

MAJ 2024
SIGTUNA KOMMUN

DAGVATTENUTREDNING, TVILLINGBACKARNA

INFÖR DETALJPLAN FÖR SMÅHUS



COWI

MAJ 2024
SIGTUNA KOMMUN

DAGVATTENUTREDNING, TVILLINGBACKARNA

INFÖR DETALJPLAN FÖR SMÅHUS

PROJEKTNR.

DOKUMENTNR.

A248132

A248132-4-02-UTR-001

VERSION

UTGIVNINGSDATUM

UTARBETAD

GRANSKAD

GODKÄND

1.0

2023-03-31

Md Abdur Razzak
Saga Kallner

Frida Kvarnerot

Md Abdur Razzak

1.1

2024-03-27

Md Abdur Razzak
Saga Kallner

Frida Kvarnerot

Md Abdur Razzak

1.2

2024-04-10

Md Abdur Razzak
Alicia Coops

Frida Kvarnerot

Md Abdur Razzak

1.3

2024-05-03

Md Abdur Razzak
Alicia Coops

Frida Kvarnerot

Md Abdur Razzak

SAMMANFATTNING

På uppdrag av Sigtuna kommun har COWI utfört en översiktlig dagvattenutredning för delar av fastigheten Aludden 1:7. Syftet med utredningen är att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom detaljplaneområdet, med hänsyn till planerad byggnation. Utredningsområdet är beläget i de västra delarna av Sigtuna stad, norr om Prästängarnas sportfält. Med detaljplaneförslaget avses att bygga ut småhusbebyggelse inom detaljplaneområdet på ca 1,9 ha, med 11 fastigheter på en yta av mellan 500–900 m² vardera och en huvudsaklig byggnad per tomt med en yta om ca 165 m². Området består i dagsläget av skogsmark och igenväxt ängsmark.

Utredningsområdets recipient är Sigtunafjärden i sjön Mälaren – Skarven. Sjöns ekologiska status bedöms idag till måttlig med hög tillförlitlighet och dess kemiska status uppnår ej god enligt VISS. I utredningsområdets östra och nordvästra delar finns befintliga diken som tar emot vatten från omkringliggande bostads- och naturområden. Dessa diken föreslås mätas in och rensas. Det östra dikets placering föreslås att kvarstå och det västra dikets position föreslås justeras så att det ligger utanför fastighetsgränserna. Minst befintlig kapacitet ska bevaras i diken. Båda diken föreslås ligga på allmän platsmark för att förtydliga och förenkla ansvaret för dikenas viktiga funktion.

Den ökade hårdgjorda ytan som följer av exploateringen resulterar i ökade flöden, samt återkomsttiden på de regn som ska kunna omhändertas. Enligt Sigtuna Vatten och Renhållnings riktlinjer ska ett 20 mm regn fördröjas inom utredningsområdet efter exploatering. Detta medför att respektive fastighet behöver kunna fördröja ca 5 m³ vardera, de gemensamma ytorna inom kvartersmark behöver fördröja 74 m³ och den allmänna platsmarken 17 m³. Totalt behöver ca 90 m³ fördröjas inom utredningsområdet. Då denna volym fördröjs kommer ungefär 90% av årsnederbörden fördröjas och i samband med detta kunna renas. Fördröjningen föreslås inom kvartersmark göras med växtbäddar och skelettjordskonstruktion. Inom den allmänna platsmarken föreslås naturmarksvattnet fördröjas och avledas i infiltreringsbara diken.

Dessa åtgärder renar också dagvattnet så att föroreningshalterna och mängderna understiger nivåerna i befintlig situation. Eftersom det i dagsläget är osäkert vilken typ av mark som kommer finnas på fastigheternas grönytor, bör det poängteras att den mark inom fastigheterna som ej är hårdgjorda har utvärderats som "grönyta". För att säkerställa att påverkan på recipienten Mälaren-Skarven och dess MKN inte är negativ krävs att vattnet tillåts infiltrera över tid i de föreslagna växtbäddarna. Åtgärderna medför att situationen förbättras relativt befintlig situation.

Skyfall föreslås avledas genom god höjdsättning av byggnader och väg. Beroende på deras placering behöver avrinningsvägar säkras. Marken bör projekteras för att minimera lågpunkter och instängda områden intill bebyggelsen. Avledning av vatten föreslås att möjliggöras via diken samt höjdsättning av vägar. Ett förslag är att avleda skyfall mot nedströms belägna idrottsplan. En mer detaljerad skyfallsutredning av nedströms liggande område av idrottsplaner kan utföras. För att fördröja skyfall kan det östra diket bräddas i den södra delen för att utnyttja den befintliga lågpunkten. Undersökning av byggharhet i relation till VA-ledningar bör utföras.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

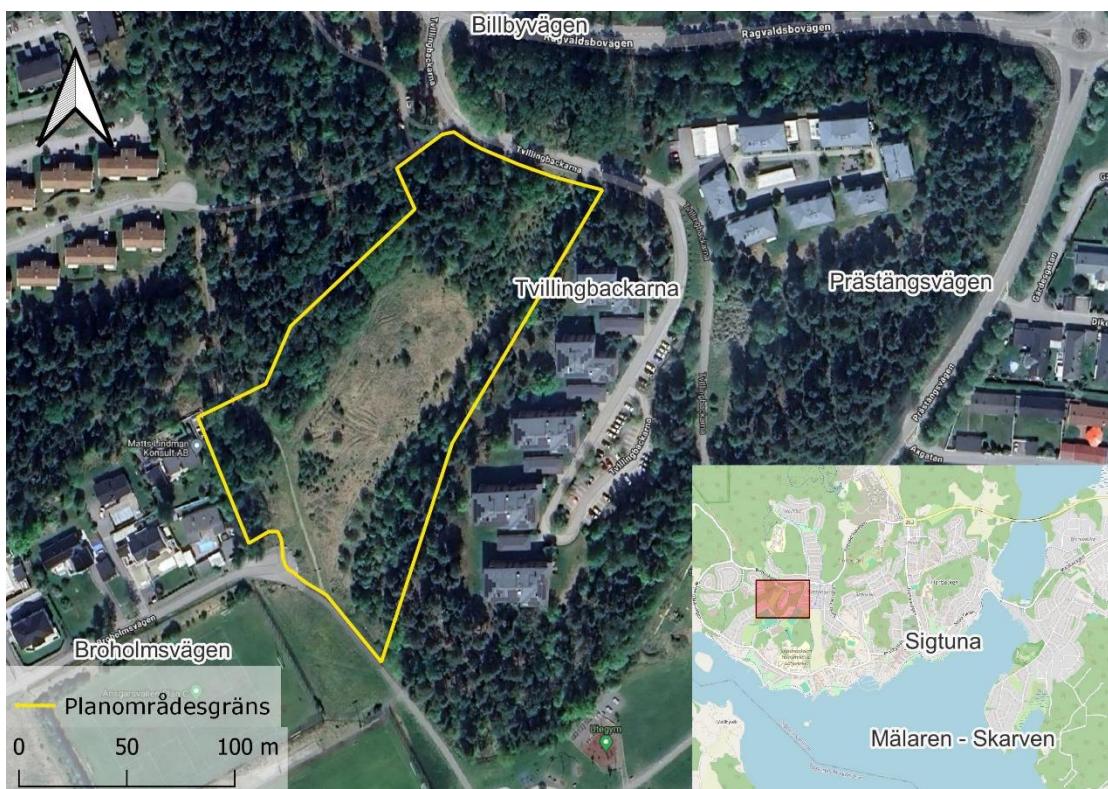
1	Inledning och uppdragsbeskrivning	5
2	Förutsättningar	6
2.1	Underlag	6
2.2	Dagvattenpolicy	6
2.3	Dimensionerings- och fördröjningskrav	7
2.4	Reningskrav	8
2.5	Koordinatsystem	8
3	Befintliga förhållanden	9
3.1	Områdesbeskrivning	9
3.2	Hydrologi, geotekniska förhållanden och markmiljö	9
3.3	Natur- och kulturintressen	10
3.4	Markavvattningsföretag	10
3.5	Befintliga avrinningsförhållanden	10
3.6	Recipient	12
3.7	Befintligt dag-, spill- och dricksvattensystem	13
4	Framtida förhållanden	15
4.1	Framtida avrinningsförhållanden	17
5	Flöden och föroreningar	18
5.1	Dimensionerande flöden	18
5.2	Föreslagna fördröjningsvolym	19
5.3	Föroreningshalter och -belastning	19
6	Åtgärdsförslag för fördröjning och rening	21
6.1	Beskrivning av föreslagna lösningar	22
6.2	Reningseffektivitet	28
7	Kostnads kalkyl	31
7.1	Diskussion	31
8	Översvämningsrisker	32
8.1	Höga havsnivåer/sjönivåer	32
8.2	Skyfall	32
9	Slutsatser och rekommendationer	38
10	Fortsatt arbete	40
11	Referenser	41

Bilagor

1. Systemlösning för dagvattenhantering |

1 Inledning och uppdragsbeskrivning

COWI har fått i uppdrag av Sigtuna kommun att utföra en översiktlig dagvattenutredning för att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom detaljplaneområdet, med hänsyn till planerad byggnation. Det preliminära detaljplaneområdet är lokaliserat i de västra delarna av Sigtuna stad, norr om Prästängarnas sportfält och är en del av fastigheten Aludden 1:7. Utredningsområdets yta är ungefär 1,9 ha stort, det illustreras i Figur 1 och utgörs framförallt av ängs- och skogsmark.



Figur 1. Utredningsområdets utsträckning markeras med gul linje. Områdets lokalisering illustreras i översiktskartan med en röd fyrkant.

Med detaljplaneförslaget avses att bygga ut småhusbebyggelse, med 11 tomter på en yta av mellan 500–900 m² vardera och en huvudsaklig byggnad per tomt med en yta om ca 165 m². Byggnationen riktar sig mot en äldre målgrupp och ska utformas med det i åtanke. Området som omfattas av utredningen benämns fortsättningsvis som utredningsområdet. Området ska anslutas med en anslutningsväg från vägen Tvillingbackarna norr om området.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

De underlag som legat till grund för denna utredning är:

- > Primärkarta över detaljplaneområdet
- > Planförslag (Uppdaterat 2024)
- > Preliminär avgränsning av detaljplaneområde
 - > Ny version mars 2024
- > Befintligt ledningsnät, Sigtuna Vatten
- > Sigtuna kommuns riktlinjer för dagvattenutredningar (2023)
- > Checklista för dagvattenutredningar Sigtuna kommun (2023)
- > Dagvattenpolicy Oxunda (2016)
- > Sigtuna kommuns skyfallskartering
- > Marktekniskundersökning, Lektus (2023)
- > Naturvärdesinventering och spridningsanalys, COWI (2024)
- > Parallellt utförd VA-utredning COWI (2024)

2.2 Dagvattenpolicy

Denna dagvattenutredning är utförd i enlighet med gällande riktlinjer för dagvattenutredningar (Sigtuna Vatten och Renhållning; Sigtuna Kommun, 2023) samt med Dagvattenpolicy Oxunda som är antagen av flera kommuner, däribland Sigtuna kommun (2016). Syftet med dagvattenpolicyn är att möta framtidens utmaningar med pågående klimatförändringar, intensivare regn och högre vattennivåer med hållbara lösningar och bred kunskap.

Tre grundkrav för dagvattenutredningar vid detaljplanering, exploatering och ny- och ombyggnation i riktlinjerna av SIVAB och Sigtuna kommun (2023):

- > En regnvolym på 20 mm ska magasineras och fördröjas. Hantering ska medföra långtgående rening än sedimentation. Avtappning ska ske på 12 timmar.

- > Föreslagna dagvattenåtgärder ska medföra att flödet till dagvattenledningar inte ökar efter exploateringen och att områden nedströms inte påverkas av ökade flöden.
- > Dagvattenåtgärderna ska syfta till att miljö kvalitetsnormerna i berörd recipient ska kunna uppnås. Området får inte bidra med ytterligare belastning av föroreningar till recipienten och om möjligt ska belastningen minska. Reningsbehovet ska utgå från gränsvärden för berörd recipient via VISS.

I Oxunda Vattensamverkans dagvattenpolicy (2016) presenteras ytterligare fem samlade riktlinjer som ska följas.

