

GEOSIGMA

Grav 21007

Dagvattenutredning Marielund, Uppsala




Geosigma AB

2021-03-05

GEOSIGMA

SYSTEM FÖR KVALITETSLEDNING

Uppdragsledare: Jenny Korinth	Uppdragsnr: 606144	Grav nr: 21007	Version: 0,5	Antal Sidor: 53	Antal Bilagor:
Beställare: Uppsala Kommun	Beställares referens: Johan Elfström		Beställares referensnr: -		
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning Marielund					
Författad av: Johan Lundh, Albin Nordström				Datum: 2021-03-05	
Granskad av: Jenny Korinth				Datum: 2020-12-15	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020	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 Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00	

Sammanfattning

I Marielund, beläget cirka 10 km öster om Uppsala tätort planeras en stadsomvandling där den befintliga bebyggelsen (mestadels bestående av skogsmark och fritidshusområden blandat med permanent boende) delvis omvandlas till tätortsbebyggelse med bostadsområden (luftig/gles bebyggelse), skolverksamheter (förskola, grundskola), samt övriga verksamheter/service (pendlarparkering, äldreboende, småskalig handelsverksamhet).

Planområdets recipienter för ytavrinning är Funbosjön, Trehörningen och Sävjaån. Funbosjön och Sävjaån är Natura 2000-klassad på grund av deras skyddsvärda miljöer. Funbosjön är en eutrof, fiskrik slättlandssjö och en av de artrikaste sjöarna i Mellansverige. I sjösystemet återfinns utter och de sällsynta fiskarna asp, nissöga och faren. Sävjaån med biflöden är en av få åar i Uppland där fisk kan vandra fritt. Sjösystemets arter består av bland annat asp, nissöga, stensimpa och utter. En generell minskad föroreningsbelastning är eftersträvsvärd eftersom övergödning och miljögifter är två identifierade problem enligt Havsmyndigheten. Det är svårt att bestämma en tydlig punktkälla som förorenar Sävjaån då det finns ett flertal källor, men några är omgivande jordbruk, en deponi, en brandstation och vägtrafik. Sjön Trehörningen har hög internbelastning och det är därför av stor vikt att strypa tillförseln av näringsämnen.

Enligt erhållet planunderlag utreds tre alternativ för bostadsexploateringen av planområdet (alternativ STOR, alternativ LITEN och alternativ MINI), där alternativ STOR innebär att ett utbyggnadsområde adderas till alternativ LITEN. Alternativ MINI är överlappar till viss del alternativ STOR men är betydligt mindre än de två övriga alternativen. Medan de olika alternativen STOR, LITEN och MINI berör bebyggelse av bostäder och skolor så finns det även två alternativ för gatorna på den allmänna platsmarken. Dessa två alternativ benämns förslag A och förslag B. Kortfattat består förslag A av att angöringsgatorna och kvartersgatorna blir enskilda gator, medan nämnda gator i förslag B anläggs som lokalgator enligt kommunal standard. Huvudgatan byggs enligt kommunal standard i båda förslagen. Skillnaden består av att angöringsgatan inte behöver vara asfalterad och är 1 m smalare än lokalgatan längs samma sträcka i förslag B.

Enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU; SGU; 2020a) utgörs de ytliga jordarterna inom planområdet till största del av berg i dagen, glacial/postglacial lera, och sandig morän. De ytliga jordarterna i planområdets omnejd utgörs av berg i dagen, samt glacial och postglacial lera, men även svämsediment (ler-silt) och isälvsediment förekommer ställvis.

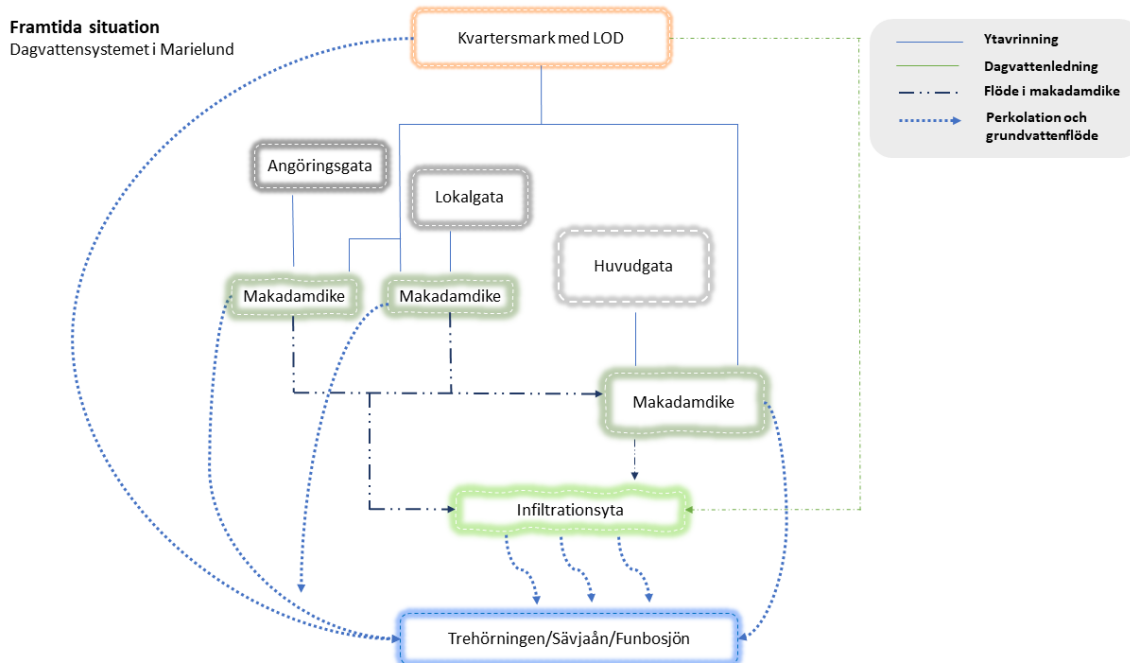
För att uppnå en robust och långsiktigt hållbar dagvattenhantering som renar och fördröjer dagvattenvolymer som krävs förslås ett dagvattensystem som i så hög uträckning som möjligt efterliknar vattnets naturliga kretslopp. Det innebär att allt dagvatten bör rinna till dagvattenslösningar där dagvattnet kan infiltrera och sedan perkolera ner till grundvattnet. För att efterlikna den nuvarande dagvattensituationen (där dagvattnet bedöms infiltrera i väldigt hög utsträckning) blir målet för det framtida dagvattensystemet att allt dagvatten som genereras av exploateringen fortsatt ska nå recipienterna som grundvatten och inte som dagvatten. Det innebär att allt dagvatten ska infiltrera, perkolera ner genom marken och bli grundvatten för att på så sätt nå recipienterna, istället för att som dagvatten nå recipienten i en ledning eller ytavrinning.

För att uppnå detta föreslås följande dagvattensystem:

- Bebyggelse på kvartersmark
 - Biofilter/regnbäddar/stenkista enligt Uppsala Vattens riktlinje om rening och fördröjning av 20 mm nederbörd, detta gäller dock endast om ett verksamhetsområde för dagvatten inrättas för kvartersmarken.
- Angöringsgator/kvartersgator/lokalgator
 - Längsgående makadamdike
- Huvudgatan
 - Längsgående makadamdike, större än för de mindre gatorna.
- Allt dagvatten från kvarter och gata leds, efter rening och fördröjning i LOD-anläggningar, till infiltrationsytor på moränmark i utkanten av respektive utbyggnadsområde.

Genom att dagvattnet infiltrerar, perkolerar och sedan och når recipienterna som grundvattenflöde säkerställer det att föroreningsbelastningen inte ökar i samband med exploateringen. Detta på grund av att dagvattnet renas effektivt när det som grundvatten rinner genom marken till recipienten. Om det anläggs dagvattenlösningar som maximerar infiltrationen och samtidigt leder dagvattnet vidare till infiltrationsytor på morän säkerställer det att perkolationen till grundvatten bevaras. Genom ett sådant dagvattensystem kan vattnets naturliga kretslopp inom planområdet bevaras i så hög utsträckning som möjligt. Det innebär också att en effektiv rening av dagvatten sker, vilket medför att föroreningsbelastning inte överstiger dagens nivå.

Sammantaget betyder det att med föreslagen dagvattenhantering så kommer den Natura 2000-klassade vattenförekomsten Sävjaån inte påverkas negativt och exploateringen äventyrar inte recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.



Innehållsförteckning

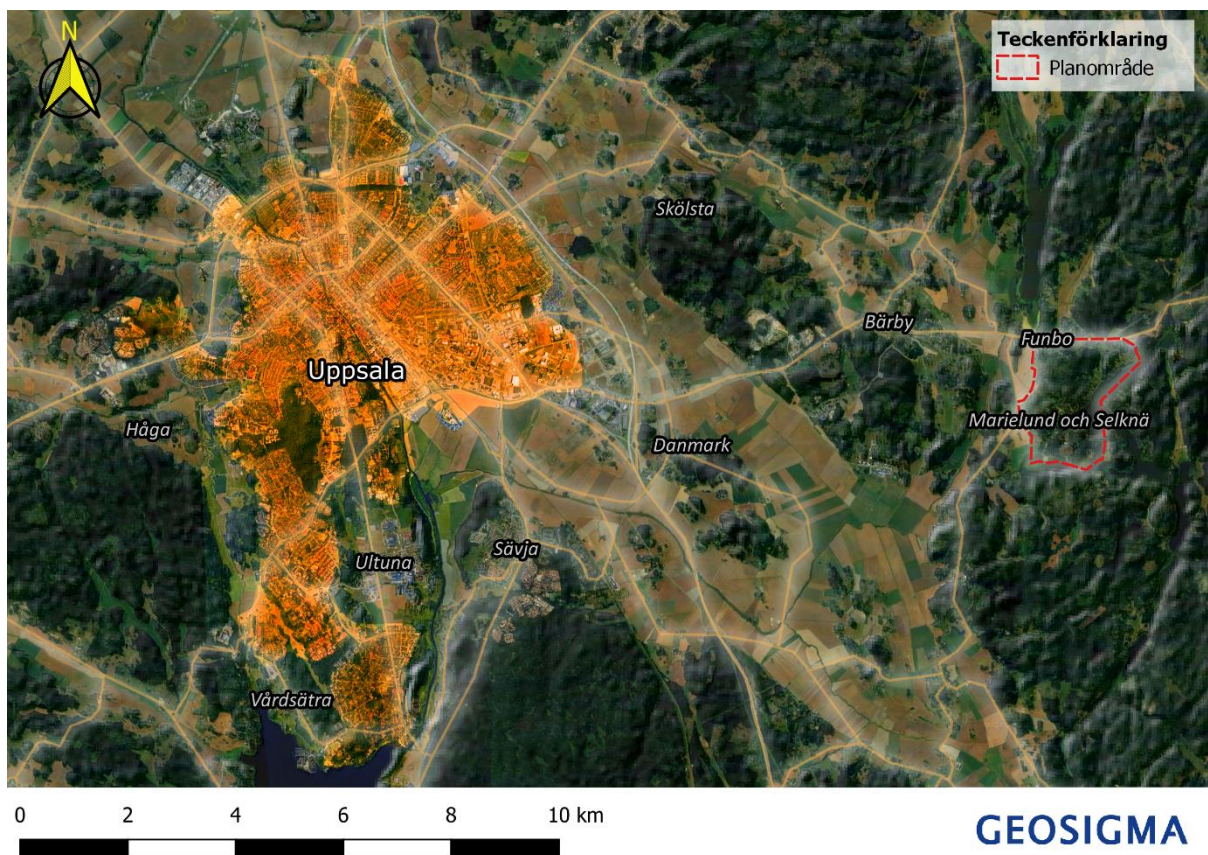
1	Inledning	7
1.1	Dagvattenhanteringsens förutsättningar	8
1.1.1	Uppsala dagvattenprogram.....	8
1.1.2	Riktlinjer för dagvattenhantering på kvartersmark.....	8
1.2	Syfte.....	9
1.3	Planområdets och exploateringsområdets indelning	9
1.3.1	Utbyggnadsalternativ och gatuutformning.....	9
1.3.2	Uppsala Vattens verksamhetsområde	10
2	Material och metod	12
2.1	Material och datainsamling.....	12
2.2	Flödesberäkning	12
2.3	Beräkning av utjämningsvolym	12
2.4	Beräkning av utjämningsvolym enligt åtgärdsnivån om 20 mm nederbörd.....	13
2.5	Föroreningsberäkning	15
2.6	Lågpunktskartering och skyfallsanalys	15
3	Områdesbeskrivning.....	16
3.1	Befintlig Markanvändning	16
3.2	Planerad markanvändning	16
3.2.1	Gatuutformning.....	17
3.3	Lågpunktskartering.....	19
3.4	Jordarter och infiltrationsförutsättningar för dagvatten	22
3.5	Ytvattenrecipient – Miljökvalitetsnormer (MKN).....	25
3.5.1	Sävjaån Miljökvalitetsnormer.....	25
3.5.2	Sävjaån – Natura 2000.....	25
3.5.3	Trehörningen	26
3.5.4	Funbosjön.....	26
3.6	Markavvattningsföretag.....	27
3.6.1	Vattenskyddsområde	27
4	Dagvattenberäkningar	29
4.1	Dagvattenberäkningar - STOR	29
4.2	Dagvattenberäkningar - LITEN.....	31
4.3	Dagvattenberäkningar- MINI.....	32

5	Systemlösningar för dagvattenhantering	33
5.1	Dagvattensystem Bostadsbebyggelse på Kvartermark	35
5.2	Dagvattensystem Gator.....	37
5.2.1	Infiltrationsstråk/Makadamdike.....	37
5.2.2	Alternativ dagvattenåtgärd - Underjordiskt perkolationsmagasin	38
5.3	Dagvattenhantering – LITEN.....	39
5.3.1	LITEN Nordväst	40
5.3.2	LITEN Nordöst.....	41
5.3.3	LITEN Syd	42
5.4	Dagvattenhantering STOR.....	44
5.5	Dagvattenhantering – MINI.....	46
5.6	Infiltrationsytor	47
5.6.1	Dagvattenlösningarnas placering inom Gunsta vattenskyddsområde	49
5.7	Flödespåverkan på befintlig bebyggelse	50
6	Föroreningsbelastning	51
7	Skyfallshantering	52
7.1	Generella riktlinjer kring höjdsättning	52
7.2	Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning och sekundära avrinningsvägar.....	52
8	Slutsats.....	53
9	Referenser	54

1 Inledning

Enligt erhållet planunderlag för planområdet "Marielund", cirka 10 km öster om Uppsala tätort (Figur 1-1), planeras en stadsomvandling där den befintliga bebyggelsen (i stort bestående av skogsmark och fritidshusområden blandat med permanent boende) delvis omvandlas till tätortsbebyggelse med bostadsområden (luftig/gles bebyggelse), skolverksamheter (förskola, grundskola), samt övriga verksamheter/service (pendlarparkering, äldreboende, småskalig handelsverksamhet).

Geosigma AB utreder på uppdrag av Uppsala kommun recipientpåverkan för dagvatten från den planerade exploateringen av planområdet Marielund i syfte att föreslå en robust och långsiktigt hållbar dagvattenhantering inom det aktuella planområdet.



Figur 1-1. Översiktskarta som visar Marielund (planområdet markerat i rött) i relation till östra Uppsala.

1.1 Dagvattenhanteringsens förutsättningar

En definition av dagvatten är att det är ett tillfälligt förekommande vatten som rinner av markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytvavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Bostadsexploatering kan leda till en större areal hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, som infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

1.1.1 Uppsala dagvattenprogram

Styrdokument i denna rapport är Uppsala kommuns dagvattenprogram. Dagvattenhanteringen ska medföra minskade översvämningrisker och verka för att i Uppsalas vattenförekomster ska uppnå och bibehålla god status.

Uppsala kommun har utifrån kommunens dagvattenprogram, antagen 2014 i kommunfullmäktige, tagit fram övergripande mål för att underlätta arbetet för inblandade parter i deras arbete med dagvattenfrågor i samband med exploateringen av områden inom Uppsala kommun.

I programmet formuleras följande fyra övergripande mål:

- **Bevara vattenbalansen**
Vattenbalansen och den befintliga grundvattennivån ska inte påverkas negativt i samband med utvecklingen av stad och landsbygd inom kommunen.
- **Skapa en robust dagvattenhantering**
Dagvattenhanteringen ska utformas så att skador på allmänna och enskilda intressen undviks.
- **Ta recipienthänsyn**
Hanteringen av dagvatten ska möjliggöra att god status uppnås i Uppsalas recipienter.
- **Berika stadslandskapet**
Dagvattenhanteringen ska bidra till ett attraktivt stadslandskap.

Utöver detta har även Uppsala kommuns checklista för dagvattenutredningar använts vid framtagande av dagvattenutredningen.

1.1.2 Riktlinjer för dagvattenhantering på kvartersmark

Vid planering av nya områden är det viktigt att skapa en hållbar dagvattenhanteringen som skapar nyttiga funktioner i området. Ur ett reningsperspektiv innebär den hållbara dagvattenhanteringen att avskilja föroreningarna lokalt vid källan, gärna i kombination med växtlighet. Om fastigheten ligger i direkt närhet till recipienten ska anläggningarna utformas för att omhänderta 10 mm nederbörd över fastighetens yta. Om fastigheten inte ligger i direkt närhet till recipienten ska anläggningen dimensioneras för 20 mm nederbörd innan vidare avledning till förbindelsepunkt till Uppsala Vattens ledningar. I detta uppdrag har utgångspunkten varit att planområdet minst ska dimensioneras för ett

omhändertagande av 20 mm. Vid ett omhändertagande av de första 20 mm nederbörd kan ungefär 90 % av den årliga nederbörden fördröjs och renas.

1.2 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna och ge förslag på systemlösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig bland annat på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera utjämningsmagasin och reningsanläggningar för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet.

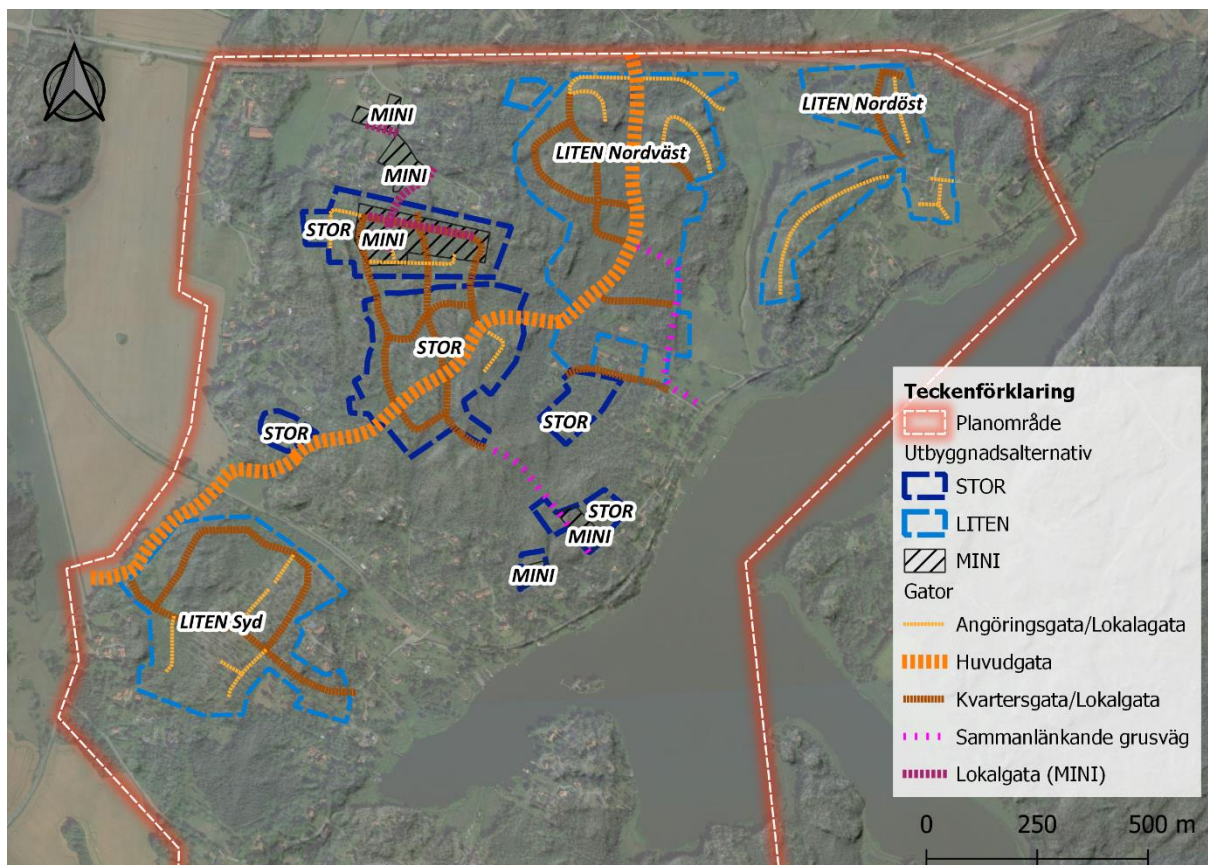
Till grund för systemlösningarna i dagvattenutredningen ska Uppsala Vattens riktlinjer för dagvattenhantering samt Uppsala Vattens checklista med tillhörande anvisningar följas. Dessa krav innebär att dagvattenanläggningarna inom fastigheten skall utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning. Detta gäller dock bara om ett verksamhetsområde för dagvatten kommer upprättas för exploateringsområdets kvartersmark, se avsnitt 1.3.2.

1.3 Planområdets och exploateringsområdets indelning

Hur exploateringen av Marielund kommer ske är inte fastslaget utan olika alternativ beaktas fortfarande. Föreliggande dagvattenutredningen syftar till att tydliggöra eventuell skillnader mellan de olika alternativen som har presenterats i planunderlaget.

