



Alsike Fastighets AB

Dagvattenutredning Alsike Nord Etapp 2a

Uppsala 2019-12-11

Dagvattenutredning Alsike Nord Etapp 2a

Datum	2019-12-11
Uppdragsnummer	1320025633
Utgåva/Status	Slutversion v.1

Petter Berglund
Uppdragsledare

Elina Svedberg
Handläggare

Yvonne Trinh
Handläggare

Lena Sjögren
Granskare

Ramböll Sverige AB
Dragarbrunnsgatan 78B
753 20 Uppsala

Telefon 010-615 60 00
www.ramboll.se

Unr 1320025633 Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

Ramboll Sverige AB har fått i uppdrag av Alsike Fastighets AB att ta fram en dagvattenutredning i samband med framtagande av detaljplan för Alsike Nord Etapp 2a i Knivsta kommun. Utredningen beskriver områdets dagvattenavrinning, dagvattenflöden och föroreningstransport utifrån befintliga förhållanden och framtida planerade förhållanden. Utredningen ger förslag på utformning av dagvattensystem samt en konsekvensbedömning av föreslagen exploatering på recipienten Pinglaström.

Området som planeras exploateras utgörs idag i huvudsak av naturmark. Föreslagen exploatering medför en kraftig ökning av andelen hårdgjord yta och därmed även en kraftig ökning i flöden från området. Dagvattensystemet ska utformas för rening och fördröjning av dagvatten innan utsläpp till Pinglaström.

Föreslagna dagvattenmagasin är dimensionerade för rening av de första 20 mm regn. Den totala fördröjningsvolymen inom området är 1260 m³. För den allmänna platsmarken, då främst lokalgatorna, föreslås regnbäddar med biokol för att rena och fördröja dagvatten. Utformningen av kvartersmarken är ej specificerad. För att beräkna ytbehov för anläggningar och genomföra föroreningsberäkningar, har underjordiska makadammagasin antagits inom bostadskvarter samt på skolfastigheten. Samtliga anläggningar föreslås avtappas till nytt ledningsnät som leder vattnet västerut i befintligt dike och vidare till Pinglaström. Förprojektering av dagvattenledningsnätet pågår parallellt med denna utredning. Detaljplanen kommer att ingå i kommunalt verksamhetsområde för vatten- och avlopp.

Recipienten Pinglaström/Knivstaån uppnår ej god ekologisk status på grund av förhöjda halter av näringsämnen samt hydromorfologisk påverkan på vattendraget. Ett underlag till ett lokalt åtgärdsprogram har tagits fram 2018 för recipienten med syfte att definiera åtgärder inom avrinningsområdet för att uppnå en god vattenstatus. Den planerade exploatering inom detaljplanen innebär en ökad hårdgöringsgrad av området och därmed ökade årsmedelflöden. Föroreningsberäkningarna indikerar att med föreslagna reningsåtgärder kan halterna av de studerade ämnena i dagvattnet reduceras för att inte överskrida befintliga halter. I och med den ökade hårdgöringsgraden kommer dock, för samtliga studerade ämnen, den årliga belastningen från området att öka till följd av exploateringen. Reningseffekten av föreslagna åtgärder är mellan 67-75 % för näringsämnena kväve och fosfor. Belastningen av fosfor från planområdet ökar med ca 1,2 kg P/år. I jämförelse med totala belastningen på recipienten samt med åtgärder från planerat åtgärdsprogram, bedöms påverkan från aktuell detaljplan begränsad.

Vid skyfall planeras vatten avledas västerut via gatunätet till befintligt dike och Pinglaström. Vid höjdsättning av kvartersmarken är det viktigt att möjliggöra ytlig avledning mot omkringliggande gator och undvika instängda områden. Förutom aktuellt detaljplaneområdet återfinns ett samrådsförslag på detaljplan med syfte att exploatera omgivande marker. Dessa två områden avvattnas till befintligt dike.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Uppdragsbeskrivning	1
2.	Förutsättningar	2
2.1	Höjd- och koordinatsystem	2
2.2	Dagvattenhantering i Knivsta kommun	2
2.3	Svenskt Vatten	3
2.4	Vattenförekomster och miljö kvalitetsnormer (MKN)	3
2.4.1	Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Pinglaström/Knivstaån	3
2.5	Tidigare utredningar	4
2.6	Underlag	4
2.7	Relaterat arbete	4
3.	Befintliga förhållanden	6
3.1	Områdesbeskrivning	6
3.2	Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi	7
3.3	Befintlig avvattning	8
3.4	Markavvattningsföretag	9
3.5	Recipienten och dess statusklassning	9
4.	Framtida förhållanden	11
4.1	Framtida utformning	11
4.2	Erforderliga fördröjningsvolymerna	13
5.	Föreslagen dagvattenhantering	14
5.1	Dagvattenhantering på allmän platsmark	16
5.1.1	Torgytor och parkmark	17
5.1.2	Större lokalgata	17
5.1.3	Mindre lokalgator	18
5.2	Dagvattenhantering kvartersmark	19
5.2.1	Kvarter med p-hus/mobilitetshus	20
6.	Flödesberäkningar	23
6.1	Metodik	23
6.2	Resultat flödesberäkningar	24
6.3	Avledning av 20-årsregn	25
7.	Föroreningsberäkningar	27
7.1	Metod	27

7.1.1	Osäkerheter i beräkningsverktyget StormTac.....	27
7.2	Resultat föroreningsberäkningar.....	27
7.3	Påverkansbedömning recipient.....	30
8.	Lågpunktskartering och skyfallsanalys	31
8.1	Metod	31
8.2	Applicerad nederbörd.....	31
8.3	Höjdsättning	31
8.4	Resultat	31
8.4.1	Befintlig situation	32
8.4.2	Framtida situation	32
8.5	Rekommendationer för fortsatt skyfallsplanering	34
9.	Kostnadsbedömning	35
9.1	Anläggningskostnad	35
9.2	Drift- och underhållskostnader	36
10.	Fortsatt arbete	36
11.	Exempel på dagvattenanläggningar	38
11.1	Regnbäddar/nedsänkta växtbäddar	38
11.2	Underjordiska utjämningsmagasin.....	39
11.3	Gröna tak.....	40
11.4	Permeabla ytor	41

Bilagor

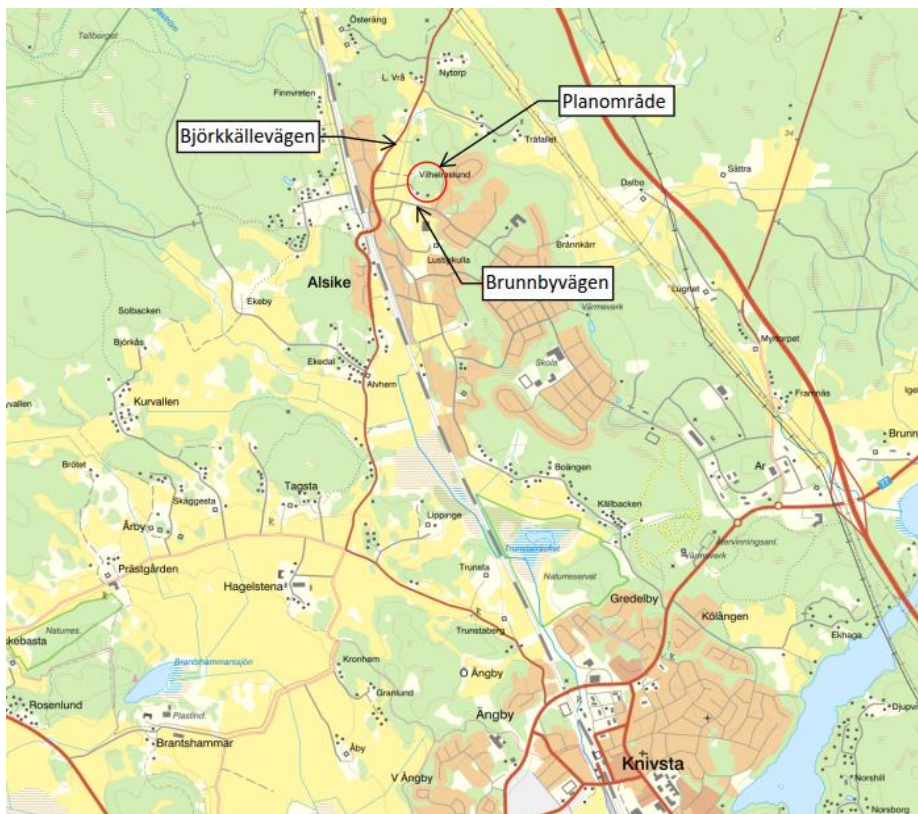
Bilaga 1. Avvattningsplan

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Ett område i Alsike, Knivsta kommun prövas för detaljplaneläggning, Alsike Nord etapp 2a. Detaljplanen ska ge möjlighet till bebyggelse och utveckling av Alsike Nord Etapp 2 med bostäder, skola och lokaler för verksamhet och service. Ramboll Sverige AB har fått i uppdrag av Alsike Fastighets AB, Knivsta kommuns fastighetsbolag, att ta fram en dagvattenutredning för att kartlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom planområdet.

Planområdet är ca 13,7 ha och beläget i Alsike cirka 4 km norr om Knivsta tätort, se Figur 1.



Figur 1. Orienteringskarta Alsike/Knivsta (Källa: Topografisk karta ©Lantmäteriet, 2019)

1.2 Uppdragsbeskrivning

Dagvattenutredningen ger förslag på åtgärder för fördröjning, rening och avledning av dagvatten utifrån givna förutsättningar. Dagvattenutredningen innefattar även en beskrivning av recipienten och dess miljö kvalitetsnormer, flödes- och föroreningsberäkningar samt en värdering av planens påverkan på

recipienten efter föreslagna åtgärder. Dagvattenutredningen ger förslag dagvattenåtgärder i planområdets gatusektioner samt en analys och rekommendationer kring planområdets höjdsättning ur ett skyfallsperspektiv.

2. Förutsättningar

2.1 Höjd- och koordinatsystem

I utredningen har koordinatsystem *SWEREF 99 1800* och höjdsystem *RH2000* använts.

2.2 Dagvattenhantering i Knivsta kommun

Riktlinjer för dagvattenhanteringen i Knivsta kommun följer sex övergripande mål som sammanfattas i Knivsta kommuns dagvattenstrategi (diarienummer KS-2017/821) enligt följande:

- Dagvattenhanteringen ska bidra till att förbättra vattenkvaliteten i Knivstas sjöar och vattendrag.
- Vattnets naturliga rörelse och grundvattennivån ska påverkas så lite som möjligt av stadsbyggandet.
- Stadsbyggandet och dagvattenhanteringen ska vara anpassade efter ökande nederbördsmängder och längre perioder av torka så att skador på allmänna och enskilda intressen minimeras.
- Dagvattenhanteringen ska bidra till en attraktiv stadsmiljö.
- Dagvattenanläggningar ska utformas så att de gynnar så många ekosystemtjänster som möjligt.
- Dagvattenhanteringen ska vara kostnadseffektiv.

Detaljplanen kommer att ingå i kommunalt verksamhetsområde för vatten- och avlopp. VA-huvudman i Knivsta kommun är Knivstavatten AB och utförare är Roslagsvatten. Inom ramen för detta uppdrag har Roslagsvatten och Knivsta kommuns utgångspunkt varit att dagvattenanläggningar för fördröjning dimensioneras för 20 mm nederbörd. Denna dimensioneringsförutsättning gäller såväl allmän platsmark som kvartersmark. Vid ett omhändertagande av de första 20 mm nederbörd kan ungefär 90 % av den årliga nederbörden fördröjas och renas (Stockholms stad, 2016).

Som vägledande dokument har Knivsta kommuns och Roslagsvattens checklistor för dagvattenutredningar använts.

- *Checklista för dagvattenutredningar i detaljplaneprocessen*, Roslagsvatten, daterad 2019-01-29
- *Checklista: dagvattenutredning för detaljplaneprogram eller detaljplan*, Knivsta kommun, daterad 2019-04-15

2.3 **Svenskt Vatten**

Dimensionerande beräkningar utförs i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110. Planområdet bedöms efter exploatering motsvara tät bostadsbebyggelse varför dagvattenledningsnätet ska dimensioneras för regn med återkomsttid 5 år för fylld ledning och 20 år för trycklinje i marknivå, båda med klimatfaktor 1,25. Även ansättning av avrinningskoefficienter görs i enlighet med P110.

2.4 **Vattenförekomster och miljö kvalitetsnormer (MKN)**

EU:s vattendirektiv (ramdirektivet för vatten) syftar till att skydda och förbättra vattenkvaliteten i samtliga unionens vattenförekomster. Vattendirektivet infördes i svensk lagstiftning 2004 och innebär bland annat att statusen på våra vattenförekomster inte får försämrats till följd av ny- eller ombyggnation. Miljö kvalitetsnormer för vatten som fastställs av vattenmyndigheten, utgör kvalitetskrav och är ett av de verktyg som arbetet med att förvalta och förbättra Sveriges vatten baseras på. Recipientens möjlighet att uppfylla beslutade miljö kvalitetsnormer (MKN) får inte försämrats till följd av genomförandet av en detaljplan.

2.4.1 **Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Pinglaström/Knivstaån**

Recipienten Pinglaström/Knivstaån uppnår ej god ekologisk status på grund av förhöjda halter av näringsämnen och en hydromorfologisk påverkan på vattendraget. Ett underlag till ett lokalt åtgärdsprogram har tagits fram 2018 för recipienten med syfte att definiera åtgärder inom avrinningsområdet för att uppnå en god vattenstatus.

Särskilda identifierade ämnen inom åtgärdsprogrammet är fosfor, arsenik och uran. Den totala årliga belastningen av fosfor via dagvattnet till Pinglaström har beräknats till 185 kg P/år. För att uppnå en god ekologisk status i recipienten har en årlig reducering av 104 kg P/år beräknats vara erforderlig.

För att uppnå en god ekologisk status har inom avrinningsområdet för Pinglaström har två åtgärder identifierats i underlaget till lokalt åtgärdsprogram; byggnation av en damm för rening av utbyggda områden och dess dagvatten samt införandet av en våtmark i anslutning till Pinglaström med en beräknad kapacitet till minskning av föroreningsbelastning på ca 97 kg P/år. De föreslagna åtgärderna ligger nedströms planområdet. Införandet av våtmarken är politiskt beslutat och kommunen har erhållit bidrag från den lokala naturvårdssatsningen (LONA) för denna åtgärd och åtagit sig att genomföra den under 2020. Våtmarken är planerad att vara cirka 1,5 km nedströms planområdet. Det procentuella förbättringsbehovet för fosfor är definierat till 56 % till Pinglaström. Utöver åtgärder i tillrinningsområdet för dagvatten föreslås även åtgärder som riktas mot enskilda avlopp och näringsläckage från jordbruk för att minska belastningen av fosfor.