- > *Minska konsekvenserna vid översvämning;* Hänsyn ska tas till att intensiva regn intensifieras i framtiden samt till att vattennivåer kommer att stiga. Detta görs genom att föreslå åtgärder vid extrema regn med återkomsttid på 100 år så att byggnader och samhällsviktiga funktioner inte skadas och genom att skapa ytliga evakueringsvägar och beskriva avrinningsvägar vid kraftigare regn än dimensionerande. Instänga områden och lågpunkter ska identifieras.
- > *Bevara en naturlig vattenbalans och utjämna dagvattenflöden;* Den naturliga vattenbalansen bevaras genom lokal infiltration i gröna och genomsläppliga ytor i så hög utsträckning som de lokala förutsättningarna tillåter. Förslag till planbestämmelser om hur fördröjningslösningarna kan säkras över tid ska formuleras. Genom att begränsa bortledning av dagvatten, genom fördröjning och infiltration, kan flödena reduceras och på så vis blir belastningen på dagvattensystemet, reningsanläggningar och recipienter jämnare.
- > *Minska mängden föroreningar;* Med hjälp av lokala lösningar för infiltration och rening begränsas förorening av dagvattnet. Under vattnets väg till recipienten ska föroreningar urskiljas genom dagvattensystemets utformning. Föroreningsberäkningar före och efter exploatering, med och utan åtgärder, ska genomföras och halter samt total mängd ska redovisas.

Körytor och parkeringsytor ska ha oljeavskiljande åtgärder. Enligt SIVAB:s VA-tekniska standard (2022) kan sådana åtgärder vara beväxta infiltrationsytor med makadammagasin, växtbäddar eller oljeavskiljare.

- > *Berika bebyggelsemiljön;* Dagvatten ska ses som en berikande resurs för både den mänskliga och biologiska bebyggelsemiljön. Hanteringen av dagvatten som en resurs som berikas ska vara genomgående, både på mark och tak.

2.3 Dimensionerings- och fördröjningskrav

Enligt Sigtuna kommun samt Sigtuna Vatten & Renhållnings riktlinjer (2023) ska dimensionerande regn väljas utefter riktlinjerna publicerade av Svenskt Vatten i P110. Det

nya dagvattensystemet ska dimensioneras för ett 10-årsregn, vilket motsvarar minimikravet för gles bostadsbebyggelse för trycklinje i marknivå i P110. Då detta område idag är obebyggt och då bebyggelsen kommer bli relativt gles efter exploatering kan området klassas som gles bostadsbebyggelse. Ett regn med återkomsttid på 2 år motsvarar då fylld ledning i befintlig situation enligt P110. Vid skyfall används regn med 100-års återkomsttid. Klimatfaktor 1,25 används för att kompensera för påverkan från pågående klimatförändringar på flödena.

En regnvolym på 20 mm ska magasineras och fördröjas enligt riktlinjer beskrivna i tidigare avsnitt (*Avsnitt 2.2*). Hanteringen ska medföra mer långtgående rening än sedimentation. Avtappning ska ske på 12 timmar.

2.4 Reningskrav

Hänsyn behöver tas till MKN (miljö kvalitetsnormer) för recipienten. MKN har fastställts för alla Sveriges yt-, grund- och kustvatten i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG). Enligt Weserdomen (mål C461/13 från EU-domstolen, meddelades 1 juli 2015) är medlemsstaterna skyldiga att inte ge tillstånd till verksamheter som riskerar att orsaka en försämring av status eller när uppnående av god ekologisk eller kemisk status äventyras. För att säkerställa att exploateringen inte påverkar recipienten och dess MKN negativt kommer föroreningsberäkningar att utföras för befintlig situation och framtida.

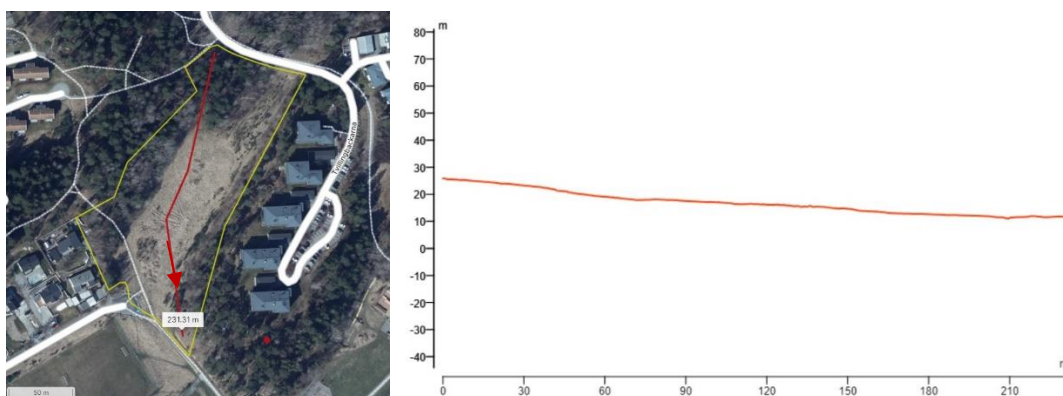
2.5 Koordinatsystem

Koordinatsystem SWEREF99 18 00 och höjdsystem RH 2 000 har använts.

3 Befintliga förhållanden

3.1 Områdesbeskrivning

Utredningsområdet är ca 1,9 ha stort och består i dagsläget av skogsmark och igenväxt ängsmark. Utredningsområdet är kuperat med lägsta punkt i den sydöstra delen av området och högsta i det nordvästra hörnet. I Figur 2 illustreras områdets lutning med en profil. Området öster om utredningsområdet sluttar brant mot utredningsområdet, detta område består av blandad bostadsbebyggelse.

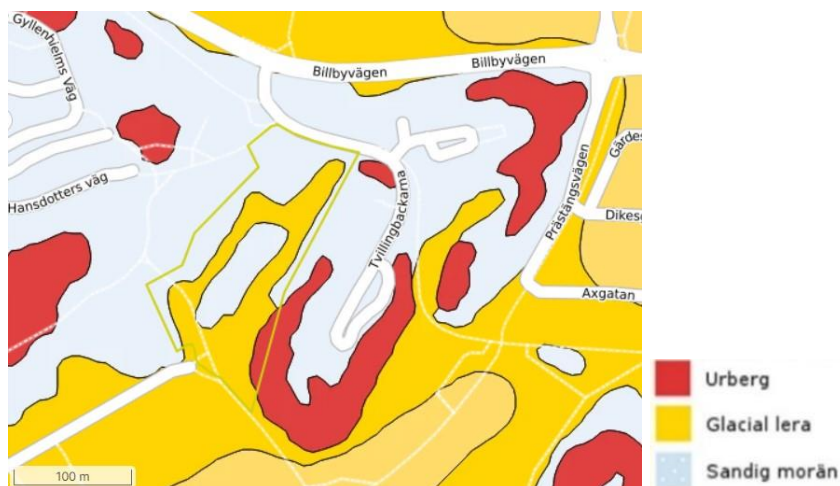


Figur 2. Profil över Utredningsområdet, den röda pilen i den vänstra bilden visar profilens dragning och i den högra bilden visas sluttningen. Den gula heldragna linjen i den vänstra bilden markerar Utredningsområdets ungefärliga utsträckning.

Utredningsområdet är del av fastigheten Aludden 1:7, där skogsområdet med promenadstråk i de västra delarna av fastigheten ska ligga utanför utredningsområdet då dessa ska bevaras.

3.2 Hydrologi, geotekniska förhållanden och markmiljö

Området består enligt SGU:s jordartskarta av sandig morän och glacial lera. I anslutande områden finns en del urberg. Detta illustreras i Figur 3.



Figur 3. Utdrag ur jordartskartan 1:25 000 - 1:100 000. Utredningsområdets ungefärliga utsträckning är markerad med gul heldragen linje. Teckenförklaring finns i figuren.

I Figur 3 kan det ses att låg-området i söder huvudsakligen består av glacial lera vilket medför att infiltrationskapaciteten är låg i detta område. I de delarna med sandig morän är infiltrationskapaciteten medelhög. Enligt SGU:s brunnsarkiv (2023) finns inga inrapporterade vattenbrunnar i utredningsområdet, dock ett antal energibrunnar i de närliggande bostadsområdena.

Markundersökningar i området har utförts av Lektus (2023) dessa innefattar både markmiljö-, markteknisk- samt geotekniskundersökning. Den geotekniska undersökningen indikerar relativt höga grundvattennivåer, som uppmättes till ca 0,5 m under marknivån. Dessa mätningar utfördes endast i februari och behöver enligt Lektus kompletteras för att resultatet ska vara mer pålitligt. Resultaten av de marktekniska undersökningar som gjorts av Lektus stämmer överens med SGU:s jordartskarta, dock har fyllnadsmaterial hittats i de mellersta och södra delarna av utredningsområdet. Fyllnadsmaterialet är av blandad karaktär och består enligt Lektus av delvis asfalt och tegel.

Den miljötekniska undersökningen utförd av Lektus visar att kobolt, arsenik och nickel överskrider KM. Halterna av kobolt och nickel kan ha naturliga orsaker då de ligger i spannet för finfraktionerad morän i Östra Mälardalen. De uppmätta halterna av arsenik är däremot osannolikt att de är naturliga. Lektus bedömer att det föreligger ett åtgärdsbehov inom delar av området. Enligt Sigtuna kommun kommer saneringsarbeten att utföras under 2024 innan exploateringen byggs.

3.3 Natur- och kulturintressen

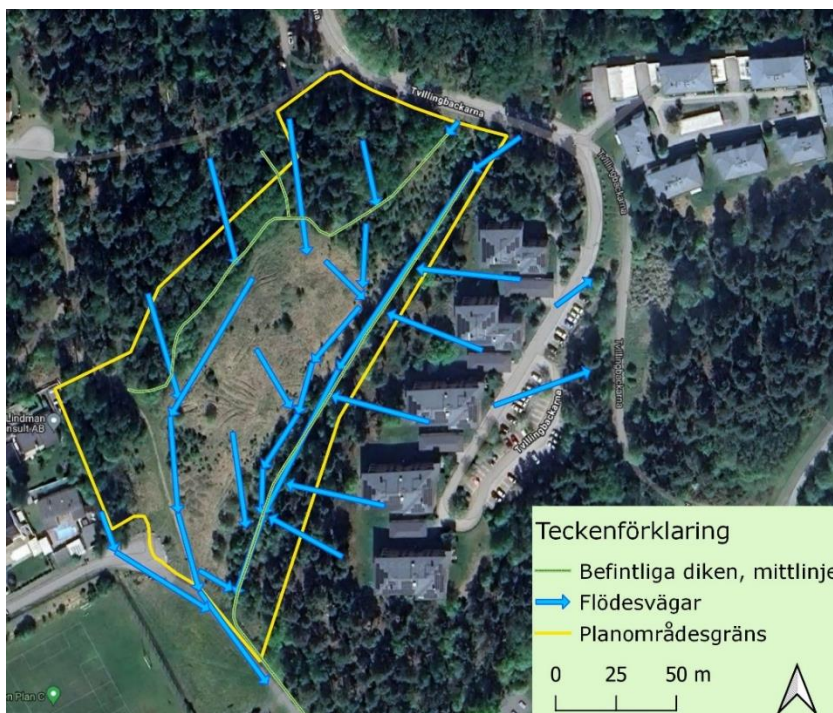
Enligt Länsstyrelsen i Stockholms läns länskarta finns ingen särskild skyddsvärd natur eller kultur i utredningsområdet. En naturvärdesinventering och fördjupad artinventering har utförts av COWI (2024). Naturvärdesinventering utfördes för planerat planområde samt ett större område runt. Inom det som i denna utredning benämns som utredningsområde påträffades inga naturvärdesobjekt. Både väster och sydöst om utredningsområdets gräns har skyddsobjekt i varierande naturklasser påträffats.

3.4 Markavvattningsföretag

Inga dikningsföretag finns registrerade i länsstyrelsens databas i, eller i anslutning till, utredningsområdet (Länsstyrelsen Stockholm, 2024).