1.3.1 Utbyggnadsalternativ och gatuutformning

Enligt erhållet planunderlag utreds tre alternativ för bostadsexploateringen av planområdet (alternativ LITEN, alternativ STOR och alternativ MINI), där alternativ STOR innefattar en mer omfattande exploatering av planområdet i jämförelse med alternativ LITEN. Alternativ MINI överlappar till viss del med alternativ STOR men är betydligt mindre än de två övriga alternativen, se Figur 1-2. Medan de olika alternativen STOR, LITEN och MINI berör bebyggelse av bostäder och skolor så finns det även två alternativ för gatorna på den allmänna platsmarken. Dessa två alternativ benämns förslag A och förslag B. Kortfattat består det av att i förslag A är angöringsgatorna och kvartersgatorna enskilda gator medan i förslag B är nämnda gator lokalgator enligt kommunal standard. Huvudgatan byggs enligt kommunal standard i båda förslagen. Skillnaden består av att angöringsgatan inte behöver vara asfalterad och är 1 m smalare än lokalgatan längs samma sträcka i förslag B. I dagvattenutredningen genomförs dagvattenberäkningarna och föroreningsberäkningar på exploateringsområdet och inte på hela planområdet. Detta för att ge en mer detaljerad bild över förändringen som exploateringen medför ur ett dagvattenperspektiv.



Figur 1-2. Figuren visar de tre utbyggnadsalternativen. Utbyggnation STOR består alla tre av de markerade delarna STOR, LITEN och MINI.

1.3.2 Uppsala Vattens verksamhetsområde

Eftersom det inte är fastslaget hur exploateringen i Marielund kommer utformas så är det inte heller bestämt om Uppsala Vatten kommer inrätta ett verksamhetsområde för dagvatten inom planområdet. Inom ett verksamhetsområde ansvarar Uppsala Vatten för bortledning av dagvatten från fastigheter samt ansvarar i de fall då det krävs, för rening av dagvatten från den allmänna VA-anläggningen. I fallet Marielund kan Uppsala Vattens verksamhetsområde för dagvatten se ut på olika sätt beroende på vilken utbyggnad det blir inom planområdet. Nedan följer en beskrivning av de olika modifieringarna av Uppsala Vattens verksamhetsområde för dagvatten:

1. Inget område inrättas som verksamhetsområde för dagvatten.

Om inget verksamhetsområde inrättas inom planområdet ansvarar Uppsala Vatten inte för något dagvatten.

Aktuellt för utbyggnad: MINI

2. Bebyggelsen på kvartersmark inrättas som verksamhetsområde för dagvatten.

Om bebyggelsen på kvartersmark inrättas som verksamhetsområde anlägger Uppsala Vatten ledningar som kan ta emot dagvattnet från kvartersmarken. Enligt Uppsala Vattens riktlinjer bör kvartersmarken, innan utflöde till ledningsnätet, rena och fördröja 20 mm nederbörd. Dagvatten från de enskilda gatorna och allmän platsmark får inte ledas till ledningsnätet (om inte annat avtalas). Dagvattnet från de enskilda gatorna leds till en dagvattenanläggning som sedan inte dräneras till det kommunala dagvattennätet.

Aktuellt för utbyggnad: LITEN och STOR

3. Bebyggelsen på kvartersmark verksamhetsområde för dagvatten och huvudgatan blir kommunal.

Om bebyggelsen på kvartersmark inrättas som verksamhetsområde anlägger Uppsala Vatten ledningar som kan ta emot dagvattnet från kvartersmarken. Enligt Uppsala Vattens riktlinjer bör kvartersmarken, innan utflöde till ledningsnätet, rena och fördröja 20 mm nederbörd. Dagvatten från de enskilda gatorna och allmän platsmark får inte ledas till ledningsnätet (om inte annat avtalas). Dagvattnet som genereras på huvudgatan omhändertas av kommunala dagvattenanläggningar och dräneras av det kommunala ledningsnätet.

Aktuellt för utbyggnad: LITEN och STOR

4. Hela exploateringsområdet inrättas som verksamhetsområde för dagvatten.

Det betyder att bebyggelsen på kvartersmarken huvudgatan inrättas i ett verksamhetsområde för dagvatten och Uppsala vatten ansvarar bortledning av dagvattnet och rening av dagvatten från lokalgatorna och huvudgatan.

Aktuellt för utbyggnad: LITEN och STOR

5. Ett centraliserat reningssteg innan utflöde till recipient

På grund av Natura 2000-klassningen av Sävjaån behöver dagvattnet renas två gånger innan utflöde till recipient sker. För att åstadkomma detta behövs ett andra reningssteg. Ansvaret för detta reningssteg kommer falla under enskilt eller kommunalt ansvar. Någon form av samarbetsavtal kan vara fördelaktigt vid en sådan centraliserad nedström dagvattenanläggning.

Aktuellt för utbyggnad: LITEN och STOR

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Jordarts- och jorddjupskarta (SGU)
- Dagvattenprogram för Uppsala kommun (beslutad 2014-01-27)
- Recipientinformation (VISS – Vatteninformationssystem Sverige)
- Befintliga VA- ledningar (erhållet av beställaren)
- Illustrationsplan (erhållet av arkitekt)

2.2 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

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 områdets rinntid.

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

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoton och plankartor i dwg-format.

f är en ansatt klimatfaktor. Svenskt Vatten P110 rekommenderar en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme oberoende på i vilken del av Sverige undersökningsområdet ligger. En klimatfaktor på 1,25 har därför ansatts i beräkningarna för planerad markanvändning, för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbörds mängder, baserat på uppgifter från SMHI.

2.3 Beräkning av utjämningsvolym

För att beräkna den erforderliga fördröjningsvolym som krävs för att omhänderta ett dimensionerande 10-årsregn används bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation.

Vid en sådan dimensionering väljs säkerhetsnivå i Tabell 2-1 från P110 utifrån vilken typ av byggnation som sker inom exploateringsområdet. Säkerhetsnivån för skador vid översvämningar uttrycks som återkomsttid för nederbörd eller vattennivå i sjöar och vattendrag. Dagvattenledningar dimensioneras för hjässnivå (fullt rör) och trycklinje i marknivå.

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

På grund av klimatförändringar kommer nederbördsintensiteten att öka, vilket innebär att dimensionerande regn ska ökas med en klimatfaktor.

Beräkning utjämningsvolym för fördröjningsanläggningar som kan omhänderta det dimensionerande flödet görs enligt bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation som senare korrigerats i en rättningslista (Errata till P110):

befintligt flöde beräknas den erforderliga utjämningsvolymen för fördröjningsanläggningar med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation som senare korrigerats i en rättningslista (Errata till P110):

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

där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen (m^3/ha_{red}), t_{rinn} är områdets rinntid och K är den tillåtna specifika avtappningen från området ($l/s \cdot ha_{red}$). 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 regnvaraktighet och intensitet, 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.

2.4 Beräkning av utjämningsvolym enligt åtgärdsnivån om 20 mm nederbörd

Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Uppsala kommuns riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark. Riktlinjen om rening och fördröjning av 20 mm utgår från att fastigheten ingår i ett verksamhetsområde för dagvatten. Enligt dessa åtgärdsnivåer ska de första 20 millimetrarna nederbörd på utredningsområdet kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom själva utredningsområdet. Beräkningen av den dimensionerande utjämningsvolymen för eventuella fördröjningsanläggningar görs med följande generella ekvation:

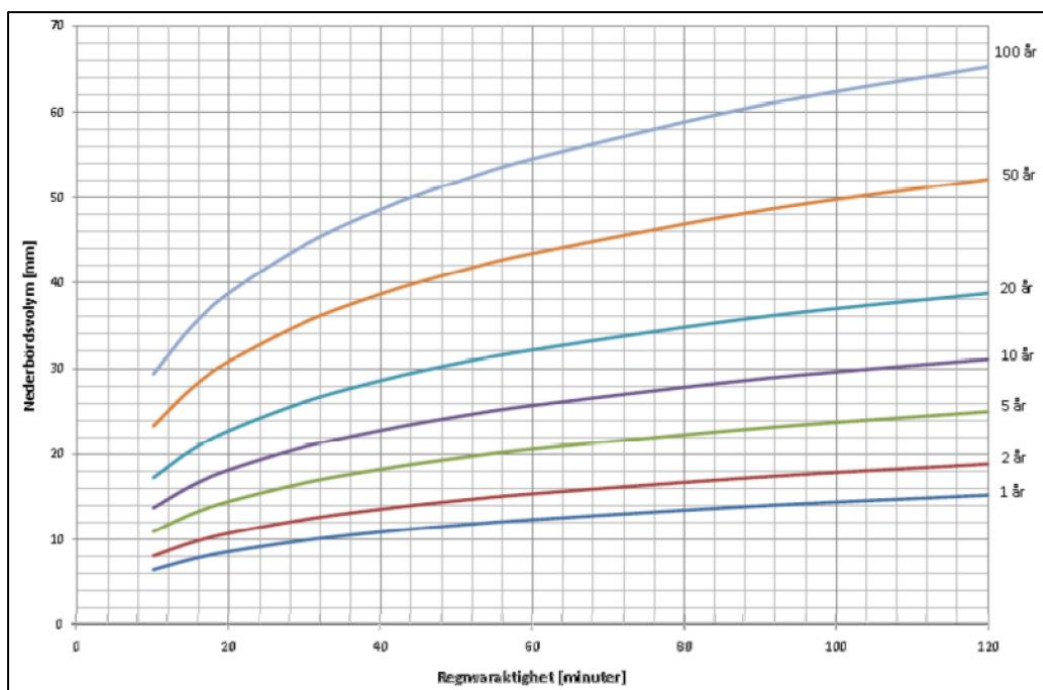
$$V = 20 \text{ mm} \cdot \text{Andelen hårdgjord yta} \quad (\text{Ekvation 3})$$

Där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen, 20 mm är den mängd nederbörd som Uppsala kommun kräver ska kunna rensas och avtappas under minst 12 timmar.

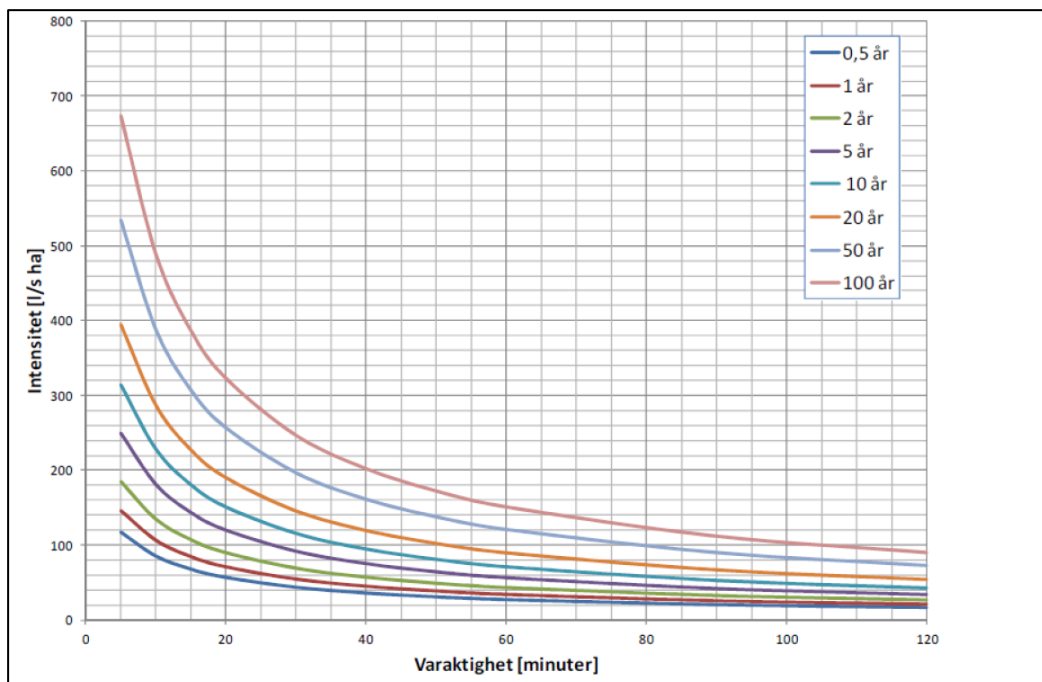
Enligt Dahlström (2010) uppgår nederbördsvolymen vid ett 10-årsregn till 20 mm efter 25 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Uppsala Vattens

åtgärdsnivå. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 25 minuter till undersökningsområdets rinntid.

För ett 10-årsregn har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 25 minuter (se Figur 2-1). Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 2-2) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 25 minuter till planområdets rinntid.



Figur 2-1. Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (från Dahlström (2010)).



Figur 2-2. Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström (2010).

2.5 Föroreningsberäkning

Ämneshalter och ämnesbelastning i dagvattnet från planområdet enligt befintlig samt planerad markanvändning med/utan tillämpad fördröjning (och rening) uppskattades med hjälp av programvaran StormTac. I StormTac så uppskattas ämnesbelastningen i dagvattenflödet som produkten av dagvattenflödet från respektive markanvändning (befintlig respektive planerad) och markanvändnings-specifika schablonhalter för olika ämnen i dagvatten baserat på ett antal referensstudier (Larm, 2001). För simuleringarna har en nederbörds mängd om 539 mm/år antagits, vilket motsvarar årsmedelnederbörden i Stockholm med omnejd för normalperioden 1961-1990 (SMHI; 2020a).

2.6 Lågpunktskartering och skyfallsanalys

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där kapaciteten på planområdets dagvattensystem inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att området höjdsätts och utformas så att en eventuell vattenansamling inte skadar byggnader eller anläggningar. Instängda områden och lokala lågpunkter varifrån dagvatten inte kan avrinna bör på grund av ovanstående undvikas.

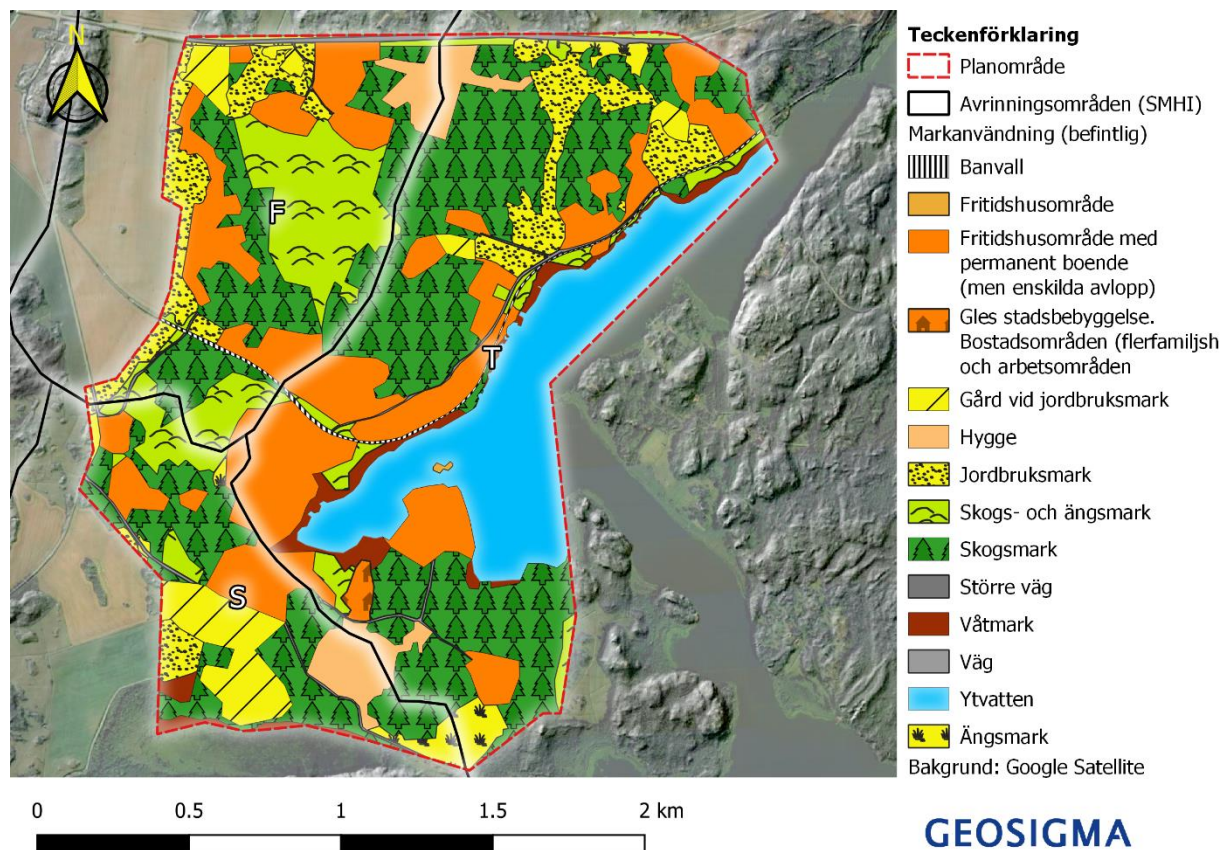
För att identifiera lokala lågpunkter inom planområdet där markytan riskerar att översvämmas vid händelse av ett eventuellt skyfall, och närliggande byggnader riskerar att skadas, har en lågpunktskartering och skyfallsanalys genomförts i SCALGO (2020) utefter markytans topografi (inklusive byggnader). Vid lågpunktskarteringen har ett regn om 80 mm ansatts på området, vilket innebär att 80 mm vatten ansätts på all terräng.

Att notera är att lågpunktskarteringen inte tar hänsyn till exempelvis markytans infiltrationskapacitet, eller avrinning via eventuellt ledningsnät, utan visar ett "worst case scenario" i syfte att identifiera de mest problematiska områdena vid händelse av ett skyfall.

3 Områdesbeskrivning

3.1 Befintlig Markanvändning

Den befintliga markanvändningen inom planområdet (366,9869 ha) utgörs till största del av skogsmark (34 %) följt av fritidshusområden (20 %; antaget permanent boende och enskilda avlopp; Bjerking, 2014), ytvatten (13 %; Trehörningen), skogs- och ängsmark (11 %), jordbruksmark (8 %) med tillhörande gårdsyta (4 %), hyggen (4 %), våtmarker (2 %) och övrig markanvändning (<2%; Figur 3-2; Tabell 3-2).



Figur 3-1. Befintlig markanvändning inom planområdet "Marielund" tolkat utifrån satellitbilder över området.

3.2 Planerad markanvändning

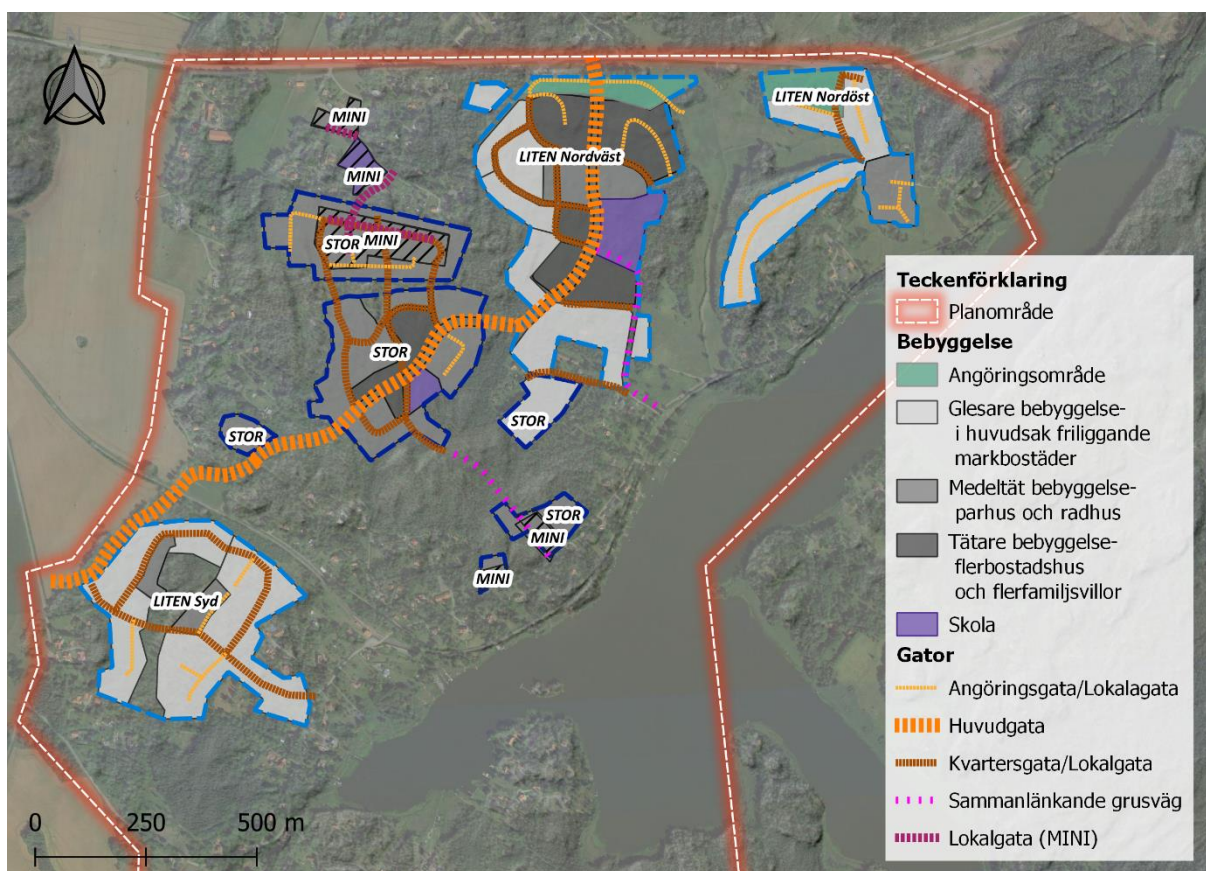
Den framtida markanvändningen inom planområdet utgörs av bostäder, allt ifrån friliggande markbostäder till tätare bebyggelse. Utbyggnationen kan ske enligt STOR, LITEN eller MINI, vilket påverkar dagvattenflödena. Utbyggnad LITEN har en nordöstlig del och en sydvästlig del, mellan de båda delarna kan ett område adderas och då utgör de utbyggnadsplan STOR. Utbyggnadsplan MINI har en liten del i mitten av planområdet och en nordlig del som delvis sammanfaller med utbyggnad STOR. I Figur 3-2 redovisas den föreslagna intentionen för olika tätheter av byggnation genom en skalning från ljus till mörkare:

- Ljus = glesare bebyggelse, i huvudsak friliggande markbostäder.
- Medelmörk = medeltät bebyggelse, med en huvudinriktning på parhus och radhus.