2.5 Tidigare utredningar

Förutom aktuellt detaljplaneområdet återfinns ett samrådsförslag på detaljplan med syfte att exploatera omgivande marker, Alsike Nord Etapp 2. Samrådsförslaget har en area om totalt cirka 36 ha. Området som utreds utgör i korthet samrådsförslagets östra etapp och benämns Alsike Nord Etapp 2a (ANE 2a).

Inför samrådsförslaget har tre stycken dagvattenutredningar tagits fram samt att arbete med förprojektering av gator och infrastruktur för VA (spill och vatten) har genomförts. Nedan listas tidigare utförda utredningar som använts som underlag i dagvattenutredning.

- Dagvatten Alsike Nord Etapp 2, daterad 2015-12-04, Sweco
- Uppdaterad dagvattenutredning för Alsike Nord Etapp 2 med anledning av ny strukturskiss, daterad 2018-05-18, Sweco
- Projekterings PM Geoteknik, daterat 2016-06-30, Sweco
- Översvämningsutredning Pingla ström, daterad 2018-05-14, Sweco
- Dagvattenutredning Alsike Nord Etapp 2, daterad 2018-10-24, Ramböll
- Underlag till lokalt åtgärdsprogram Knivstaån, Sweco 2018-07-03

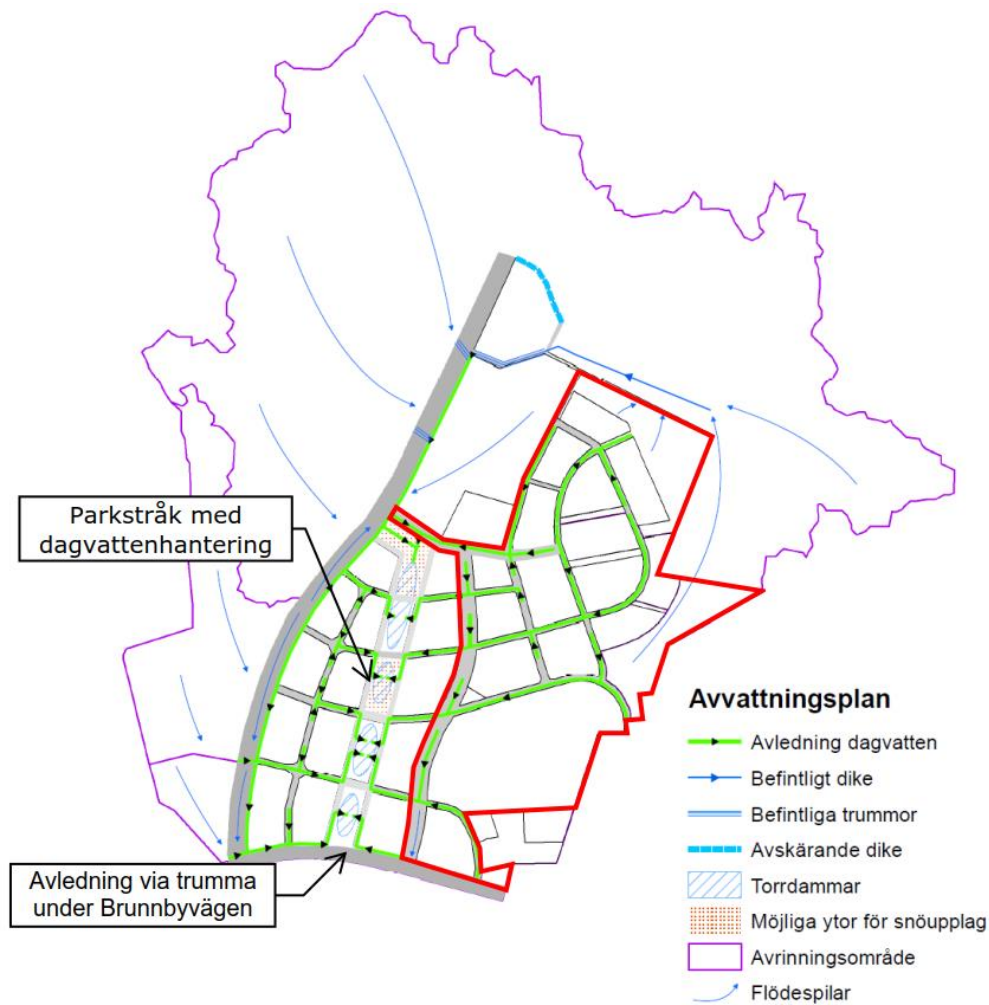
2.6 Underlag

Som underlag till dagvattenutredningen har, förutom tidigare utförda utredningar, använts:

- VISS, 2019. Knivstaån Pinglaström, VISS EU_CD: SE662938-160925
- Sveriges Geologiska Undersökning, Jordartskarta 1:25 000-1:50 000
- Svenskt Vatten P110, 2016, Avledning av dag- drän- och spillvatten
- Svenskt Vatten P105, 2011 Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utformning
- WRS, 2016. *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten.* 2016-04-11

2.7 Relaterat arbete

Parallellt med denna utredning pågår ett arbete med uppbyggnad och modellering av dagvattennätet. Figur 2 är ett utklipp från tidigare dagvattenutredning (Ramböll, 2018), det aktuella planområdet är markerat med röd linje.



Figur 2. Principuppbyggnad av dagvattenledningsnät och parkstråk med dagvattenhantering inom samrådsförslaget. Aktuellt planområde, ANE 2a, är markerat med röd linje. Bildkälla: Ramboll (2018)

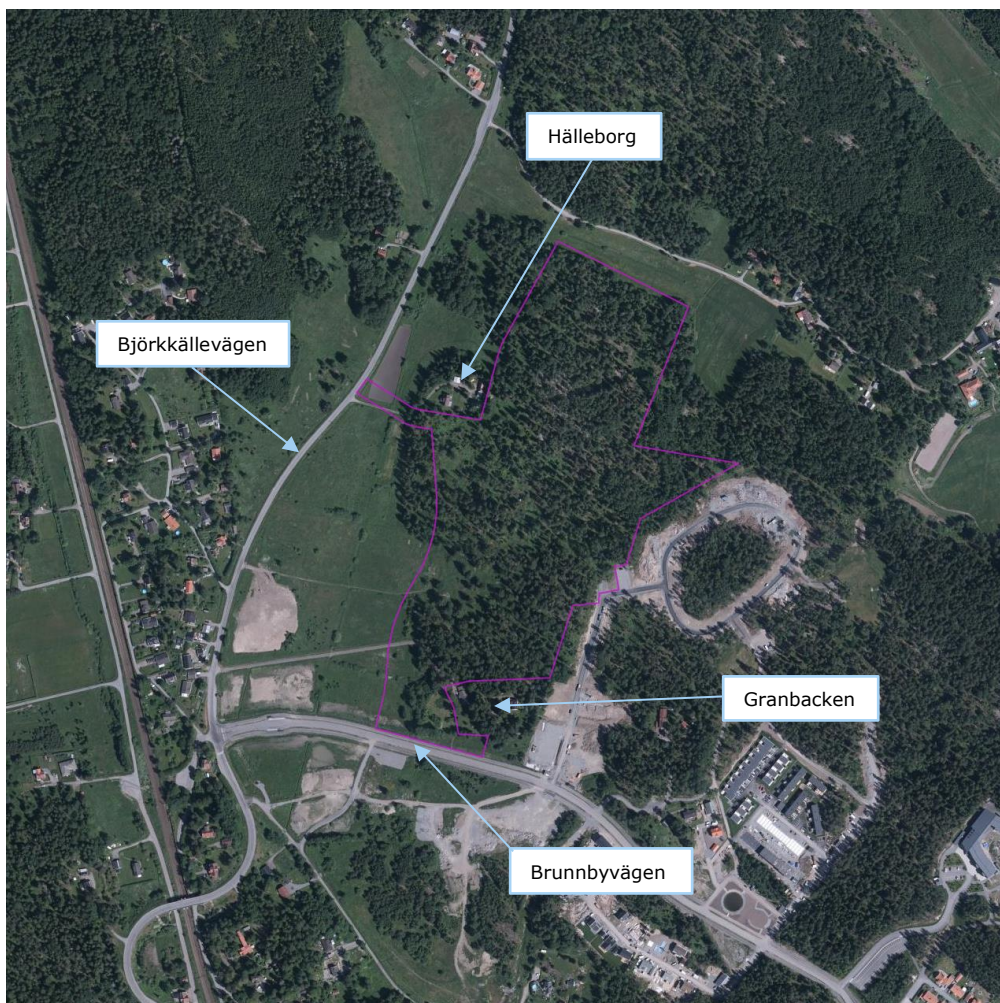
Dagvattenledningar ansluter till ett befintligt dike väster om planområdesgränsen. Ledningsnätets VG-nivåer är under utredning och behöver tas i beaktande i kommande skeden.

Under tiden för denna utredning utreds exploatering av samrådsförslaget västra delar. Inom denna etapp planeras området för det befintliga dikets sträckning utvecklas till ett parkstråk med ett system av torra dammar. Dammarna planeras utformas för att fördröja dagvatten från de nya områdena samt omgivande mark som avvattnas via diket.

3. Befintliga förhållanden

3.1 Områdesbeskrivning

Planområdet, ANE 2a, är beläget i norra Alsike i Knivsta kommun och utgör ca 13,7 hektar. Planområdet domineras idag av naturmark, i huvudsak ängsmark och kuperad skogsmark, se Figur 3.



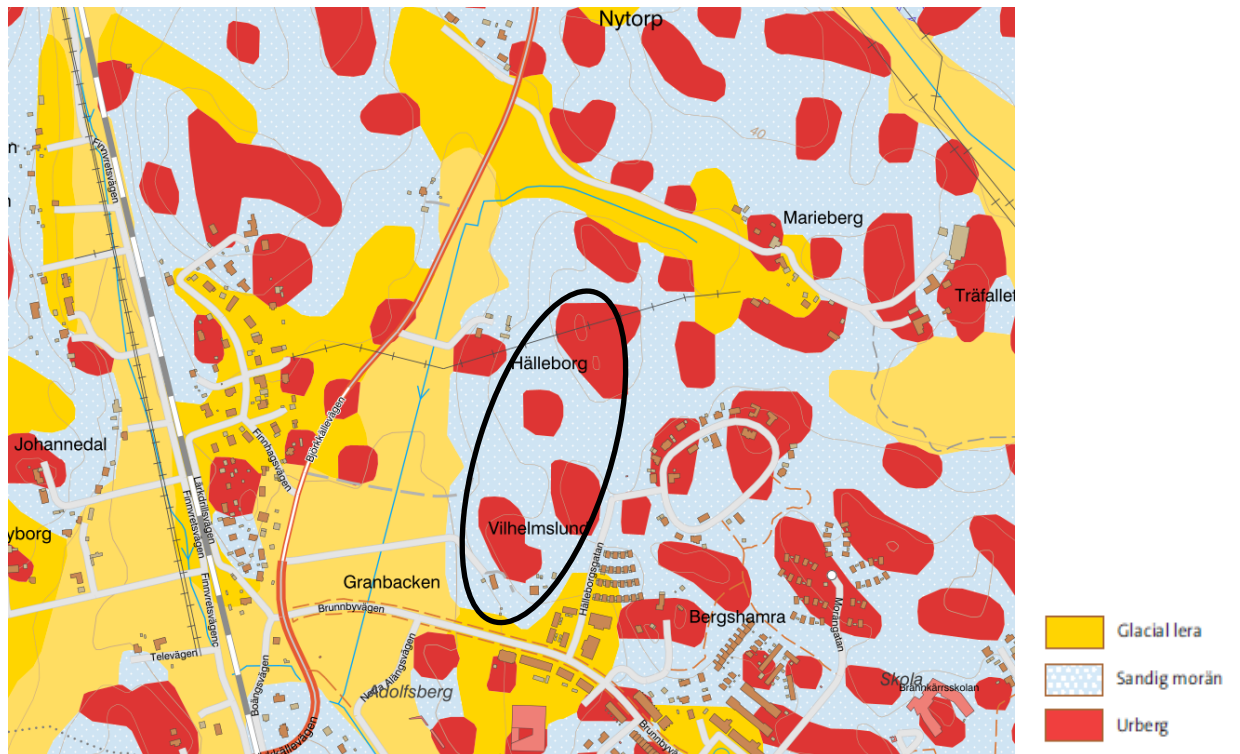
Figur 3. Ortofoto över planområdet. Planområdesgränsen är markerad med lila. Området öster om plangränsen är idag bebyggt. Källa: SCALGO Live.

I söder löper Brunnbyvägen som ansluter till Björkkällevägen i väster. Sydost om planområdet utgörs marken av befintlig bebyggelse vilken utgör etapp 1 av exploateringen av Alsike Nord. Intill plangränsen återfinns privatägda fastigheter, en i Hälleborg i norr samt två stycken i Granbacken i söder.

Högsta punkt i planområdet återfinns i de norra skogspartierna är +46,5 och lägsta punkt intill Brunnbyvägen +22,5. Avvattningen beskrivs närmare i avsnitt 3.3.

3.2 Geologi, geotekniska förhållanden och hydrologi

Enligt SGU:s jordartskarta utgörs marken i området till största del av sandig morän och inslag av urberg, se Figur 4.



Figur 4. Jordartskarta (SGU). Planområdets ungefärliga läge är markerat med svart cirkel.

Enligt geotekniskt projekterings PM (Sweco, 2016), har provpunkter gällande markens sammansättning utförs direkt väster om planområdet. Marken består av ett övre lager av mulljord eller fyllning och därunder ett lerlager. Längs med den västra planområdesgränsen för aktuellt planområde så varierar lerdjupet mellan 2,2 – 6,6 m enligt utredningen. Lerdjupet ökar generellt närmare Brunnbyvägen.