3.5 Befintliga avrinningsförhållanden

Marknivåer i utredningsområdet varierar från ca +25,5 i områdets nordvästra hörn, till +11,5 i områdets sydöstra hörn. Hela området sluttar mot lågpunkten i det sydöstra hörnet, således kan hela utredningsområdet anses ingå i samma avrinningsområde. I Figur 4 visas de ytliga flödesvägarna i området tillsammans med de befintliga diken.



Figur 4. Ytliga flödesvägar i utredningsområdet indikeras med blå pilar, befintliga diken med grön linje. Det västra dikets sträckning är osäkert och endast ungefärligt ritat. Områdets utsträckning markeras av en gul linje. Teckenförklaring finns i figuren.

I de västra delarna av området observerades mindre avskärande diken på platsbesöket. Dikenas kapacitet är okänt och deras läge är osäkert, illustrationen av dem i Figur 4 är ungefärligt uppskattat efter satellitbilder och platsbesök den 10 februari 2023. De fyller dock en viktig funktion då utredningsområdet ska bebyggas.

Bostadsområdet öster om utredningsområdet är beläget på en kulle som delvis sluttar mot utredningsområdet. Detta medför att placering av viktig bebyggelse i avrinningsstråket längs utredningsområdets östra kant blir olämplig. I den östra kanten går ett dike med varierande djup och bredd. På platsbesök den 10 februari 2023 utfördes grova inmätningar av dikets geometri och baserat på dessa har därefter handberäkningar utförts. I den norra delen av uppskattas diket ha en kapacitet på ca 26 l/s. Bilder på det östra diket från platsbesöket visas i Figur 5.



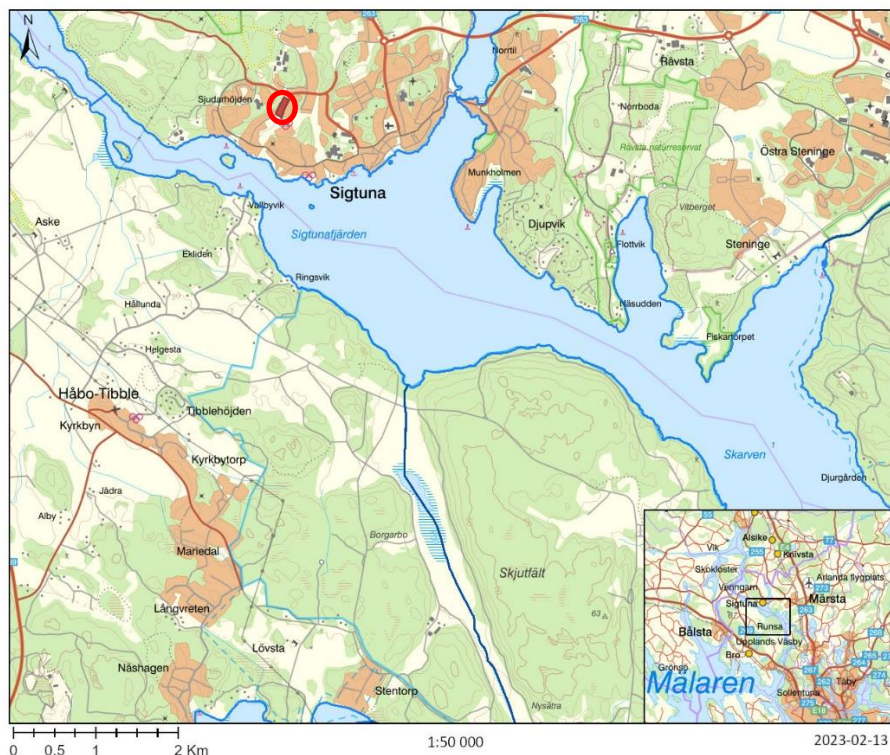
Figur 5. Bilder från platsbesöket den 10 februari 2023. Vänster bild är längs norr ut i diket, mitten de mittersta delarna och höger bild slutet av diket längs gångbanan söder om utredningsområdet.

Längs vägen, söder om området fortsätter diket vilket tar emot dagvattnet från utredningsområdet, samt vatten från bebyggelsen på kullen öster om utredningsområdet. Detta dike är i denna sträckning ungefär 0,4 m djupt och har en toppbredd på ca 0,8 m, det har en hel del vegetation i forma av vass och buskage (se höger bild i Figur 5) som minskar kapaciteten markant. Dikets kapacitet uppskattades på platsbesöket den 10 februari 2023 till ca 70 l/s. De befintliga dikena föreslås bevaras och förbättras så att kapaciteten hos dem kan säkerställas.

3.6 Recipient

Utredningsområdets recipient är Sigtunafjärden i sjön Mälaren – Skarven, deras förhållande illustreras i Figur 6. Sjöns ekologiska status bedöms idag till måttlig med hög tillförlitlighet och dess kemiska status uppnår ej god enligt VISS (2017-2021). Utslagsgivande miljökonsekvenstyper för den ekologiska statusen är miljögifter och övergödning. Att miljögifter är utslagsgivande beror på att den bedömningen för särskilda förorenande ämnen (SFÄ) i vattenförekomsten är måttlig och att god status för icke dioxinlika PCB:er inte uppnås. Övergödning blir utslagsgivande konsekvenstyp då statusen för näringsämnen är måttlig samtidigt som god status uppnås för växtplankton (näringsämnespåverkan), vilket motsäger varandra. Därför får miljökonsekvenstypen övergödning måttlig status med låg tillförlitlighet.

Det utslagsgivande för recipientens ej goda kemiska status är att gränsvärdena överskrids för de prioriterade ämnena perfluoroktansulfon (PFOS), antracen, tributyltenn (TBT), dioxiner och dioxinlika PCB:er, kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE). Havs- och vattenmyndigheten har utifrån en nationell analys bedömt att gränsvärdena för Hg och PBDE överskrids i alla vattenförekomster i Sverige på grund av långväga atmosfärisk deposition.



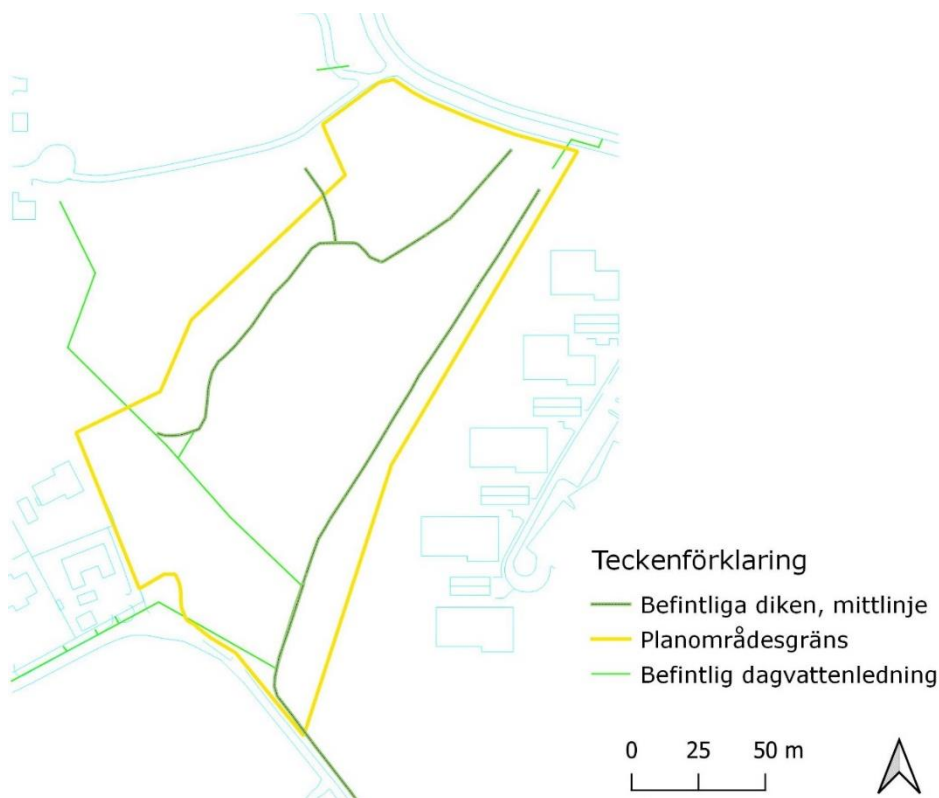
Figur 6. Utredningsområdets recipient. Utredningsområdet är inringat rött.

Enligt VISS föreligger en betydande påverkan på statusen i Mälaren-Skarven från punktkällor från reningsverk, förorenade områden och deponier samt från de diffusa källorna urban markanvändning, jordbruk, enskilda avlopp och atmosfärisk deposition. Hela Mälaren är Storstockholms huvudsakliga dricksvattentäkt (Stockholm Vatten och Avfall, 2022).

3.7 Befintligt dag-, spill- och dricksvattensystem

Inom utredningsområdet finns enligt underlagsmaterialet från Sigtuna kommun två diken, ett längre som går längs områdets östra kant och ett kortare som sträcker sig söderut från den norra delen av området. Under platsbesöket den 10 februari 2023 kunde de två diken identifieras, dessa har utvärderats i *Avsnitt 3.5* ovan. Noteras bör att det dike som i underlaget är kort, fortsätter i praktiken längs skogens gräns och verkar avskärande mellan utredningsområdet och skogens uppströmsliggande områden. Denna fortsättning på diket har ritats in i Figur 7, tillsammans med underlaget som tillhandahållits. Position av detta dike är således ungefärligt och endast översiktligt uppskattat med satellitbilder och observationerna vid platsbesöket.

Till det långa diket längs den östra kanten ansluter tre dagvattenledningar, en från ledningsnätet norr om området, en från ledningsnätet väster om området och en från bostadsområdet söder om utredningsområdet. Dessa visas i Figur 7. I samma sträckning som det östra diket, ca 10 meter väster om det, går vatten- och spillvattenledningar. Spill- och vattensystemen i och omkring utredningsområdet presenteras i VA-utredningen som utförts av COWI parallellt med dagvattenutredningen. Därför diskuteras således inte dessa delar mer utförligt i denna rapport utan hänvisas till VA-utredningen.



Figur 7. Befintlig dagvattenhantering i utredningsområdet. Det västra dikets sträckning är osäkert och endast ungefärligt ritat. Teckenförklaring finns i figuren.

Dikena ligger relativt nära utredningsområdets föreslagna gräns. Enligt planförslaget befinner sig dikena på mark avsedd för allmän platsmark, vilket innebär att fastighetsägarna inte bör ha ansvar för drift och underhåll av de två avskärande dikena. Maxkapacitet hos de anslutande dagvattenledningarna är från norr till söder 61, 43 respektive 70 l/s. Vid platsbesöket den 10 februari 2023 kunde endast den mittersta ledningens utlopp identifieras, resterande tvås funktion och placering är därför osäker.

4 Framtida förhållanden

Inom utredningsområdet planeras 11 enplanshus. Tillfartsvägen ska ansluta till vägen Tvillingbackarna i norr och inom utredningsområdet avslutas med en vändplats. Vägen ska ej vara genomfartsväg. Vägar, gemensamma parkeringsytor samt vändplanen planeras för att vara grusade. Det östra diket föreslås att bevaras medan diken i väster anpassas efter byggnadernas placering inom utredningsområdet. En schematisk skiss av planerad markanvändning illustreras i Figur 8 nedan.



Figur 8. Schematisk skiss av planerad markanvändning inom utredningsområdet. Numrering markerar de olika fastigheterna. Teckenförklaring finns i bilden.

Förändringen av markanvändning presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Förändring av markanvändning, före och efter exploatering, uppdelat på kvartersmark och allmän platsmark. Både uppmätt area och reducerad area redovisas, samt varje marktyps antagna avrinningskoefficient.

	Avrinningskoefficient (ϕ)	Befintlig situation		Efter exploatering	
		Area (ha)	Reducerad area (ha)	Area (ha)	Reducerad area (ha)
Kvartersmark					
Byggnad	0,9	-	-	0,19	0,17
Trädäck	0,6	-	-	0,063	0,039
Parkering intill fastighet	0,9	-	-	0,014	0,012
Grönyta	0,1	-	-	0,54	0,054
Väg	0,4	-	-	0,23	0,09
Torgyta	0,4	-	-	0,038	0,015
Parkering	0,4	-	-	0,009	0,003
Skogs- och ängsmark	0,1	1,1	0,11	-	-
<i>Totalt, kvartersmark:</i>		1,1	0,11	1,1	0,41
Allmän platsmark					
Grönyta	0,1	-	-	0,86	0,086
Skogs- och ängsmark	0,1	0,86	0,086	-	-
<i>Totalt, allmän platsmark:</i>		0,86	0,086	0,86	0,086

Enligt överenskommelse från mötet med kommunen den 26 april 2024, samt i enlighet med inkomna granskningssynpunkter, kommer de planerade ytorna för lokalgata, torg och parkeringsplatser att utföras med grusbeläggning. Detta materialval medför att avrinningskoefficienten för dessa ytor har bestämts till 0,4, vilket är representativt för grusbelagda ytor.