- Mörk = tätare bebyggelse, med huvudinriktning på småskaliga flerbostadshus och större familjevillor.

Gränserna för dessa ska inte läsas som skarpa, utan som en övergripande inriktning för fortsatt planering och utbyggnad.

Gatorna som byggs i förslag A är tre olika gator, angöringsgata, kvartersgata och huvudgata med kommunal standard. Angöringsgator och kvartersgata är enskilda gator. I förslag B finns bara kommunala lokalgator och kommunal huvudgata. Exploateringsområdets olika utbyggnadsplaner och gatorna av olika varianter presenteras även de i Figur 3-2.



Figur 3-2. Planerad markanvändning, Marielund.

3.2.1 Gatuutformning

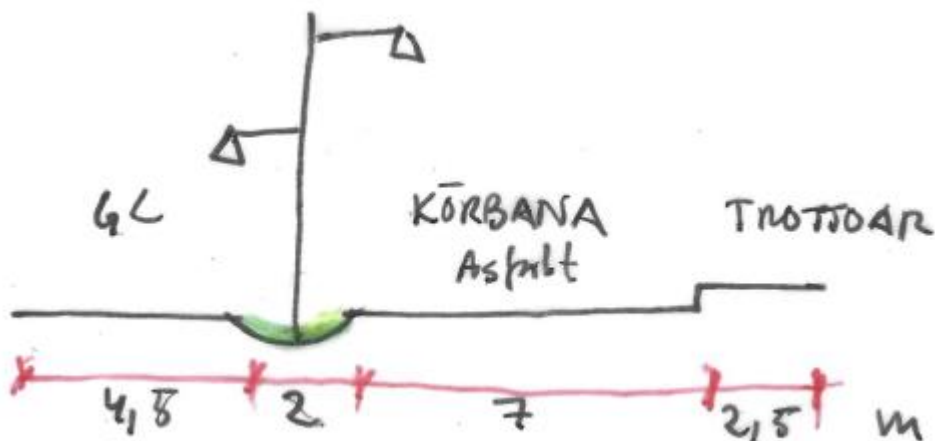
En stor del i föreliggande dagvattenutredning går ut på att undersöka skillnaderna mellan förslag A och förslag B. Skillnaden mellan förslagen består i utformningen på angöringsgatan och kvartersgatan. Skillnaden visas i Tabell 3-1 och beskrivs mer utförligt nedan.

Tabell 3-1. Skillnaden i gatuutbyggnaden i Förslag A respektive Förslag B.

Alternativ	Huvudgata	Lokalagata	Angöringsgata	Befintlig gata	Utbyggnad
Förslag (A)	Kommunal Huvudgata	Kvartersgata B	Angöringsgata C	Oförändrad förutom huvudgatan	STOR, LITEN, MINI
Förslag (B)	Kommunal Huvudgata	Lokalagata B	Lokalagata B	Oförändrad förutom huvudgatan	STOR, LITEN, MINI

Huvudgata (huvudbyväg) – aktuellt i alternativ LITEN och STOR

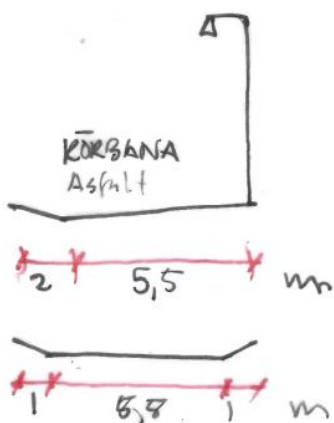
En ny gatusträckning föreslås knyta ihop den nya bebyggelsen med väg 282 och 654. Huvudgatan (se Figur 3-3) föreslås anläggas med en 7 meter bred körbana, en 4,5 meter bred gång- och cykelväg med en skiljeremsa på 2 meter med plats för belysning och en 2,5 meter bred trottoar.



Figur 3-3. Tvärsnitt av huvudgata.

Lokalgator (bygator) – aktuellt i alternativ MINI, LITEN och STOR

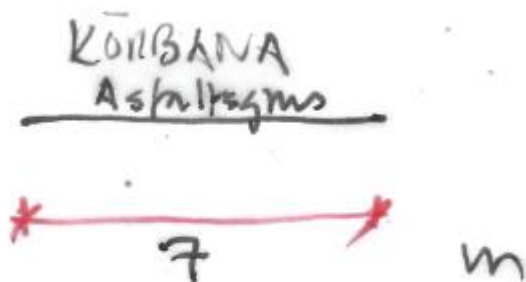
Oavsett om gatorna i Marielund kommer ha kommunalt eller enskilt huvudmannaskap föreslås lokalgatorna (kvartersgatorna i förslag A) anläggas med en sektion med 5,5 meter körbana och 2 meter måsvinge, alternativt 1+1 meter dubbelsidig måsvinge. Lokalgatorna (se Figur 3-4) utgörs av sammanbindande byvägar med låga hastigheter och lantlig karaktär. Beläggning föreslås vara asfaltgrus eller motsvarande. Materialval för ytiskt bör göras med beaktande av den lantliga karaktären, miljö- samt driftsaspekter.



Figur 3-4. Kvartersgata/Lokalgata.

Angöringsgator (Mindre bygator) – aktuellt i alternativ LITEN och STOR

Angöringsgatorna (se Figur 3-5) utgörs av lokala gator inom kvartersmark. I programmet redovisade sträckningar anger endast ungefärliga lägen där lite längre kvartersgator kan antas behövas. Dock kan andra eller flera angöringsgator komma att behöva anläggas. Gatusträckningar ska göras med god anpassning till lokal topografi och natur. Sprängning och schaktning ska så långt som det är möjligt undvikas och självfall för avloppsledning eftersträvas. Angöringsgatorna behöver ha en standard och sektionsbredd som medger framkomlighet för flytt-, service- och räddningsfordon. Om gatorna i Marielund blir kommunala är angöringsgator av denna typ inte aktuell.



Figur 3-5. Angöringsväg/Lokalgata

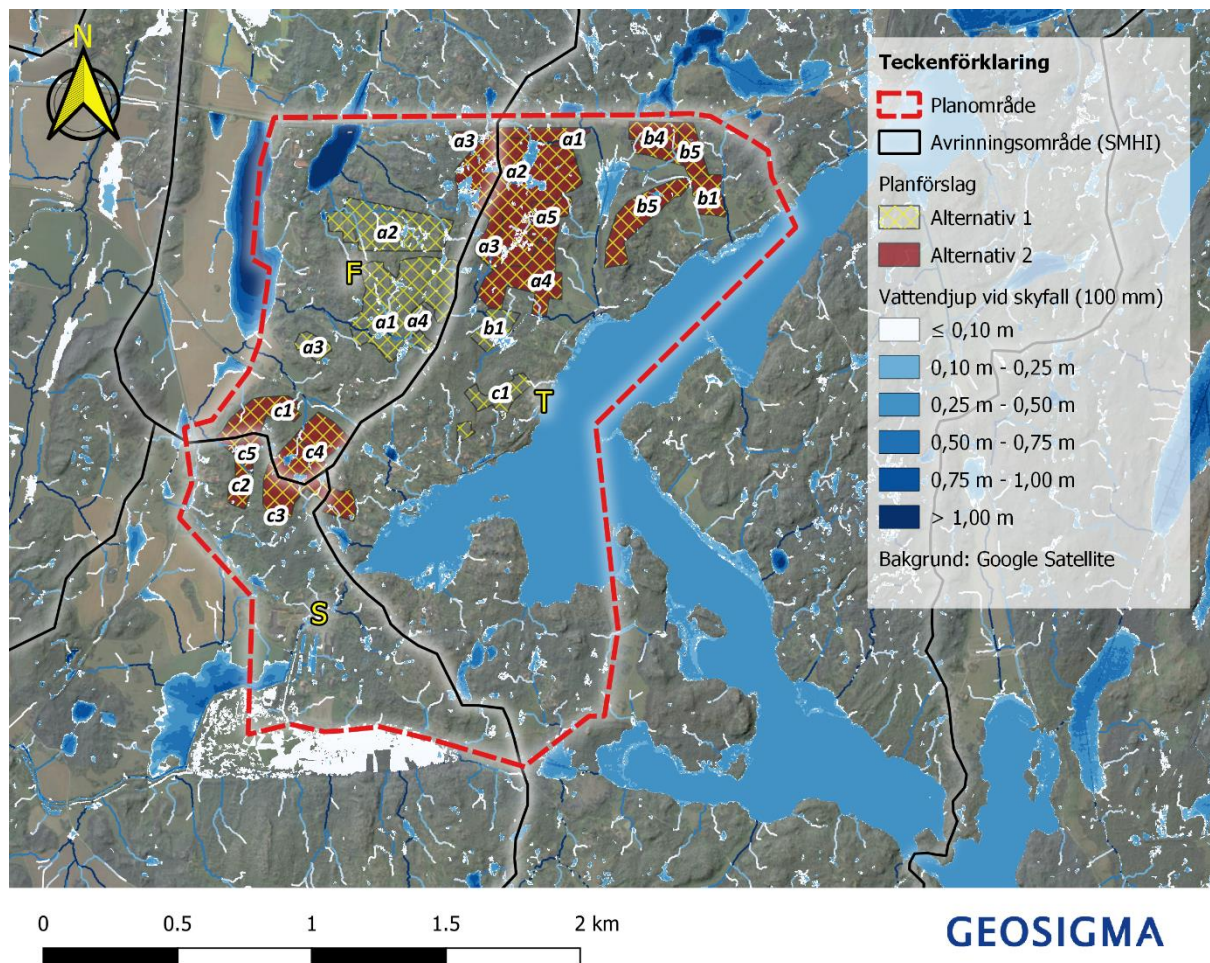
Sammanlänkande grusvägar

De sammanlänkande grusvägarna utgör viktiga kopplingar mellan befintliga och tillkommande bebyggelseområden. Vägarna ska kunna användas av räddningstjänst, men utöver det endast vara avsedda för gång och cykel och bör vara 4,6 meter breda.

3.3 Lågpunktkartering

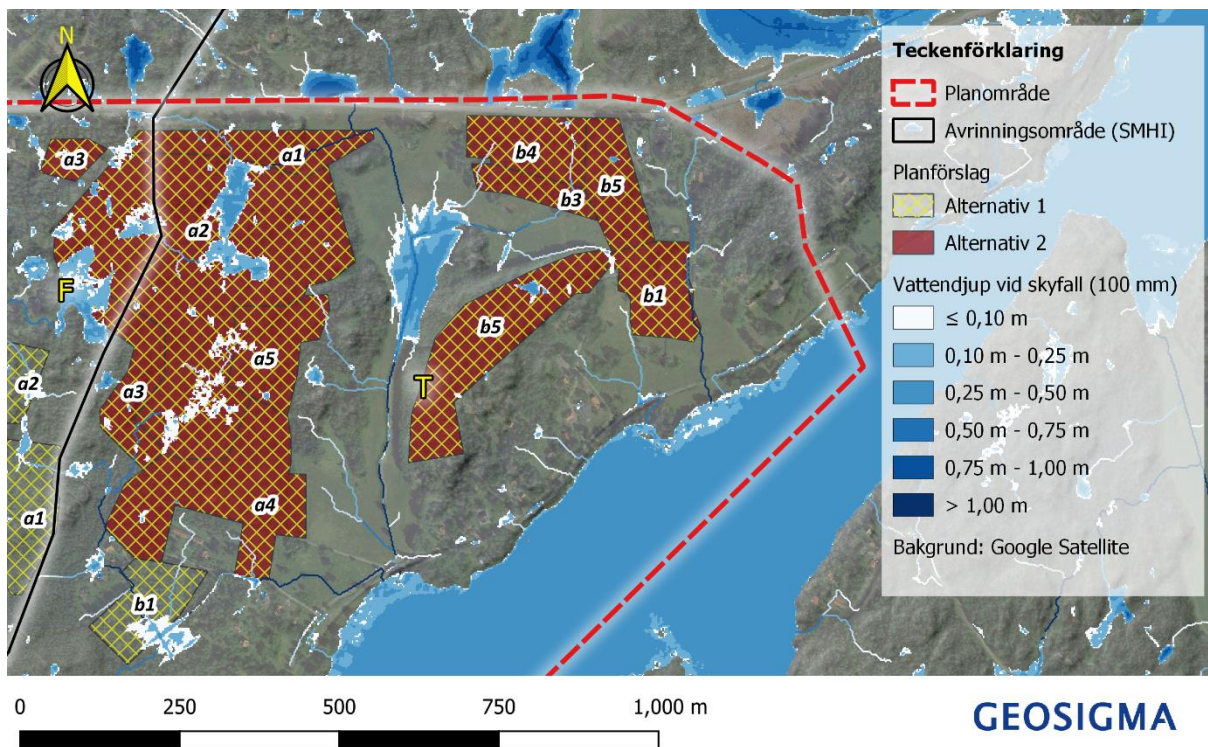
Lågpunktkarteringen över planområdet visar var vattnet skulle ansamlas vid extrem nederbörd. På grund av att området i dagsläget är relativt obebyggt så är den övergripande risken låg för att planområdet drabbas av omfattande översvämning i händelse av ett skyfall (Figur 3-6). I figuren representerar Alternativ 1 utbyggnadsalternativ STOR och Alternativ 2 representerar utbyggnadsalternativ LITEN. Område F är Funbosjöns avrinningsområde, område T är Trehörningens avrinningsområde och område S är Sävjaåns avrinningsområde.

Lågpunktkarteringen visar hur ytavrinningen sker i dag och den framtida exploateringen bör ta hänsyn till befintlig ytavrinning och lågpunkter. Det betyder att lågpunktkarteringen visar var vattnet skulle ansamlas om ingen infiltration sker (infiltrationsgraden är idag hög eftersom det är en hög andel naturmark) och var flödesvägarna för ytavrinning sträcker med nuvarande topografi och markanvändning.

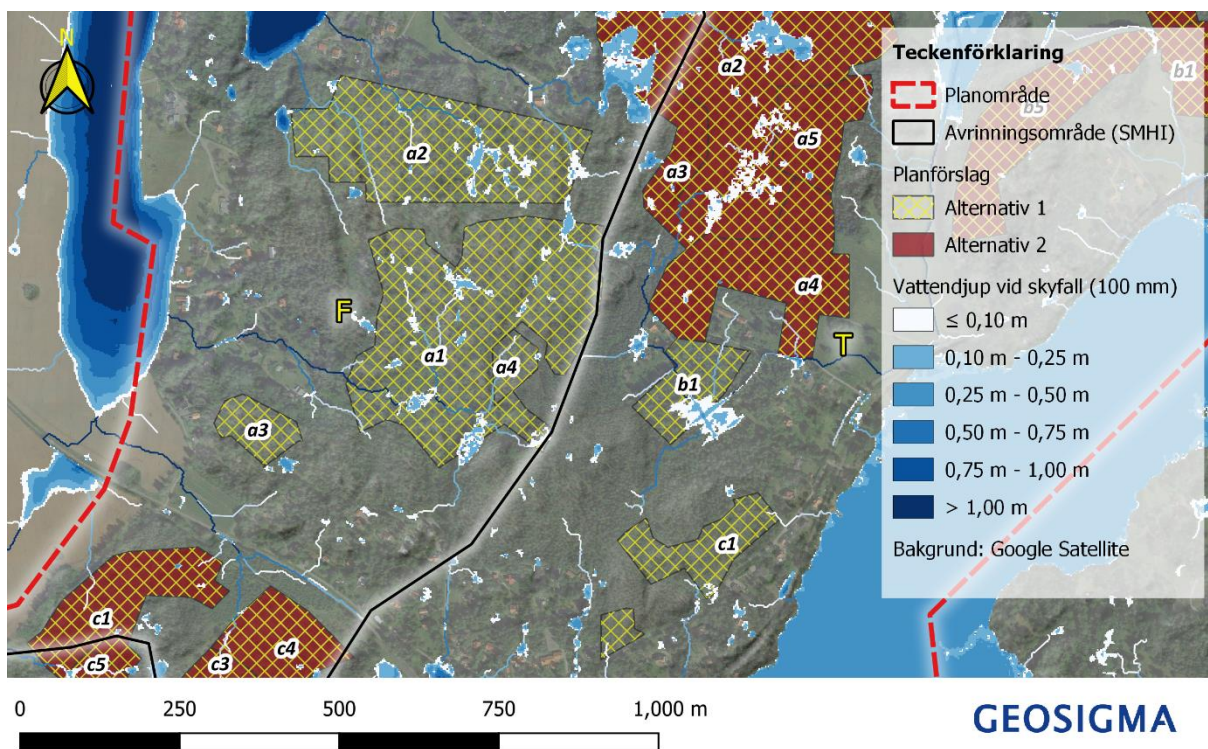


Figur 3-6. Lågpunktskartering över hela planområdet utförd i SCALGO (2020) för ett skyfall (regn = 80 mm)..

Vid en exploatering skulle översvämningsrisken vara störst i mitten och i de västra delarna av inom den nordvästra delen av utbyggnadsalternativ LITEN, se Figur 3-7. I den norra delen av delutbyggnad STOR finns det ett mindre lågpunktsområde som bör beaktas vid exploateringen, se Figur 3-8.

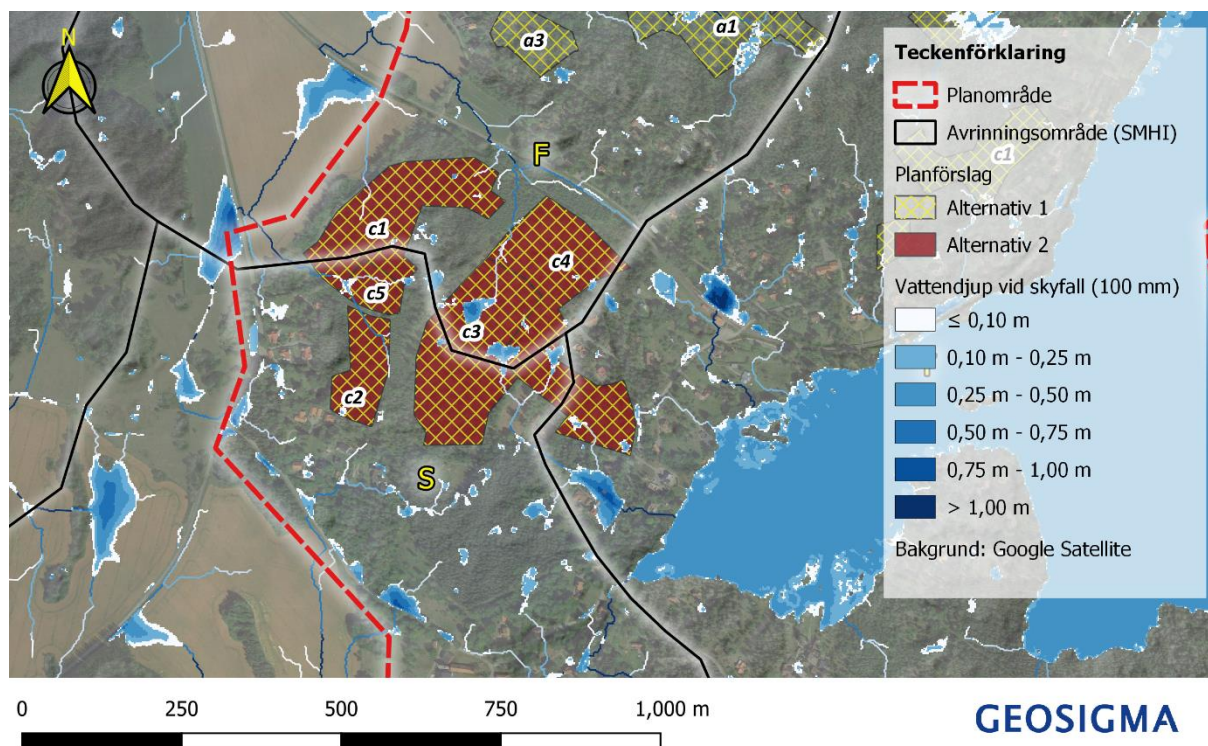


Figur 3-7. Lågpunktskartering över planområdets nordöstra delar utförd i SCALGO (2020) för ett skyfall (regn = 80 mm).



Figur 3-8. Lågpunktskartering över planområdets centrala delar utförd i SCALGO (2020) för ett skyfall (regn = 80 mm).

Figur 3-9 visar några lågpunkter i de centrala delarna av utbyggnadsalternativ LITEN Syd.



Figur 3-9. Lågpunktskartering över planområdets sydvästra del utförd i SCALGO (2020) för ett skyfall (regn = 80 mm).