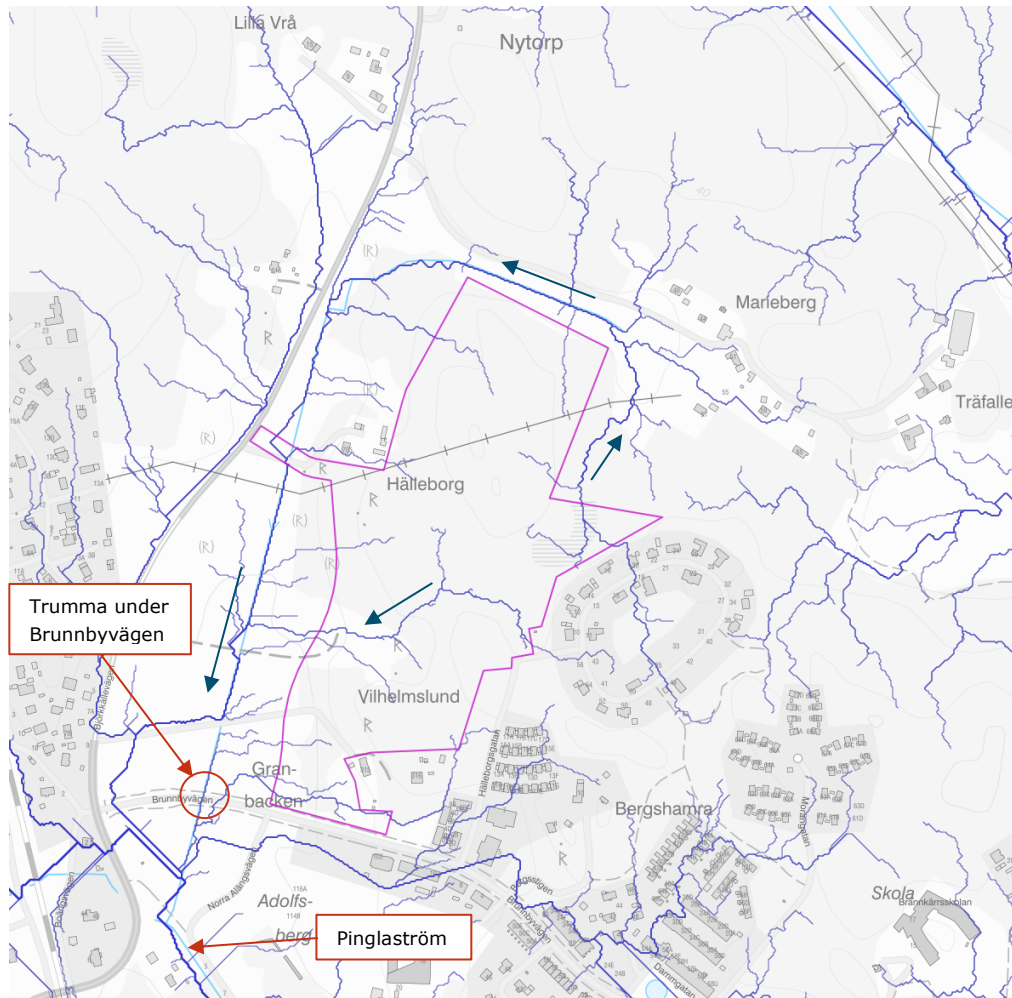
Det finns inga uppgifter om grundvattennivåer inom planområdet. Enligt det geotekniska projekterings PM:et uppmättes grundvattennivån i en punkt nära planområdets västra gräns till 0,6 meter under befintlig marknivå.

Utifrån ovan bedöms infiltrationsförhållandena i skogspartierna där sandig morän dominerar kunna vara god men packningsgrad och djupet till urberg kan vara begränsande.

3.3

Befintlig avvattning

Norr och väster om planområdet löper ett befintligt utgrävt dike som ansluter till Pinglaström strax efter Brunnbyvägen i söder, se Figur 5.



Figur 5. Befintlig avvattning och avrinningspilar. Planområdesgränsen är markerad med lila. Källa: SCALGO Live.

Majoriteten av planområdet avvattnas väster ut till diket medan de nordöstra och östra höjdpartierna avrinner mot diket norra delar. Diket avvattnar även områden norrifrån. Diket leder till Pinglaström genom en trumma under Brunnbyvägen. VG-nivån för trumman är +20,26 utgående VG-nivå i Pinglaström cirka 150 meter nedströms är +18,59.

Diket ägs av Alsike Fastighetsbolag som har rådighet över marken.

3.4 Markavvattningsföretag

Det finns i området inga aktuella markavvattningsföretag. Torrlägningsföretaget Ekeby-Trunsta låg tidigare nedströms planområdet, men det upphävdes 2007 i samband med att Trunsta träsk restaurerades (Dom M 3231-07).

3.5 Recipienten och dess statusklassning

Planområdet avvattnas till Knivstaån/Pinglaström som rinner vidare söder ut via Trunsta träsk genom Knivsta tätort där vattendraget övergår till Knivstaån. Cirka 6 km från planområdet rinner Knivstaån vidare till Lövstaån. I Figur 6 ses recipientens sträckning.



Figur 6. Recipientens sträckning. Observerad att fetmarkerad ljusblå linje enligt VISS, 2019 är felaktig. Verklig sträckning ses med tunn ljusblå linje. Ungefärlig placering av planområde är markerat med svart.

Enligt VISS finns inga fastställda MKN för Knivstaån/Pinglaström, dock har vattnets status har klassificerats. Denna statusklassning utgör en grund för kommande fastställning av MKN och sammanfattas i Tabell 1.

Knivstaån/Pinglaström har klassats att erhålla måttlig ekologisk status (2019-07-04) med hänsyn till två kvalitetsfaktorer; förhöjda halter av näringsämnen samt otillfredsställande morfologiskt tillstånd i recipienten. Detta beror på en förändring i recipientens utformning efter omgrävningar och påverkan från omkringliggande mark.

Recipienten uppnår ej god kemisk ytvattenstatus (2019-05-28) vilket beror på förhöjda halter av kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE) i fisk. Dessa ämnen är överallt överskridande i Sveriges samtliga vattenförekomster.

Ett underlag för ett åtgärdsprogram för vattendraget Knivstaån/Pinglaström har tagits fram (Sweco, 2018). De särskilt prioriterade ämnena för recipienten var fosfor, arsenik och uran. För dessa ämnen har beting för en minskning av utsläpp till recipienten definierats för att uppnå en god status i recipienten.

Tabell 1. Översikt statusklassning och miljö kvalitetsnormer (kvalitetskrav) för ekologisk status och kemisk status i vattenförekomsten. VattenInformations-System Sverige (VISS), 2019-07-04.

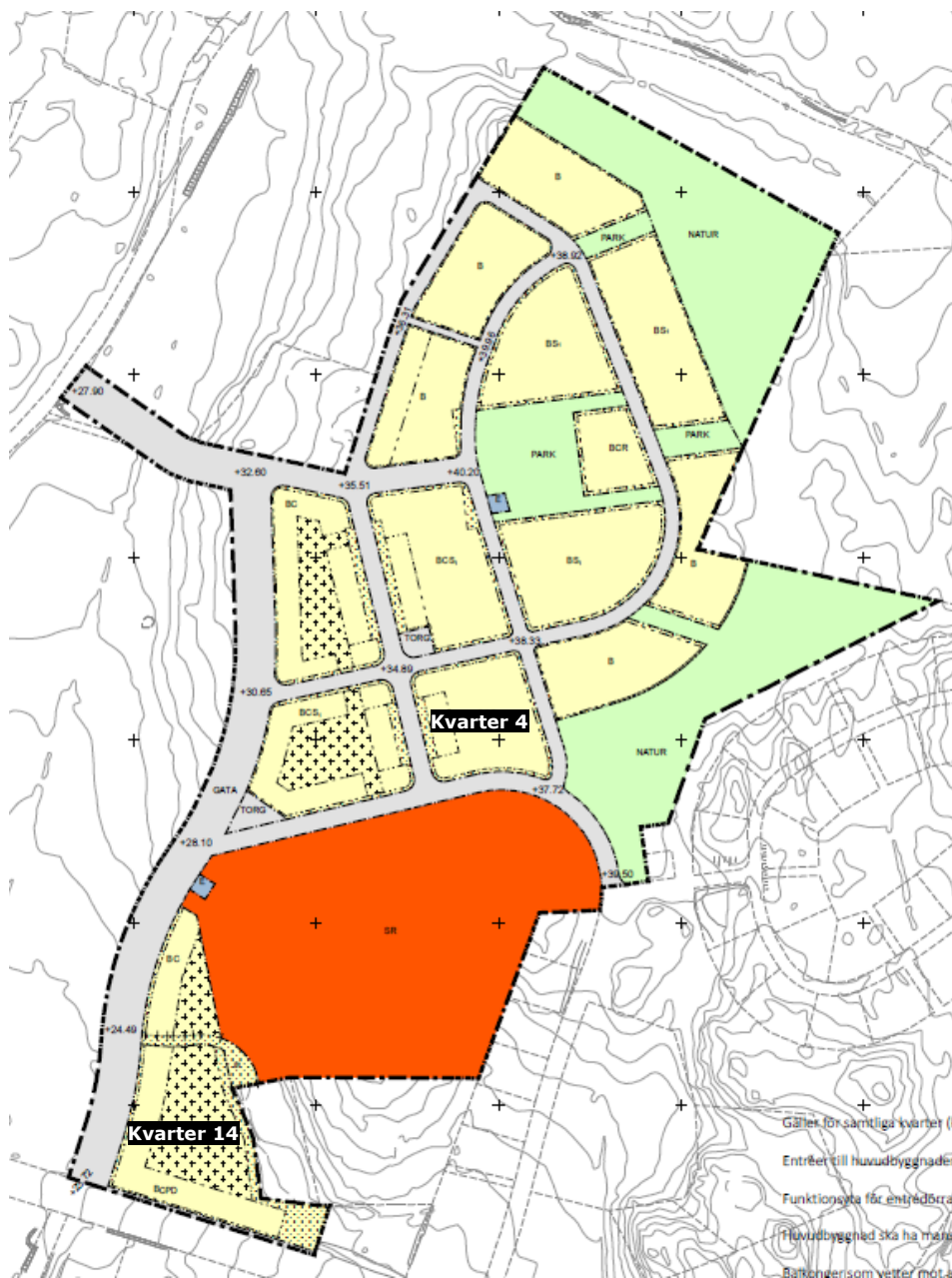
Grundinformation		Ekologisk status		Kemisk status	
EU-ID	Vattenförekomst	Ekologisk status	Kvalitetskrav och tidpunkt	Kemisk status	Kvalitetskrav
SE662938-160925	Knivstaån/Pinglaström	Måttlig	-	Uppnår ej god	-

MKN för Lövstaån (VISS EU_CD: SE662018-161144) som Pinglaström/Knivstaån rinner till är god ekologisk status 2021 samt god kemisk ytvattenstatus. Lövstaåns ekologiska status är måttlig och vattendraget uppnår ej god kemisk ytvattenstatus.

4. Framtida förhållanden

4.1 Framtida utformning

I ANE 2a planeras för bebyggelse av bostäder i de norra och östra delarna. I de västra och södra delarna planeras bostäder, centrum, parkering samt en skola. I Figur 7 ses den preliminära planstrukturen från området och förprojekterade höjder för gatunätet, höjderna är endast vägledande.

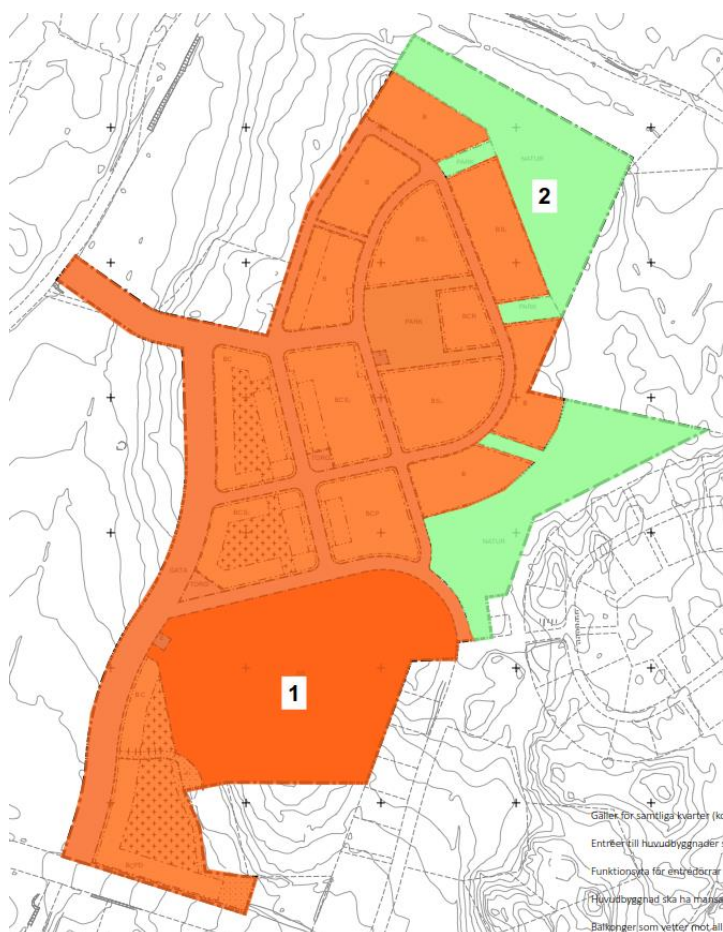


Figur 7. Planstruktur och projekterade gatunivåer, ANE 2a (Knivsta kommun, 2019-10-29)

Gatunätet består av en lokalgata med stombusstrafik (bussgata) samt mindre lokalgator. Bussgatan har en bredd på 22 meter, inkluderat av gång- och cykelbana, växtzoner och parkering. Gatan planeras utgöras av en trädallé med växtzoner för dagvattenhantering och varvas med parkeringsplatser. Lokalgatorna utgörs av en varierande bredd på 8–10 meter inklusive gångbana, körbana och växtzoner.

I planområdets centrala respektive södra del, planeras kvarter med parkeringshus/mobilitetshus (kvarter 4 och kvarter 14). Inom dessa kvarter planeras bostädernas innergård byggas upp på bjälklag för p-husen. Utformningen för dessa kvarter är i dagsläget översiktlig men takdagvatten planeras via sadeltak avrinna till innergårdarna samt till förgårdsmarken i anslutning till omgivande gator.

Området består av delområden; delområde 1 (orange) som avvattnas väster ut och delområde 2 (grön) som avvattnas norrut, se Figur 8.



Figur 8. Planområdets delområden. Delområde 1 är markerade med orange och delområde 2 med grönt.

Utifrån plankartan i Figur 8 har markanvändning, areor och avrinningskoefficienter beräknats och ansatts enligt Tabell 2. Den reducerade arean beräknas utifrån förhållandet:

$$A_{reducerad} = A \cdot \varphi \quad (1)$$

där $A_{reducerad}$ är den reducerade arean, A den totala arean och φ är avrinningskoefficienten.