Under extremt intensiva regnfall blir marken mättad, och följaktligen kommer varken infiltration eller avdunstning att ske. Med detta i åtanke har avrinningskoefficienterna justerats för att beräkna avrinningen från ett 100-årsregn. Det har antagits att 100% av nederbörden på ytor som ej är av naturmark bidrar direkt till avrinningen, medan 20–80% av nederbörden på naturmark leder till avrinning under ett 100-årsregn. Dessa avrinningskoefficienter har hämtats från både P110 och StormTacs databaser.

Den förändrade markanvändningen inom kvartersmarken medför att den reducerade arean ökar till 0,41 ha från 0,11 i befintlig situation. Inom allmän platsmark förändras inte markanvändningens reducerade area, men den antas vara grönyta med blandskog och gräsytor efter exploatering.

4.1 Framtida avrinningsförhållanden

Efter exploatering kommer avrinningsförhållanden förändras då mängden hårdgjord yta ökar. Beroende på de separata tomternas utformning och takens lutning kommer olika instängda områden riskera att skapas. Det rekommenderas att tomterna utformas med lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), till exempel kan vatten från stuprör med utkastare låtas infiltreras i en genomsläpplig yta så som en rabatt, det kan samlas in i exempelvis en tunna för att användas för bevattning under torrare dagar.

De två befintliga dikenas kapacitet är i dagsläget osäker, likaså läget för det västra diket. Värdet av dikenas funktion kommer vara högt efter exploatering då de agerar avskärande. Det östra diket spelar en viktig roll då det hanterar en betydande mängd dagvatten från den angränsande fastigheten öster om utredningsområdet. Detta dike fungerar även som en anslutningsledning för dagvatten för hela utredningsområdet. Förslagsvis bör det västra diket i skogens kant lägesbestämmas så att diket fortsatt ligger på kommunens mark. Kapaciteten av diket bör också utvärderas och säkerställas genom skötsel av diket. Detta motiveras av att diket inte tar emot vatten från utredningsområdet, utan säkerställer att vatten från uppströms områden ej når utredningsområdet.

Diket längs utredningsområdets västra kant föreslås flyttas väster ut, för att ge tillräcklig plats för planerad exploatering samtidigt som det fyller sin befintliga avskärande funktion. Diket föreslås ägas av kommunen och ligga på allmän platsmark, eftersom det fram för allt omhändertar vatten från kommunens mark uppströms utredningsområdet. Dikets kapacitet bör också säkerställas med rensning av diket. Det västra diket föreslås sedan anslutas till dagvattenledning med kupolbrunn.

Diket längs utredningsområdets östra kant föreslås att bevaras då det utgör en naturlig lågpunkt samt att dess syfte ska kvarstå. Diket behöver också rensas så att kapaciteten blir god. Diket föreslås ägas av kommunen och ligga på allmän platsmark. Eftersom diket används både av grannfastigheten Aludden 1:92 genom yttlig avrinning och det befintliga dagvattennätet ansluter till det både från norr och väster bör inte ansvaret för diket läggas på framtida fastighetsägare av det planerade området i utredningsområdet.

Den ytavrinning som krävs efter implementering av LOD föreslås i de norra fastigheterna (fastighet 1–6) följa dagens huvudsakliga avrinningsstråk från väster till öster, och ansluta till ett uppsamlade vägdike i vägens västra kant. På samma sätt föreslås avledning av vatten från de södra fastigheterna (7–11) att utföras med ett vägdike intill vägens västra kant. Dessa diken ansluts sedan till diket längs utredningsområdets östra kant.

5 Flöden och föroreningar

Flödesberäkningar för att dimensionera dagvattensystemet har utförts med rationella metoden. Den matematiska formel som beskriver den rationella metoden ges av Ekvation 1 nedan (från P110, Svenskt Vatten, 2016).

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

där q_{dim} är dimensionerande flöde (l/s), A är avrinningsområdets area (ha), φ är avrinningskoefficient (-), $i(tr)$ är dimensionerande regnintensitet [l/s · ha], tr är regnets varaktighet (rinntid) (min) och kf är klimatfaktor (-).

Avrinningskoefficienten anger hur stor del av nederbörden som avrinner från en yta. Denna multiplicerat med arean benämns som reducerad area. Rinntiden avser den tid det tar för hela området att bidra till flödet i beräkningspunkten. Rinntiden beräknas enligt P110. Klimatfaktor 1,25 används efter exploatering för att ta hänsyn till ökad regnintensitet på grund av pågående klimatförändringar som sker oavsett ökad bebyggelse eller ej.

5.1 Dimensionerande flöden

Dimensionerande dagvattenflöden beräknades för hela utredningsområdet, då området kan ses som ett och samma avrinningsområde. Den framtida exploateringen består av 11 tomter om ca 500–900 m² vardera, 165 m² av respektive tomt klassificeras som takyta och resterande som grönyta. Markanvändningen både före och efter exploateringen som ligger till grund för flödesberäkningarna är presenterade i Tabell 1.

Dimensionerade flöden för varje område är beräknat med rationella metoden för återkomsttiderna 2-årsregn, 10-årsregn och 100-årsregn enligt *Avsnitt 5* ovan. Rinntiden, och därmed varaktigheten, av 2- och 10-årsregnen i befintlig situation beräknas vara 30 minuter, som efter exploatering beräknas minska till 10 minuter på grund av ökningen av hårdgjord yta. Rinntiden för 100-årsregnet beräknas baserat på hela avrinningsområdet som utredningsområdet ligger inom, vilket ger en beräknad rinntid på 45 minuter, både före och efter exploatering. Resultatet av flödesberäkningarna för befintlig markanvändning presenteras i Tabell 2 och för framtida markanvändning i Tabell 3.

Tabell 2. Dimensionerande flöden före exploatering i l/s. Klimatfaktor förkortas 'kf'.

Befintlig markanvändning				
	Kvartersmark		Allmän platsmark	
	u. kf	m. kf	u. kf	m. kf
2-årsregn	11	13	5	6,3
10-årsregn	18	23	8,4	11
100-årsregn	87	111	96	120

Tabell 3 Dimensionerande flöden efter exploatering i l/s. Klimatfaktor förkortas 'kf'.

Framtida markanvändning								
	Kvartersmark						Allmän platsmark	
	Fastigheter		Vägytor		Övriga ytor			
	u. kf	m. kf	u. kf	m. kf	u. kf	m. kf	u. kf	m. kf
2-årsregn	34	43	12	15	2	3	5	6,3
10-årsregn	59	74	21	26	4	5	8,4	11
100-årsregn	108	135	42	53	9	11	96	120

Enligt Sigtunas riktlinjer för dagvattenutredningar ska en regnvoly m på 20 mm ska magasineras och fördröjas. Flödet som tillåts släppas ut från utredningsområdet ska ej överstiga 2-årsregnet i befintlig situation utan klimatfaktor.

5.2 Föreslagna fördröjningsvolym

En regnvoly m på 20 mm ska magasineras och fördröjas inom respektive fastighet, på resterande kvartersmark samt på allmän platsmark. I Tabell 4 visas de volymer som behöver fördröjas för respektive yta.

Tabell 4. Nödvändig fördröjningsvolym för respektive markområde.

	Voly m (m ³)
Fastigheter, totalt	51
<i>En fastighet, genomsnittlig</i>	4,6
Resterande kvartersmark	
<i>Parkering</i>	1
<i>Torgyta, inklusive byggnad</i>	4
<i>Väg</i>	18
Allmän platsmark	17

Total volym som behöver fördröjas inom kvartersmarken är 74 m³, och inom allmän platsmark 17 m³.

5.3 Föroreningshalter och -belastning

Föroreningsberäkningar har utförts för utredningsområdet med hjälp av StormTacs webbapplikation (version v.24.1.2), ett webbaserat verktyg för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar. Beräkningsverktyget kräver årsnederbörd och markanvändning för det studerade området. Till de olika markanvändningarna finns typiska värden för föroreningsinnehållet i dagvatten. Dessa baseras på långa, flödesproportionella provtagningsserier på dagvatten.

Årsmedelnederbörden 601 mm/år har använts som indata för nederbörden, vilket baseras på normalvärde för perioden 1991–2020 (SMHI, 2021) i Stockholmstrakten och StormTacs guide där SMHI:s data har sammanställts. I Tabell 1 ses de antagna markanvändningarna för området, före och efter exploatering, som ligger till grund för föroreningsberäkningarna.

5.3.1 Före och efter exploatering, utan åtgärder

Före exploateringen består markanvändningen huvudsakligen av skogs- och ängsmark. Fördelningen mellan skog- och ängsmark har baserat på data från flertal myndigheter sammanfattat i *Nationella marktäckedata* hämtat från SCALGO Live. I syfte att erhålla en rimlig föroreningsberäkning har ett antagande gjorts som baseras på *Nationella marktäckedata*. Enligt dessa data består 30% av området av skogsmark och de resterande 70% av ängsmark.

I den planerade situationen tillkommer en lätt trafikerad väg (ÅDT <100), takytor och tomter. Beräknade föroreningshalter och -mängder som uppkommer i befintlig situation samt efter exploatering presenteras i Tabell 5 och Tabell 6.

Tabell 5. Beräknade föroreningshalter utan åtgärder före och efter exploatering (µg/l) från utredningsområdet. Fetmarkerade värden indikerar att halterna överstiger halterna i befintlig situation.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Olja	BaP	As
Befintlig situation	150	4 100	8,3	12	56	0,75	2,4	1,6	77 000	190	0,0075	3
Planerad situation	68	1 200	4,7	13	37	0,31	5,6	4,4	38 000	320	0,02	3

Föroreningshalterna sjunker för näringsämnen så som fosfor, kväve och suspenderat material. Även halterna av bly, zink och kadmium beräknas minska något efter exploatering. Resterande ämnens halter ökar efter exploatering jämfört med innan. Eftersom flödena ökar efter exploateringen är det av intresse att utvärdera mängderna som genereras i utredningsområdet, då hänsyn tas till flödesmängderna. Detta är presenterat i Tabell 6.

Tabell 6. Beräknade årliga föroreningsmängder (kg/år) utan åtgärder före respektive efter exploatering från utredningsområdet. Fetmarkerade värden indikerar att halterna överstiger halterna i befintlig situation.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Olja	BaP	As
Befintlig situation	0,65	17	0,03	0,05	0,23	0,003	0,01	0,007	320	0,78	3E ⁻⁵	0,012
Planerad situation	0,32	5,6	0,02	0,06	0,17	0,001	0,02	0,02	160	1,5	9E⁻⁵	0,013

Resultatet i Tabell 6 indikerar att mängderna av fosfor, kväve, bly, zink, kadmium, suspenderat material och arsenik beräknas minska efter exploateringen samtidigt som mängderna krom, nickel, olja och BaP ökar och koppar uppnår samma mängder som innan exploatering. Detta resultat är väntat då stora delar av ängsmarken byts ut mot hårdgjorda ytor tak samt tillkommande trafik. De ökade nivåerna medför att rening av dagvattnet krävs för att säkerställa att föroreningsituationen inte blir sämre än den är i befintlig situation.

6 Åtgärdsförslag för fördröjning och rening

En volym på ca 90 m³ behöver fördröjas inom området för att en regnvolym om 20 mm ska fördröjas inom utredningsområdet. Dessutom behöver dagvattnet renas innan det släpps vidare för att inte belasta recipienten mer än i befintlig situation.

