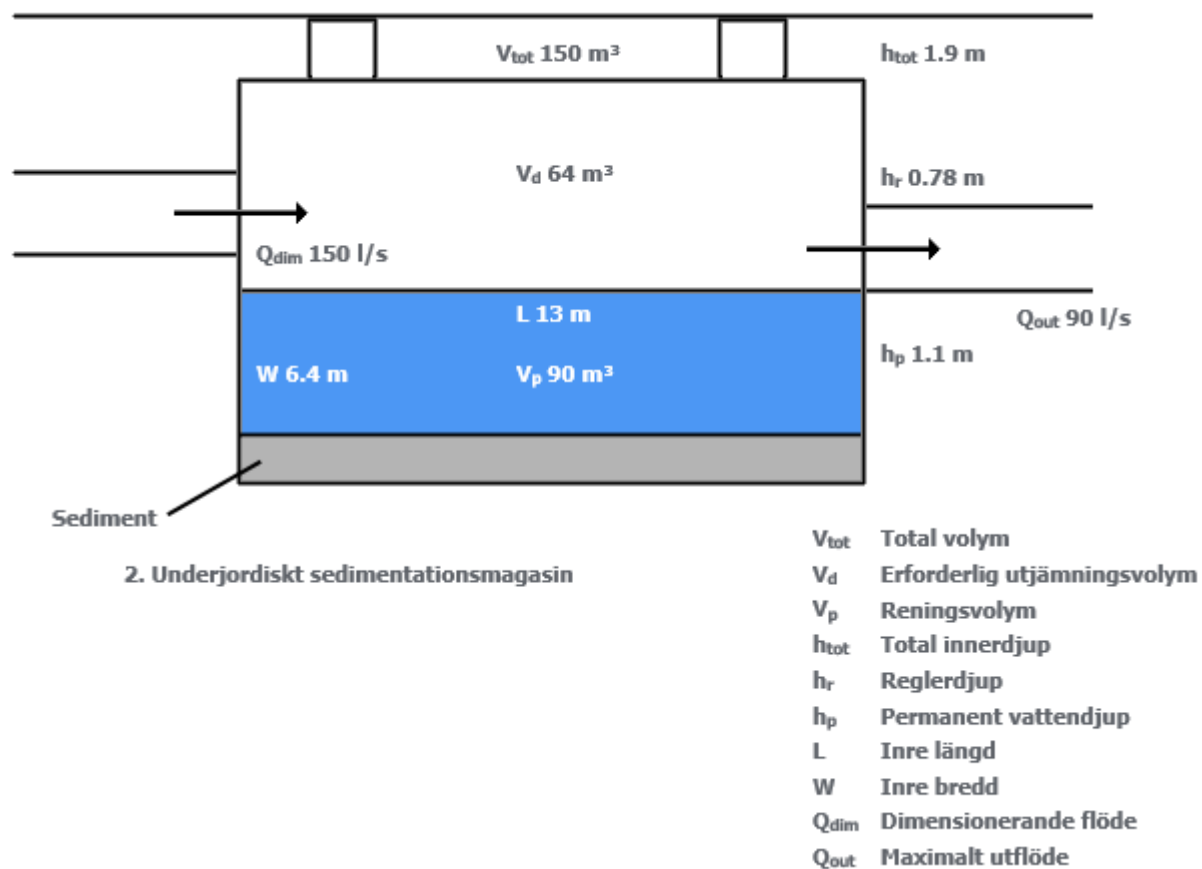


- A_p Permanent vattenyta
- A_{tot} Total regleryta
- A_w Vegetationsyta
- V_p Permanent vattenvolym
- V_{tot} Total vattenvolym
- V_{d1} Nedre reglervolym
- V_{d2} Övre reglervolym
- S_w Andel vegetation
- t_{out1} Tömningstid för Q_{out1}
- L_1 Längd vid permanent vattennivå
- L_2 Längd vid maximal vattennivå
- b_1 Bredd vid permanent vattennivå
- b_2 Bredd vid maximal vattennivå
- D_{H1} Diameter av lägre skibordshål
- D_{H2} Diameter av övre skibordshål
- W_b Bottenbredd
- W_w Bredd av våtmarkszon
- h_{r1} Undre reglerhöjd
- h_{r2} Övre reglerhöjd
- h_w Djup på våtmarkszonen
- h_p Permanent vattendjup
- Z_1 Nedre släntlutning
- Z_2 Övre släntlutning
- Q_{dim} Dimensionerande flöde
- Q_{out} Maximalt utflöde
- Q_{out1} Utflöde från permanent dammnivå
- Q_{out2} Utflöde från övre reglervolym