Tabell 2. Markanvändning, areor och avrinningskoefficienter

Markanvändning	Area <i>ha</i>	Avrinningskoefficient -	Reducerad area <i>ha</i>
Före exploatering			
Naturmark	13,7	0,1	1,29
Efter exploatering			
Delområde 1			
Lokalgator	2,55	0,8	2,05
Torg	0,059	0,8	0,047
Tekniska anläggningar	0,020	0,5	0,010
Parkmark	0,38	0,1	0,038
Skolområde	2,56	0,5	1,28
Bostäder	5,76	0,5	2,88
<i>Summa</i>	<i>11,3</i>	<i>*0,56</i>	<i>6,29</i>
Delområde 2			
Naturmark	2,24	0,1	0,224
Parkmark	0,12	0,1	0,012
<i>Summa</i>	<i>2,4</i>	<i>*0,1</i>	<i>0,24</i>
Totalt	13,7	*0,48	6,5

*Avrinningskoefficienten är viktad, ej aritmetisk

4.2

Erforderliga fördröjningsvolym

I Tabell 3 ses vilka volymer som behöver fördröjas inom planområdet för att uppnå åtgärdsnivån på 20 mm. Fördröjningsvolymerna är beräknade utifrån markanvändningen i Tabell 2 och förhållandet:

$$V_{fördröjning} = A_{reducerad} \cdot 0,02 \text{ m} \quad (2)$$

Tabell 3. Erforderliga fördröjningsvolym för 20 mm åtgärdsnivå inom respektive delområde.

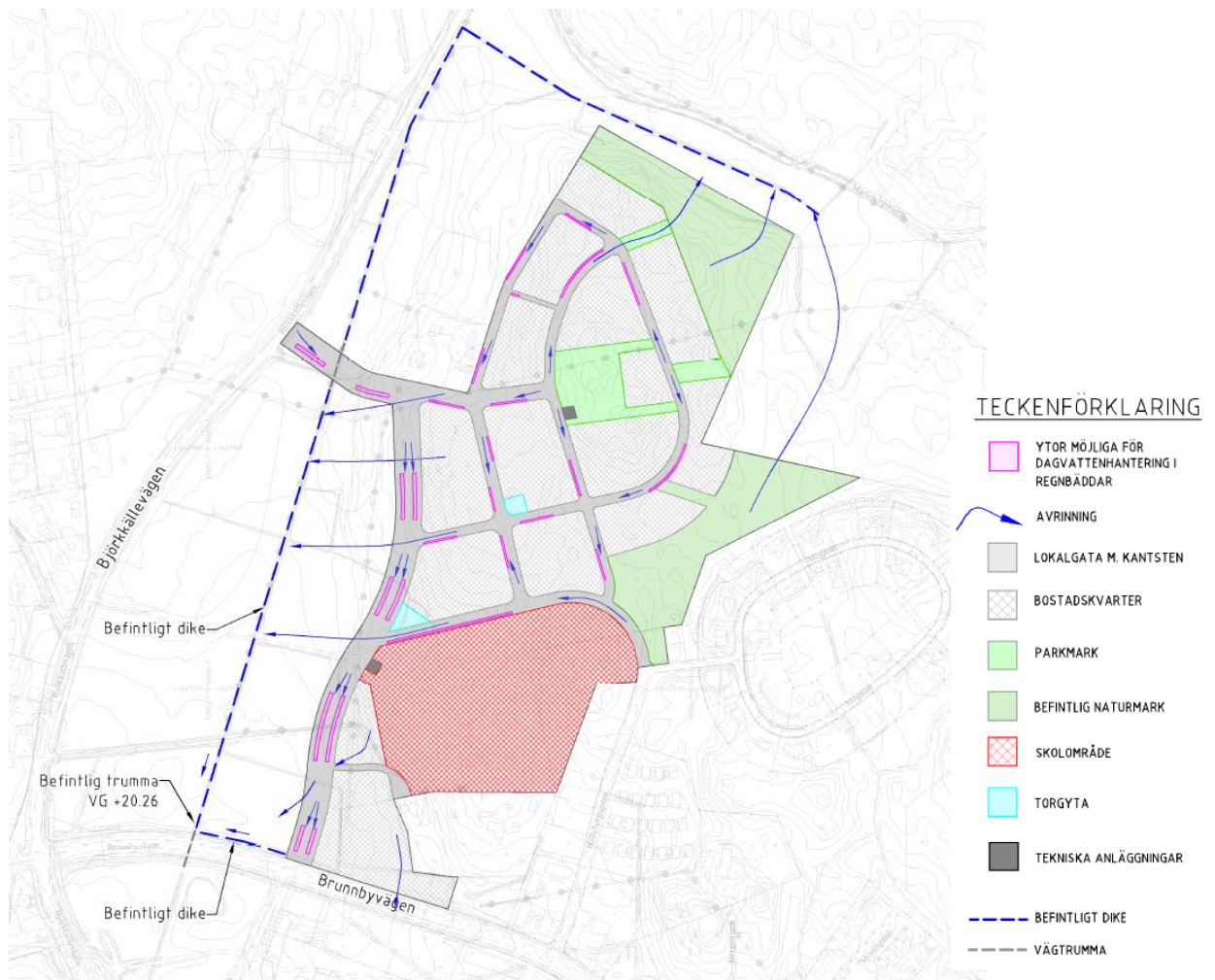
	Reducerad area <i>ha</i>	Erforderlig fördröjningsvolym <i>m³</i>
Delområde 1		
Allmän platsmark	2,13	427
Bostäder	2,88	576
Skolområde	1,28	256
Totalt	5,86	1260

Observera att naturmarken i delområde 2 lämnas orörd varför åtgärder för fördröjning ej bedöms aktuellt. Även anslutande parkmark planeras lämnas orörd.

5. Föreslagen dagvattenhantering

Föreslagen dagvattenhantering baseras på allmänna principer och kravspecifikationer från Knivsta kommun. Totalt behöver 1260 m³ fördröjas och renas inom planområdet för att omhänderta 20 mm nederbörd.

Ett förslag till utformning av områdets dagvattenhantering redovisas i Figur 9 och Bilaga 1.



Figur 9. Avvattningsplan för Alsike Nord Etapp 2a. Observera att de lösningar som föreslås har anpassats till nuvarande planstruktur. Avvattningsplanen (Figur 9) ger endast en bild av det uppskattade ytbehovet av regnbäddar i lokalgatorna, ej exakt placering. Ytbehovet är uppskattat enligt Tabell 4.

Dagvatten från lokalgator leds till regnbäddar. Regnbäddar på samtlig allmän platsmarken planeras tillföras biokol. Då utformningen av bostadskvarteren samt skolfastigheten ej är specificerad antas makadammagasin tänkbara lösningar för omhändertagande av dagvatten. Under kapitel 5.1 och 5.2 beskrivs detta lite mer detaljerat.

Dagvattenmagasin på så väl allmän platsmark som kvartersmark ansluts till nytt dagvattenledningsnätet i lokalgatorna som i sin tur föreslås avledas mot befintligt lågstråk/dike väster om planområdet. Förslag till ledningsnätets utformning pågår i parallellt med denna utredning men en principskiss ses i Figur 2. I nordvästra

delen av området kommer kan en ny trumma behöva anläggas för att ge plats åt vägen som ansluter till Björkkällevägen.

I Tabell 4 sammanfattas vilken typ av anläggning som föreslagits för respektive markanvändning inom allmän platsmark och kvartersmark samt beräknat ytbehov utifrån en typsektion av respektive anläggningstyp.

Tabell 4. Erforderliga fördröjningsvolym och ytbehov för omhändertagande av 20 mm nederbörd, n =porositet.

	Anläggning	Yta m ²	Åtgärdsnivå mm	Volym m ³	Utformning
Allmän platsmark					
Lokalgata 22 m (inkl. tekniska anläggningar)	Regnbädd m. biokol	1075	30	274	Nedsänkt yta, 0,15 m djup, makadam 0,35 m djup, $n=0,3$
Lokalgata 8-10 m (inkl. tekniska anläggningar)	Regnbädd m. biokol	850	20	217	Nedsänkt yta, 0,15 m djup, makadam 0,35 m djup, $n=0,3$
Torgyta	Regnbädd m. biokol	40	20	10	Nedsänkt yta, 0,15 m djup, makadam 0,35 m djup, $n=0,3$
Parkmark	Svackdike	-	20	9	Släntlutning 1:3, bredd 2 m, djup 0,3 m, längd 30 m
<i>Summa</i>		<i>1965</i>		<i>510</i>	
Kvartersmark					
Skolområde	Makadam- magasin	2440	20	256	Makadamdjup 0,35 m, $n=0,3$
Bostäder	Makadam- magasin	5490	20	576	Makadamdjup 0,35 m, $n=0,3$
<i>Summa</i>		<i>7930</i>		<i>832</i>	
Totalt				1462	

5.1 Dagvattenhantering på allmän platsmark

Inom den allmänna platsmarken i området utgör lokalgatornas körbara ytor och tillhörande parkeringsutrymmen de mest förorenade ytorna varför dagvattenanläggningar med hög reningsgrad bör anläggas i direkt anslutning till dessa.

Längs lokalgatorna föreslås att dagvatten omhändertas i regnbäddar med biokol. För hantering av dagvatten föreslås regnbäddarnas växtbädd vara nedsänkt gentemot kringliggande mark. På så vis kan dagvatten ledas in på ytan och fördröjas innan det infiltrerar ner i växtjorden. Om förutsättningarna finns kan det vara till fördel att få till en större nedsänkning för att minska regnbäddens yta. Utöver volymen ovan växtbädden kan porvolymen i växtjorden och underliggande makadam tillgodoräknas för fördröjning.

Under projekteringen är det viktigt att säkerställa en höjdsättning av vägytor som möjliggör yttlig avledning mot regnbäddarna. Det är även viktigt att se över inloppen till anläggningarna så att en tillräcklig kapacitet finns för inledning av de

dimensionerande flödena. Särskild hänsyn behöver tas till ytor vid parkeringsfickor, gatukorsningar och infarter till kvarter.

5.1.1 Torgytor och parkmark

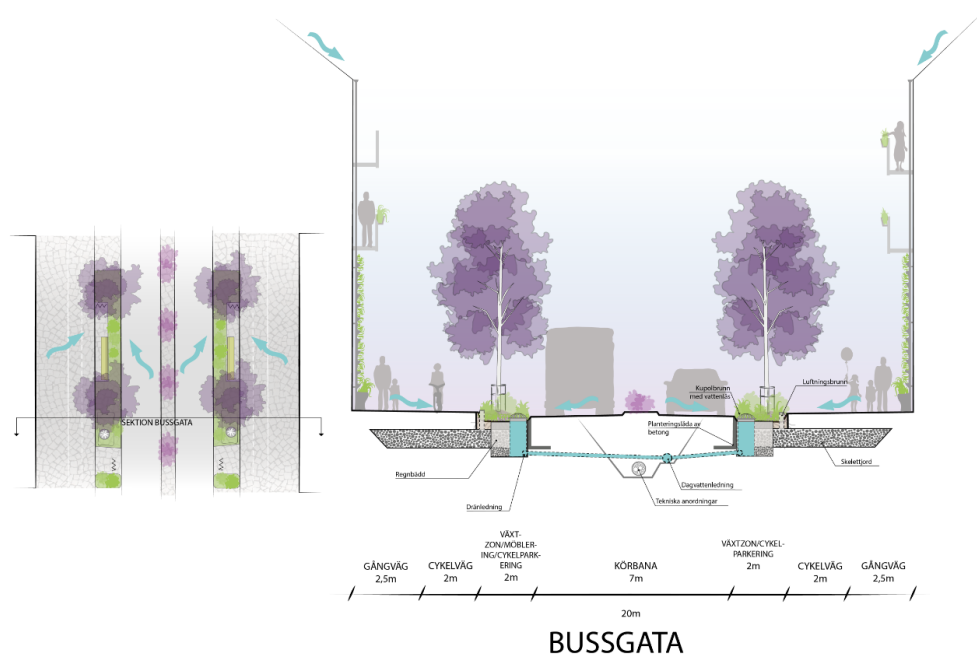
Torgytorna erfordrar en fördröjningsvolym om totalt 9 m³. Här föreslås dagvattnet hanteras lokalt inne på torgen i regnbäddar eller trädplanteringar med makadam (skelettjordar) som utformas för magasinering av dagvatten.

I parkområdet föreslås dagvatten avledas till nedsänkta ytor, exempelvis svackdiken, för att fördröja dagvatten. Dessa kan förses med en upphöjd brunn med kupolsil dit större flöden kan brädda till ledningsnätet.

5.1.2 Större lokalgata

I samråd med kommunen föreslås, längs den större lokalgatan (22 meter), regnbäddar som dimensioneras för en större nederbörds mängd än 20 mm. Med antagen utformning enligt Tabell 4 beräknas en total area på 1075 m² regnbädd kunna omhänderta en nederbörds mängd på 30 mm.

En principskiss för dagvattenhantering i 22 meters lokalgatan (bussgatan) ses i Figur 10.



Figur 10. Principskiss för hantering av dagvatten från bussgatan (Illustration: Ramböll Sverige AB).

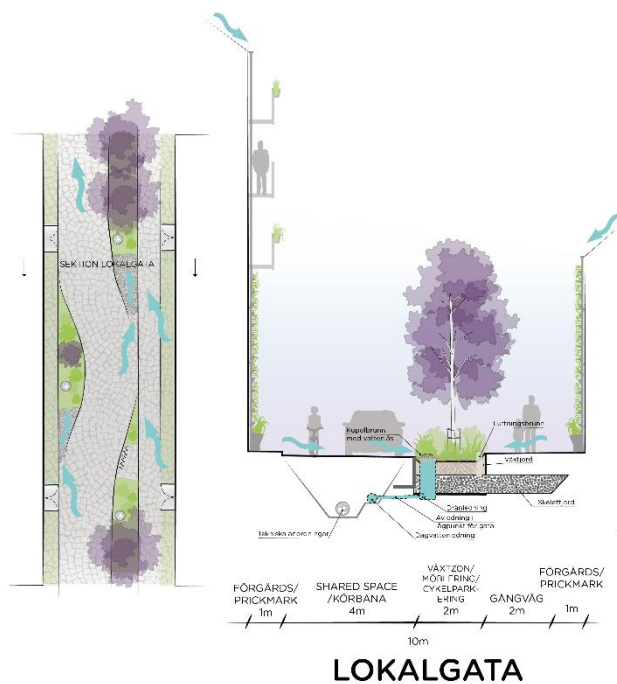
Bussgatan ska utformas som en trädallé med sektioner för regnbäddar med biokol dit dagvatten från GC- och körbana avleds ytligt via *kantstensöppningar* i gatans långlinjer.