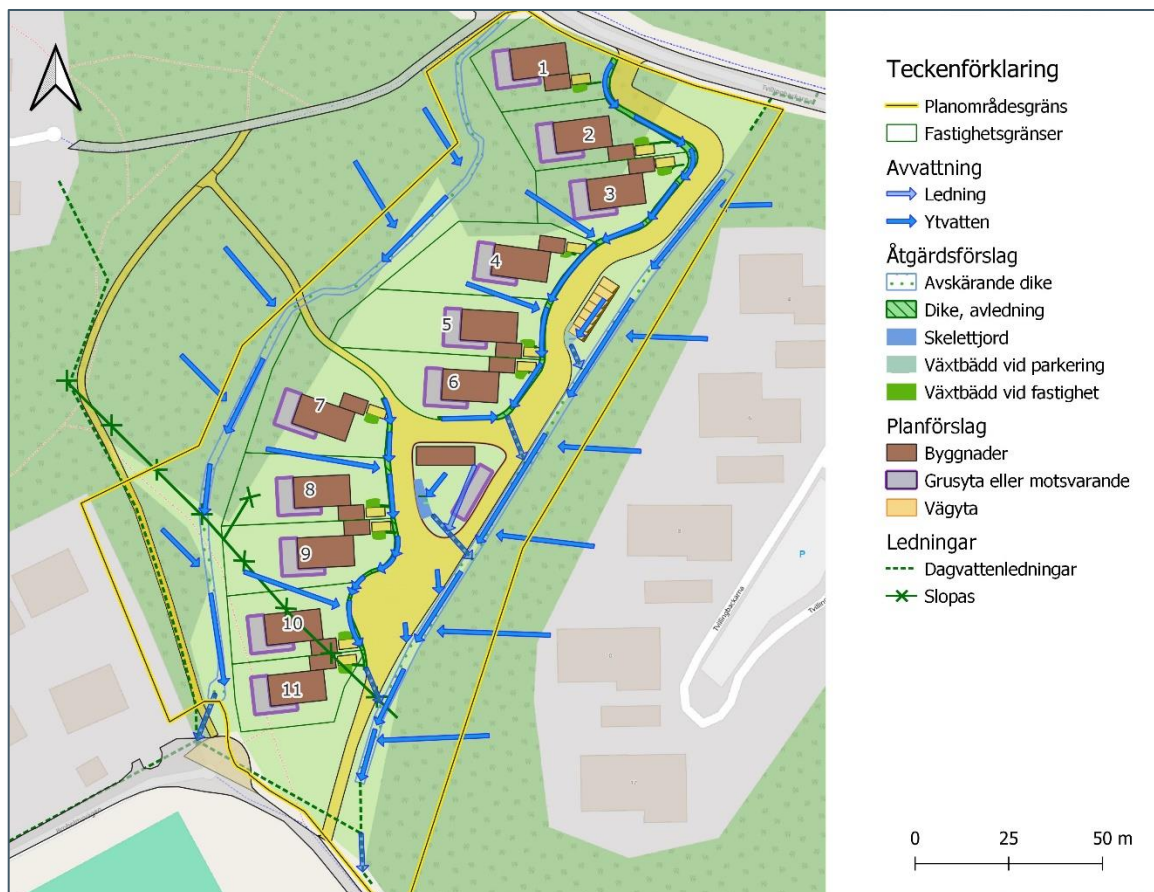
Det finns befintliga avskärande diken både ost om utredningsområdet och i utredningsområdets västra del och dessa föreslås att bevaras och rensas för att säkerställa dess funktion. Diket i den västra delen föreslås flyttas väster ut som beskrivet i *Avsnitt 4.1* och 2, tillsammans med en modifikation av diket för att säkerställa tillräcklig kapacitet. Det östra diket föreslås att bevaras då detta är av en naturlig lågpunkt och dess funktion föreslås att kvarstå. Funktionen av dessa diken är av stor vikt för utredningsområdet, då dessa omhändertar dagvattnet från omkringliggande områden. Dessa diken föreslås ligga på allmän platsmark inom utredningsområdet, för att tydliggöra och förenkla ansvarsfördelningen.

För att uppnå rening samt fördröjning av dagvatten från den gemensamma parkeringen och torgytan föreslås en mindre regnbädd samt skelettstruktur. För fastigheterna både i norr och söder samt vägar föreslås fördröjning och rening genom regnbäddar samt avledning via tranportdike mot det östra avskärande diket. En principskiss av föreslagna åtgärder presenteras i Figur 9. Åtgärdernas utformning eftersträvar att följa en så naturlig höjdsättning som möjligt, enligt de befintliga lågpunkterna och avrinningsstråken.



Figur 9. Skiss över föreslagna åtgärder tillsammans med schematisk skiss av planerad exploatering. Teckenförklaring finns i bilden.

Där placering av VA-ledningar föreslås i VA-utredningen (COWI, 2024) föreslås också gångstråk anläggas för att knyta ihop området och underlätta åtkomst av ledningarna. Gångstigarnas ungefärliga placering illustreras i Figur 9. En avvattningsplan för området presenteras i Figur 10. Avvattningsplanen illustrerar förväntad avvattning från planområdet vid ett 10-årsregn.



Figur 10 Avvattningsplan för utredningsområdet. Dagvattnets förväntade avrinning representeras med pilar. Teckenförklaring finns i bilden.

6.1 Beskrivning av föreslagna lösningar

De föreslagna diken mellan fastighet och vägbana, vars funktion är transport av dagvattnet mot nedströms dagvattensystem, behöver höjdsättas i ett senare skede för att tillse att självfall uppnås i både ledning och dike uppnås. Höjdsättningen är av extra vikt i fastighet 7–11 där mer modifikation av befintlig höjdsättning behövs för att säkerställa avrinning från fasad. Lågpunkter intill fasader behöver fyllas upp och fall från fasadliv behövs säkerställas. I Tabell 7 visas en sammanfattning av föreslagna åtgärder. I tabellen redovisas nödvändig storlek för att tillräcklig fördröjning och redovisat resultat av föroreningsreduktion.

Tabell 7. Sammanställning av dimensioner på föreslagna åtgärder för dagvattenhantering inom utredningsområdet.

Åtgärd	Yt-anspråk (m ²)	Fördröjningsvolym (m ³)	Djup (m)	Annat;
Dagvattenledningar				Ca 40 m ledning, 4 anslutningar
Flytt, och upprustning, av befintliga diken	680	Minst 17 m ³	Ca 0,5	Djupet beror på befintlig utformning
Skelettjord, torgyta	25	7	1,4	
Växtbädd, gästparkering	5	3,2	1,35	
Avledande dike, fastighet norr.	155	-	0,2–0,3	Ca 10 m ² /fastighet
Avledande dike, fastighet syd.	110	-	0,2–0,3	Ca 10 m ² /fastighet
Växtbäddar, fastighet	81	51	1,35	ca 7 m ² /fastighet och 5 m ³ fördröjningsvolym/fastighet

6.1.1 Avskärande diken

De två avskärande diken som ligger inom allmän platsmark kan med fördel utformas som svackdiken, eller diken med vegetation. Diket medför yttlig dagvattenavrinning vilket bidrar till flertalet ekosystemtjänster och höjer de kulturella ekosystemtjänsterna då rekreationsvärdet av området ökar. Samtidigt som reglerande och stödjande ekosystemtjänster förhöjs. När utredningsområdet exploateras blir det av än större vikt att omkringliggande områden ej bidrar med dagvatten till utredningsområdet. Därför föreslås det att dikenas kapacitet säkerställs, och deras funktion som avskärande och bortledande bibehålls.

Dimensionerna av det västra och det östra diket presenteras i Tabell 8. Båda diken föreslås vara genomsläppliga och, där underliggande jordlager så tillåter, medge infiltration. Dessa diken föreslås fördröja vattenvolym som uppkommer inom allmän platsmark.

Tabell 8. De avskärande dikenens dimensioner

	Östra diket	Västra diket
Längd och bredd	190 x 2,5 m	210 x 2 m
Släntlutning	1:2	1:2
Djup	0,5 m	0,3 m
Tillgänglig fördröjningsvolym	140 m ³	88 m ³
Maxkapacitet	100 l/s	44 l/s
Ytbehov	475 m ²	420 m ²

Båda diken föreslås ha en genomsnittlig längslutning på ungefär 1‰ för att vattnets hastighet hålls tillräckligt låg för att infiltration ska kunna uppnås. Där områdets höjdsättning medför en längslutning brantare än 1‰ kan vallar anläggas i diket. Exempel på utformning av svackdike visas i Figur 11.

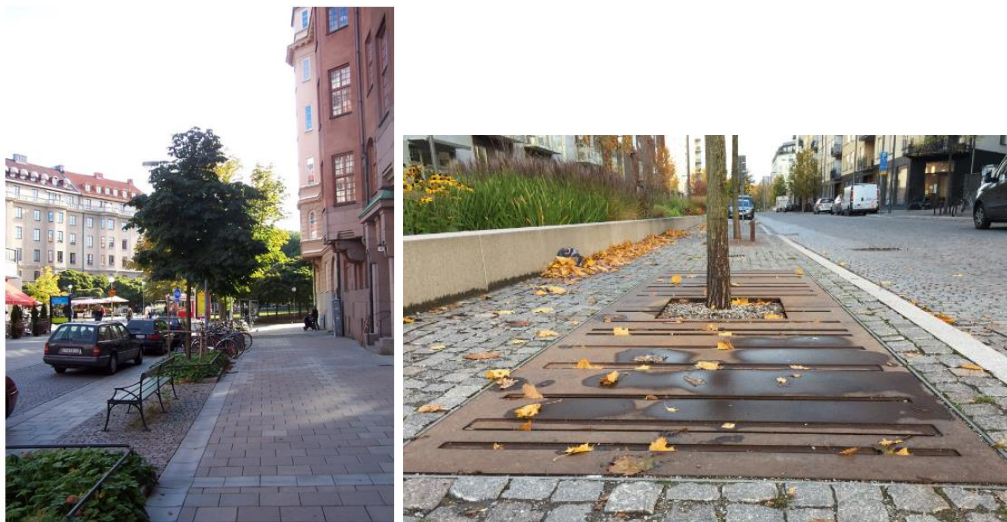


Figur 11. Exempelbilder på utformning av svackdiken med varierad mängd växtlighet.

Växtlighetens höjd är avgörande för diketens renings- och fördröjningskapacitet. Hög och god växtlighet höjer reningsförmågan och ekosystemtjänsterna men sänker fördröjningskapaciteten. Eftersom diken endast behöver fördröja ca 9 m³ vardera och deras kapacitet är högre än nödvändigt kan hög växtlighet vara lämpligt.

6.1.2 Skelettjord

I torgytan föreslås en skelettjord anläggas, vari träd med fördel kan planteras. Skelettjorden föreslås motta vägdagvatten från vägen/gångstigen väster om torget samt torgets och dess byggnads vatten. Här behöver drygt 3 m³ fördröjas och oljeavskiljande egenskaper ska finnas. Utloppet från skelettjorden behöver således gå att stänga av. Vattnet renas när det tillåts filtrera genom lagren i skelettjorden samt när partiklar sedimenterar på skelettjordens botten och genom trädens upptag av näringsämnen i vattnet. I Figur 12 visas exempel på utformning av skelettjord med träd i.



Figur 12. Skelettjordar med träd i, olika sätt för vattnet att rinna in i konstruktionen.

Skelettjorden i torgytan föreslås utformas enligt Tabell 9 vilket medför att tillräcklig volym kan fördröjas inom konstruktionen samt att den beräknade föroreningsbelastningen inte överskrids.

Tabell 9. Föreslagna dimensioner för skelettjorden i torgytan.

Skelettjord, torgyta	
Ytbehov	25 m ²
Anläggningsdjup	1,4 m
Tjocklek, skelettjord	0,8 m
Tjocklek, makadamlager	0,35 m
Tjocklek, reglervolym	0,25 m
Tillgänglig fördröjningsvolym	10 m ³

6.1.3 Regnbädd intill parkering

Parkeringen intill vägen föreslås ha en separat växtbädd. Parkering föreslås utformas som en flödesväg, så att vattnet från parkeringen ytligt avrinner mot växtbädden. En nedsänkt växtbädd föreslås för att med fördel möjliggöra uppsamling av ytavrinnande vatten. Marknivåerna lutar från nord till syd därav föreslås regnbädden att anläggas i den södra delen av parkering för att fånga upp vattnet. Risken för avrinning direkt till det avledande diket öster om parkeringsplatsen bör beaktas vid detaljerad höjdsättning av utredningsområdet. För avledning av vattnet efter rening föreslås en anslutning via ledning till det avskärande diket i öst. I Tabell 10 visas föreslagna dimensioner för växtbädden intill parkeringen, utanför fastighetsgränserna.