3.4 Jordarter och infiltrationsförutsättningar för dagvatten

Enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU; SGU; 2020a) utgörs de ytliga jordarterna inom planområdet till största del av berg i dagen, glacial/postglacial lera och sandig morän (). De ytliga jordarterna i planområdets omnejd utgörs av berg i dagen, samt glacial och postglacial lera, men även svämsediment (ler-silt) och isälvsediment förekommer på håll (Figur 3-10). För delavrinningsområde:

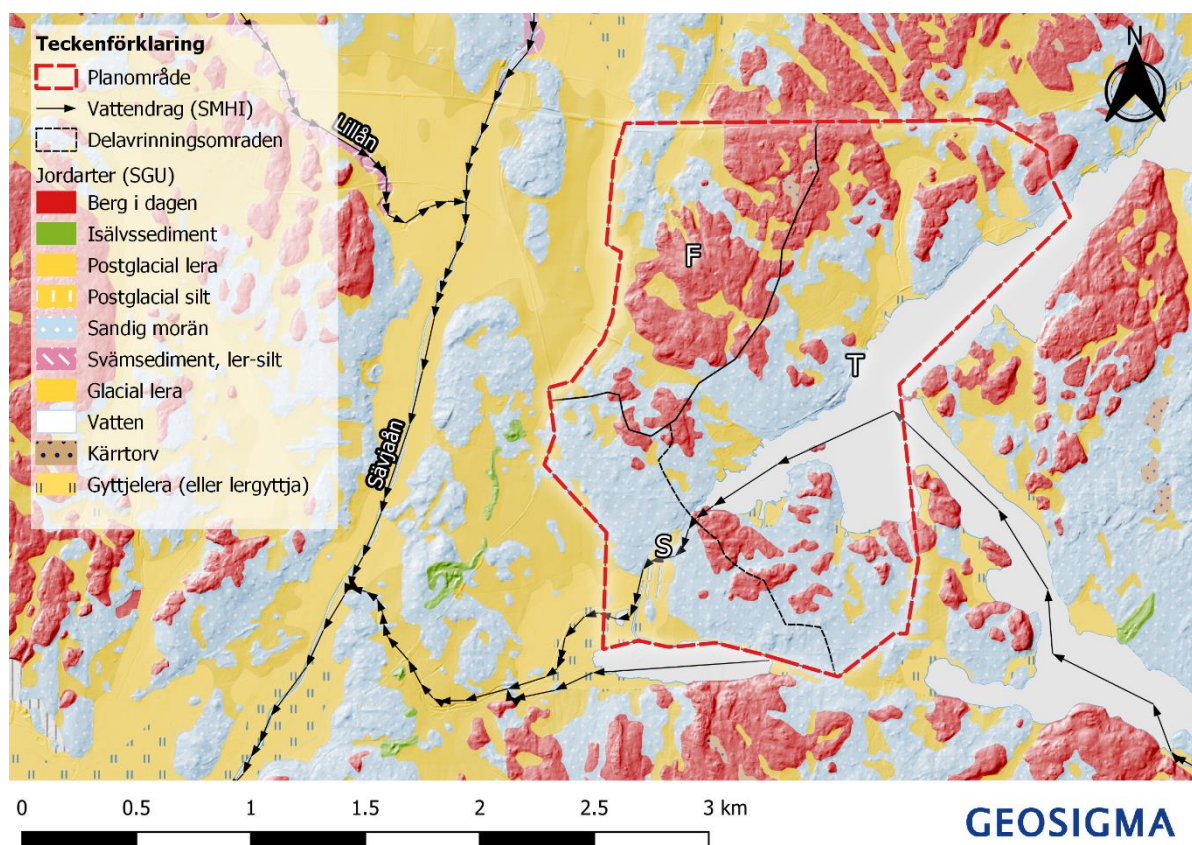
- **F** utgörs de ytliga jordarterna av berg i dagen (ca 50%), postglacial lera (ca 21%), sandig morän (ca 20%), glacial lera (ca 8%), samt kärrtorv (<1%).
- **S** utgörs de ytliga jordarterna av sandig morän (ca 69%), postglacial lera (ca 9%), glacial lera (ca 8%), berg i dagen (ca 7%), gyttjelera (eller lergyttja; ca 5%); ca 2% av delavrinningsområdets yta täcks av ytvatten (Gårsjön).
- **T** utgörs de ytliga jordarterna av sandig morän (ca 36%), berg i dagen (ca 20%), glacial lera (ca 13%), postglacial lera (ca 5%), gyttjalera (eller lergyttja; ca 2%) och kärrtorv (<1%); ca 24% av delavrinningsområdets yta utgörs av ytvatten (Trehörningen).

Enligt SGUs karta över markytans genomsläpplighet (SGU, 2020b) bedöms markytans genomsläpplighet inom planområdet övergripande som låg till medelhög (Figur 3-6), där markytor med låg genomsläpplighet är koncentrerade till områden som täcks av leriga jordar (jmf. Figur 3-5). För delavrinningsområde....

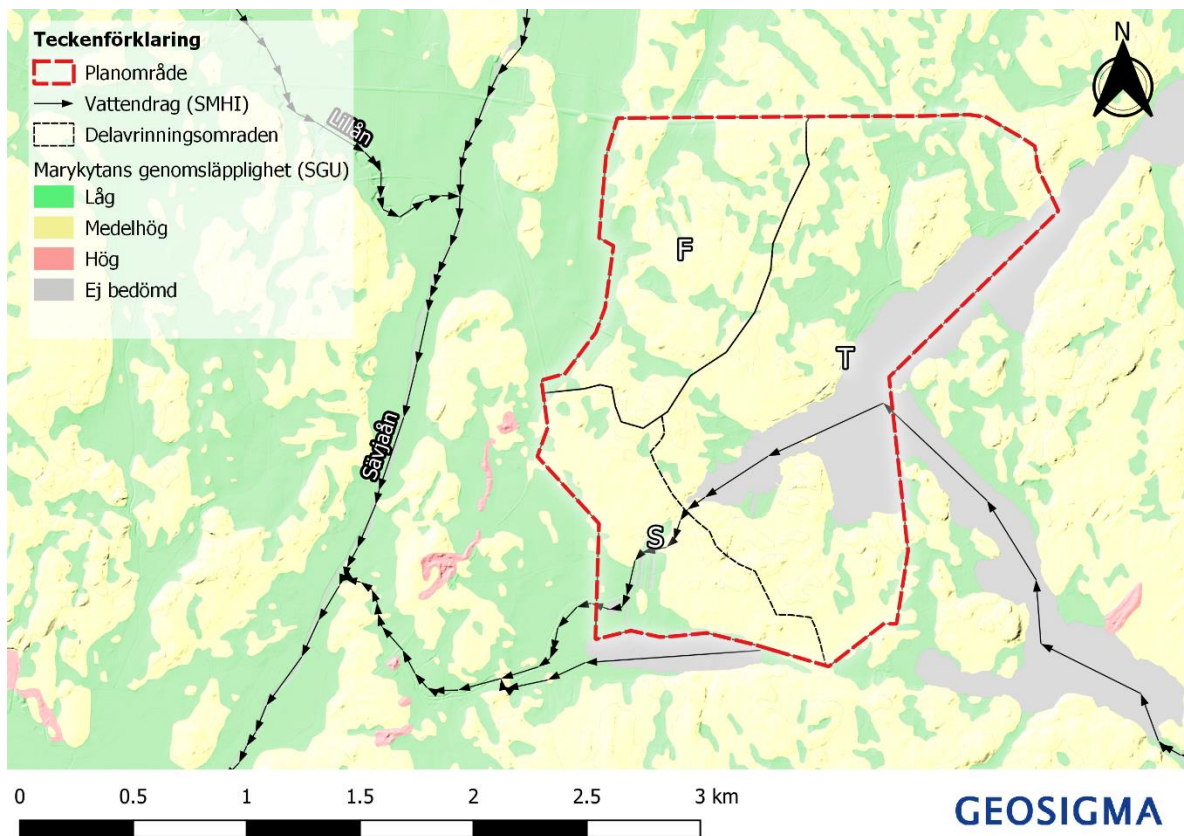
- ... F så är markytans genomsläpplighet låg (ca 30%) till medelhög (ca 70%)
- ... S så är markytans genomsläpplighet låg (ca 22%) till medelhög (ca 76%); de ytor som täcks av ytvatten har ej bedömd genomsläpplighet (ca 2%).
- ... T så är markytans genomsläpplighet låg (ca 23%) till medelhög (ca 53%); de ytor som täcks av ytvatten har ej bedömd genomsläpplighet (ca 24%).

Vidare så klassificeras grundvattnets sårbarhet inom planområdet i huvudsak som måttlig (Figur 3-11). En måttlig sårbarhet hos grundvattnet innebär att risk föreligger för att föroreningar som infiltrerar i markytan når grundvattnet och sprids till närliggande vattenbrunnar (SGU, 2009). Inom planområdet, och i planområdets omnejd, finns ett flertal vattenbrunnar (<60) enligt SGUs brunnarsarkiv (SGU, 2020d). Att notera är att det inte finns några grundvattenförekomster inom planområdet (SGU, 2020e), dock så återfinns grundvattenförekomsten Gunsta väster om planområdet genom vilken Sävjaån rinner (VISS EU_CD: SE663844-161477; VISS, 2020e; Figur 3-12), där grundvattnets sårbarhet bedöms som hög. En högsårbarhet hos grundvattnet innebär att det finns en hög risk för att föroreningar som infiltrerar i markytan når grundvattnet och sprids till närliggande vattenbrunnar (SGU, 2009).

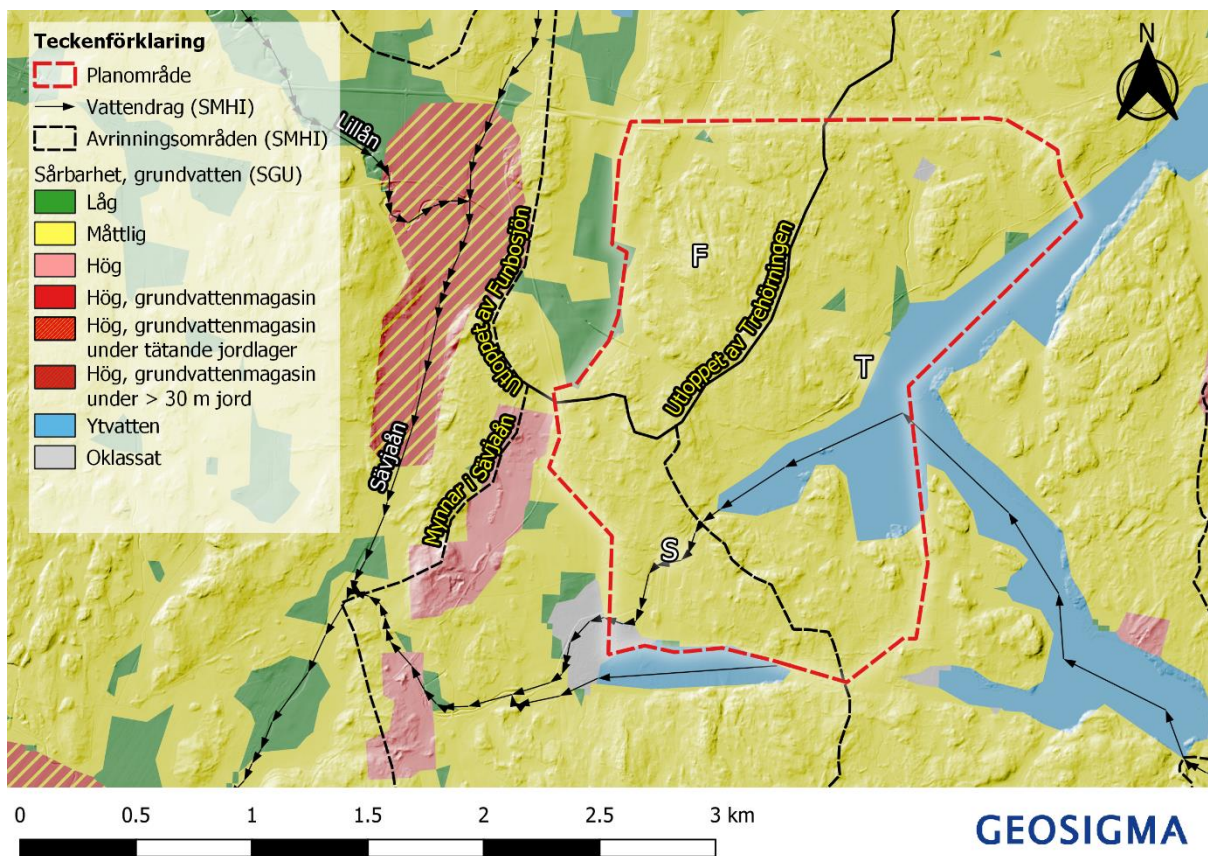
Sammantaget medför ovanstående att de fysikaliska förutsättningarna för infiltration av dagvatten inom planområdet, och respektive delavrinningsområde, bedöms som medelhög. Lämpligheten för infiltration av dagvatten bör dock utvärderas utifrån risken att förorena närliggande brunnar för dricksvattenuttag inom planområdet.



Figur 3-10. Ytliga jordarter inom planområdet med omnejd enligt SGU (2020a).



Figur 3-11. Märyktyans genomsläpplighet inom planområdet med omnejd enligt SGU (2020b).



Figur 3-12. Grundvattnets sårbarhet enligt SGU (2020c).

3.5 Ytvattenrecipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)

3.5.1 Sävjaån Miljökvalitetsnormer

Enligt VISS (2020c) är den ekologiska statusen i ytvattendraget Sävjaån, för delsträckorna Funbosjön-Spångtorp (VISS EU_CD: SE663832-161478) och Storån-Spångtorp (VISS EU_CD: SE663554-161260), måttlig där utslagsgivande miljökonsekvens är morfologiska förändringar/förändringar i konnektivitet i vattendraget samt övergödning. Vidare uppnår Sävjaån en ej god kemisk status (VISS, 2020c) på grund av att halter för följande ämnen överskrider ansatta gränsvärden:

1. Kvicksilver (Hg)
2. Polybromerade difenyleterar (PBDE)

Att notera är att gränsvärdena för kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrids i samtliga av Sveriges vattenförekomster (VISS, 2020c).

De aktuella sträckorna av Sävjaån anses vara påverkade av förorenade områden, jordbruk, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition, deponier, transport och infrastruktur, samt förändringar av konnektivitet genom dammar/barriärer/slussar och morfologiskt tillstånd (vattendragets form/kanter/närområde samt svämplans strukturer och funktioner i vattendrag). En ökad halt av...

1. Bensen
2. Benso(a)pyren
3. Bromerad difenyleter
4. DDT
5. Di(2-ethylhexyl)ftalat (DEHP)
6. Dioxiner och dioxinlika föreningar
7. Hexabromcyklododekaner (HBCDD)
8. Icke dioxinlika PCB'er
(PCB28, PCB52, PCB101, PCB138, PCB153, PCB180)
9. Koppar (Cu)
10. Kvicksilver (Hg) och kvicksilverföreningar
11. Perfluoroktansulfonsyra och dess derivater (PFOS)
12. Polyaromatiska kolväten (PAH)
13. Zink (Zn)
14. Totalfosfor
15. Ämnesgruppen fenoler
16. Ämnesgruppen metaller
17. Ämnesgruppen bekämpningsmedel
18. Ämnesgruppen klorerade bekämpningsmedel anses utgöra en risk för försämrad kemisk (och ekologisk) status för de aktuella delsträckorna av Sävjaån (VISS, 2020c; VISS, 2020d); förändringar i morfologiskt tillstånd och konnektivitet (mellan och längs med sjöar i området) anses vidare kunna leda till en försämrad ekologisk status (VISS, 2020c; VISS, 2020d).

3.5.2 Sävjaån – Natura 2000

Området Sävjaån-Funbosjön är ett Natura 2000-område och därmed ska habitatet för de arter som lever där bevaras. VISS kallar detta kvalitetskrav för "gynnsamt tillstånd". Natura 2000-klassningen beror till stor del av att Sävjaån är ett av få vattendrag i Uppland som inte innehåller några vandringshinder för fisk. I området Sävjaån-Funbosjön finns också flera skyddsvärda arter, bland annat asp, nissöga samt utter. Det är svårt att bestämma en tydlig punktkälla som förorenar Sävjaån då det finns flera olika källor, men några är kringliggande jordbruk, en deponi, en brandstation och vägtrafik.

3.5.3 Trehörningen

Enligt VISS (2020b) är den ekologiska statusen i ytvattenförekomsten Trehörningen (VISS EU_CD: SE663734-161589) måttlig där utslagsgivande miljökonsekvens är konnektivitet i vattendrag som ansluter till ytvattenförekomsten, samt övergödning. Vidare uppnår Trehörningen en ej god kemisk status (VISS, 2020b) på grund av att halter för följande ämnen överskrider ansatta gränsvärden:

1. Kvicksilver (Hg)
2. Polybromerade difenyleterar (PBDE)

Att notera är att gränsvärden för kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrids i samtliga av Sveriges vattenförekomster (VISS, 2020b).

Trehörningen anses vara påverkad av jordbruk, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition, samt förändringar av konnektivitet genom dammar/barriärer/slussar och morfologiskt tillstånd (sjöhöjning/sjösänkning). En ökad halt av...

1. Bromerad difenyleter
2. Kvicksilver (Hg)
3. Totalfosfor

... anses utgöra en risk för försämrad kemisk (och ekologisk) status i Trehörningen (VISS, 2020a); förändringar i morfologiskt tillstånd och konnektivitet (mellan och längs med sjöar i området) anses vidare kunna leda till en försämrad ekologisk status (VISS, 2020b).

3.5.4 Funbosjön

Enligt VISS (2020a) så är den ekologiska statusen i ytvattenförekomsten Funbosjön (VISS EU_CD: SE663958-161511) måttlig där utslagsgivande miljökonsekvens är morfologiska förändringar i vattenförekomsten och övergödning. Vidare så uppnår Funbosjön en ej god kemisk status (VISS, 2020a) på grund av att halter för följande ämnen överskrider ansatta gränsvärden:

1. Kvicksilver (Hg)
2. Polybromerade difenyleterar (PBDE)

Att notera är att gränsvärden för kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyleterar (PBDE) överskrids i samtliga av Sveriges vattenförekomster (VISS, 2020a).

Funbosjön anses vara påverkad av jordbruk, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition, samt förändringar av morfologiskt tillstånd (sjöhöjning/sjösänkning), där en ökad halt av...

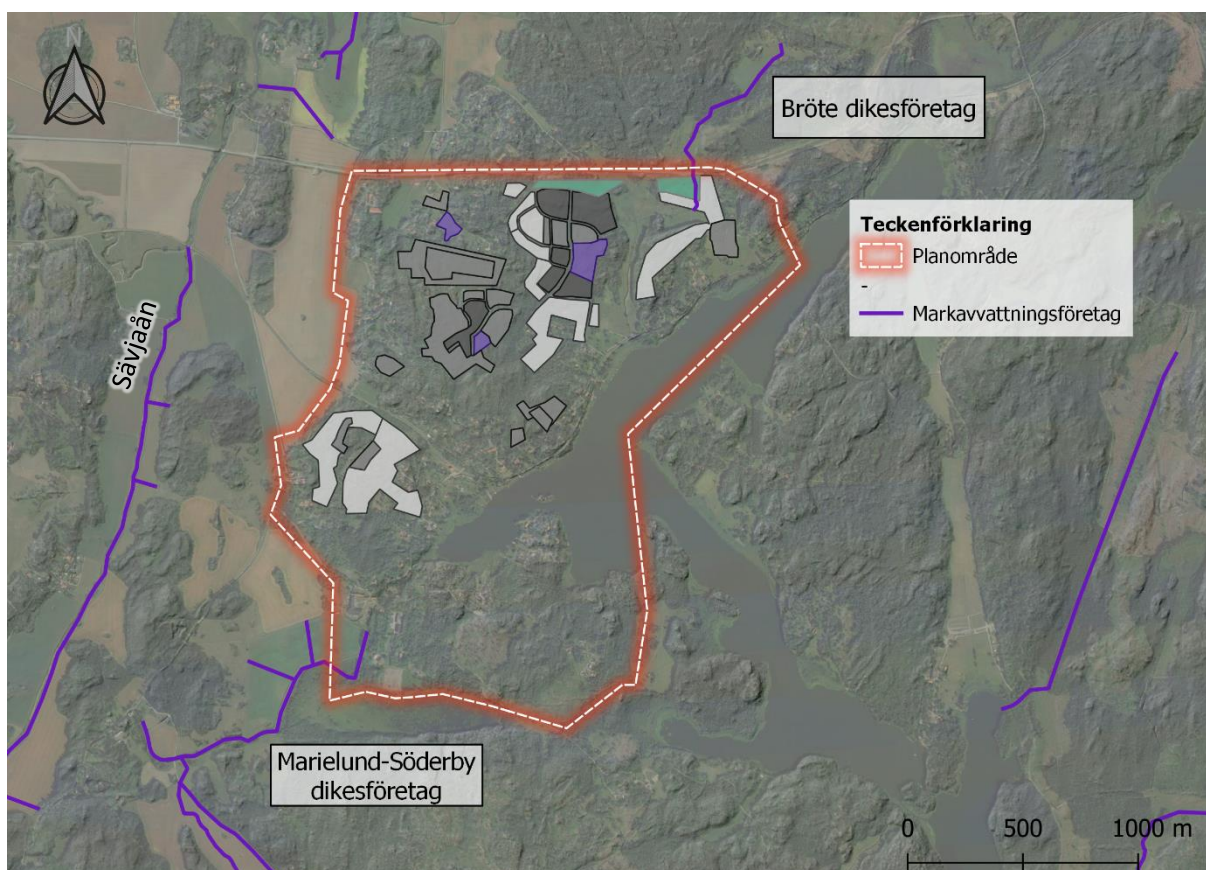
1. Bromerad difenyleter
2. Kvicksilver (Hg)
3. Totalfosfor

... anses utgöra en risk för försämrad kemisk (och ekologisk) status i Funbosjön (VISS, 2020a); förändringar i morfologiskt tillstånd anses även kunna leda till en försämrad ekologisk status. Vidare så överskrider gränsvärden för kopparhalter i sediment i ytvattenförekomsten (VISS, 2020a).

3.6 Markavvattningsföretag

Inom Marielunds planområde finns det två markavvattningsföretag (se Figur 3-13), det ena är Bröte dikesföretag som avvattnar ett område norr om planområdet och leder vattnet vidare mot sjön Trehörningen. Det är Marielunds- Söderby dikesföretag som avvattnar ett fält i den södra delen av planområdet. Väster om planområdet är Sävjaån ett markavvattningsföretag.