5.1.3

Mindre lokalgator

Utifrån antagen utformning i Tabell 4 erfordras totalt ca 850 m² regnbäddar med biokol i de mindre lokalgatorna (8–10 m) för att omhänderta 20 mm nederbörd, detta motsvarar ca 8 % av lokalgatornas reducerade area. Tekniska anläggningar i anslutning till gatan kan med en planerad höjdsättning av gator avledas till regnbäddar i gatorna som dimensioneras upp för denna anslutna yta.

En principskiss över hur dagvatten från de smalare lokalgatorna (gatubredd 8 meter) föreslås hanteras ses i Figur 11.



Figur 11. Principskiss för hantering av dagvatten från mindre lokalgator (Illustration: Ramboll Sverige AB).

Dagvatten från gatan avleds till nedsänkta regnbäddar i gatans lågpunkt. Regnbäddar och planteringar kan anläggas i jämte gatans båda sidor för att skapa serpenter och inviga känslan av ett lågfartsområde. Dagvatten kan exempelvis ledas in via regnbäddens kortsida där vatten först får passera en grovrestensättning för avsättning av partiklar. Dagvatten kan även ledas in via öppningar i kantstenen längs regnbäddens långsidor. Avledningen av gatudagvatten till regnbäddarna ställer höga krav på gatornas utformning och höjdsättning vilket bör säkerställas i kommande projektering.

Om förgårdsmarken (kvartermarken) skall avledas ytligt mot regnbäddar på allmän platsmark behöver regnbäddarna dimensioneras upp för den tillkommande volymen. Överslagsmässigt gäller då att per 10 m² hårdgjord förgårdsmark

erfordras en utökning av anläggningens yta med 1 m² för att fördröja 20 mm nederbörd.

5.2 Dagvattenhantering kvartersmark

Den erforderliga volymen för bostadskvarteren är beräknad utifrån en schablonmässig avrinningskoefficient 0,5, det vill säga under antagandet att 50 % av den totala ytan av kvarterens bostäder och innergårdar etc. genererar avrinning. Utifrån detta antas kvarter planeras så att minst 50 % av dess totala area är genomsläpplig.

För att minska såväl som att inte öka magasinbehovet bör exploitörer planera för kvarter med en låg avrinningskoefficient. Detta kan ske genom att:

- Takvatten som avleds mot innergårdarna omhändertas där. Stuprör kan ansluta direkt till dagvattenmagasin eller förses med utkastare som avvattnas till grönytor/genomsläppliga ytor i anslutning till magasinet.
- Hårdgjorda ytor anläggs i anslutning till grönytor och avvattnas direkt till grönytorerna
- Gröna tak kan anläggas på byggnader där dessa kommer boende till nytta (estetiskt värde) exempelvis lägre parkeringshus och komplementbyggnader. Flacka gröna tak skulle kunna nyttjas till viss fördröjning av takvatten.

Vidare bör sparsam gödsling av grönytor och växter beaktas för att undvika tillskott av näringsämnen till Pinglaström.

Inom bostadskvarter finns generellt en stor andel takytor som ger en hög avrinning men som bidrar med relativt lite föroreningar i dagvattnet i jämförelse med exempelvis körytor. Takvattnet föreslås hanteras lokalt genom avledning till underjordiska magasin, exempelvis makadamfyllda magasin, med reglerad/strypt utloppsledning som sedan ansluts till dagvattennätet. Magasinet bör förses med bräddavlopp för att brädda överskottsvatten vid regn större än dimensionerande. Takvatten kan även nyttjas för bevattning av planteringar på såväl innergården som på förgårdsmarken. Fördröjning kan tillgodoses om planteringarna utformas som regnbäddar.

I Tabell 5 ges exempel på vilka volymer makadam som erfordras för att rymma 20 mm nederbörd från ett bostadskvarter. Makadam har en porositet på ca 30 % vilket innebär att en makadamvolym 100 m³ har en effektiv volym på 0,3 x 100 m³ = 30 m³. Med antaget djup på makadamen kan en uppskattning av magasinets yta göras.

Tabell 5. Makadamvolym och uppskattning av magasinets ytbehov utifrån reducerade area $A_{tot} * 0,5$

Reducerad area	Effektiv volym	Volym makadam	Ytbehov		
			Djup makadam 0,35 m	Djup makadam 0,6 m	Djup makadam 1 m
m^2	m^3	m^3	m^2	m^2	m^2
250	5	20	50	30	20
500	10	35	95	55	35
1000	20	70	190	110	70
1500	30	100	285	170	100

Takvatten liksom dagvattenavrinningen på innergårdarna från exempelvis gångstråk och cykelparkeringar kan avledas mot trädgropar. Trädgropen skall då utformas så att den medger dagvattenhantering.

Inom kvarter med körbara ytor och parkeringsplatser bör dagvattenanläggningar med mer långtgående reningseffekter exempelvis regnbäddar anläggas. Makadammagasin kan även föregås av oljeavskiljare för att förhindra att olja kommer ner i magasinet.

Dagvatten på skolfastigheten föreslås liksom kvartersmarken omhändertas i makadammagasin. Om utformning medger kan det vara en fördel att anlägga regnbäddar då denna typ av reningsanläggning generellt ger en bättre reduktion av näringsämnen. Se föroreningsberäkningar i avsnitt 7.

5.2.1 Kvarter med p-hus/mobilitetshus

Kvarteren med p-hus, kvarter 4 och kvarter 14, är översiktligt utformade och därför ges endast förslag för hantering av takdagvatten. Hantering av dagvatten från övriga ytor på kvarteren och dagvatten som uppkommer på själva innergården bör studeras i detalj i samband med att utformningen tas fram. Kvarter 4 och 14 återfinns i planområdets centrala del respektive södra del, se Figur 7.

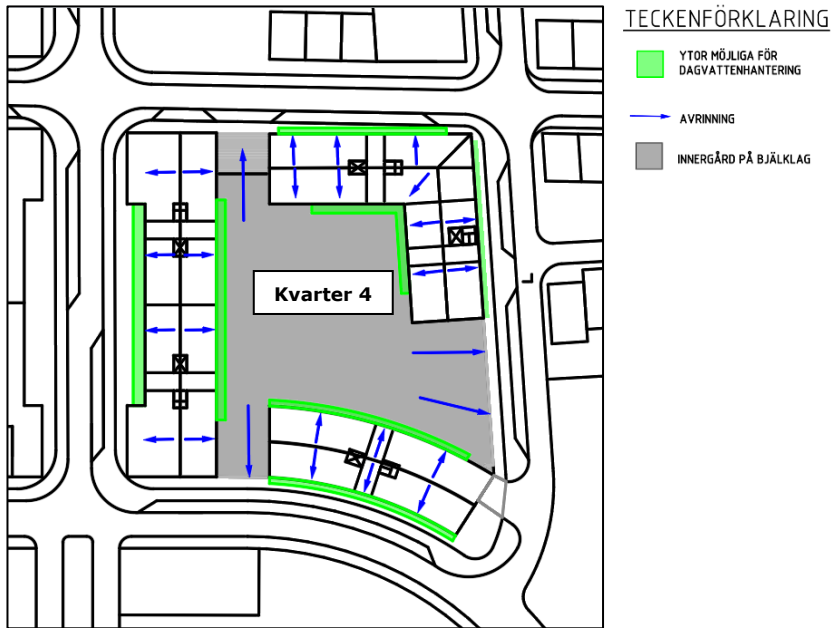
Erforderlig volym för hantering av takdagvatten kvarter med innergårdar på bjälklag är beräknad med en schablonmässig avrinningskoefficient 0,9. Takytor som lutar in mot innergårdarna föreslås avvattnas via stuprör till regnbäddar med ett jorddjup på 0,8 meter. Takytor som lutar ut mot gatan föreslås omhändertas i makadammagasin med 0,35–0,4 m djup på förgårdsmarken.

I Tabell 6 redovisas de volymer och ytor som krävs för fördröjning och rening av 20 mm nederbörd från takytor inom kvarter med p-hus.

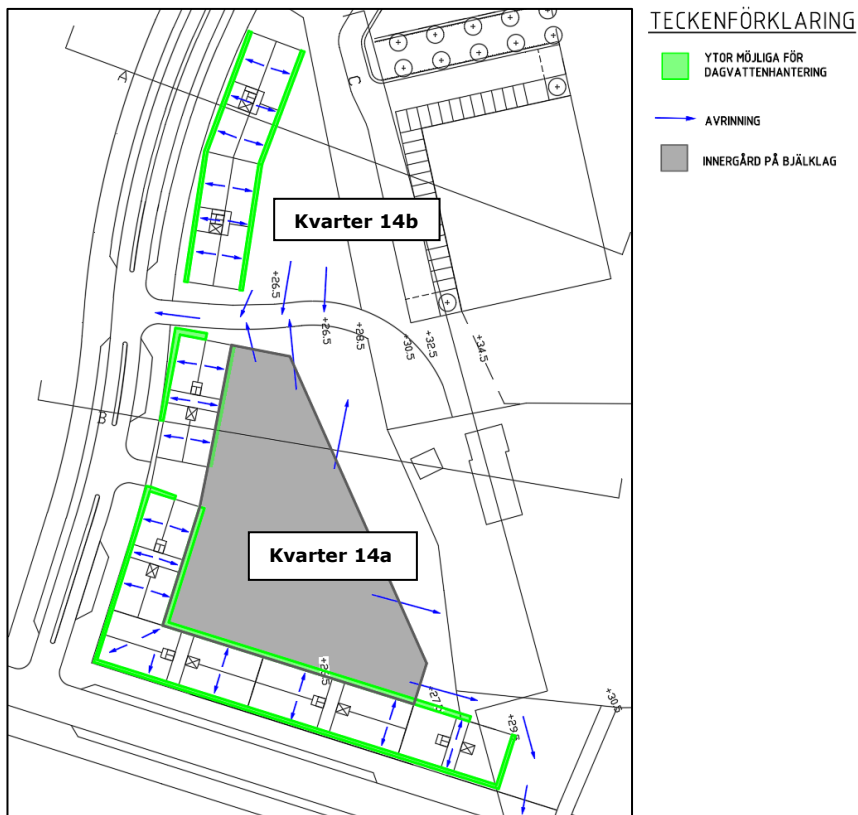
Tabell 6. Erforderliga fördröjningsvolym och ytbehov för omhändertagande av 20 mm nederbörd inom kvarter 4 och kvarter 14, n =porositet.

	Anläggning	Yta m ²	Volym m ³	Utformning
Kvarter 4				
Takyta, innergård	Regnbädd	132	16	Jorddjup 0,8-m, $n=0,15$
Takyta, förgårdsmark	Makadam- magasin	166	17	Makadamdjup 0,35 m, $n=0,3$
<i>Summa</i>		298	33	
Kvarter 14a				
Takyta, innergård	Regnbädd	235	31	Jorddjup 0,8-m, $n=0,15$
Takyta, förgårdsmark	Makadam- magasin	255	33	Makadamdjup 0,4 m, $n=0,3$
<i>Summa</i>		490	64	
Kvarter 14b				
Takyta, innergård	Regnbädd	92	11	Jorddjup 0,8-m, $n=0,15$
Takyta, förgårdsmark	Makadam- magasin	107	11	Makadamdjup 0,35 m, $n=0,3$
<i>Summa</i>		199	22	

I Figur 12 och Figur 13 redovisas principskisser på föreslagen dagvattenhantering av takdagvatten inom Kvarter 4 och Kvarter 14.



Figur 12. Principskiss föreslagen placering av dagvattenmagasin (grönmarkerade ytor) och förslag på rinnvägar för avvattning (blå pilar) för kvarter 4.



Figur 13. Principskiss föreslagen placering av dagvattenmagasin (grönmarkerade ytor) och förslag på rinnvägar för avvattning (blå pilar) för kvarter 14.

Gällande dagvattenmagasin på förgårdsmarken så kan, beroende på förutsättningarna, makdammagasin anläggas under markytan eller i upphöjda regnbäddar längs med fasaden. På så vis kan en fördröjningsvolym mellan växtjorden och planteringslådan överkant erhållas. Likaså kan en regnbädd på bjälklag ramas in för att erhålla en fördröjningsvolym på ytan. För att erhålla större magasinsvolymer kan även djupet på lagret av makadam ökas.

Dagvattenmagasinen anläggs med reglerad utloppsledning och ansluts sedan till dagvattenledning. Dagvattenmagasinen bör även anläggas med bräddavlopp för att avleda vatten vid större flöden än dimensionerande.

Regnbäddar som utförs på bjälklag kommer att vara täta, vilket ställer krav på utformningen. Planteringarna behöver ha en god dränerande förmåga så att vatten kan avledas samtidigt som det behöver ha en god fukthållande kapacitet för att undvika uttorkning av substratet. Vidare utredning behöver göras på bjälklagets bärande kapacitet och ytterligare laster som skapas av avvattningslösningar som görs på bjälklagen där det är viktigt att säkerställa att dessa kan hanteras.

Vid utformning är det viktigt att kvarteren höjdsätts så att avledning av dagvattnet sker bort från byggnader. Höjdsättning ska även säkerställas så att instängda områden undviks och möjliggör säker avledning av vatten genom att sekundära avrinningsvägar skapas ut från innergården. Höjdsättningen på bjälklaget bör säkerställa avledning till dräneringsbrunn som gör att det finns en avtappning till dagvattennätet.

6. Flödesberäkningar

För att få en bild av den förändrade flödessituationen har flödesberäkningar utförts utifrån nuvarande förhållanden och framtida förhållanden.

6.1 Metodik

Flödesberäkningar har utförts med rationella metoden. Den matematiska formel som beskriver den rationella metoden ges av Ekvation 3 nedan (Svenskt Vatten, 2016).

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf \quad (1)$$

q_{dim} är det dimensionerande flödet (l/s), A är avrinningsområdets area (ha), φ är avrinningskoefficienten (-) och $i(t_r)$ är den dimensionerande regnintensiteten (l/s, ha), beräknad med Dahlström 2010 (Svenskt Vatten 2011). t_r står för regnets varaktighet vilken i rationella metoden likställs med områdets rinntid t_c (s). kf är klimatfaktorn (-) som används för att kompensera för framtida klimatförändringar.

Rinntiden t_c avser den tid det tar för hela området att bidra till flödet i beräkningspunkten. Rinntider har uppskattats utifrån den längsta sträcka som vattnet rinner i varje delområde och vattenhastigheter i olika typer av avledning, hämtade från Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten 2016).

6.2 Resultat flödesberäkningar

I Tabell 7 redovisas den beräknade rinntiden inom respektive delområde före och efter exploatering. Längsta rinnsträcka under befintliga förhållanden beräknades till 500 m i delområde 1 och 1250 m respektive delområde 2. Före exploatering avser beräknad rinntid flöde på markytan (0,1 m/s) och efter exploatering flöde i ledning (1,5 m/s) enligt tabell 4.5 i P110.