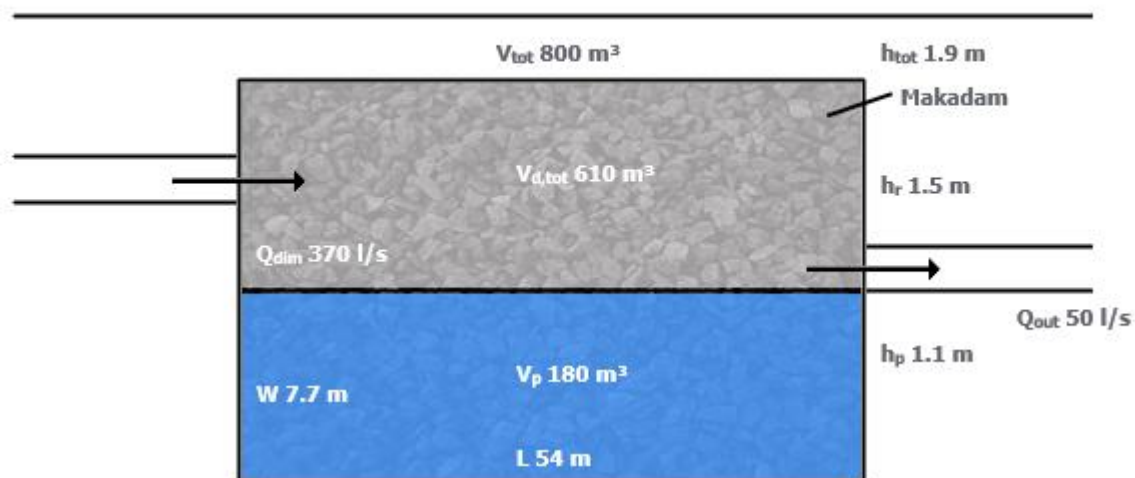
Figur 2. Översiktlig dimensionering av makadamdiken i delavrinningsområde 2.



Figur 3. Översiktlig dimensionering av sedimentationsmagasin i delavrinningsområde 2.



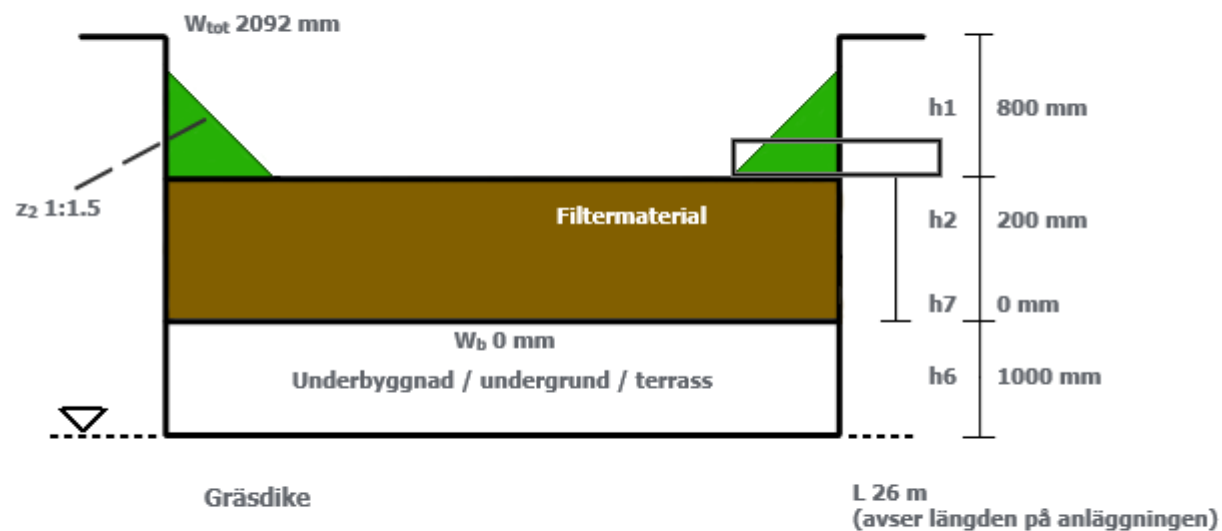
Figur 4. Översiktlig dimensionering av makadammagasin i delavrinningsområde 3.