Den framtida exploateringen av utbyggnadsområde LITEN Nordöst bör ta hänsyn till markavvattningsföretaget Bröte dikesföretag för att inte påverka avledningen av vatten. Det innebär att diket bör inkorporeras i den framtida utbyggnationen på ett sätt som inte förhindrar avvattningen. Övriga markavvattningsföretag i området påverkas inte av exploateringen.



Figur 3-13. Markavvattningsföretag inom planområdet och i planområdets närområde.

3.6.1 Vattenskyddsområde

Delar av aktuellt planområde ligger inom Gunsta Vattenskyddsområde (se, Figur 3-14), vars skyddsföreskrifter lyder:

Yttre skyddszon

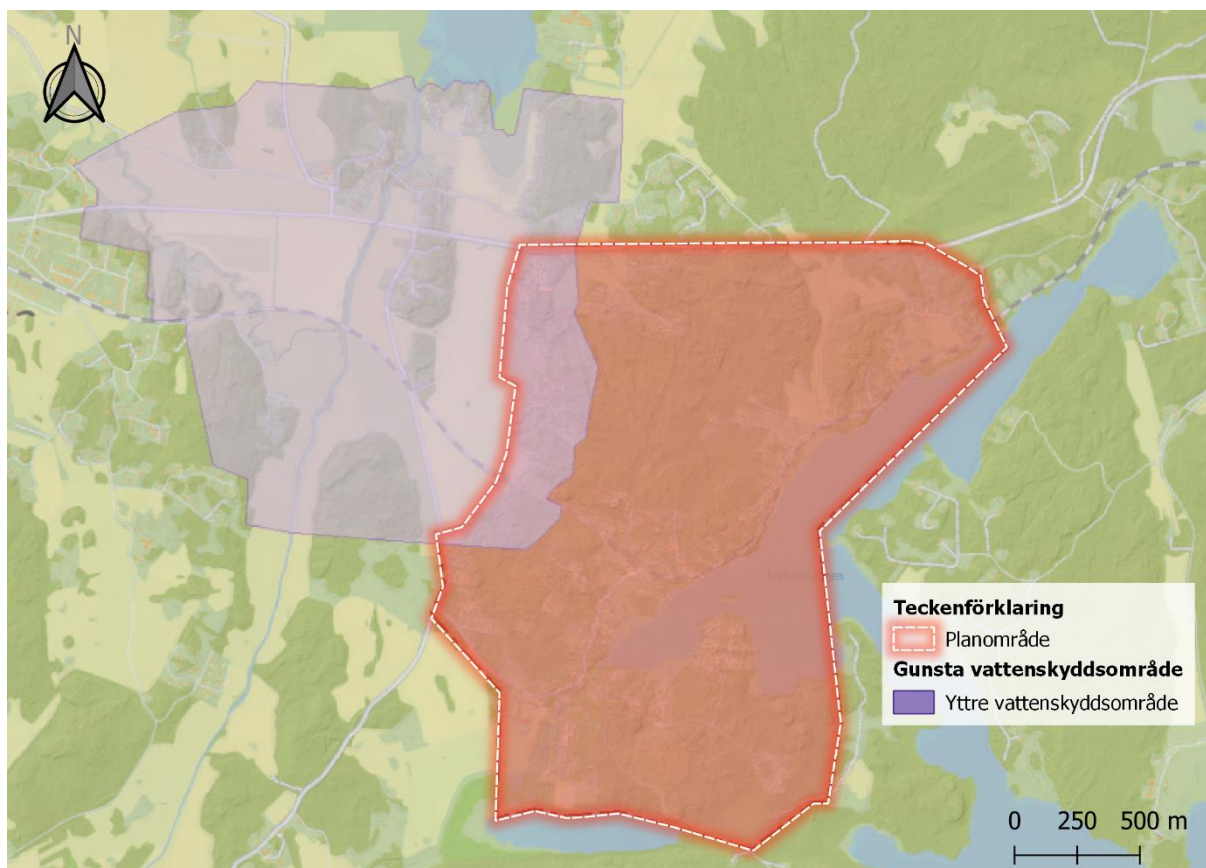
Avloppsledning och tillhörande brunnar som nyinstalleras ska vara täta samt underhållas så att risk för förorening av grundvattnet undviks.

Inre skyddszon

Infiltrationsanläggningar för spillvatten och dagvatten får inte förekomma.

Avloppsledning med tillhörande brunnar ska vara täta samt kontrolleras regelbundet

och underhållas så att risk för förorening av vattentäkt undviks.



Figur 3-14. Planområdet och den yttre delen av Gunsta vattenskyddsområdet.

4 Dagvattenberäkningar

Flödesberäkningar för dagvatten har gjorts för ett dimensionerande 10 – årsregn med 20 minuters varaktighet i syfte att dimensionera ett dagvattensystem för respektive utbyggnad. På kvartermarken har dagvattenberäkningarna gjorts med syftet att bestämma den erforderliga fördröjningsvolymen enligt Uppsala Vattens riktlinje om rening och fördröjning av 20 mm nederbörd.

I enlighet med vad som föreskrivs i Svenskt Vattens publikation P110 har ett dimensionerande 10-årsregn använts för beräkning av dimensionerande flöden. Rinntiden har för befintlig och planerad markanvändning satts till 20 minuter, vilket bedöms vara den ungefärliga rinntiden för varje delavrinningsområde. I vissa av avrinningsområdena är rinntiden möjligtvis något längre men användningen av 20 minuters rinntid skapar en säkerhetsmarginal. Dimensionerande regnintensitet blir då 286,6 liter/(sekund-hektar). Vid beräkningar av dimensionerande dagvattenflöde efter planerad exploatering har en klimatfaktor på 1,25 använts.

Dimensionerande dagvattenflöden från planområdet i samband med ett 10-årsregn med 20 minuters varaktighet, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i avsnitt 2.3.

Den erforderliga fördröjningsvolymen enligt flödeskravet har beräknats enligt Ekvation 2 i avsnitt 2.3 och utjämningsvolymen enligt Uppsala Vattens riktlinjer om fördröjning av 20 mm nederbörd beräknas med ekvation 3 i avsnitt 2.4.

4.1 Dagvattenberäkningar - STOR

Tabell 4-1 visar flödesförändringarna i samband med exploateringen av utbyggnadsalternativ STOR. Beräkningarna visar en generell flödesökning på 459 % inom utbyggnadsområde STOR i samband med exploateringen.

Tabell 4-1. Flödesberäkningar för utbyggnadsalternativ STOR visar på en flödesökning på 459 %.

STOR	Dagvattenflöde (utan fördröjning)			
	Exkl. klimatfaktor		Inkl. klimatfaktor	
	(L/s)	%- ökning	(L/s)	%-ökning
Befintlig	10-årsregn	1639	-	
	20-årsregn	2061	-	
	100-årsregn	3515	-	
Planerad	10-årsregn			9166 459
	20-årsregn			11 526 459
	100-årsregn			19 654 459

Tabell 4-2 visar markanvändningen, area, reducerad area och fördröjningsvolym inom hela utbyggnadsalternativ STOR.

Tabell 4-2. Area, reducerad area och fördröjningsvolym inom hela utbyggnadsalternativ STOR.

	Markanvändning	Φ_i	Area		Reducerad area		Fördöjningsvolym	
			(ha)	%-total	(ha)	%-total	20 mm	P110
Befintlig	Naturmark	0.1	72	100	7.2	100		
Planerad	Angöringsområde	0.8	3	5	3	10	513	579
	Gles bostadsbebyggelse	0.3	27	42	8	31	1592	1795
	Medeltät bostadsbebyggelse	0.4	22	35	9	34	1746	1969
	Tät bostadsbebyggelse	0.6	8	13	5	19	975	1100
	Skolområde	0.5	3	5	1	6	308	347
	<i>Bebyggelse</i>		63		26		5134	5790
	Angöringsgata	0.6	2	20	1	17	221	326
	Huvudgata	0.7	3	34	2	34	442	652
	Lokalgata	0.8	4	42	3	47	611	901
	Sammanlänkande grusväg	0.4	0.4	4	0,2	2	26	38
	<i>Gator</i>		9		7	1300	1917	
Totalt	Planerad		72		32	6434	7707	

4.2 Dagvattenberäkningar - LITEN

Tabell 4-3 visar flödesförändringarna i samband med exploateringen av utbyggnadsalternativ LITEN. Beräkningarna visar en generell flödesökning på 461 % inom utbyggnadsområde LITEN i samband med exploateringen.

Tabell 4-3. Area, reducerad area och fördröjningsvolym inom hela utbyggnadsalternativ LITEN.

LITEN		Dagvattenflöde (utan fördröjning)			
		Exkl. klimatfaktor		Inkl. klimatfaktor	
		(L/s)	%-ökning	(L/s)	%-ökning
Befintlig	10-årsregn	994	-		
	20-årsregn	1250	-		
	100-årsregn	2132	-		
Planerad	10-årsregn			5578	461
	20-årsregn			7014	461
	100-årsregn			11 959	461

Tabell 4-4 visar markanvändningen, area, reducerad area och fördröjningsvolym inom hela utbyggnadsalternativ LITEN.

Tabell 4-4. Area, reducerad area och fördröjningsvolym inom hela utbyggnadsalternativ LITEN.

LITEN	Markanvändning	Φ_i	Area		Reducerad area		Fördörjningsvolym [m ³]		
			(ha)	%-total	(ha)	%-total	20 mm	P110	
Befintlig	Naturmark	0,1	44	100	4,3	100			
Planerad	Angöringsområde	0,8	3	8	3	16	511	583	
	Gles bostadsbebyggelse	0,3	22	57	7	42	1341	1530	
	Medeltät bostadsbebyggelse	0,4	5	13	2	11	383	437	
	Tät bostadsbebyggelse	0,6	7	17	4	25	798	911	
	Skolområde	0,5	2	5	1	6	192	219	
	<i>Bebyggelse</i>			38		16		3225	3680
	Angöringsgata	0,6	1	29	1	25	181	267	
	Huvudgata	0,7	1	21	1	21	152	224	
	Lokalgata	0,8	2	46	2	51	376	554	
	Sammanlänkande grusväg	0,4	0,2	4	0,1	3	22	32	
	<i>Gator</i>		5		4		731	1077	
Totalt	Planerad		44		20		3956	4757	

4.3 Dagvattenberäkningar- MINI

Tabell 4-5 visar flödesförändringarna i samband med exploateringen av utbyggnadsalternativ MINI. Beräkningarna visar en generell flödesökning på 434 % inom utbyggnadsområde MINI i samband med exploateringen.

Tabell 4-5. Flödesberäkningar för utbyggnadsalternativ MINI visar på en flödesökning på 434 %.

MINI	Parameter	Dagvattenflöde (utan fördröjning)			
		Exkl. klimatfaktor		Inkl. klimatfaktor	
		(L/s)	%-ökning	(L/s)	%-ökning
Befintlig	10-årsregn	139	-		
	20-årsregn	174	-		
	100-årsregn	298	-		
Planerad	10-årsregn			741	434
	20-årsregn			932	434
	100-årsregn			1591	434

Tabell 4-6 visar markanvändningen, area, reducerad area och fördröjningsvolym inom hela utbyggnadsalternativ MINI.

Tabell 4-6. Area, reducerad area och fördröjningsvolym inom hela utbyggnadsalternativ MINI.

MINI	Markanvändning	Φi	Area		Reducerad area		Fördröjningsvolym (m ³)	
			(ha)	%-total	(ha)	%-total	20 mm	P110
Befintlig	Naturmark	0,1	3,2	100	0,3	100	-	-
Planerad	Medeltät bostadsbebyggelse	0,4	2,8	100	1,2	100	273	310
	Lokalgata	0,8	0,4	100	0,3	100	68	105
				3,2		1,5		341

5 Systemlösningar för dagvattenhantering

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, tillsammans med framtida klimatförändringar medför ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 460 % sett över hela exploateringsområdena vid både utbyggnad av STOR och LITEN. För att uppnå en hållbar dagvattenhantering föreslås följande åtgärder:

1. Inom bostadsbebyggelsen föreslås att den erforderliga utjämningsvolymen erhålls genom regnbäddar och stenkistor. Dagvattnet från kvartersmarken avvattnas sedan till infiltrationsytor. För glesare bebyggelse med relativt stora tomter, kan det mesta av det genererade dagvattnet infiltrera på den egna tomten om gräsmattans underliggande material inte är för finkornigt och mäktigheten är relativt väl tilltagen.
2. På huvudgatan föreslås långsgående makadamdiken
 - a. Om huvudgatan ska omhänderta dagvattnet från de resterande gatorna ökas dimensionen på diket.
3. På angöringsgator/lokalgator och kvartersgator/lokalgator föreslås också långsgående makadamdiken.
 - a. Som alternativ kan dagvattnet ledas till huvudgatans makadamdike.
4. För att dagvattensystemet ska efterlikna befintlig dagvattensituation, ska allt dagvatten nå infiltrationsytor placerade på moränmark. Detta benämns det sekundära dagvattensystemet

Hela dagvattensystemet åskådliggörs i Figur 5-2 och beskrivs i detalj per exploateringsområde i kommande avsnitt.

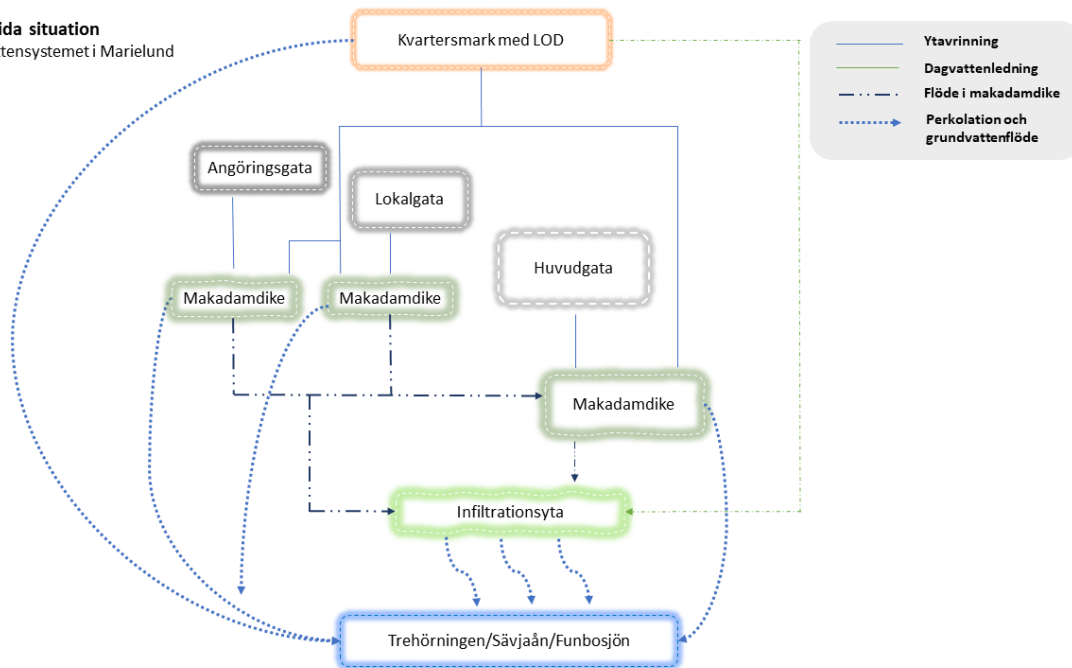
Föreslagen dagvattenhantering bygger på att kvartersmarken fördröjer och renar de första 20 mm nederbörd, vilket medför att 90 % den av den årliga nederbörden renas. Att nyexploaterad kvartersmark ska fördröja och rena 20 mm nederbörd är i enlighet med Uppsala Vattens riktlinjer.

Föreslaget dagvattensystem har dimensionerats utifrån att kvartersmarken kan fördröja för 20 mm nederbörd, men för att säkerställa att flödebelastningen inte ökar har fördröjningsvolymen för den allmänna platsmarken dimensionerats utifrån ett 10-årsregn med 20 minuters varaktighet

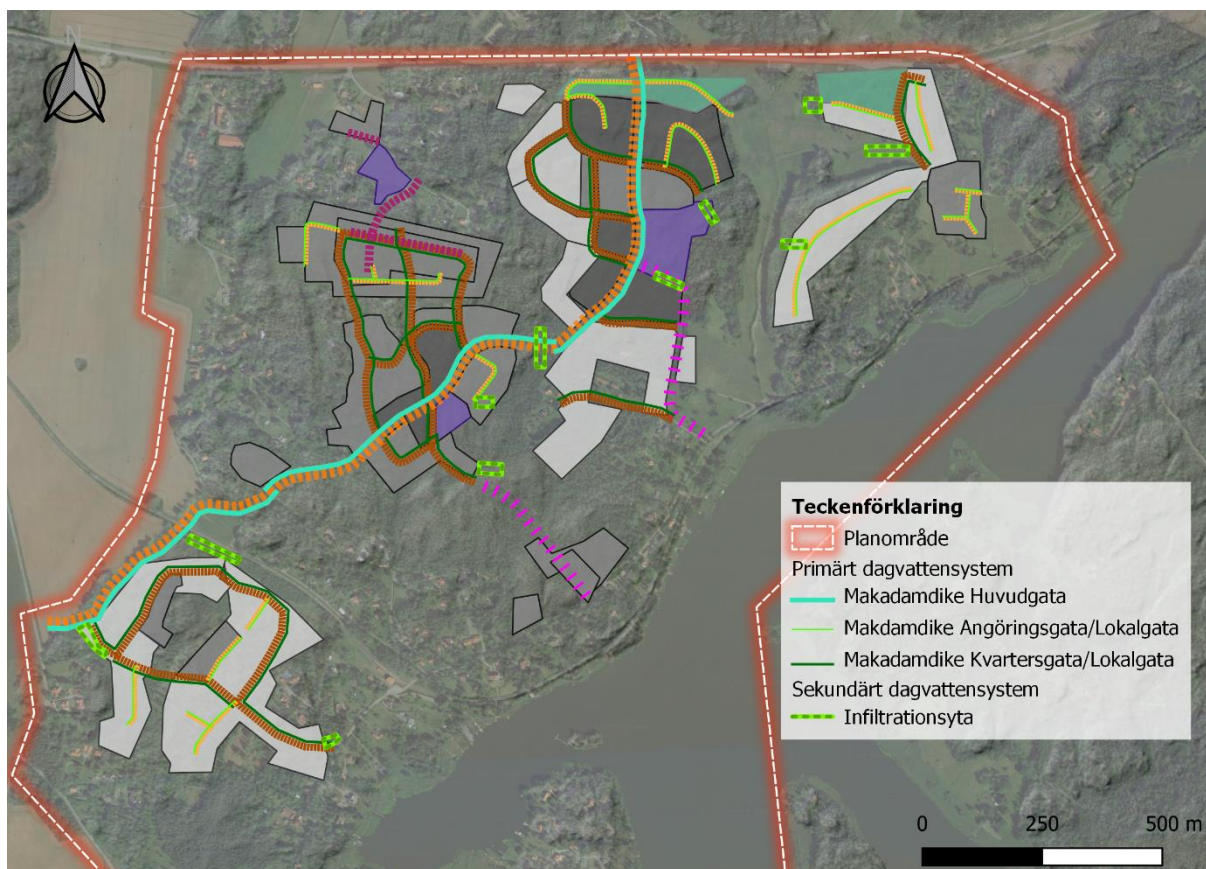
Målet med föreslagen dagvattenhantering är att inget dagvatten ska ledas mot ytvattenrecipienterna utan det ska infiltrera ner i marken. Samtliga föreslagna dagvattenanläggningar har en öppen botten för att dagvattnet ska kunna perkolera ned och nå utflödesområdena som ytligt grundvatten. Detta bidrar också till att flödet vid perioder av låga flöden inte blir kritiskt lågt.

Vid planering av nya områden och nybyggnationer är det därför viktigt att tänka på den hållbara dagvattenhanteringen som en naturlig funktion i området. Ur ett reningsperspektiv innebär en hållbar dagvattenhantering att föroreningar avskiljs lokalt vid källan, gärna i kombination med växtlighet. Således bör dagvattenhanteringen inom planområdet utformas så att den efterliknar naturliga lösningar för att optimera fördröjning och reningen av dagvattnet.

Framtida situation
Dagvattensystemet i Marielund



Figur 5-1. Principiell dagvattenhantering för Marielund.



Figur 5-2. Principskiss över föreslaget dagvattensystem inom planområdet för Marielund.

5.1 Dagvattensystem Bostadsbebyggelse på Kvartersmark

Bebyggelsen på kvartersmarken skiljer sig inte i förslag A eller förslag B utan är endast beroende på utbyggnaden LITEN, STOR eller MINI. Som en generell riktlinje behövs 2,4 m² dagvattenanläggning per kvadratmeter bebyggd area, detta är analogt med att 6 % av den hårdgjorda ytan behöver användas för dagvattenanläggningar. För all bebyggelse rekommenderas en ytbeläggning med så hög infiltrationskapacitet som möjligt.

Tabell 5-1. Ytanspråket för dagvattenanläggningar föreslagna på den bebyggda kvartersmarken.