Tabell 7. Rinntid inom området för respektive delavrinningsområde.

	Befintliga förhållanden	Framtida förhållanden
	<i>min</i>	<i>min</i>
Delavrinningsområde 1	83	10
Delavrinningsområde 2	208	208

Flödesberäkningar vid regn med återkomsttid 5 respektive 20 år, har utförts för respektive delområde och redovisas i Tabell 8 och Tabell 9.

Tabell 8. Flödesberäkningar för 5-årsregn.

	Befintliga förhållanden	Framtida förhållanden
	Klimatfaktor 1	Klimatfaktor 1,25
Delområde 1		
Varaktighet (min)	83	10
Regnintensitet (l/s, ha)	45	227
Reducerad area (ha)	1,1	6,29
Flöde (l/s)	50	1428
Delområde 2		
Varaktighet (min)	208	10
Regnintensitet (l/s, ha)	23	29
Reducerad area (ha)	0,22	0,22
Flöde (l/s)	6	7

Tabell 9. Flödesberäkningar för 20-årsregn.

	Befintliga förhållanden	Framtida förhållanden
	Klimatfaktor 1	Klimatfaktor 1,25
Delområde 1		
Varaktighet (min)	83	10
Regnintensitet (l/s, ha)	71	358
Reducerad area (ha)	1,1	6,29
Flöde (l/s)	78	2252
Delområde 2		
Varaktighet (min)	208	10
Regnintensitet (l/s, ha)	36	45
Reducerad area (ha)	0,22	0,22
Flöde (l/s)	9	11

I och med en ökad andel hårdgjorda ytor samt en avledning via ledningsnät ökar flödena markant ifrån området efter exploatering. Den beräknade fördröjningsvolymen utifrån kravet på omhändertagande av 20 mm nederbörd motsvarar den volym som behöver fördröjas för att inte öka flödena vid ett dimensionerande regn med 10-års återkomsttid vid befintliga förhållanden. För att säkerställa att flödet från området efter exploatering inte ökar vid ett 10-års regn är det viktigt att det finns en flödesreglering ut från dagvattenmagasinen som begränsar flödet till ledningsnätet.

6.3 Avledning av 20-årsregn

Dagvatten från planområdet föreslås avledas till befintligt dike väster om planområdet. Diket leds under Brunnbyvägen via befintlig vägtrumma.

Trumman under Brunnbyvägen rekommenderas att dimensioneras för kommande bebyggelse i närområdet. I tidigare dagvattenutredning för samrådsförslaget (Ramboll, 2018), har vid ett 20-årsregn ett område på cirka 68 ha beräknats avrinna till Pinglaström via trumman under Brunnbyvägen. Det rekommenderas att befintlig vägtrumma dimensioneras upp för att klara minst ett 20-årsregn från hela det bidragande området.

Utifrån det uppskattade avrinningsområdets storlek och antaganden om kommande exploatering i området har det dimensionerande flödet i punkten för avledning under Brunnbyvägen modellerats med en klimatfaktor 1,25 vid ett 20-årsregn till ca 4000 l/s. Vid modellering har flöden från kommande exploateringen av detaljplaneområdet enligt samrådsförslag tagits hänsyn till.

I Tabell 10 har erforderliga trumdimensioner tagits fram genom Colebrook-diagram utifrån flödet på 4000 l/s och lutningarna 0,5 respektive 1 % utifrån givna nivåer på vattengångar.

Tabell 10. Förutsättningar och beräkningar erforderlig trumdimension under Brunnbyvägen. VG-nivå = nivå på vattengång.

	Alternativ 1 Befintlig VG-nivå bibehålls	Alternativ 2 Sänkning av befintlig VG-nivå
VG-nivå Brunnbyvägen	+20,26	+19,34
VG-nivå Pinglaström	+18,59	+18,59
Fall	ca 1 %	ca 0,5 %
Dimension	2 x 1000 mm	2 x 1200 mm
Befintlig nivå marknivå Brunnbyvägen	+21,15	+21,15
Avstånd mellan vg-nivå och markyta	0,89 m	1,81 m
Sektion (ledning + kringfyll + överbyggnad)	1,1m+0,3m+0,6m = 2m	1,3m+0,3m+0,6m = 2,2m
Höjning Brunnbyvägen	ca 1 m	ca 0,4 m

Förutsatt att nivån på vattengången i befintlig trumma under Brunnbyvägen bibehålls (alternativ 1) beräknas trumdimensionen behöva utgöras av 2 stycken trummor med innerdiameter 1000 mm. Görs istället en sänkning av vattengångsnivån vid Brunnbyvägen (alternativ 2) erfordras 2 stycken trummor med innerdiameter 1200 mm. Trummans in och utlopp bör även anläggas nedsänkt, 15–20 cm, under dikesbotten för att nyttja trumman hydrauliska egenskaper rätt och miljövärden ska kunna uppnås. Med trumdimensioner enligt Tabell 10 beräknas trummorna ha en högre kapacitet än 4000 l/s vid ett 20-årsregn men då har hänsyn ej tagits till exploatering av mark utanför detaljplanområdet för samrådsförslaget.

För att ge utrymme åt de nya trummorna kommer Brunnbyvägen behöva höjas. För alternativ 1 beräknas höjningen uppgå till cirka 1 meter och för alternativ 2 till cirka 0,4 meter, se Tabell 10. Anläggningsdjup i förhållande till dikesbotten (som beskrivs ovan) har ej tagits med i beräkningarna.

7. Föroreningsberäkningar

7.1 Metod

Föroreningsberäkningar har utförts i det webbaserade verktyget StormTac (v19.3.1). I StormTac beräknas förorening utifrån schablonhalter som baseras på långa, flödesproportionella provtagningsserier och motsvarar årsmedelkoncentrationen vid normalnederbörd. I simuleringen för planområdet användes normalnederbörden 580 mm (motsvarande 527 mm inkl. korrigeringsfaktor 1,1 för systematiska mätfel enligt rekommendation i StormTac). Nederbörds mängden hämtades från SMHI:s mätstation med klimatnummer 97490 i Ultuna.

Föroreningsberäkningarna omfattar både inläckande grundvatten, så kallat basflöde och dagvatten. De ämnen som ingår i beräkningen är näringsämnen kväve (N) och fosfor (P), tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg), suspenderad substans (SS), oljeindex.

7.1.1 Osäkerheter i beräkningsverktyget StormTac

I modellen sammanställs schablonvärden i form av årliga avrinningskoefficienter och schablonhalter för olika markanvändning. Dessa uppdateras kontinuerligt efter kännedom om nya undersökningar.

Vid kalibrering av schablonhalter har främst svenska undersökningar använts, vilket innebär att schablonhalterna i StormTac är mest tillförlitliga för svenska förhållanden. På grund av bristen på data för vissa föroreningar och vissa markanvändningar har dock även internationella studier använts. Tillförlitligheten är generellt högst (spridningen i data minst) för markanvändningskategorierna för olika bostadsområden och genomfartsvägar samt för ämnena partiklar (SS), näringsämnen och metaller, undantaget kvicksilver.

StormTac är inget exakt beräkningsverktyg och bör endast användas för att få en generell bild av hur föroreningssituationen efter ombyggnad kan se ut. Det ger dock en indikation på vilka ämnen som tenderar att öka/minska vid ett framtidsscenario inom planområdet. Antaganden om framtida marktyper inom planområdet påverkar beräkningsresultatet.

7.2 Resultat föroreningsberäkningar

Markanvändningen i Tabell 2 har legat till grund för beräkning av föroreningssituationen vid befintlig och framtida utformning av området. Beräkning av föroreningssituationen vid framtida utformning med åtgärder för rening av dagvatten, har gjorts utifrån föreslagna anläggningstyper och anläggningsareor enligt Tabell 4. Dagvatten från lokalvattnet renas i regnbäddar med biokol och kvartermarken och skolområdet i makadammagasin.

Tabell 11 redovisar beräknade föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för befintliga och framtida förhållanden, samt för framtida förhållanden med föreslagna åtgärder. I Tabell 12 redovisas beräknade föroreningsmängder (kg/år).

Tabell 11. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) i dagvattnet före- och efter exploatering, efter rening samt beräknad halt (löst form). Röda fetmarkerade värden indikerar ökade halter jämfört med befintligt scenario, och grönmarkerade kursiverade värden indikerar att halterna beräknas minska.

Ämne	Före ($\mu\text{g/l}$)	Efter utan rening ($\mu\text{g/l}$)	Efter med rening ($\mu\text{g/l}$)
P	88	180	<i>51</i>
N	960	1400	<i>510</i>
Pb	3,10	12	<i>1,10</i>
Cu	10	22	<i>4,10</i>
Zn	24	76	<i>7,80</i>
Cd	0,20	0,44	<i>0,08</i>
Cr	2,20	6,5	<i>1,10</i>
Ni	1,40	5,4	<i>1,40</i>
Hg	0,0044	0,028	0,0094
SS	21 000	51 000	<i>5 700</i>
Olja	170	310	<i>36</i>
PAH16	0,050	0,39	0,076
BaP	0,0050	0,031	0,0069

Tabell 12. Föroreningsmängder ($\text{kg}/\text{år}$) i dagvattnet före- och efter exploatering, samt efter rening. Röda fetmarkerade värden indikerar en ökad föroreningsbelastning jämfört med befintligt scenario, och grönmarkerade kursiverade värden indikerar en minskad föroreningsbelastning.

Ämne	Före ($\text{kg}/\text{år}$)	Efter utan rening ($\text{kg}/\text{år}$)	Efter med rening ($\text{kg}/\text{år}$)	Förändring årlig föroreningsbelastning (%)
P	1,20	8,4	2,40	100
N	13	66	24	85
Pb	0,042	0,54	0,054	29
Cu	0,13	1	0,19	46
Zn	0,33	3,6	0,37	12
Cd	0,0027	0,021	0,0037	37
Cr	0,030	0,3	0,050	67
Ni	0,019	0,25	0,065	242
Hg	0,00006	0,0013	0,00044	633
SS	283	2400	<i>265</i>	-6
Olja	2,20	15	<i>1,70</i>	-23
PAH16	0,00067	0,018	0,0035	422
BaP	0,000067	0,0015	0,00032	378

Generellt indikerar resultaten att samtliga halter av näringsämnen, studerade metaller samt olja, PAH16 och BaP beräknas öka utan reningsåtgärder. Med föreslagna reningsåtgärder beräknas samtliga studerade ämnen reduceras jämfört utan reningsåtgärder. Med föreslagna åtgärder indikerar också resultaten en minskning av halterna för samtliga studerade ämnen med undantaget för nickel (Ni) och kvicksilver (Hg), PAH16 och BaP jämfört med nuvarande situation.

Till följd av den ökade hårdgörandegraden i och med exploateringen ökar flödet från området och på så vis även de transporterade mängderna föroreningar (belastningen). Med föreslagna reningsåtgärder indikerar resultaten en minskad belastning av olja och suspenderat sediment (SS) men en ökning av övriga studerade ämnen jämfört med nuvarande situation. Den beräknade procentuella förändringen i årliga belastning ses i högra kolumnen i Tabell 12.

Om regnbäddar väljs på skolfastigheten indikerar resultaten en minskad belastning av näringsämnen, se Tabell 13. I Tabell 13 ses även den beräknade samlade reningseffekten om:

- Alternativ 1): dagvatten från lokalgatorna renas i regnbäddar med biokol och dagvatten från skolfastigheten och kvartersmarken i makadammagasin eller;
- Alternativ 2): dagvatten från lokalgatorna och skolområde renas i regnbäddar med biokol och dagvatten inom kvartersmarken i makadammagasin.

Tabell 13. Resultat från föroreningsberäkningar efter rening med växtbäddar inom skolfastigheten. Det redovisas även en jämförelse i total reningseffekt vid hantering i makadammagasin (alternativ 1) respektive regnbäddar (alternativ 2)

Ämne	Efter med rening (kg/år)	Beräknad reningseffekt i medeltal (%)	
		Alternativ (1)	Alternativ (2)
P	2,10	75	80
N	23	67	68
Pb	0,050	92	93
Cu	0,19	84	84
Zn	0,35	92	93
Cd	0,0037	79	79
Cr	0,070	60	51
Ni	0,065	54	54
Hg	0,00043	66	67
SS	282	92	91
Olja	2,40	89	84
PAH16	0,0029	83	88
BaP	0,00028	72	76

Resultatet indikerar en minskad belastning av bland annat näringsämnen om dagvatten på skolfastigheten omhändertas i regnbäddar jämfört i makadammagasin, näringsämnen är prioriterade ämnen för Pinglaström. Med makadammagasin indikerar dock resultaten en minskad belastning av framförallt olja, krom (Cr), PAH16 och BaP, jämfört om dagvatten hanteras i regnbäddar.

7.3 Påverkansbedömning recipient

Föreslagen detaljplan innebär exploatering av befintlig naturmark och en ökad andel hårdgjorda ytor inom Pinglaströms avrinningsområde. Den typ av markanvändning som främst bidrar med föroreningar i dagvatten är vägar och parkeringsplatser. Från dessa ytor följer exempelvis tungmetaller, PAH:er, fosfor och spill av drivmedel och olja med dagvattnet. Efter föreslagna reningsåtgärder inom planområdet minskar flera av koncentrationerna av prioriterade ämnen däribland näringsämnena fosfor och kväve. Reningseffekten av föreslagna åtgärder är mellan 67–75 % för näringsämnena kväve och fosfor. I och med en ökad avrinning ökar belastningen av dessa ämnen och den totala mängden som avleds till recipienten. Belastningen av fosfor från planområdet ökar med ca 1,2 kg P/år. I jämförelse med den totala belastningen på recipienten samt planerat åtgärdsprogram bedöms påverkan från aktuell detaljplan begränsad. De reningsåtgärder som föreslås är i enlighet med åtgärdsnivån på fördröjning och rening av de första 20 mm nederbörd vilket tar avstamp i målet om en förbättrad vattenkvalitet. Anläggningar med kapacitet för magasinering av 20 mm nederbörd kan rena 90 % av den årliga nederbörden. För att öka reningseffekten ytterligare föreslås det vid implementering av växtbäddar ett val av substrat och växter med särskild förmåga till upptag av näringsämnen, exempelvis biokol.

Allmän platsmark utformas för att dagvatten ska kunna omhändertas lokalt och renas innan det lämnar planområdet. I anslutning till de mest förorenade ytorna anläggs regnbäddar som dimensioneras utifrån kravet på 20 mm våtvolum. Regnbäddarna byggs upp med biokol för att potentiellt öka reningsgraden av prioriterade ämnen (näringsämnen). Bussgatans bredd medger regnbäddar som kan omhänderta en större nederbörds mängd än vad som krävs, 30 mm, detta motsvarar ett omhändertagande på cirka 95 % av den årliga nederbörden. Föreslagna åtgärder bedöms skapa ett robust system för dagvattenhantering.