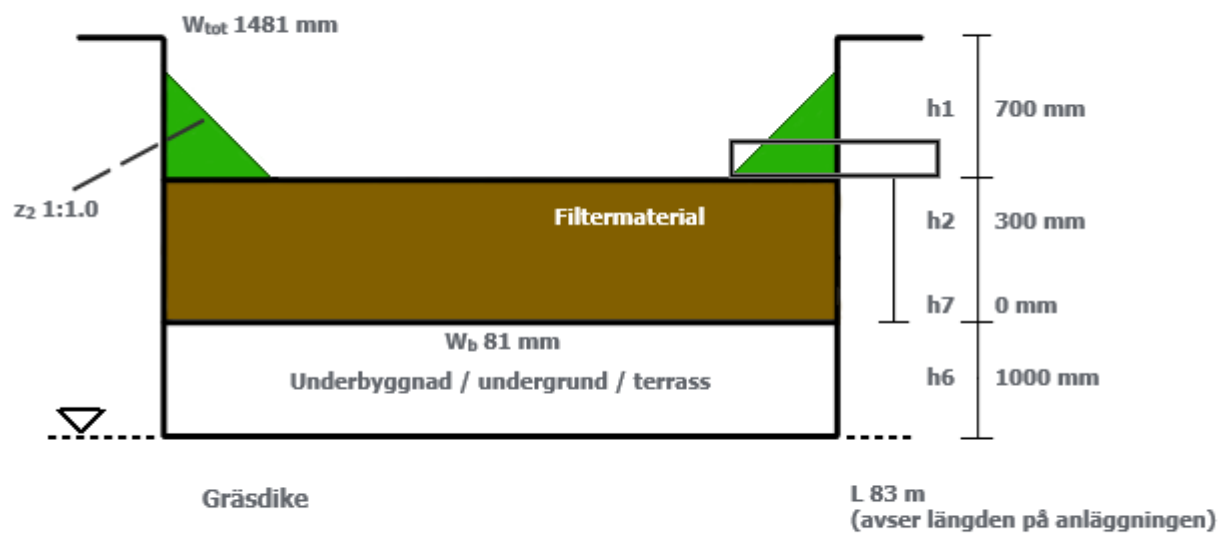
3. Underjordiskt makadammagasin

V_{tot}	Total volym
$V_{d,tot}$	Total erforderlig anläggningsvolym för flödesutjämning
V_p	Reningsvolym
h_{tot}	Total innerdjup
h_r	Reglerdjup
h_p	Permanent vattendjup
L	Inre längd
W	Inre bredd
Q_{dim}	Dimensionerande flöde
Q_{out}	Maximalt utflöde

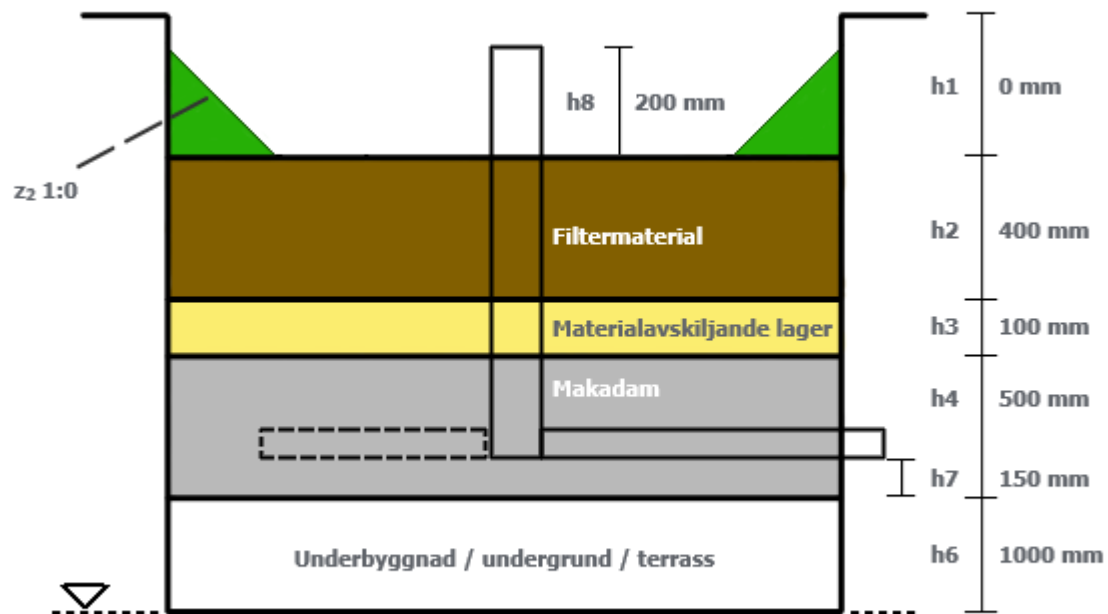
Figur 5. Översiktlig dimensionering av gräsdike i delavrinningsområde 3.



Figur 6. Översiktlig dimensionering av gräsdike i delavrinningsområde 4.



Figur 7. Översiktlig dimensionering av regnbädden i delavrinningsområde 5.



Biofilter (regnbädd/växtbädd)