Markanvändning	Utbyggnad	Del	Red. area(ha)	20 mm	Dagvattenanläggning	Ytanspråk [m ²]	m ² /m ²
Bostadsbebyggelse	LITEN	Norr	10	2087	Stenkista/regnbädd	6144	2.4
Bostadsbebyggelse	LITEN	Söder	5	1085	Stenkista/regnbädd	3135	
Bostadsbebyggelse	STOR		9	1689	Stenkista/regnbädd	4914	
Bostadsbebyggelse	Mini		2	237	Stenkista/regnbädd	819	
Kv Bostadsbebyggelse			26	5134	Stenkista/regnbädd	15 012	

Den framtida bebyggda kvartersmarken består av flerbostadshus som är omgivna av hårdgjord yta, grönytor och parkering. För avrinningsområden med denna typ av byggnation föreslås regnbäddar som består av en fördröjningszon med ett underliggande poröst material (makadam) som dagvattenåtgärd. Regnbäddarna ska kunna omhänderta fördröjningsvolymen för respektive avrinningsområde som presenteras i Tabell 5-1 enligt riktlinjerna för Uppsala kommun. Förslag på regnbäddarnas utformning presenteras i Figur 5-3. Dessa dagvattensystem bör placeras så att dagvatten som genereras inom respektive delavrinningsområde på ett smidigt och effektivt sätt når en dagvattenanläggning. De ska också placeras så att de ingår i en berikande utformning. I figuren tydliggörs hur en effektiv ledning av dagvatten kan kombineras med en berikande utformning. Takytan på de planerade byggnaderna genererar en dagvattenbildning som måste omhändertas på ett sådant sätt att byggnaderna inte riskerar att skadas av dagvattnet. Dagvattenbildningen från takytor kan antingen fördröjas nära taket eller ledas bort. Regnbäddarna kan då placeras så att dagvattnet från taken fördelas till regnbäddarna via takerännor och utkastare. Dagvattnet från taken bör ledas till innergårdar och förgårdsmark (beroende på taklutning) via takerännor och markbundna ledningar. Avledning till anläggningarna kan ske i markförlagda ledningar eller ytliga dagvattenrännor (se Figur 5-4) som ger en naturlig fördröjning av dagvatten och möjliggör infiltration i ett tidigt skede.

Det är viktigt att anläggningarnas procentuella kapacitet stämmer överens med den andel av planområdets area som avvattnas mot respektive anläggning, för att de inte ska bli över- eller underdimensionerade. Regnbäddarna bör fördelas mellan taknära placering och en placering som gör att de berikar planområdet och samtidigt omhändertar dagvattenbildningen från andra hårdgjorda ytor. Regnbäddarna bör även utformas med dränering vilket kortfattat innebär att luftningsbrunnar som kan leda dagvatten till regnbädden och skapa utbyte av syre och koldioxid till växternas rötter anläggs.

I de fall där avrinningen sker från parkering till regnbäddar är det viktigt att parkeringen höjdsätts så att vattnet rinner ner från respektive parkeringsplats till regnbäddarna, som då behöver anläggas i direkt anslutning till regnbäddarna/makadamlagret. Detta eftersom parkeringarna är en betydande källa till föroreningar vilket gör att stor hänsyn måste tas till just den avrinningen.

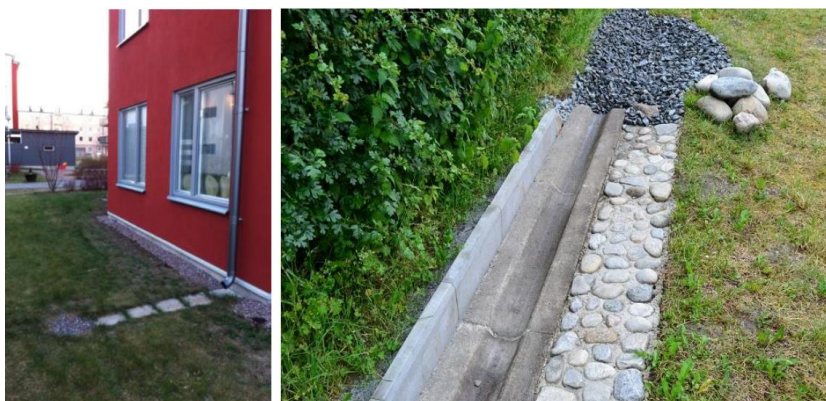


Figur 5-3. Nedsänkt regnbädd. Illustration av Kent Fridell (Tengbomgruppen).



Figur 5-4. Avledning av takvatten till planteringar via rännदार anlagda i gatan. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).

Infiltrationsytor och perkolationsmagasin kan placeras vid husets utkastare (se figur 5-4) för att öka infiltrationen och utjämningen av dagvattnet. Vid gles bebyggelse med stora tomter är behovet mindre än vid tätare bostadsbebyggelse med mindre tomter. De bidrar då till att behålla den naturliga vattenbalansen genom att möjliggöra för vattnet att spridas till omgivande mark och ner till grundvattnet. En vanlig typ av perkolationsmagasin är stenkistor, dvs en grop i marken fylld med makadam som svepts med geotextil för att undvika inträngning av jord i magasinet. Stenkistan kan täckas av jord och exempelvis ligga under gräsmattan. För hus utan källare rekommenderas att perkolationsmagasin anläggs minst två meter från huset. För hus med källare rekommenderas minst fem meter. Ett annat alternativ för perkolationsmagasin är plastkassetter som har en högre andel hålrum än om exempelvis grus eller sten används som fyllnadsmaterial.



Figur 5-5. Husnära infiltrationsytor med makadamfyllning (stenkista) som fungerar som perkolationsmagasin. Utkastare med rännalar som leder vattnet till små stenkistor i gräsmattan. Exempel från Märsta i Sigtuna kommun. (T.h.) Dagvattnet når stenkistan via en dagvattenränna. Källa: poppelhus.se. och WRS.

5.2 Dagvattensystem Gator

Längs alla gator förslås längsgående infiltrationsstråk/makadamdiken med varierande dimensioner, vilka redovisas för respektive exploateringsområde i avsnitt 5.3, 5.4 och 5.5. I avsnitt 5.2.1 beskrivs principerna för infiltrationsstråk/makadamdiken mer utförligt. Dagvattenanläggningarna längs huvudgatan kan också konstrueras på ett sätt så att det är möjligt med plantering av träd längs huvudgatan.

5.2.1 Infiltrationsstråk/Makadamdike

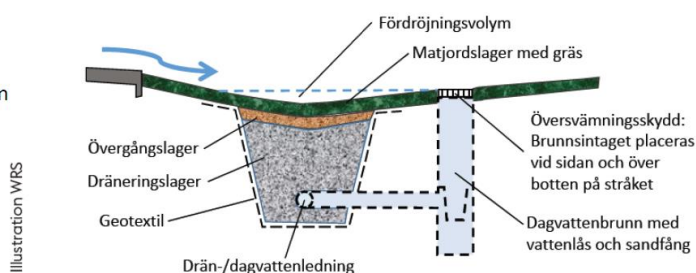
Makadamfyllda diken med reningsfunktion Figur 5-6 visar ett exempel på makadamdike som kan användas för transport, rening och flödesutjämning. Diket kan även vara nedsänkt för att inte få lika stort totaldjup, detta eftersom en makadamfyllning endast har ca 30 % porer för utjämningsvolym. Öppna diken är effektivare ur denna synpunkt. Om enskilda gator byggs så behövs ingen dräneringsledning eftersom det inte finns något dagvattennät.

Fördelar

- + Ger både flödesutjämning och hög rening av dagvatten
- + Kan med anpassad utformning vara del av system för att avleda extrema flöden
- + Håller dagvatten ytligt
- + Kan bidra till naturlig grundvattenbildning
- + Kan bidra med grönska och biologisk mångfald

Att tänka på

- Kräver utrymme på markytan
- Risk för att infiltrationskapaciteten försämras successivt



Principskiss av ett infiltrationsstråk. Stråket utformas som ett nedsänkt dike där vattnet kan infiltrera genom matjorden till ett dräneringslager. Ett dräneringsrör som ansluter till dagvattennätet kan placeras i botten.

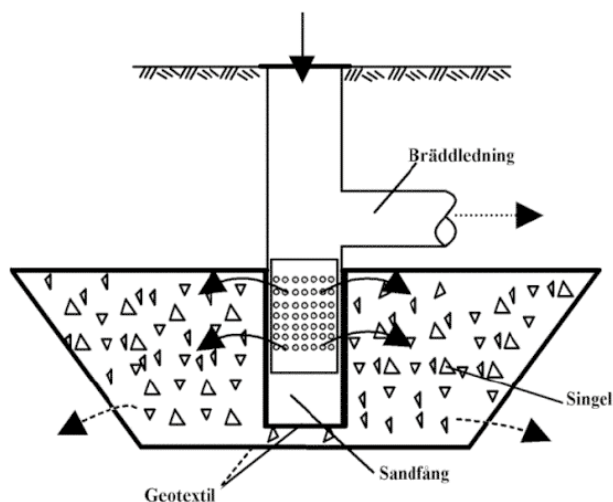
Figur 5-6. Infiltrationsstråk/Makadamdike.

5.2.2 Alternativ dagvattenåtgärd - Underjordiskt perkolationsmagasin

Fördröjningsmagasin kan antingen utformas som öppna system, där dagvattnet kan infiltrera i den omgivande marken och därigenom bidra till att upprätthålla grundvattennivåerna inom området, eller slutna system med en tät behållare under markytan.

Normalt rekommenderas att fördröjningsmagasin placeras minst en (1) meter över grundvattenytan för att uppnå bästa möjliga infiltrationsförutsättningar från magasinet till omgivande jordlager. Jordlagrens mäktighet och utbredning, samt eventuella grundvattennivåer, behöver undersökas närmare i samband med anläggningen av fördröjningsmagasin. Fördröjningsmagasin kan under perioder vara helt torra utan att det påverkar deras funktion.

Perkolationsmagasin (se Figur 5-7) bygger på principen att dagvatten avleds under mark och sedan tillåts tränga ut i den omgivande marken. Vattnet sprids i magasinet med hjälp av fördelningsledningar. Avskiljning av föroreningar sker genom fysikalisk eller kemisk fastläggning i magasinet och i omgivande marklager samt genom mikrobiell nedbrytning. Utformningen av perkolationsmagasin kan se ut på olika sätt men principen är en utschaktad grop fylld med makadam eller annat grovkornigt material med stor hålrumsvolym. Jordarten där magasinet anläggs bör vara genomsläppligt och bräddmöjlighet till en dagvattenledning bör finnas om magasinet skulle bli fullt. Botten på perkolationsmagasinet bör vara beläget minst 1 m ovan högsta grundvattenytan

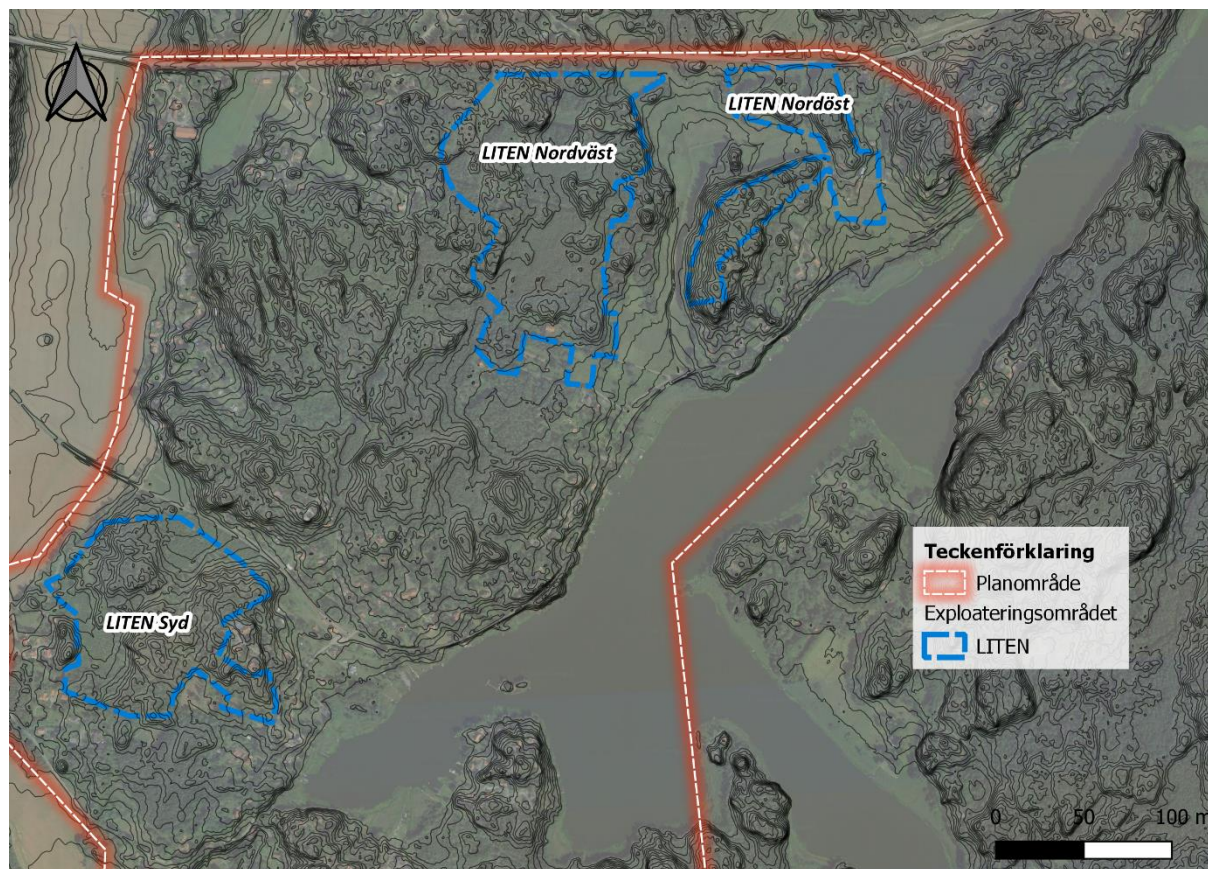


En illustration av ett perkolationsmagasin. Magasinet är uppbyggt av singel/makadam som omges av en genomsläpplig geotextil. En spridarbrunn i mitten fördelar ut vattnet jämnt i magasinet, och vattnet perkolerar därefter vidare ut i omgivande mark. Perkolationsmagasin anläggs med möjlighet till bräddning av vatten vid stora flöden.

Figur 5-7. Principskiss Uppsala Vatten. Illustration: Uppsala Vatten

5.3 Dagvattenhantering – LITEN

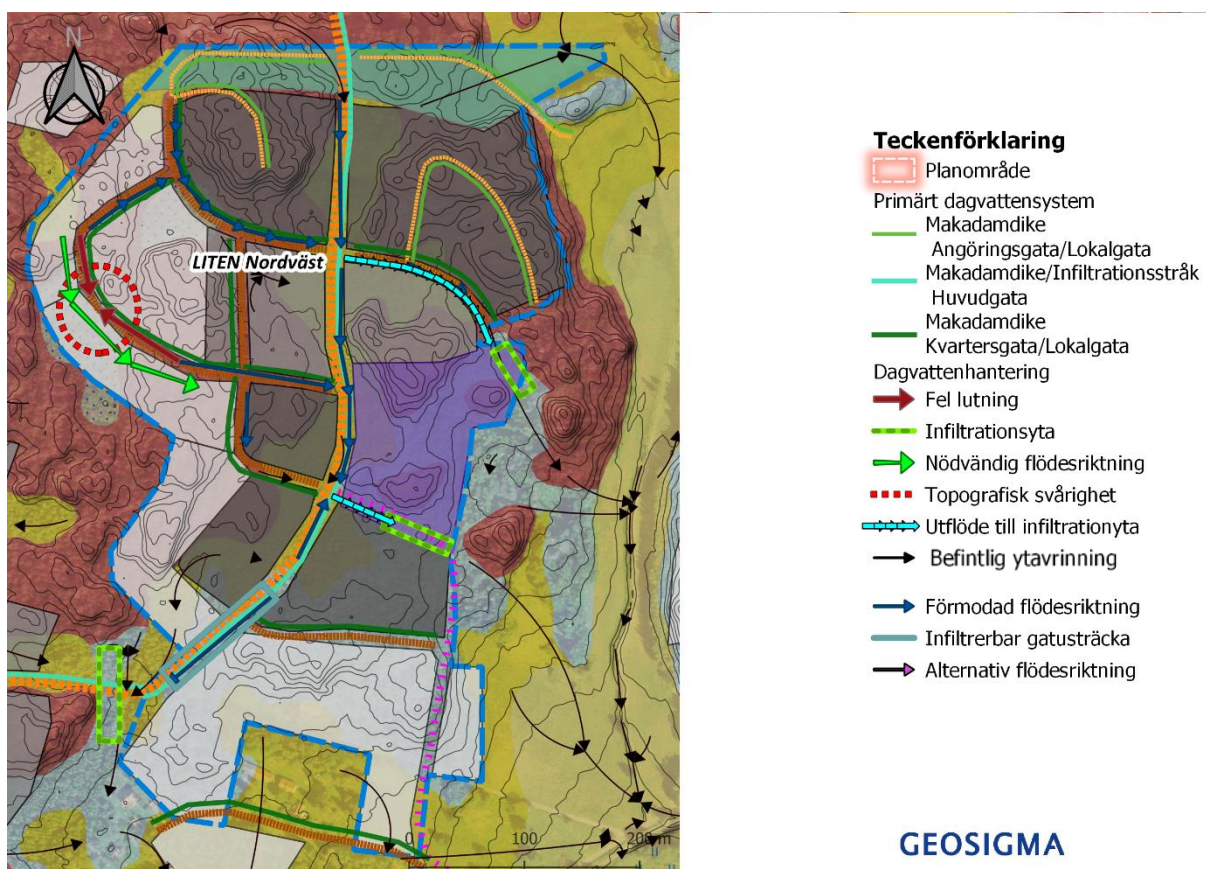
Exploateringsområdet LITEN består av tre exploateringsområden som till stor del har en dagvattenhantering som är separerad mellan de tre delarna.



Figur 5-8. Exploateringsområde LITEN är uppdelat i tre exploateringsområden: NV, NÖ och Syd

5.3.1 LITEN Nordväst

I exploateringsområdet LITEN Nordväst (se Figur 5-9) löper huvudgatan ner genom området med en sydlig lutning. I områdets nordvästra del finns det en lågpunkt belägen på kärrtorv som utgör en topografisk svårighet som måste korrigeras med en höjdsättning som inte följer befintlig topografi, utan förändrar flödesriktningen. Det innebär att lågpunkten i fråga fylls igen och en nödvändig flödesriktning som skapas med höjdsättning. Avvattningen av området föreslås ske norr och söder om skolområdet där det finns moränmark. Dagvattnet som leds dit för infiltration har genomgått rening i makadamdiken eller regnbäddar och medför därför ingen risk för barn på skolgården. Den södra delen av huvudgatan är placerad ovanpå moränmark vilket medför goda förutsättningar för infiltration. I den sydöstra delen av figuren kan det finnas behov av ett kommunalt verksamhetsområde för att skydda befintlig infrastruktur.



Figur 5-9. Dagvattenhanteringen inom LITEN Nordväst.

Tabell 5-2 visar dimensionerna för föreslaget makadamdike inom exploateringsområdet LITEN Nordväst.

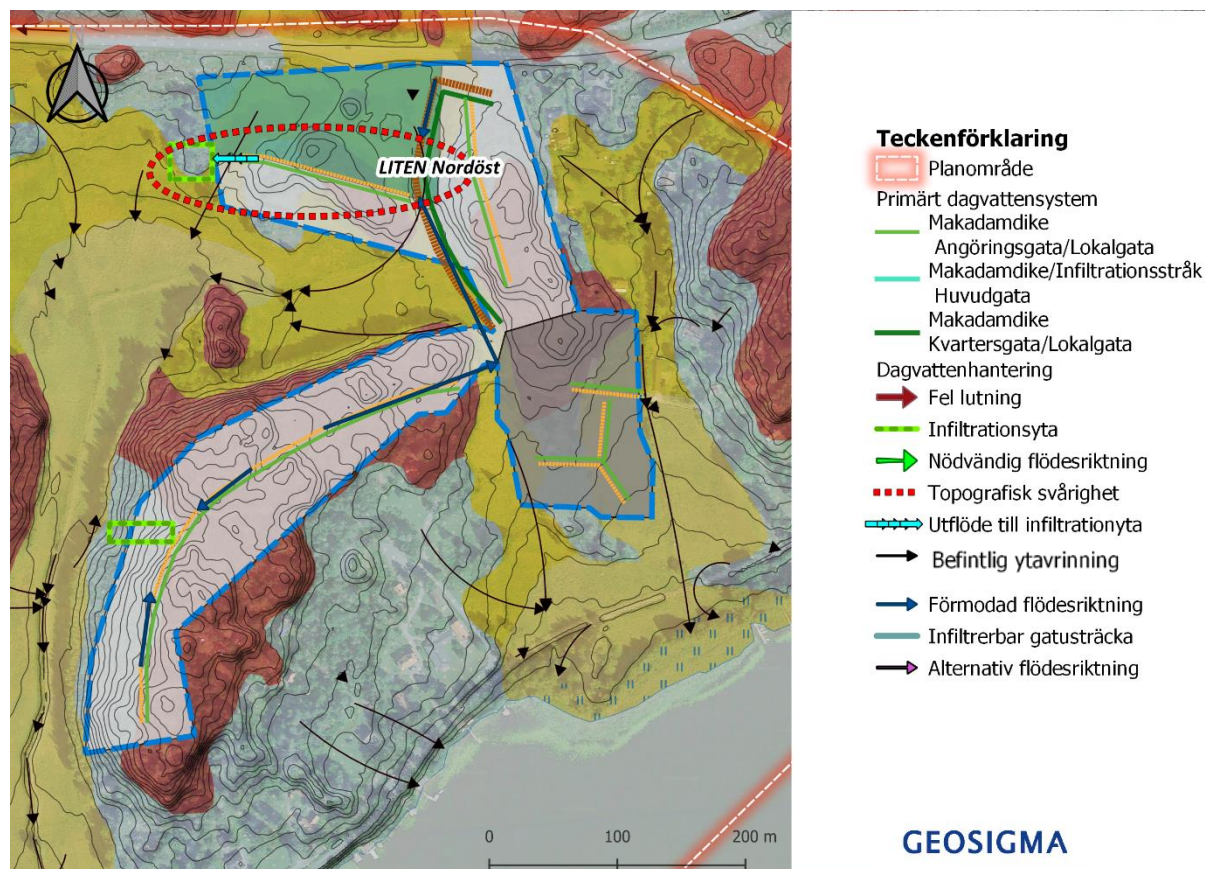
Tabell 5-2. Reducerad area, fördörjningsvolym och dimensioner för föreslagna makadamdiken.