Tabell 10. Föreslagna dimensioner av de växtbäddar som mottar vägdagvatten och dagvatten från gästparkeringen.

Växtbädd, inom parkering	
Ytbehov	5 m ²
Anläggningsdjup	1,35 m
Tjocklek, filtermaterial	0,45 m
Tjocklek, makadamlager	0,4 m
Avstånd till inlopp bräddbrunn	0,2 m
Tillgänglig fördröjningsvolym	3,2 m ³

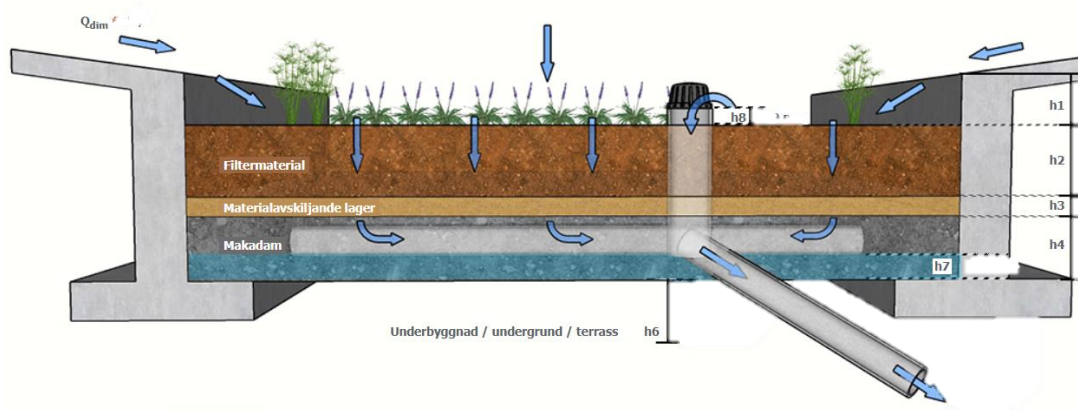
6.1.4 Regnbädd inom fastighet

För att fördröja tillräcklig volym inom respektive fastighet föreslås att en växtbädd med ungefärliga dimensioner enligt Tabell 11 anläggs inom varje fastighet. Växtbädden förespråkas lokaliseras i likhet med placeringarna i Figur 9 för att möjliggöra avledning av växtbäddarnas utlopp i den föreslagna riktningen. Placeringen är ej fastställd och går att anpassa efter planförslaget.

Tabell 11. Ungefärliga dimensioner för varje växtbädd inom respektive fastighet.

Växtbädd, inom fastighet	
Ytbehov	7,5 m ²
Anläggningsdjup	1,35 m
Tjocklek, filtermaterial	0,45 m
Tjocklek, makadamlager	0,4 m
Avstånd till inlopp bräddbrunn	0,2 m
Tillgänglig fördröjningsvolym	4,5 m ³

Varje fastighetsägare äger växtbädden på sin fastighet, och ansvarar för att underhålla anläggningen så att tillräcklig funktion bibehålls. En schematisk skiss på genomskärning av en växtbädds uppbyggnad visas i Figur 13.



Figur 13. Genomsnitt av en schematisk växtbädd.

Takvatten bör infiltreras inom grösytan för respektive fastighet enligt Riktlinjer för dagvattenutredningar (Sigtuna Vatten och Renhållning; Sigtuna Kommun, 2023). Då infiltrationsmöjligheterna inom området är begränsade föreslås takvattnet ändå anslutas till regnbädden. Detta för att inte riskera vattenansamlingar intill byggnaderna. Vatten från parkeringsytan leds till växtbädden via ytavrinning där dagvattnet tillåts infiltrera så långt som möjligt innan det leds till transportdike. Exempel på utformning av växtbädd i anslutning till huskropp visas i Figur 14.



Figur 14. Exempel på utformning av upphöjd växtbädd (t.v.) och utformning av en nedsänkt (t.h.).

Ett alternativ till regnbädden skulle kunna vara att anlägga stenkista inom respektive fastighet. En stenkista är utformad som en stenfylld grop dit både dagvatten och dränering från huset leds. Takvatten kan via stuprör och rännal ledas direkt till stenkistan vilket säkerställer att vatten inte ansamlas intill fasad. Makadam eller stenen i stenkistan skapar en filtrering och fördröjer vattnet och vattnet infiltreras antingen direkt till grundvattnet och omgivande mark eller via dräneringsledning.

För att uppfylla fördröjningskravet och fördröja ca 5 m^3 på respektive fastighet krävs en volym av ca 17 m^3 per stenkista med antagen porositet 30%. Därefter behöver en anslutning till transportdiket utformas via ledning. Det är av vikt att inte stenkistan blir för djup för att möjliggöra anslutning till diket vilket även medför att arean av kistan behöver bli väldigt stor. Alternativt kan en dagvattenledning anläggas under diket intill vägen för att möjliggöra ett större djup på kistan och därav ett mindre markanspråk.

6.1.5 Transportdike intill fastigheter

Avledningen från fastighet 1–6 sker förslagsvis med hjälp av ett dike längs vägens västra kant, som delas av de sex fastighetsägarna. På samma sätt föreslås avledningen av vatten från fastighet 7–11 att utföras. Ett sådant dike bidrar med ett pedagogiskt värde, där vattnet får ta plats på tomterna och fastighetsägarna dagligen blir uppmärksammade på att dagvattenhantering är en gemensam fråga. Dagvatten som genereras från vägbanan intill respektive fastighet föreslås även att omhändertas i diken. Höjdsättning av vägbanan bör säkerställa avledning av vattnet till diket. I diket slut föreslås en kupolbrunn varefter dagvattnet ansluter, via en dagvattenledning, till det östra avskärande diket.

Ett mindre dike med ett djup av ca 0,2 m föreslås. Diket möjliggör både fördröjning samt rening av vägvattnet. I Tabell 12 föreslås ungefärliga dimensioner av diket men bör dimensioneras i senare skede för att anpassas till höjdsättningen av fastigheterna. Kulvertering av diket föreslås att möjliggöras med mindre trummor som anläggs under vägen.

Tabell 12 Ungefärliga dimensioner för transportdiken intill fastigheter

	Norra diket (fastighet 1-6)	Södra diket (fastighet 7-11)
Längd och bredd	130 x 1,5 m	90 x 1,5 m
Släntlutning	1:2	1:2
Djup	0,2 m	0,2 m
Tillgänglig fördröjningsvolym	Ca 20 m ³	Ca 15 m ³
Maxkapacitet	50 l/s	50 l/s
Ytbehov	155 m ²	110 m ²

För att möjliggöra anläggningen av diket krävs det att en viss andel av fastigheternas yta alternativt vägbanan lämnas åt transportdiket. Enligt det förslag som illustrerats i Figur 9 anläggs diket i norr och syd inom fastighetsytan. En alternativ lösning för detta kan vara att flytta fastigheterna i motsatt riktning från vägen och lämna utrymme för diket.

6.2 Reningseffektivitet

I StormTac har reningsanläggningar inom kvartersmark modellerats för att utvärdera dess reningseffektivitet. Två alternativ har utvärderats och benämns som alternativ 1 och 2 och följande anläggningar har inkluderats för alternativen:

- > Alternativ 1: regnbädd inom fastighet, transportdike tillika gräsdike, skelettjord samt växtbädd inom torgyta respektive gästparkering.
- > Alternativ 2: stenkista inom fastighet (ca 55 m²/fastighet), transportdike tillika gräsdike, skelettjord samt växtbädd inom torgyta respektive gästparkering.

De två avskärande diken har ej inkluderats i modelleringen då dess dimensioner ej är fastställda. Dikena mottar även vatten från omkringliggande områden vilket bidrar till osäkerheter. En viss extra rening kan dock antas men har ej inkluderats i bedömningen.

Resultatet från modellering av föroreningshalter presenteras i Tabell 13 och föroreningsmängd presenteras i Tabell 14. Med hjälp av de föreslagna åtgärderna sjunker flertal av de beräknade föroreningshalterna till halter under de som beräknas uppkomma vid befintlig situation för båda utvärderade alternativen. Resultatet påvisar att båda åtgärdsalternativen möjliggör jämförbar förbättring.

Tabell 13. Beräknade föroreningshalter (µg/l) från utredningsområdet i befintlig situation samt efter exploatering – före och efter åtgärder implementeras. Fetmarkerade värden indikerar halter som överstiger halter i befintlig situation.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Olja	BaP	As
Befintlig situation		150	4 100	8,3	12	56	0,75	2,4	1,6	77 000	190	0,008	3
Planerad situation	Utan åtgärder	68	1 200	4,7	13	37	0,31	5,6	4,4	38 000	410	0,02	3
	Med Åtgärder (Alt. 1)	47	740	2,3	7,4	14	0,13	2,8	2,5	17 000	86	0,008	1,7
	Med åtgärder (Alt. 2)	52	690	2,1	6,5	16	0,16	2,7	2,7	17 000	84	0,009	1,6

Tabell 14. Beräknade föroreningsmängder (kg/år) från utredningsområdet i befintlig situation samt efter exploatering – före och efter åtgärder implementeras. Fetmarkerade värden indikerar halter som överstiger halter i befintlig situation.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Olja	BaP	As
Befintlig situation		0,65	17	0,03	0,05	0,23	0,003	0,01	0,007	320	0,8	3E ⁻⁵	0,012
Planerad situation	Utan åtgärder	0,32	5,6	0,02	0,06	0,17	0,001	0,02	0,02	160	1,5	9E⁻⁵	0,013
	Med Åtgärder (alt. 1)	0,2	3,4	0,01	0,018	0,06	0,0003	0,01	0,012	81	0,4	2E ⁻⁵	0,004
	Med Åtgärder (alt. 2)	0,2	3,2	0,01	0,03	0,07	0,0007	0,01	0,013	78	0,4	4E⁻⁵	0,007

För båda alternativen förväntas föroreningsmängden samt halten av nickel (Ni) att öka trots implementering av reningsanläggningar. Nickel är huvudsakligen förknippat med trafikrelaterade källor såsom bildäck, bromsbeläggningar och asfalt. Då vägen inom utredningsområdet ej förväntas motta hög trafik samt ej vara av asfalt utan vara av grus medför en viss osäkerhet med resultaten och troligtvis är resultaten värre än vad som kan förväntas. Dock medför trafik utsläpp av nickel vilket bör tas i beaktning och med detta i

åtanke blir det tydligt att åtgärder bör implementeras vid föroreningskällan för att uppnå bästa reningsreduktion. Nivåerna av detta ämne är ändå mycket nära nivåerna i befintlig situation, och renas markant jämfört med utan åtgärder.

Föroreningshalterna av krom förväntas öka i framtiden trots att åtgärder implementeras. Resultatet visar att trots rening av dagvattnet kommer halterna av krom öka med ca 17 % för alternativ 1 från 2,4 µg/l till 2,8 µg/l. Vilket är en jämförbart liten förändring. Det är av vikt att inte endast fokusera på föroreningshalter då det inte ger en kvantifiering av utsläppens effekt på recipienten i förhållande till den totala belastningen. Vid bedömning av föroreningsbelastning och åtgärder är det viktigt att den totala belastningen på recipienten bedöms. Enligt beräkningarna ses det att mängden krom (kg/år) inte kommer öka i framtiden om rening implementeras. Därav bör inte föroreningsmängden till Mälaren-Skarven och dess MKN påverkas i jämförelse med befintlig situation.

6.2.1 Påverkan på recipient

För att säkerställa att påverkan på recipienten Mälaren-Skarven och dess MKN inte är negativ krävs att vattnet tillåts infiltreras oberoende åtgärdsalternativ. Generellt påvisar föroreningsmodelleringen att de två utvärderade alternativen är jämförbara. Reduktion av föroreningsmängden samt halten kan förväntas i båda alternativen vilket medför en förbättrad situation för recipienten. Recipienten är del av Mälaren som är dricksvattentäkt vilket gör reningen extra viktig. Med detta som bakgrund bör rening med högst effekt vara motiverat. Insatsen för rening bör dock vara rimlig i förhållande till kostnad och det faktum att utredningsområdet endast är en liten del i det stora avrinningsområdet till recipienten.