Från planområdet avleds dagvattnet till befintligt dike som medför ytterligare rening och fördröjning. Vidare jobbar kommunen med meandringen i enlighet med underlag till LÅP, se avsnitt 2.4.1.

Sammantaget bedöms föreslagen exploatering inte försvåra möjligheterna att nå en god vattenkvalitet i recipienten.

8. Lågpunktkartering och skyfallsanalys

8.1 Metod

SCALGO Live är ett program med möjlighet till att utföra lågpunktkarteringar som visualiserar ytliga vattenvägar och utbredning av instängda områden. Till skillnad mot traditionella karteringar som genomförts med exempelvis GIS tar SCALGO Lives metodik hänsyn till hur mycket regn som antas nå lågpunkterna vilket gör det enklare att göra en bedömning av risken för skada inom lågpunkten. Baserat på antaganden om ledningsnätets kapacitet och markförhållandena går det att få en god uppskattning för utbredningen av det vatten som lägger sig i lågpunkterna samt lågpunkternas respektive avrinningsområde. En begränsning i programmet är att det inte tar någon hänsyn till rinntid. För att veta vilka flöden (i l/s) som genereras och hur vattnet breder ut sig längs vattenvägarna behöver en hydraulisk modell tas fram där ett regn över tid kan simuleras.

8.2 Applicerad nederbörd

I och med att modellen inte tar hänsyn till någon tidsfaktor behöver antaganden göras för att bestämma hur mycket nederbörd som kan representera en viss återkomsttid. Vid uppskattningen av den bidragande nederbördsmängden har hänsyn tagits till flödesintensiteten och varaktigheten på regnet (rinntiden) vilken är beroende av utformningen och avrinningsområdet. Planområdets bidragande yta är cirka 10 ha. Rinntiden har beräknats till 10 minuter efter exploatering. Detta innebär en regnintensitet på 489 l/s, ha vilket har använts för att beräkna nederbörden vid ett 100-årsregn. Beräkningar har utförts med en applicerad klimatfaktor 1,25.

Den beräknade nederbörden motsvarande ett 10 minuters 100-årsregn har beräknats till cirka 37 mm.

Avvattningen inom avrinningsområdet sker i ledningsnät och öppna diken. Med det bidragande avrinningsområdet avses de områden som direkt rinner in till och från planområdet och inte det faktiska (topografiska) området. Ingen hänsyn har tagits till den kapacitet till avledning som finns i ledningssystemet.

8.3 Höjdsättning

Gatunivåerna är antagna i enlighet med angivelse i plankarta. I och med att ingen höjdsättning finns tillgänglig för kvartersmarken har kvartersmarken antagits vara upphöjd i jämförelse med omkringliggande gator. På så vis minskar risken för stående vatten inne på och intill byggnader. Både park- och naturmark har i analysen förutsatts vara på befintlig marknivå.

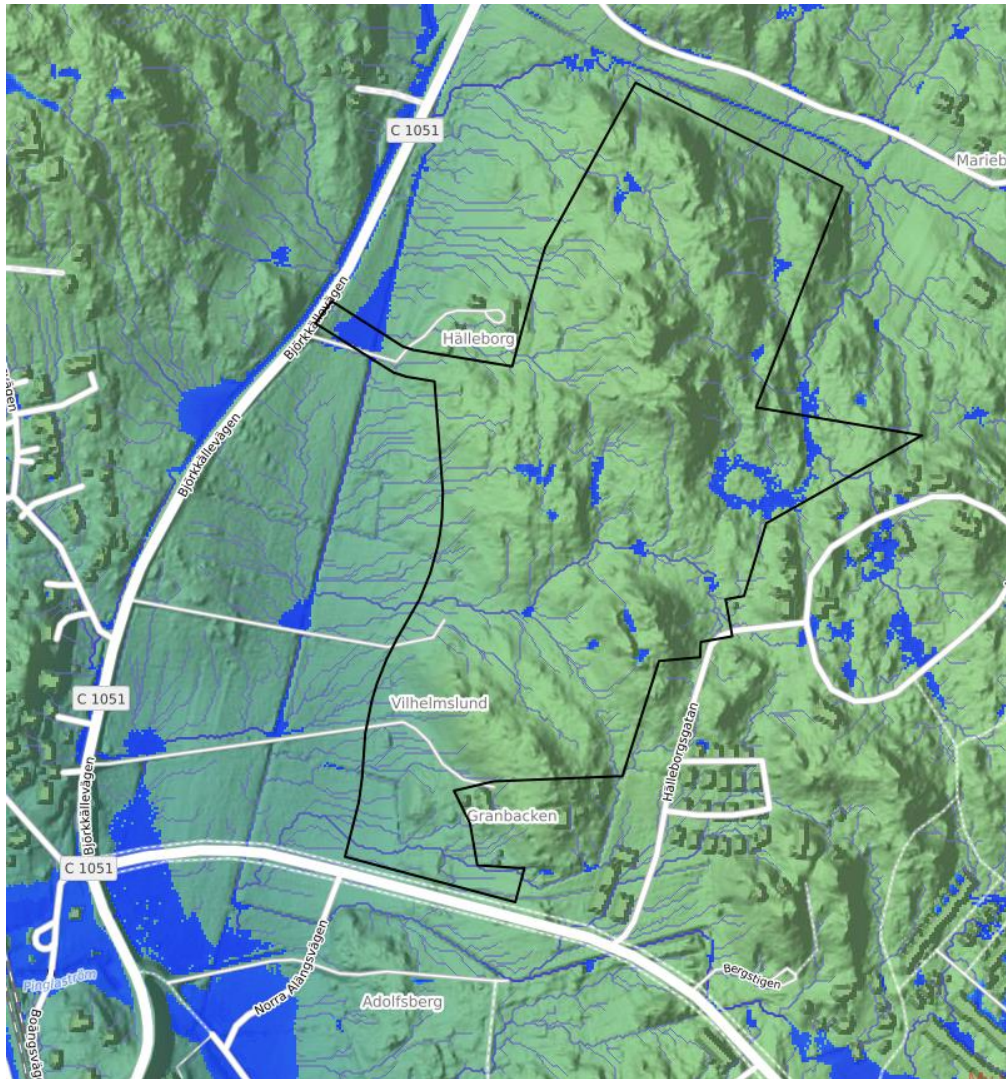
8.4 Resultat

I följande avsnitt redovisas resultatet från lågpunktkarteringen vid befintliga och framtida förhållanden.

8.4.1

Befintlig situation

I Figur 14 redovisas resultatet från lågpunktskarteringen vid befintliga förhållanden. Inom planområdet finns mindre befintliga lågpunkter där vatten riskerar att bli stående. I den västra delen av planområdet finns det befintliga diket vilket avvattnar avrinningsområdena i norr. Vid infarten mot Hälleborg från Björkkällevägen ansamlas vattnet längs med befintligt dike.



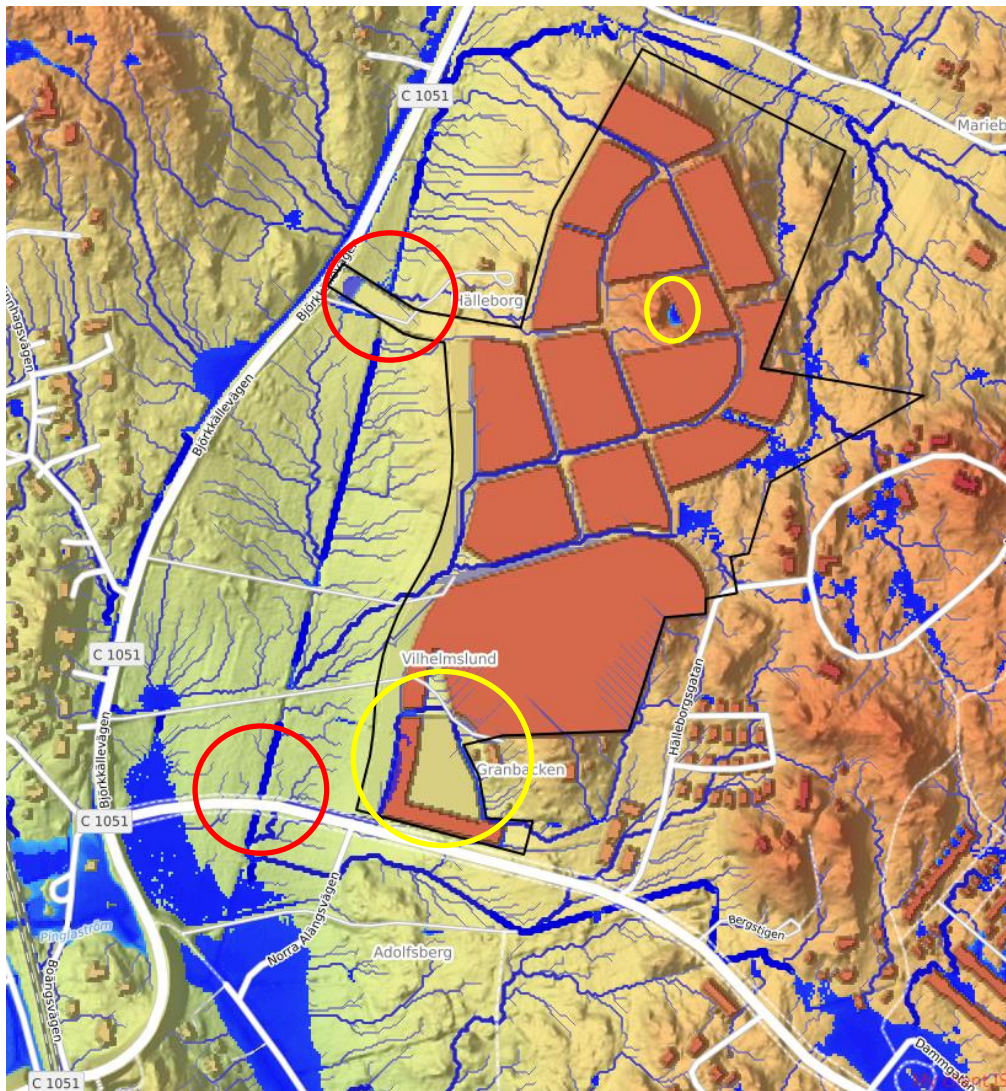
Figur 14. Lågpunktskartering utifrån befintliga förhållanden. Mörkblå färg indikerar lågpunkter där vatten blir stående. Mindre pilar symboliserar de ytliga avrinningsstråken. Applicerad nederbörd 37 mm. Planområdesgräns är markerad med svart. Bild: SCALGO Live.

8.4.2

Framtida situation

I Figur 15 redovisas resultatet från lågpunktskarteringen. Det kan ses att gatorna inom området agerar som skyfallsleder. Majoriteten av området avvattnas till befintligt dike väster om planområdet. I områdena markerade med röd ring har

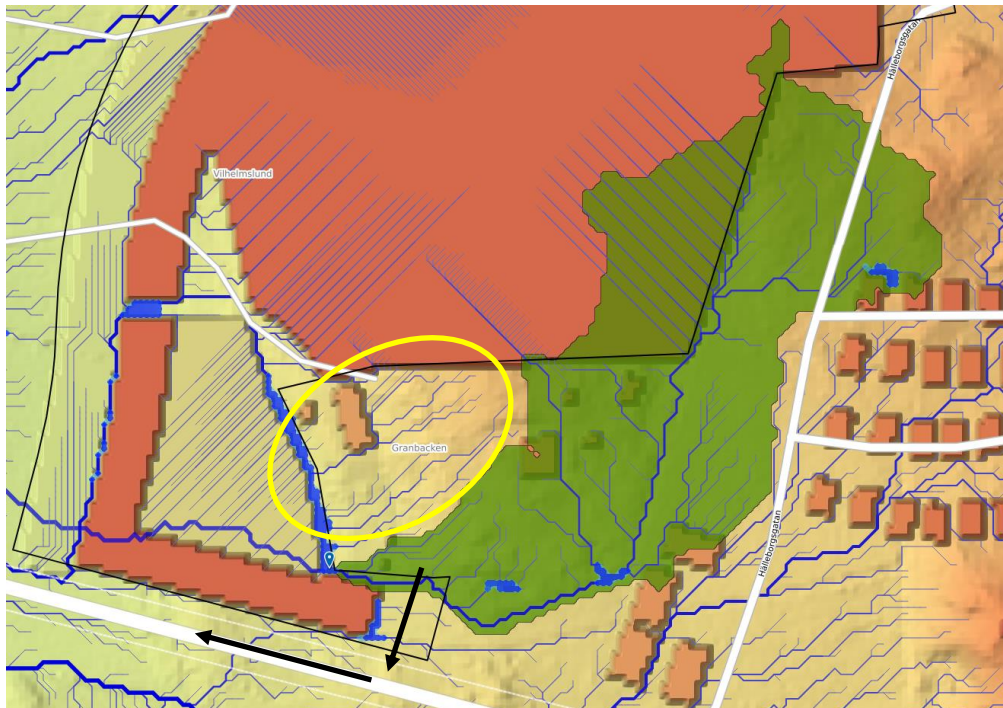
avledning under väg simulerats med vägtrummor. I modellen antas dessa trummor ha en obegränsad kapacitet varför dess dimension behöver ses över i kommande skede.



Figur 15. Lågpunktkartering för framtida förhållanden inom planområdet. Applicerad nederbörd är 37 mm. Planområdesgränsen är markerad med svart. De båda ringarna avser områden med stående vatten inom planområdet. Bild: SCALGO Live.

Utifrån befintlig höjdsättning av parkmark, skapas två instängda områden intill byggnader (gul ring). Det är viktigt att vid kommande höjdsättning av kvartersmarken undvika att planera byggnation längs med befintligt avrinningsstråk för att inte riskera stående vatten intill fastigheten.

I Figur 16 redovisas delar av det avrinningsområde som bidrar med vatten intill Kvarter 14. Längs med svart pil i figuren, planeras en angöringsgata som ska ligga på kommunens mark och som skall ansluta till befintliga fastigheter. Det rekommenderas att vägen utformas med ett avskärande stråk för att leda vatten vid skyfall längs med Brunnbyvägen och för att inte riskera att vattnet blir stående intill fasadliv på planerad byggnad.



Figur 16. Förslag på avskärande åtgärd inom planområdet för att minska risken för stående vatten intill fasad från avrinningsområde från nordost (markerat med grönt). Område markerat med gult bidrar med flöde mot kvartersgränsen. Höjdsättningen föreslås ses över för att minimera andelen stående vatten intill fasad på planerat kvarter.