Område	Detaljplan	Markanvändning	Reducerad area			V (10-års regn)		Längd [m]	Uppdelat m ³ /m	Dimension m x m	Ytanspråk m ²
			Φi	(ha)	%-total	20 mm	P110				
LITEN Nordväst	Befintlig	Grönområde	0,1	0,29	100	-	-				
	Planerad	Angöringsgata	0,6	0,31	15	60	90	750	0,08	0,5 x 0,5	375
	Planerad	Huvudgata	0,7	0,76	37	152	223	675	0,23	0,9 x 0,9 ¹	608
	Planerad	Lokalgata	0,8	0,89	44	171	252	1384	0,12	1,9 x 1,9	830
	Planerad	Grusväg	0,4	0,09	4	16	24	735	0,02	0,2x0,2	147
Totalt			2.05			247	223				470 m³

¹Beror på fördelningen mellan ovanliggande svackdike och underliggande makadamdike

5.3.2 LITEN Nordöst

Figur 5-10 visar föreslagen dagvattenhantering inom exploateringsområdet LITEN Nordöst. Den vågräta gatan markerad med *topografisk svårighet* (markerad med rödprickig elips) bör förändras för att maximera möjligheter till infiltrering. Gatan som leder till infiltrationsytan i den norra delen flyttas norrut, för att få tillgång till en större yta av morän. Gatan som leder upp till angöringsgatan från söder bör ha en norrgående lutning, vilket i princip följer topografin.



Figur 5-10. Dagvattenhantering inom exploateringsområde LITEN Nordöst

Tabell 5-3 visar dimensionerna för föreslaget makadamdike inom exploateringsområdet LITEN Nordöst.

Tabell 5-3. Reducerad area, fördörjningsvolym och dimensioner för föreslagna makadamdiken.

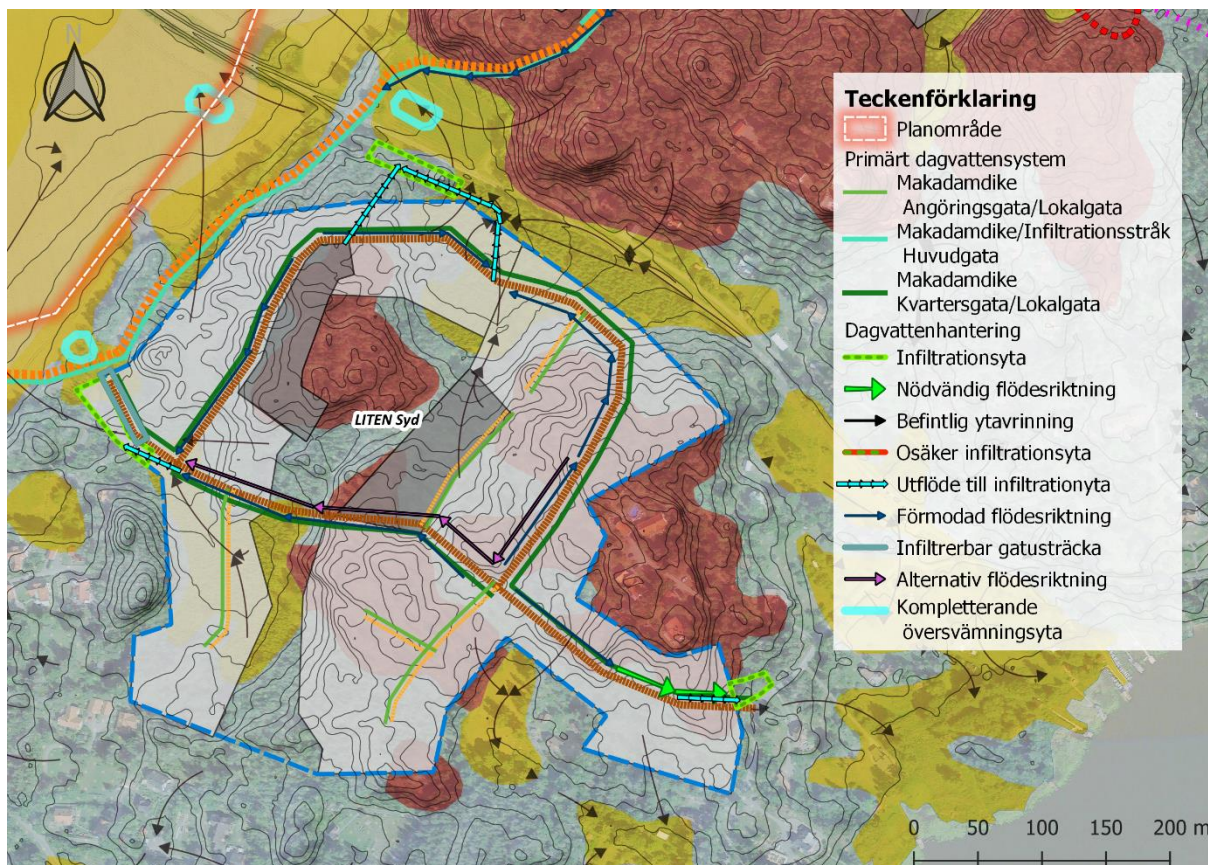
Område	Detaljplan	Markanvändning	Reducerad area			V (10-års regn)		Längd [m]	Uppdelat [m ³ /m]	Dimension [m x m]	Ytanspråk m ²
			Φ	d area (ha)	%-total	20 mm	P110				
LITEN Nordöst	Befintlig	Grönområde	0,1	0,08	100	-	-				
	Planerad	Angöringsgata	0,6	0,36	68	72	104	866	0,08	0,5 x 0,5	433
	Planerad	Lokalgata	0,8	0,17	32	34	48	259	0,12	0,9 x 0,9	233
Totalt				0.53			106 m³				

5.3.3 LITEN Syd

Figur 5-11 visar dagvattenhanteringen inom exploateringsområde LITEN Syd. Den norra delen av området behöver ett utflödeområde som skär bebyggelsen i den nordligaste delen. Utflödet kan ske via släpp- och skåldiken mellan villatomterna. I den sydvästra delen leds vattnet till ett område som är lämpligt för infiltration. I den sydöstra delen av exploateringsområdet kan dagvattnet ledas till en infiltrationsyta öster om området. Lokalgatan behöver höjdsättas med en generell lutning österut för att åstadkomma detta, annars finns det risk att dagvattnet hindras av den sista lilla höjdryggen.

Huvudgatan i bilden anläggs enbart om hela exploateringsalternativ STOR byggs. Om endast alternativ LITEN byggs så finns inte huvudgatan tillgänglig som en eventuell dagvattenläggning att leda lokalvattnas dagvatten till.

Dagvattnet från större delen av bebyggelsen i LITEN Syd kan med rätt höjdsättning ledas mot den gatusektionen i väster som är placerad på infiltrerbar moränmark. Det innebär att en större del av dagvatten från gatemark kan ledas mot infiltration i gata. Detta illustreras med hjälp av en alternativ flödesriktning i Figur 5-11. I figuren visas och några ytor som kan användas som översvämningssytor eller uppsamlingsytor vid stora regn, dock utan infiltration.



Figur 5-11. Dagvattenhantering inom exploateringsområde LITEN Syd

Tabell 5-4 visar dimensionerna för föreslagen dagvattenhantering inom exploateringsområde LITEN Syd.

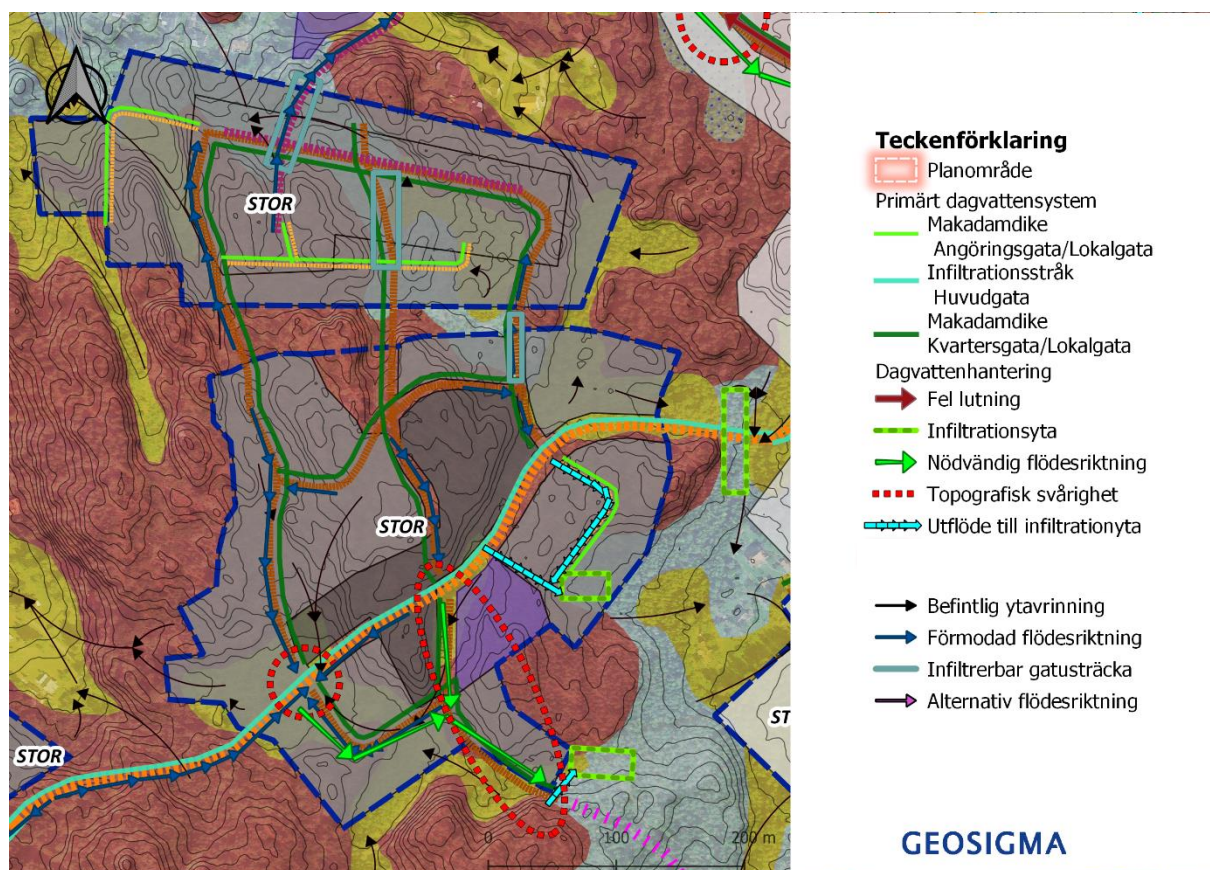
Tabell 5-4. Reducerad area, fördröjningsvolym och dimensioner för föreslagna makadamdiken.

Område	Detaljplan	Markanvändning	Reducerad area			V (10-års regn)		Längd [m]	Uppdelat [m³/m]	Dimension [m x m]	Ytanspråk [m²]
			Φi	[ha]	%-total	20 mm	P110				
	Befintlig	Grönområde	0,1	0,231	100	-	-				
LITEN	Planerad	Angöringsgata	0,6	0,22	21	43	65	515	0,08	0,5 x 0,5	258
Syd	Planerad	Lokalgata	0,8	0,82	79	162	242	1282	0,12	0,9 x 0,9	1154
Totalt				1,04			205 m³				

5.4 Dagvattenhantering STOR

Figur 5-12 visar föreslagen dagvattenhantering inom exploateringsområde STOR (som adderas till exploateringsområdet LITEN). Förslaget bygger på den generella principen om makadamdiken längs alla gator och utflöde till infiltrationsytor på moränmark. Den norra delen av STOR har en generell flödesriktning norrut som kan medföra ett dagvattenflöde norrut på skolområdet i MINI-alternativet. För att omhänderta detta flöde kan makadamdiken i vid markeringen *infiltrerbar gatusträcka* smalna av något för att låta dagvattnet hinna perkolera ner i moränen.

Den förmodade flödesriktningen längs området huvudgata kan medföra att området får svårt att avvattnas. Den lilla cirkeln i sydväst visar på hur området, med förmodad flödesriktning enligt befintlig topografi, har en inflöde från fyra håll i korsningen. Gatan som når nämnda fyrvägs korsning från sydost har dessutom en lutning som försvårar att området avvattnas mot infiltrationsytan i sydost. Det är en topografisk svårighet i området som medför att huvudgatans avvattning är delvis förhindrat, detta markerat med den röda ellipsen. De ljusgröna pilarna visar den nödvändiga flödesriktningen mot infiltrationsområdet i sydost som kan åstadkommas med förevisad höjdsättning. Dessutom bör bergsklacken precis väster om infiltrationsområdet tas bort för att underlätta tillflödet. Huvudgatan kan också nå föreslagna infiltrationsytor via området norr om skolområdet, en angöringsgata norr om skolområdet samt genom flöde längs huvudgatan österut till en infiltrationsyta utanför exploateringsområdet.



Figur 5-12. Dagvattenhantering inom exploateringsområde STOR

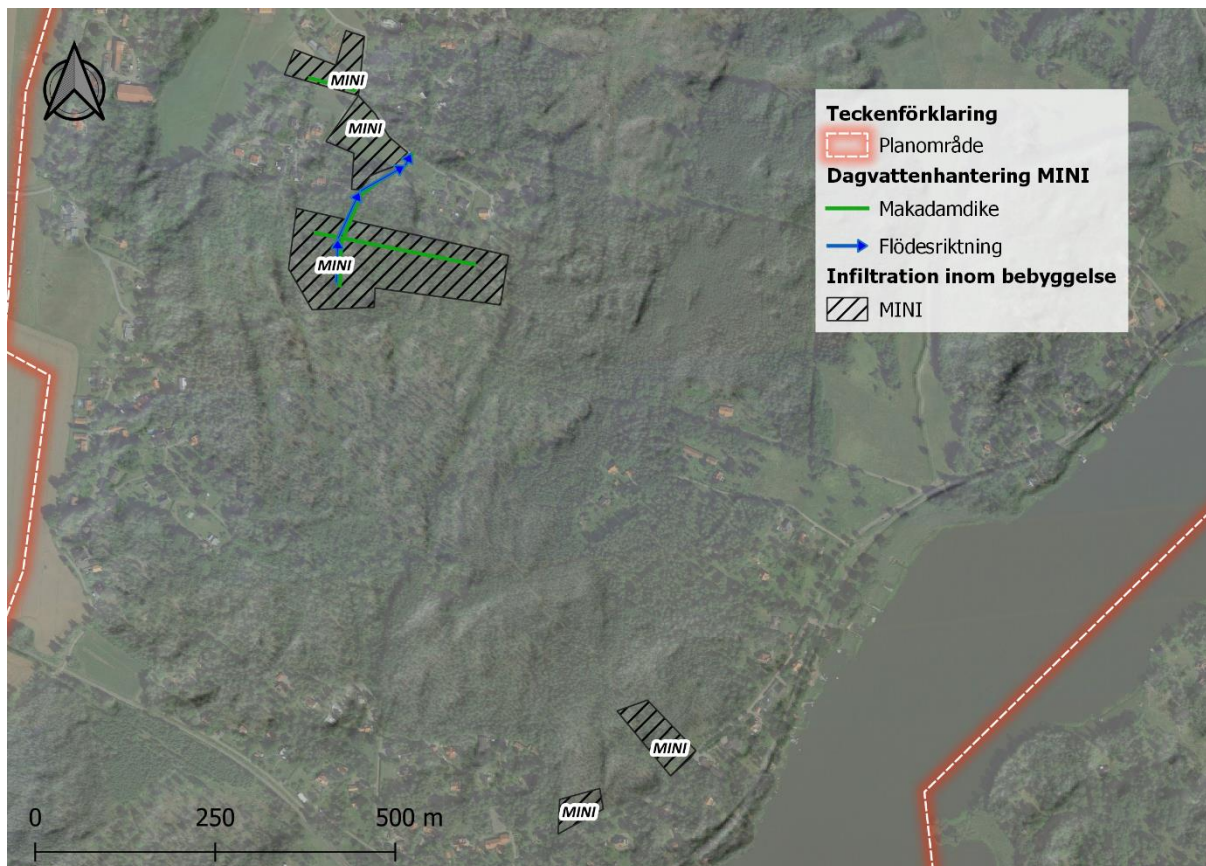
Tabell 5-5 visar dimensionerna för föreslagen dagvattenhantering inom exploateringsområde STOR.

Tabell 5-5. Reducerad area, fördörjningsvolym och dimensioner för föreslagna makadamdiken.

Område	Detaljplan	Markanvändning	Reducerad area			V (10-års regn)		Längd [m]	Uppdelat m ³ /m	Dimension [m x m]	Ytanspråk m ²
			Φi	area (ha)	%-total	20 mm	P110				
STOR (STORSYD*)	Befintlig	Grönområde	0,1	3,11	100	-	-				
	Planerad	Angöringsgata	0,6	0,22	7	44	3	513	0,08	0.5 x 0.5	257
		Huvudgata	0,7	0,80	25	162	239	713	0,23	0.9 x 0.9 /1,9 x 1,9 ¹	642
		Huvudgata	0,7	0,65	20	134	197	581	0,23	0.9 x 0.9 /1,9 x 1,9 ¹	523
		Lokalgata	0,8	1,46	40	329	46	1824	0,12	0.6 x 0.6	1094
		Grusväg	0,4	0,06	2	13	4	328	0,02	0.2x0.2	66
Totalt				3,19		386	436			822 m³	

5.5 Dagvattenhantering – MINI

Figur 5-13 visar makadamdiken längs gatorna samt det föreslagna verksamhetsområdet för dagvatten. Verksamhetsområdet motiveras av ett utflöde från söder och är troligtvis mest aktuellt vid utbyggnaden av STOR. Gatans makadamdike kompletteras av kvartersmarkens LOD-anläggningar.



Figur 5-13. Dagvattenhantering inom utbyggnad MINI.

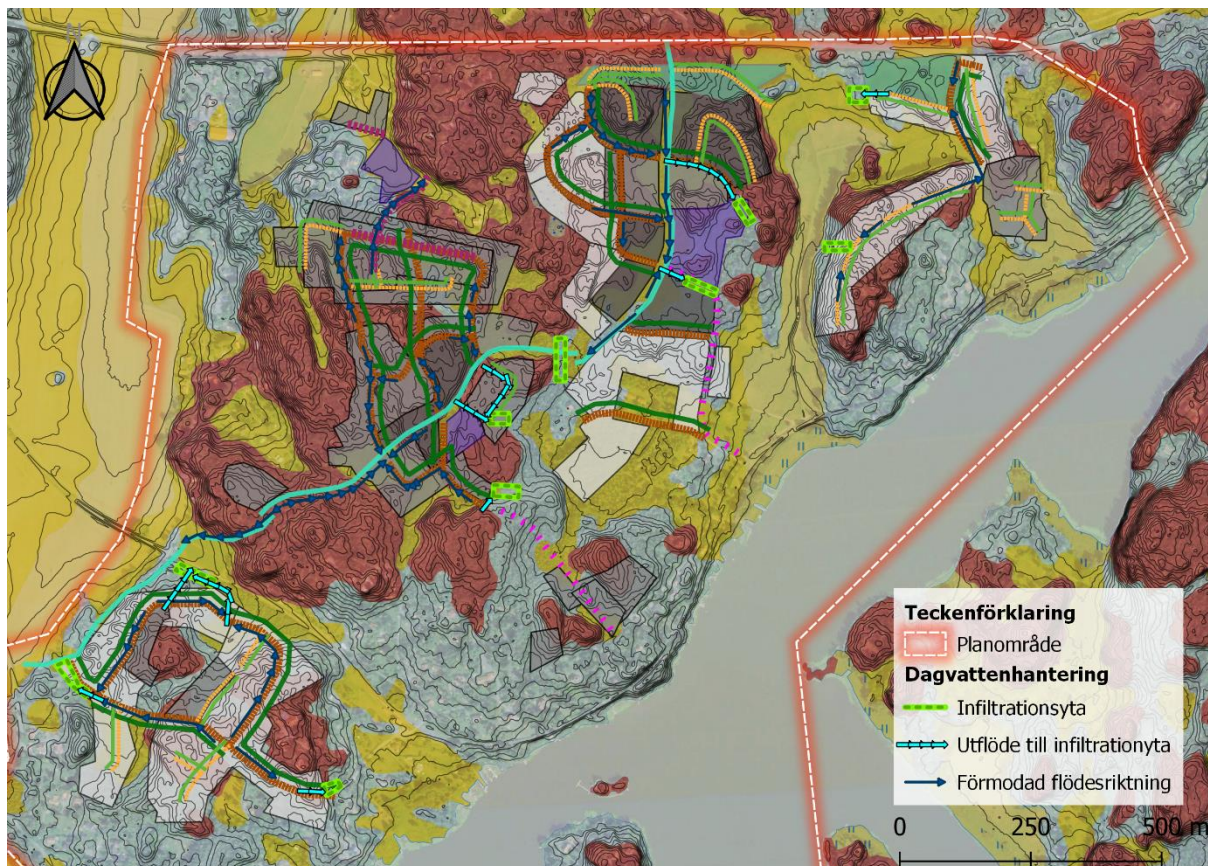
Tabell 5-6 visar dimensionerna för föreslagen dagvattenhantering inom exploateringsområde MINI

Tabell 5-6. Reducerad area, fördörjningsvolym och dimensioner för föreslagna makadamdiken.

Område	Detaljplan	Markanvändning	Φi	Reducerad area		V (10-års regn)		Längd [m]	Uppdelat m ³ /m	Dimension [m x m]	Ytanspråk m ²
				(ha)	%-total	20 mm	P110				
MINI	Befintlig	Grönområde	0.1	0,01	100	-	-				
MINI	Planerad	Lokalgata	0.8	0,336	100	68	104	530	0.12	0.6 x 0.6	106

5.6 Infiltrationsytor

Figur 5-14 visar var infiltrationsytorna föreslås inom planområdet. Alla infiltrationsytor bör ligga på moränmark placerade nedströms respektive exploateringsområde, utan att ligga för nära befintlig bebyggelse.