6.2.2 Osäkerheter med StormTac

StormTac är inget exakt beräkningsverktyg och bör endast användas för att få en generell bild av hur föroreningssituationen ser ut. Därför är det viktigt att ha osäkerheter i beaktande. I StormTac-databasen anges typhalter för olika ämnen och typer av markanvändning. Referenserna som ligger till grund för halterna varierar i antal för de olika ämnena, men målsättningen är att undersökningarna har gjorts med flödesproportionell provtagning under lång tid och att årsmedelhalter redovisas (Larm, 2000). För att få en tydligare bild av dagvattenkvalitén och dagvattenanläggningens inverkan på området finns det därmed behov av flödesproportionell provtagning under lång tid (flera månader till år) och att årsmedelhalter redovisas.

7 Kostnads kalkyl

En första uppskattning av kostnaderna för de föreslagna åtgärderna har gjorts med hjälp av information från StormTacs databas (2019-2022). Schablonbelopp har använts vilka baseras på hela Sverige, kostnaden kan således komma att avvika från de presenterade uppskattningarna beroende på de plats specifika förhållandena. Prisschablonerna är ungefärligt justerade för inflation till 2022. De prisschabloner som antagits tidigare än 2010 har uppskattats med utgångspunkt i schablonvärdena och erfarenhet för att bättre reflektera prisläget 2023/2024. Uppgifter för kostnader för anläggning och anslutning dagvattenledningar har inhämtats från Sigtuna vatten. Resultatet visas i Tabell 15.

Tabell 15. Kostnadsuppskattning av föreslagna åtgärder.

Åtgärd	Yt-anspråk	Kostnad (SEK)	Prisschablon, antaget år;
Dagvattenledningar	Ca 40 m ledning, 4 anslutningar	1 200 000	15 000 kr/m, 150 000 kr/ anslutning
Flytt, och upprustning, av befintliga diken	680 m ²	103 000	110 kr/m dikesrensning, 280 kr/ m dikesanläggning (2019)
Transportdike	265 m ²	74 000	280 kr/ m dikesanläggning (2019)
Växtbäddar, kvartersmark	5 m ²	50 000	10 000 kr/ m ² (2019)
Skelettjord, torgyta	25 m ²	300 000	10 000 kr/ m ² (2019)
Växtbäddar, fastigheter (alt. 1)	81 m ²	980 000 (ca 89 000/ fastighet)	10 000 kr/ m ² (2019)
Stenkista, fastigheter (alt. 2)	600 m ²	1 500 000 (ca 136 400/ fastighet)	8000 kr/m ³ (2019)
Totalt:		Alternativ 1: 2 700 000 kr Alternativ 2: 3 250 000 kr	

7.1 Diskussion

Med lösningsförslagen som presenterats i Avsnitt 6.1 kan ställda krav på fördröjning och rening uppfyllas. Två alternativa lösningar för hanteringen av dagvatten på fastighetstometer har utvärderats, ett med anläggning av regnbäddar och ett med anläggning av stenkista. COWI förespråkar implementering av regnbäddar då detta kräver ett mindre ytanspråk på fastighetsmarken och därav inte inskränker på det ursprungliga planförslaget. Dessutom bidrar regnbäddar till både den mänskliga samt biologiska bebyggelsemiljön vilket även förespråkas i Sigtuna Kommuns riktlinjer för dagvattenhantering. Kostnads kalkylen påvisar även en ekonomisk fördel med alternativ ett då det förväntas bli mer kostnadseffektivt att anlägga regnbäddar intill fastigheter jämfört med anläggning av stenkista.

8 Översvämningsrisker

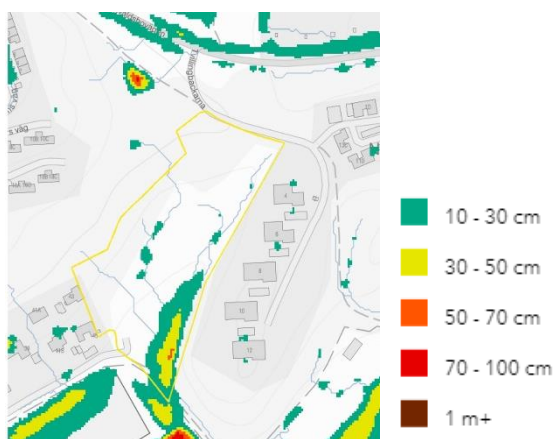
Områdets utsatthet för översvämningar har undersökts med hänsyn till skyfall samt höga havsnivåer.

8.1 Höga havsnivåer/sjönivåer

Utredningsområdet är beläget relativt långt från ytvattenförekomster och enligt Länsstyrelsen i Stockholms län WebbGIS (2021) finns ingen risk för översvämning från ytvatten. Avståndet från utredningsområdet till Mälaren är ca 1 km. Innan detaljprojektering är det viktigt att planera för hantering och avledning av flöden som uppstår till följd av extrema regn och flöden. Alla regntillfällen som överskrider de dimensionerande dagvattenflödena och som inte kan omhändertas i dagvattensystemets fördröjnings- och reningsanläggningar är att betrakta som extrema regn eller flöden. Den här typen av regn ger i praktiken upphov till en situation där dagvattensystemet går fullt och att dagvatten således avrinner på markytan.

8.2 Skyfall

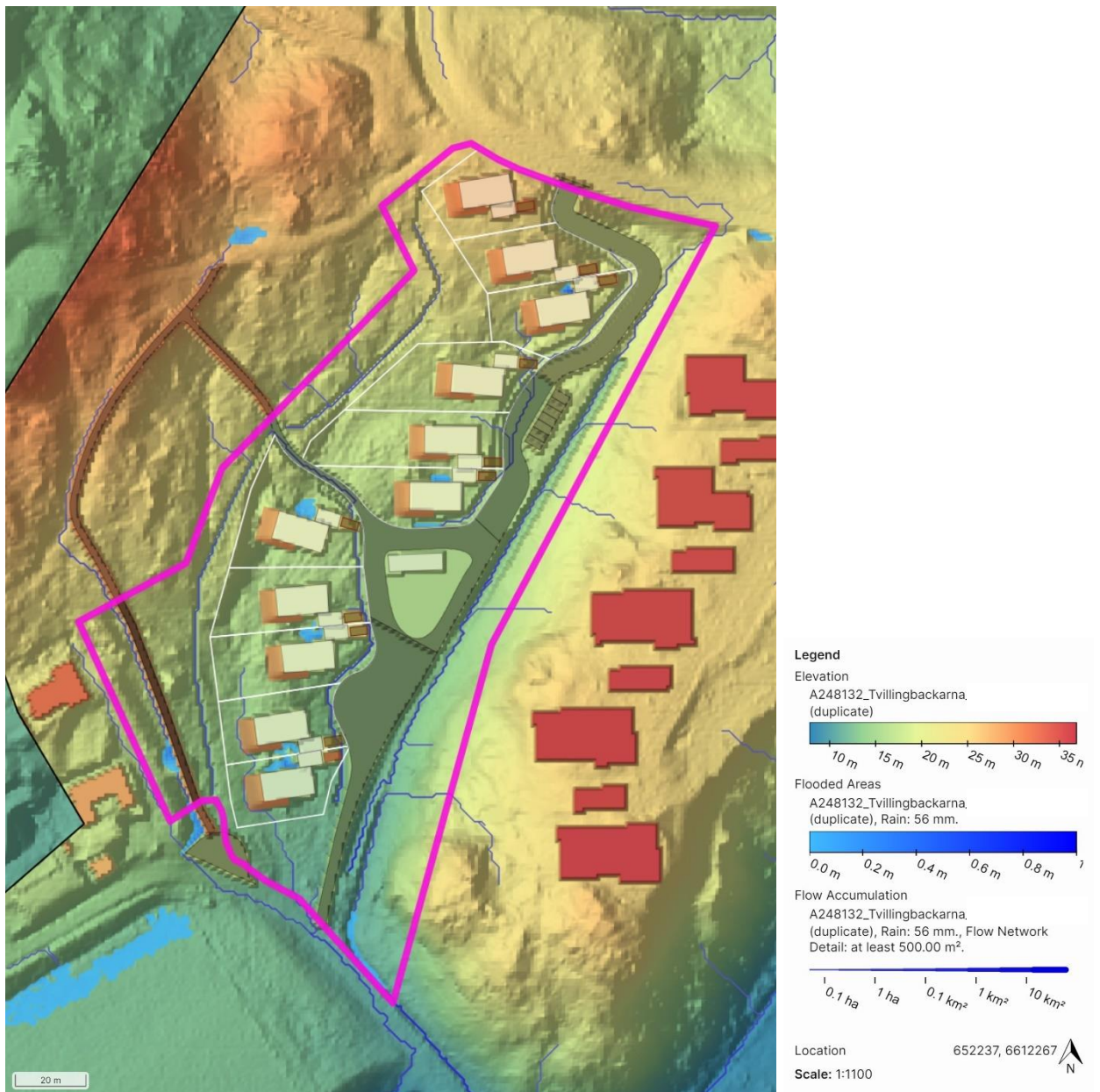
Sigtuna kommuns skyfallskartering för 100-årsregn med klimatkfaktor 1,25 (Sigtuna kommun, 2022) indikerar samma områden som är identifierade att riskera högt stående vattendjup vid ett skyfall som skyfallskarteringen för 100-årsregn med klimatkfaktor 1,3 som Länsstyrelsen i Stockholms län (2021) tagit fram. Båda karteringarna identifierar lågområdet i det sydöstra hörnet av utredningsområdet som det mest utsatta området i befintlig situation. I detta område kan vattennivåer på som mest 50–70 cm bli stående vilket illustreras i Figur 15. Dessa nivåer uppkommer endast på små ytor i det befintliga diket, de större ytorna har nivåer på mellan 10 och 50 cm i den befintliga situationen som undersökts av Länsstyrelsen (2021).



Figur 15. Skyfallskartering maxdjup (Länsstyrelsen, 2021). Färgerna visar olika djup, teckenförklaringen finns bredvid figuren.

För att studera hur översvämningsriskerna i området förändras av planerad bebyggelse samt med föreslagna åtgärder har en skyfallsanalys i SCALGO Live utförts. SCALGO Live visar översvämningsytor baserat på lågpunkter i området för ett valt regndjup. Programmet tar inte hänsyn till vattendjup i flödesvägar eller ledningssystem. Men en översvämningskartering med SCALGO Live kan ändå ses som en fingervisning för risker vid skyfall, då ledningsnätets kapacitet inte räcker till vid ett skyfall. SCALGO Live använder