8.5 Rekommendationer för fortsatt skyfallsplanering

Vid skyfall eller regn större än dimensionerande, kommer kapaciteten i dagvattensystemet att överskridas. Avledning av vattnet behöver då kunna ske på ett säkert sätt som inte riskerar skada byggnader. Entréer och tomtmark bör höjdsättas så att de är belägna högre än gator och så att gatorna kan fungera som sekundära avrinningsvägar. Fortsatt höjdsättning av gaturum, torg och parkytor bör göras så att instängda områden undviks och kontinuerlig ytlig avledning av dagvatten kan ske från planområdet mot befintligt dike i väster när dagvattenledningsnätet går fullt.

Den nya anslutande vägen till Björkkällevägen skapar ett instängt område. Det behöver säkerställas att vatten kan avledas via trummor under den planerade vägen samt att trummor i befintligt dike dimensioneras upp.

Kvarter 14 som planeras längs med Brunnbyvägen behöver höjdsättas så att vatten kan avledas längs med gator för att undvika instängda områden bildas. Detta kan till exempel göras genom att vid angöring till befintliga fastigheter vid Granbacken, skapa ett avskärande stråknordväst om kvarteret som avleds längs med Brunnbyvägen istället för att riskera att bli stående mot planerade byggnader.

Vid skyfall måste avledning från planområdet till Pinglaström säkerställas. Avledningen under Brunnbyvägen har tillsammans med exploateringen i kommunen diskuteras för att dimensioneras för att kunna leda igenom ett 20-årsregn. Vid dimensionering av vägtrummor är det viktigt att hänsyn till avrinning från anliggande områden som också planeras exploateras. Vid flöden större än 20-årsflödet skall avledning till Pinglaström via bräddning över Brunnbyvägen och ytlig avledning vi området söder om Brunnbyvägen möjliggöras. Vid planering av marken söder Brunnbyvägen behöver flöden från uppströms liggande områden beaktas så att inte byggnader planeras i lågstråk.

Inom ramen för denna utredning kan ingen negativ påverkan på nedströms bebyggelse utläsas utifrån den lågpunktskartering som gjorts. Då planer finns för exploatering av omgivande marker rekommenderas att man tar ett helhetsgrepp om hur skyfall i området skall hanteras. För att utreda effekterna av ökade flöden i och med exploateringen krävs en dynamisk modellering av det bidragande avrinningsområdet till Pinglaström.

9. Kostnadsbedömning

9.1 Anläggningskostnad

En kostnadsuppskattning för dagvattenåtgärder på allmän platsmark har gjorts utifrån leverantörsinformation samt en sammanställning av tidigare kostnadsuppskattningar.

- Ramboll: Kostnadsberäkning av Ramboll inkluderar schakt, arbetskostnader, dränering, fyllnadsmaterial och växter men inte inlopp och bräddbrunn.
- WRS: Kostnadsberäkning av WRS beskriver anläggningskostnaden. Det är osäkert vad som inkluderas i kostnadsuppskattningen.
- Leverantör: Kostnadsuppskattning från leverantör inkluderar dränering, fyllnadsmaterial, bräddbrunn: Schakt och anläggningskostnader inkluderas ej.

Beräkningar har gjorts utifrån kvadratmeter regnbädd som redovisas i Tabell 14. Bedömda kostnader bör endast ses som en grov uppskattning och det är viktigt att jämföra kostnaderna med bakgrunden av vilka parametrar som är inkluderade. Anläggningskostnader varierar utifrån områdesspecifika förutsättningar och bör kalkyleras när mer förutsättningar är på plats.

Tabell 14. Kostnadsuppskattning av kvadratmeter regnbäddar på allmän platsmark.

Källa	Regnbädd
Ramboll	3 500 kr/m ²
WRS (2016)	3 500 kr/m ²
Leverantör	7 500 kr/m ²
Summa (min-max)	6 800 000 – 14 750 000 kr

9.2 Drift- och underhållskostnader

Löpande underhåll innefattar växtskötsel samt inspektion och rensning av inlopp och bräddavlopp. Nyanlagda anläggningar kräver utökad skötsel de tre första åren. För alla typer av anläggningar ska man vid planeringen tänka på åtkomst för skötsel, såsom angöring med gräsklippare, snöröjningsfordon, övriga maskiner för exempelvis slamsugning etcetera.

Anläggs sandfång före inloppet minskar behovet av underhåll av inlopp och bräddavlopp. Genomsläpligheten minskar efter hand på grund av att föroreningar ackumuleras. För att återställa funktionen kan det yttersta lagret tas bort för att återställa dess funktion. Vattnet måste infiltrera på mindre än 48 timmar för att garantera att anläggningen är myggfri. Tillsyn bör ske ca fyra gånger per år och underhållas cirka 1–2 gånger per år. Denna kostnad uppskattas till 400 kr/h.

10. Fortsatt arbete

Föreslagna åtgärder bedöms skapa ett robust system för dagvattenhantering. Kommande arbete ska fortsattsatt möjliggöra att dagvatten kan fördröjas och omhändertas lokalt på kvartersmark och allmän platsmark innan dagvattnet går vidare till samlad avledning från området. Dagvattensystemen ska även fortsatt anpassas till förväntade klimatförändringar och framtida planerad bebyggelse. Sekundära avrinningsvägar har identifierats för detaljplanen. Vid höjdsättning av mark samt placering av byggnader och infrastruktur ska plats ges för dagvattnet, detta behöver beaktas genom hela processen, från plan till verkställande.

För optimal funktion i dagvattensystemet behövs en bättre bild av grundvattennivåer. Grundvattenmätningar har endast utförts i en punkt i närområdet men visade på ytligt liggande grundvatten. De geohydrologiska förutsättningarna bör därför studeras närmare, exempelvis genom geohydrologisk utredning.

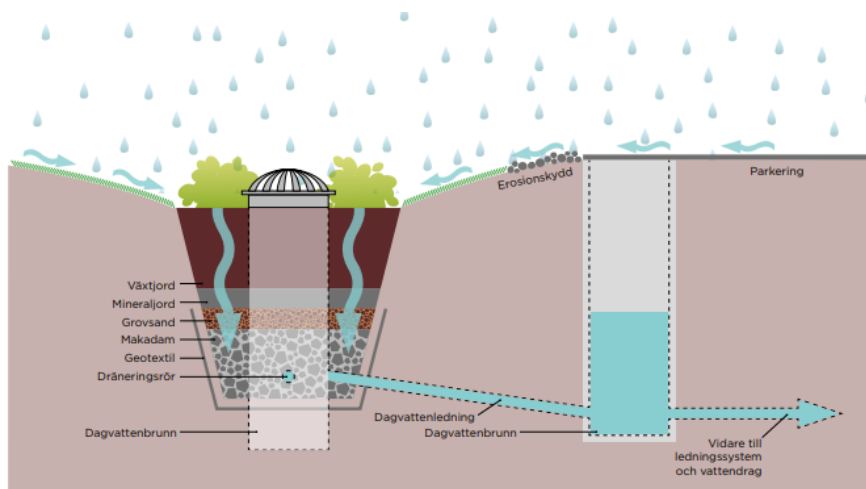
För att säkerställa erforderlig dimension och lämpliga nivåer på vägtrummor under Brunnbyvägen föreslås modellering av dagvattenflödena och att detta görs med hänsyn till kommande exploatering av närområdet. För att bedöma lämpliga nivåer och fall på vägtrummor rekommenderas även att inmätning och bedömning av medel- och högvattenstånd vid utloppet i Pinglaström görs.

11. Exempel på dagvattenanläggningar

11.1 Regnbäddar/nedsänkta växtbäddar

En, även kallad regnbädd, även kallad nedsänkt växtbädd, är en planteringsyta som är till för att fördröja och rena dagvatten. Växtbäddens skall anläggas så att dess överkant ligger minst ett par centimeter under marknivå för att erhålla ett ytligt magasin ovan växtjorden. Om vattnet kommer från en högre nivå, exempelvis ett stuprör, kan växtbädden anläggas i en upphöjd planteringslåda. Den huvudsakliga reningen sker i passagen genom filtermaterialet (växtjorden) vilken således skall ha en tillräcklig mäktighet för att effektiv rening ska kunna uppnås. Även växterna som tar upp vatten och lösta näringsämnen bidrar till viss rening. Lämpligt växtmaterial är torktåliga växter som tidvis klarar att översvämmas.

Under planteringen anläggs ett dränerande lager av exempelvis makadam eller pimpsten samt en dräneringsledning. Dräneringslagret fungerar som ett fördröjande magasin för dagvatten. Botten på växtbädden kan utformas som tät eller öppen. Regnbädden förses med kupolsil ovan växtbäddens yta för att större flöden ska kunna brädda när magasinet är fullt. En schematisk skiss över uppbyggnaden av regnbädden visas i Figur 17.



Figur 17. Illustration över regnbäddens uppbyggnad. Bildkälla: Göteborg när det regnar, Göteborgs Stad (2018).

Det är även möjligt att plantera träd i regnbäddar. Då behöver djupet på växtjorden och underliggande makadam dimensioneras för att inrymma både dagvattenvolymen och rotvolymen.

Inledning till regnbäddar kan åstadkommas på flera olika sätt och beror ofta på de platsspecifika förutsättningarna. Det kan exempelvis ske genom öppning i gatans kantsten, via brunnsintag eller öppning i bäddens kantstöd. Till vänster i Figur 18

ges exempel på hur regnbäddar kan anläggas för att skapa en slingrande gata. Till höger visas hur vatten kan avledas ytligt genom en öppning i bäddens kantsten.



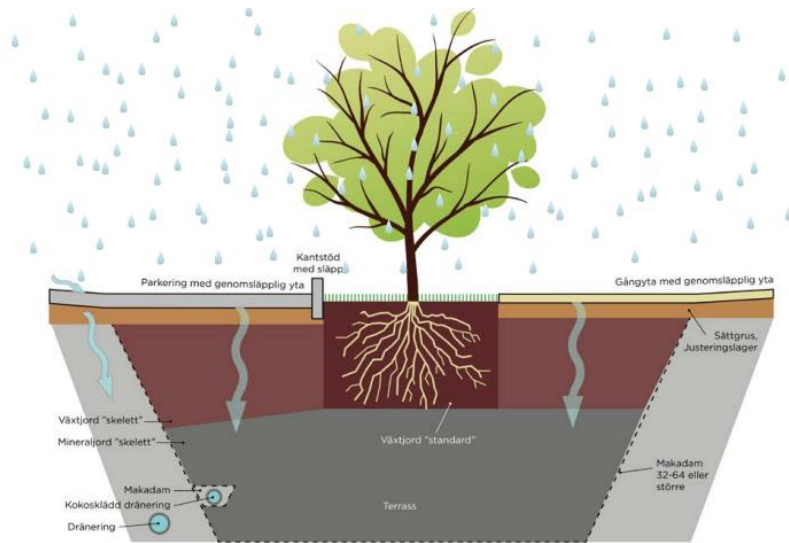
Figur 18. Regnbäddar: t.v. Arkadien Asperg, Stuttgart, Tyskland (Foto: Atelier Dreiseitl), t.h. Öringevägen, Tyresö kommun, Stockholm

11.2 Underjordiska utjämningsmagasin

Underjordiska utjämningsmagasin kan vara lämpliga där det inte finns utrymme för öppna dagvattenmagasin, exempelvis på tätbebyggd kvartersmark. Ett exempel på sådant är makadammagasin. Makadammagasin är krossfyllda dagvattenmagasin som både renar och fördröjer dagvatten, reningen sker främst genom att partiklar avskiljs. Utflöde från magasinen sker antingen genom att vatten perkolerar ut i omgivande marklager eller genom kontrollerad avtappning till ledning. Om magasinen anläggs med brunnar med både sandfång och vattenlås som förhindrar löv och större partiklar att komma in i magasinet kan dess livslängd förlängas.

På tätbebyggd kvartersmark kan även trädplanteringars skelettjord (trädgropar) utnyttjas för magasinering och rening av dagvatten. Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord miljö och kan också fungera som dagvattenmagasin. Utformningen är förenklat betongfundament som placeras ut i en rektangel som fylls med växtjord. Omkring betongfundamentet omges växtbädden av skelettjord (makadam) som skapar en rotmiljö för träden. Uppbyggnaden av skelettjorden kan utformas på flera olika sätt exempelvis beroende på vad makadamen blandas med. Skelettjorden byggs med fördel upp som ett som ett luftigt förstärkningslager. Figur 19 visar en schematisk skiss över hur trädgropens uppbyggnad.

Dagvatten kan ledas till makadammagasinet/skelettjorden via dagvattenbrunnar eller via ytavrinning. I hårdgjorda miljöer behöver skelettjorden förses med luftningsbrunn vilka även kan nyttjas för tillförsel av vatten via dagvatten. I de fall där träden står i en öppen växtbädd som har stor kontaktyta med luften kan träden anses få tillräckligt med luft för att en luftningsbrunn inte skall behövas.



Figur 19. Illustration över trädgropens uppbyggnad. Bildkälla: Göteborg när det regnar, Göteborgs Stad (2018).

11.3

Gröna tak

Enligt Svenskt Vatten P105 kan en viss fördröjning av avrinningen från tak ske vid anläggning av gröna tak (Figur 20) Jämfört med konventionella tak magasineras enligt Tabell 9.1 i P105 tunna gröna tak i medeltal 50 % av årsavrinningen medan tak med ett djupare vegetationsskikt i medeltal magasineras 75 % av årsavrinningen. Generellt gäller dock att gröna tak klarar av att magasinera främst små men många regntillfällen där cirka 5 mm nederbördsvolym inte ger någon nämnvärd avrinning. Vid kraftiga regn rinner dock resterande nederbörd (över 5 mm) av.

Gröna tak består ofta av moss- och sedumarter med en hög vattenhållande förmåga som behåller sin bladmassa året om. Förutom att gröna tak kan bidra till att minska toppflöden har växternas avgivande av fukt också en avkylande effekt vilket minskar "värmeeffekten" från tätbebyggda områden. Viktigt att komma ihåg är att gröna tak kräver skötsel bland annat i form av gödsling.



Figur 20. Grönt tak, Bo01, Malmö, Sverige.

11.4

Permeabla ytor

Genomsläppliga beläggningar så som grus, betonghålstén och markarmeringsplattor kan användas på gårdar och på mindre förorenande ytor på allmän platsmark. Genomsläppliga beläggningar har en lägre avrinningskoefficient än exempelvis icke-permeabla ytor som asfalt och betong och bidrar således till mindre avrinning vid regn. Infiltration i belägningens yta kan även bidra till rening vilket minskar föroreningstransporten till recipienten.