Figur 5-14. Föreslagna infiltrationsytors position inom planområdet, ej skalnligt utritade.

I Tabell 5-7 redovisas area och infiltrationskapaciteten för infiltrationsytorna som visas i Figur 5-14.

Tabell 5-7. Infiltrationsytornas uppskattade area och beräknad infiltrationskapacitet

Utbyggnadsområde	Uppskattad area infiltrationsyta [m ²]	Beräknad infiltrationskapacitet [l/s]	Infiltrationskapacitet per utbyggnadsområde [l/s]
LITEN Nordöst	797	10	18
	578	8	
LITEN Nordväst	591	8	34
	668	9	
	1381	18	
LITEN Syd	449	6	34
	1141	15	
	991	13	
STOR	697	9	21
	942	12	
Avrinningskapacitet morän 47 mm/h			

Figur 5-15 visar ett exempel på infiltrationsområden.



Figur 5-15. Exempelbilder på infiltrationsområden.

Grönytor kan användas för att fördröja, rena och avleda dagvatten. Bäst är om dagvatten kan ledas till grönytan – en gräsmatta eller annan naturmark – på bred front. Både växtlighet och mark bidrar till flödesutjämning, rening och avledning. Tekniken är enkel, billig och driftstabil. Den kan användas för att på plats ta hand om dagvatten från vägar, gator, parkeringsplatser, tak och bostadsgårdar med hårdgjord yta.

Grönytor avsedda för infiltration kan utformas på flera olika sätt: med en väl-dränerad överyta, som en skålformad gräsyta, eller som en vanlig gräsyta utan skålning. Grönytor med en väl-dränerad överyta har hög infiltrationsförmåga. Sand kan användas som huvudkomponent i det jordlager som ligger närmast gräsytan. I Tyskland används en markuppbyggnad som kallas schotterrasen. Ytjorden består då av en blandning av sten och kompost (90 procent sten och 10 procent kompost). En sådan yta tål hög belastning och har hög infiltrationskapacitet även när gräs har etablerat sig på ytan. I båda fallen bör det finnas ett lager av sorterat, grovkornigt material underst för att säkerställa god dränering. En konstruktion av detta slag får, till skillnad från jordar med fina partiklar, låg vattenhållande kapacitet och kan under torra perioder behöva vattnas. Anläggs ytan på mark med mindre genomsläpplig jord är det lämpligt att skapa en skålform där vattnet tillfälligt kan bli stående och sakta infiltrera ner i marken. Lutningen på ytan bör inte överstiga fem procent. Med långsammare infiltration ökar förmågan att lägga fast föroreningar. Infiltrationskapaciteten i en vanlig gräsyta är 10–100 mm/h. Gräsytor med väl-dränerad överyta kan infiltrera flera 100 mm per timme. Är flödesbelastningen låg kan grönytan anläggas som en vanlig, plan eller svagt sluttande gräsmatta. Dagvatten från hårdgjorda ytor bör avledas till grönytan på bred front. Vegetationen ger ett bra skydd mot erosion och bidrar till att infiltrationskapaciteten kan upprätthållas.

Markens infiltrationsförmåga och möjligheterna att tillfälligt överdämma gräsytan påverkar behovet av yta för att fördröja och rena dimensionerande nederbörd. En tumregel är att en vanlig plan grönyta ska vara lika stor, eller dubbelt så stor som avvattningsytan för att kunna ta hand om en nederbördsvolym på 20 mm. Ytbehovet minskar om grönytan kan sänkas ner och i viss utsträckning går att överdämma. Det samma gäller för gräsytor med hög infiltrationskapacitet eftersom en del av den dimensionerande nederbörden kan infiltrera redan när regnet pågår. Nederbörd som överskrider infiltrationskapaciteten eller magasinsvolymen behöver avledas till dagvattennätet. Ytliga och säkra avvattningsvägar behövs för att ta hand om flöden från extrem nederbörd om inte ytan kan vara dämnd under en period (SVOA, 2020)

5.6.1 Dagvattenlösningarnas placering inom Gunsta vattenskyddsområde

Delar av aktuellt planområde ligger inom Gunsta Vattenskyddsområde (se Figur 5-16), vars skyddsföreskrifter lyder:

Yttre skyddszon

Avloppsledningarna och tillhörande brunnar som nyinstalleras ska vara täta samt underhållas så att risk för förorening av grundvattnet undviks.

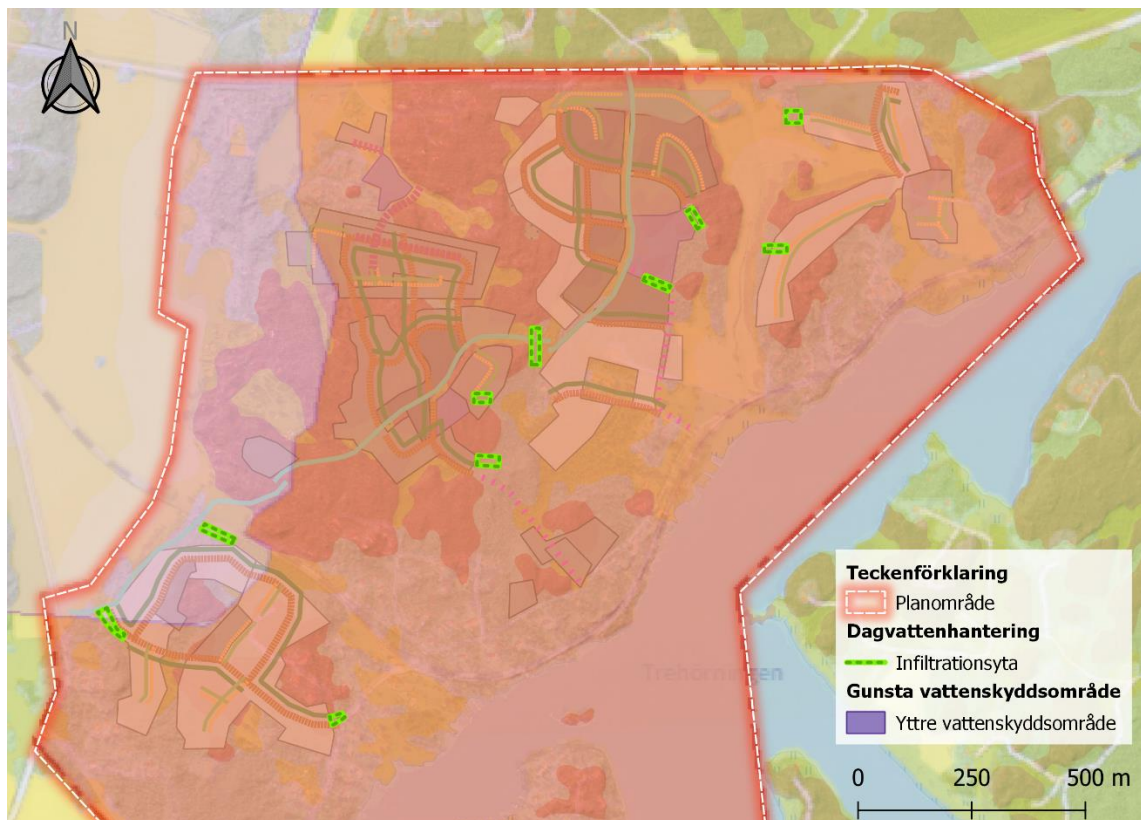
Inre skyddszon

Infiltrationsanläggningar för spillvatten och dagvatten får inte förekomma.

Avloppsledningarna med tillhörande brunnar ska vara täta samt kontrolleras regelbundet och underhållas så att risk för förorening av vattentäkt undviks.

För den inre skydds-zonen är inga infiltrationsanläggningar tillåtna, men den inre skydds-zonen ligger närmare Sävjaån. Infiltrationsanläggningar placerade på kanten av den yttre skydds-zonen där dagvatten (som redan genomgått rening i makadamdiken) tillåts infiltrera bedöms sannolikt inte utgöra en risk för föroreningsspridning till grundvattnet

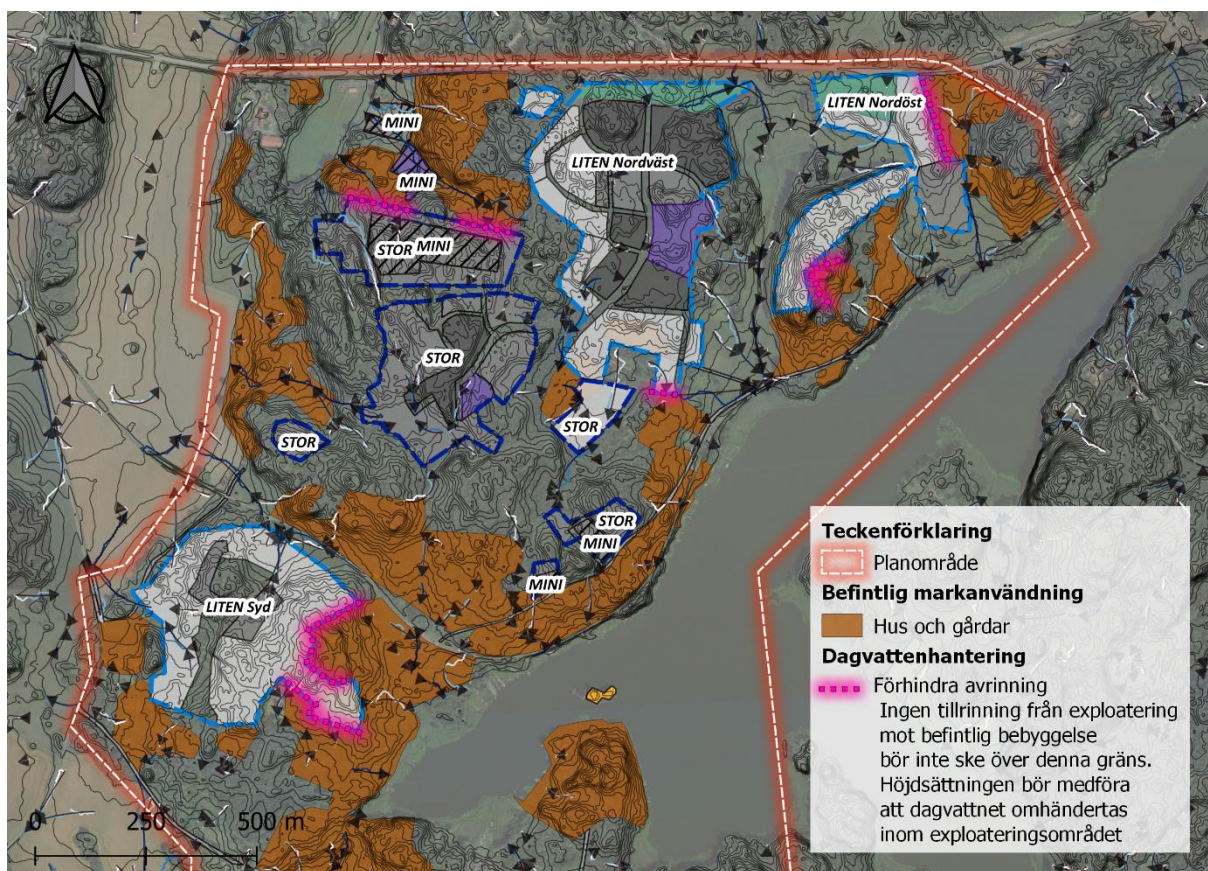
En möjlig åtgärd för att minska risken (som initialt inte bedöms som särdeles stor) för föroreningsspridning till grundvattnet är att dagvattenanläggningarna längs den södra delen av huvudgatan konstrueras med tät botten, ökad dämpningsfunktion och trädplanteringar. Detta för att minska utflödet och öka reningsgraden.



Figur 5-16. Gunsta vattenskyddsområde, planområdet och föreslagna infiltrationsytor.

5.7 Flödespåverkan på befintlig bebyggelse

Vissa delar av exploateringsområdenas bostadsbebyggelse är planerade på ytor som angränsar till befintlig bebyggelse och dessutom ligger på mark som ligger på en högre höjd än befintlig bebyggelse. Detta förhållande frambringar en risk för tillrinning, från de nya bostadsområdena till den befintliga bebyggelsen. Detta är icke önskvärt och kan undvikas genom en anpassad höjdsättning av nya bostadsområden. Dagvattnet genererat från tak och tomter ska (om det inte infiltrerar i hög grad på tomten) avvattnas i en riktning som inte påverkar angränsande befintlig bebyggelse. Generellt sett ska taken och tomterna luta ner mot kvartersgatan och inte ner mot angränsande befintlig bebyggelse. I Figur 5-17 visar de magentafärgade linjerna var exploateringen kan medföra en icke önskvärd avrinning in mot befintlig bebyggelse (brunt färgmarkering). Vid dessa linjer ska tak och tomter luta in mot den nya kvartersgatan och inte mot befintlig bebyggelse.



Figur 5-17. Områden där exploatering kan medföra en icke önskvärd ökad tillrinning till befintlig bebyggelse.

6 Föroreningsbelastning

Målsättningen för den dagvattenhantering som förslagits är att maximera infiltrationen för att dagvattnet ska perkolera ner till grundvattnet och nå recipienterna som grundvatten och inte som dagvatten. Om detta uppnås så förblir föroreningsbelastningen på samma nivå som idag, vilket i princip innebär en föroreningsbelastning som är minimal eftersom i princip allt dagvatten idag förväntas att infiltreras.

Dagvattnet ska först infiltrera i makadamdiken (med öppen botten) och det vatten som börjar perkolera ner och bilda grundvatten, leds till infiltrationsytor på moränmark som ska säkerställas att allt dagvatten infiltreras.

Föreslagna dagvattensystem inom bostadsbebyggelse (förutsatt att det blir verksamhetsområde för dagvatten) har dimensionerats för fördröjning och rening av de första 20 mm nederbörd, men för att säkerställa att flödebelastningen inte ökar har fördröjningsvolymen utökats så att det befintliga dagvattenflödet vid ett dimensionerande 10-årsregn inte överskrider. I och med att andelen hårdgjord yta i området ökar, ökar även dagvattenflödena och den totala belastningen på recipienten från utredningsområdet om inga reningsåtgärder implementeras.

Sävjaåns Natura 2000-klassning innebär att habitatet för de arter som lever där ska bevaras. I sammanhangen av rådande exploatering innebär det att föroreningsbelastningen av fosfor inte ska öka ut från planområdet. Sjön Trehörningen har en hög internbelastning vilket leder till att belastningen av näringsämnen in bör öka för att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

För att säkerställa en oförändrad föroreningsbelastning har gröna infiltrationsytor bedömts vara den anläggning som är bäst lämpad för att omhänderta det dagvatten som rinner ut från exploateringsområdets regnbäddar och makadamdiken. Detta på grund av att om dagvattnet då kan infiltrera ner i planområdets moränlager, vilket bevarar vattnets naturliga kretslopp inom planområdet. Om dagvattnet som genererats inom exploateringsområdet perkolerar genom moränlagret och når recipienterna som grundvatten säkerställer en oförändrad föroreningsbelastning. Dagvattnet renas då i både dagvattenanläggningars mäktigheter (varifrån de också kan perkolera ner till grundvattnet) och sedan i det tillgängliga moränlagret. Den viktigaste åtgärden inom planområdet för att inte påverka den Natura 2000-klassade Sävjaån blir således att utflödet från exploateringsområdets dagvattenanläggningar ska infiltreras i gröna infiltrationsytor som är belägna i anslutning till moränmark.

Under anläggnings- och byggfasen kan det övervägas om vissa åtgärder bör vidtas för att inte byggdagvattnet ska riskera att sätta igen eller ha en negativ påverkan på de LOD-anläggningar som planeras. Till exempel kan infiltrationsytorna vara det första som anläggs i samband med exploateringen.

Med en dagvattenhantering som i hög utsträckning efterliknar vattnets naturliga kretslopp påverkas inte den Natura 2000-klassade Sävjaån och exploateringen äventyrar inte recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

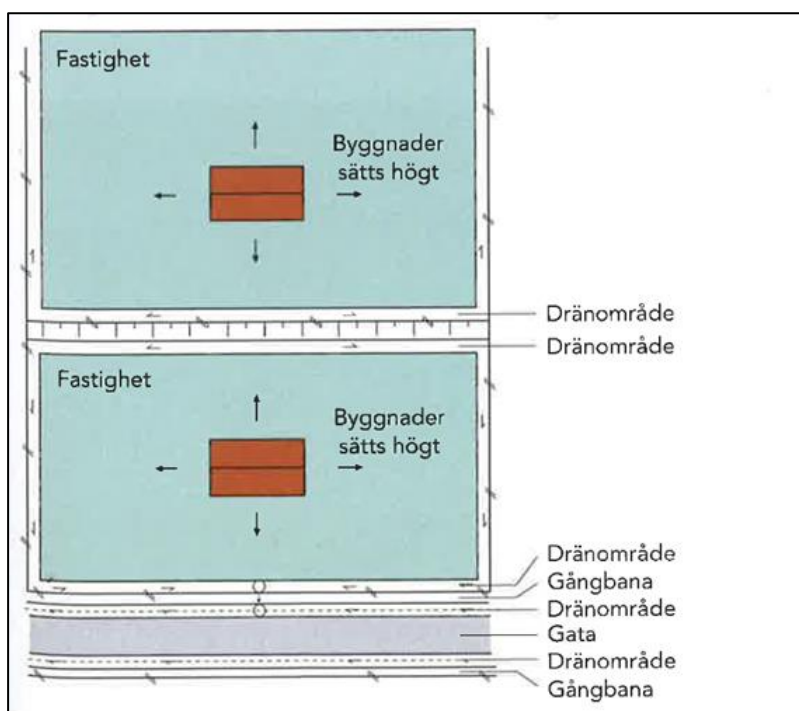
7 Skyfallshantering

7.1 Generella riktlinjer kring höjdsättning

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattensystem inte är dimensionerade för att klara. För att undvika översvämning och skador på byggnader är det viktigt att i ett tidigt skede under exploateringen planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnader via sekundära avrinningsvägar vidare ut på närliggande lokalgator, grönytor eller vattendrag. En höjdsättning som skapar en effektiv avrinning förhindrar att ytvatten ansamlas i lågpunkter vilket potentiellt kan få katastrofala följder för byggnader och infrastruktur.

Föreslagna dagvattensystem kommer att bidra till en ökad fördröjning av dagvattenflödena och ett mindre momentant flöde från planområdet, vilket kommer att bidra till en minskad översvämningsrisk för planområdet efter exploateringen.

Höjdsättningen av planområdet bör planeras för att klara hanteringen av extremregn. Det betyder att när föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägar eller grönytor för vidare transport mot recipienten. Denna metodik minskar risken för skador på hus och grundläggning. En enkel grundprincip för höjdsättning kring byggnader visas i Figur 7-1.



Figur 7-1. Höjdsättningsförslag enligt Svensk vattens publikation P105.

7.2 Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning och sekundära avrinningsvägar

I figurerna för respektive exploateringsområdes dagvattenhantering visas föreslagna sekundära avrinningsvägar som höjdsättningen rekommenderas åstadkomma i projekteringsfasen. Den generella principen för de föreslagna sekundära avrinningsvägarna är att utnyttja områdets topografi för att dagvattnet ska nå ut till gatorna och grönytor.

8 Slutsats

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, tillsammans med framtida klimatförändringar medför ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 460 % sett över hela exploateringsområdet.

Genom att eftersträva maximal infiltration av dagvatten kommer de framtida dagvattenflödena förbli oförändrade jämfört med nuvarande dagvattenflöden. När dagvattnet först infiltrerar och sedan perkolerar ner genom marken och bildar grundvatten så når vattnet recipienterna som grundvattenflöde istället för som ytavrinning. Infiltrationen säkerställer alltså att föroreningsbelastningen inte ökar i samband med exploateringen. Detta på grund av att dagvattnet renas effektivt när det som grundvatten rinner genom marken till recipienten. Om det anläggs dagvattenlösningar som maximerar infiltrationen och samtidigt leder dagvattnet vidare till infiltrationsytor på morän säkerställer det att perkolationen till grundvatten bevaras. Genom ett sådant dagvattensystem kan vattnets naturliga kretslopp inom planområdet bevaras i så hög utsträckning som möjligt. Det innebär också att en effektiv rening av dagvatten sker, vilket medför att föroreningsbelastning inte överstiger dagens nivå.

Sammantaget betyder det, att om dagvattenlösningar som underlättar perkolation anläggs i två steg inom planområdet så medför inte exploateringen en ökad problematik för att uppnå en god ekologisk och kemisk ytvattenstatus i recipienten. Med en dagvattenhantering som i hög utsträckning efterliknar vattnets naturliga kretslopp påverkas inte den Natura 2000-klassade Sävjaån och exploateringen äventyrar inte recipientens möjligheter till att uppnå dess miljö kvalitetsnormer.

9 Referenser

Alm, H., Banach, A., Larm, T., 2010. Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten. Svenskt Vatten Utveckling, rapport Nr 2010-06

Dahström, Bengt, 2010. Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse. Rapport Nr 2010-05. Svenskt Vatten Utveckling

Havs- och vattenmyndigheten. 2016. *Följder av Weserdomen. Analys av rättsläget med sammanställning av domar.* Rapport 2016:30

Larm T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10.

Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän-, och spillvatten.

Svenskt Vatten, 2011. P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

Svenskt Vatten, 2011. P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande.

Sundin, E. 2012 *Dagvattenhantering*. Tidskriften Landskap. Nr:3.s 17-19.

Uppsala Vatten, 2014. *Dagvattenprogram för Uppsala kommun*

Uppsala Vatten, 2014. *Handbok för dagvattenhantering i Uppsala kommun*

Uppsala Vatten, 2014. *Checklista för dagvattenutredningar*

VISS, 2019. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>