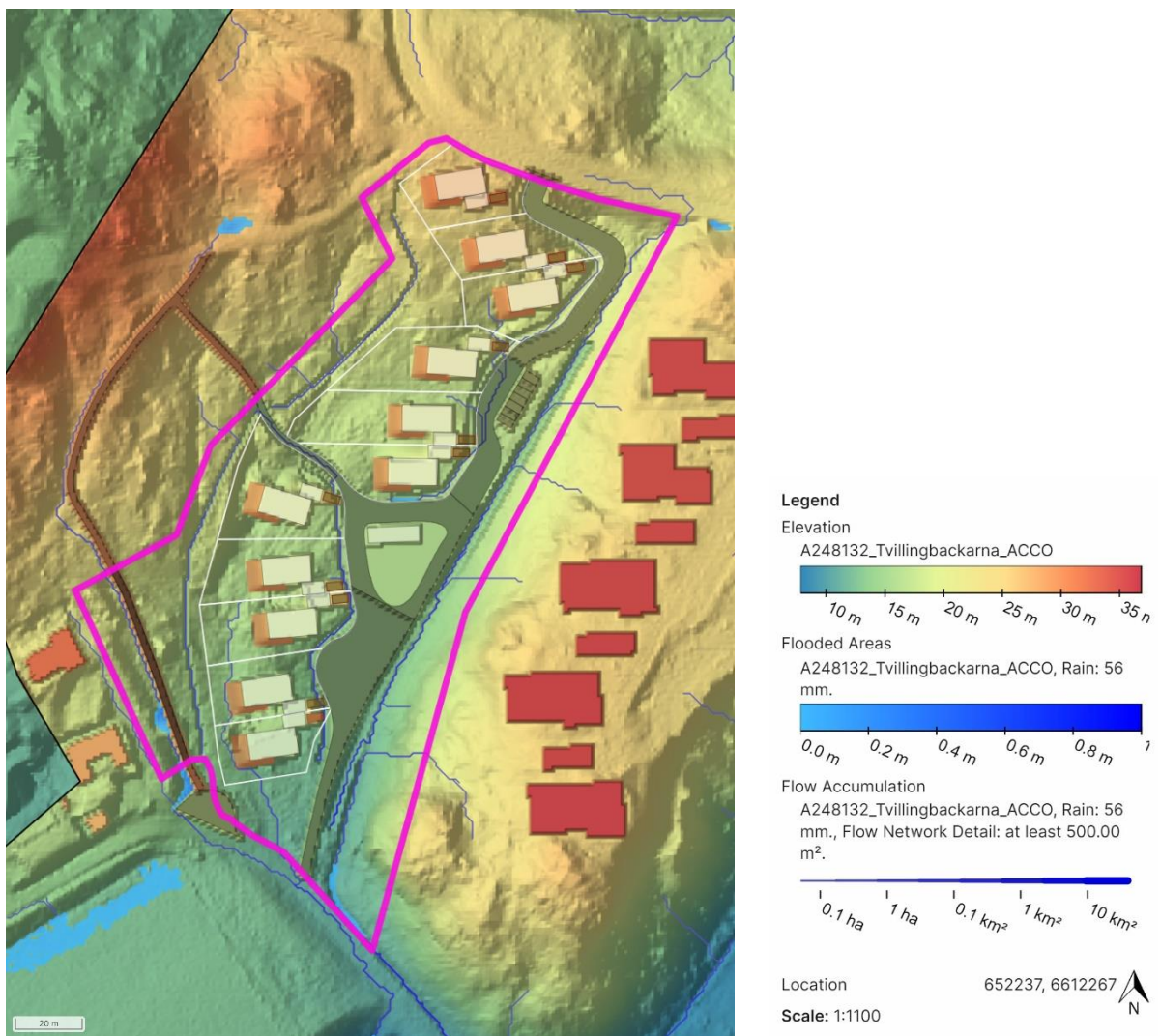
lantmäteriets höjddata med upplösning 1x1 m. I den utförda karteringen har inte hänsyn tagits till infiltration, eftersom infiltrationskapacitet anses mycket låg under ett skyfall då marken i stor utsträckning är mättad. Skyfallsanalysen har utförts för ett blockregn med 100-års återkomsttid med klimatfaktor 1,25 vilket ger ca 56 mm regn under den mest intensiva 30 minutersperioden (MSB, 2017). För analysen har planerade byggnader och väg importerats in i SCALGO Live ovanpå befintliga marknivåer tillsammans med föreslagna transportdiken i närhet till fastigheter samt avskärande dike i väst och öst. Resultatet illustreras i Figur 16.



Figur 16 Skyfallskartering med planerad exploatering samt föreslagna åtgärder, befintliga marknivåer. Skyfalls karteringen är genomförd i SCALGO Live med ett regn av motsvarande 56 mm. Plangräns är markerat i rosa, byggnader är vita och tillhörande trall/grusyta är markerat i orange.

Resultatet som presenteras i figuren ovan indikerar att det finns ett antal instängda lågpunkter nära byggnaderna. Störst risk för instängda områden ses för fastigheterna 7-11 som är belägna väster i området. Placering av byggnader och höjdsättning av väg är endast schematiskt utförd i detta steg, och därmed blir resultatet av denna skyfallskartering endast en preliminär indikation. Den indikerar ändå att försiktighet måste beaktas då byggnaderna placeras och då vägen höjdsätts. För att minska utsattheten för byggnader kan vägen göras lägre i sin västra kant, och utformas som en skyfallsled där vattnet kan ledas vid ett kraftigt regn. Byggnadernas golvnivå ska också placeras på en nivå högre än vägen enligt Svenskt Vattens publikation P105, för att säkerställa säker avrinning.

En grov justering av marknivåerna intill byggnader har genomförts för att undersöka hur mindre justeringar kan påverka skyfallssituationen. Lågpunkter som påvisar en risk för byggnationerna har identifierats och därefter *fyllets upp* till en marknivå snarlik närliggande mark. Resultatet från dessa justeringar kan ses i Figur 17. Som resultatet visar ses en betydlig förbättring av översvämningsrisken i området.



Figur 17 Skyfallskartering med föreslagna åtgärder, befintliga marknivåer samt utfyllnad av lågpunkter som identifierats. Skyfalls karteringen är genomförd i SCALGO Live med ett regn av motsvarande 56 mm. Plangräns är markerat i rosa, byggnader är vita och tillhörande träll/grusyta är markerat i orange.

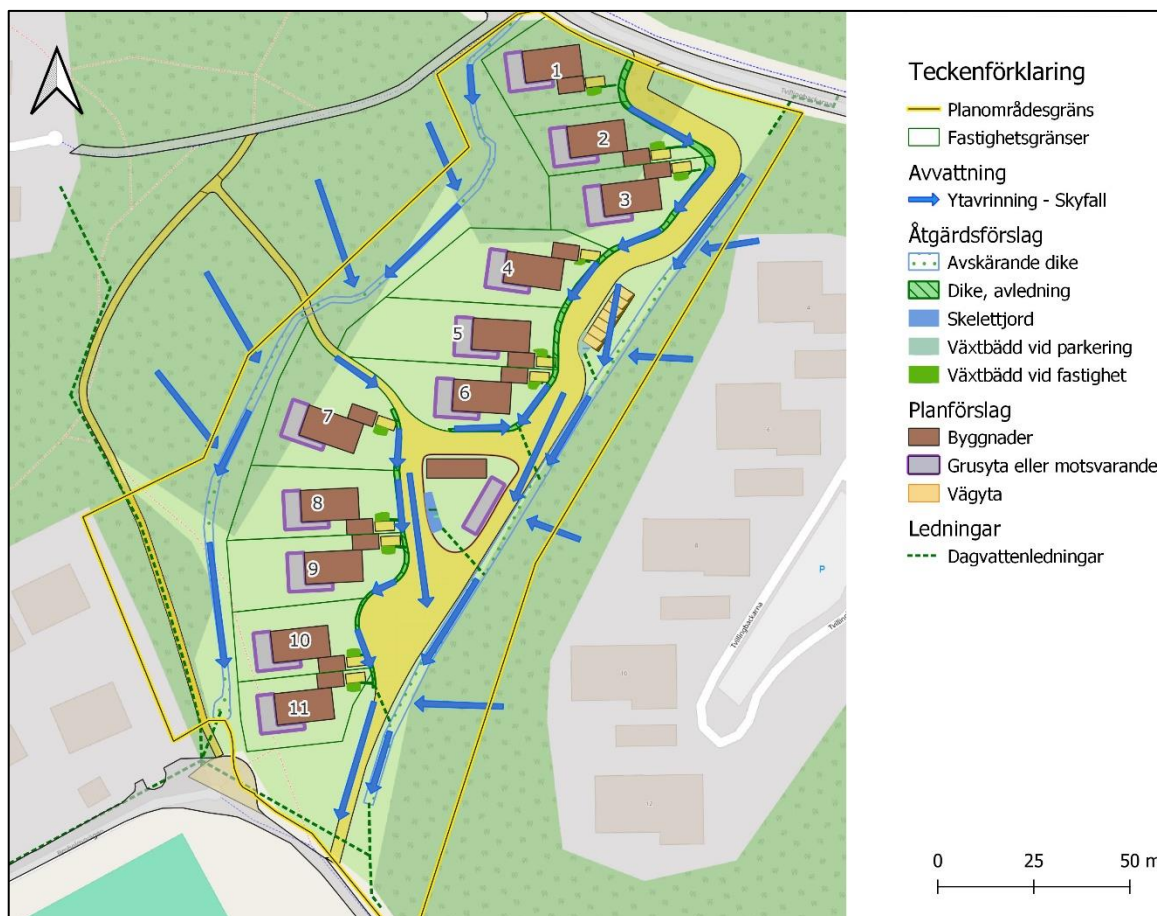
För att beräkna flöden vid skyfall krävs en högre avrinningskoefficient än vid dimensionerande regn eftersom marken blir mättad vid skyfall och det inte sker någon avdunstning eller infiltration. För hårdgjorda ytor som tak och asfalterade vägar antas en avrinningskoefficient på 1,0 vid beräkning av mycket stora regn, såsom ett 100-årsregn. Vid extrem nederbörd ökar också avrinningskoefficienten för icke-hårdgjorda ytor, såsom skog och ängsmark, där avrinningskoefficienten antas vara mellan 0,2–0,8. De beräknade dagvattenflödena för hela utredningsområdet vid ett 100-årsregn redovisas i Tabell 16.

Tabell 16. Dimensionerande flöden före och efter exploatering i l/s. Klimatfaktor förkortas 'kf'.

	Befintlig situation (l/s)		Efter exploatering (l/s)	
	u. kf	m. kf	u. kf	m. kf
100-årsregn	216	270	255	317

Volymen som uppkommer vid ett 45-minuter långt skyfall med återkomsttid 100-år är ungefär 860 m³ efter exploatering. Vid befintlig situation är volymen vid samma skyfall ungefär 730 m³.

Det är viktigt att höjdsättningen inom utredningsområdet planeras så att dagvatten vid skyfall kan avledas längs säkra vägar utan att orsaka skador på byggnader eller annan infrastruktur. För att åstadkomma detta behöver byggnadernas entréer vara högre än omgivande mark, och ytliga skyfallsvägar behöver skapas för att leda vattnet till lokalgatan. Det viktigaste är att vattnet leds bort från fastigheter på ett säkert och kontrollerat sätt samt att nedströms område ej påverkas negativt av exploateringen. Med utgångspunkt från den befintliga höjdsättningen och den planerade utformningen presenteras en grov skiss i Figur 18 som visar hur höjdsättningen bör utföras för att skapa säkra skyfallsvägar. Markerade skyfallsvägar (pilar) i Figur 18 förutsätter att den planerade lokalvägen och dess körbanor höjdsätts så att de kan fungera som avrinningsväg. Då höjdsättning för utredningsområdet har planerats kan dessa förslag till skyfallsvägar behöva justeras, och det kan finnas andra alternativ att överväga. Det viktigaste är att vattnet leds bort från fastigheter på ett säkert och kontrollerat sätt. Detta bör vara möjligt utifrån utredningsområdets planerade utformning.



Figur 18. Schematiskt förslag på skyfallsvägar för att förhindra översvämning av byggnader inom utredningsområdet.

Ett skyfall av den undersökta magnituden sker sällan, sannolikheten är att det kommer ske ungefär en gång under en period på 100 år. Det medför därmed orimliga kostnader och krav på yta för varje planområde att vidta åtgärder för att fördröja all volym som uppkommer vid skyfall inom utredningsområdet, om det kan lösas på ett bättre sätt utanför området. Det är dock av vikt att nedströms område ej påverkas negativt av exploateringen.

Nedströms utredningsområde finns ett antal idrottsplaner och ett utegym, som höga flöden från utredningsområdet ytligt avleds mot då diken går fullt. Befintlig höjdsättning indikerar att vattnet från detaljplanområdet avrinner via gångbanan nedströms utredningsområdet och därefter ansamlas inom de nedsänkta fotbollsplanerna. I framtida situation föreslås skyfallsvatten att fortsätta ledas till dessa. Schematisk illustration av idrottsplanernas läge och förbindelse med utredningsområdet visas i Figur 19.



Figur 19. Schematisk illustration av förslag till nedströms hantering av skyfall. Utredningsområdet är markerat med röd linje, idrottsplanen med grön linje och ungefärlig förbindelse med gul pil.

Ett förslag för att kontrollera utflödet till nedströmsområden är att utnyttja den befintliga lågpunkten i den södra delen av det avskärande diket intill utredningsområdet östra kant (markerat i figur ovan). Vid upprustningen av diket kan en bräddning av diket utföras för att skapa en uppsamling som utnyttjas vid större nederbörd. Det är viktigt att vidare undersöka byggbarheten av bräddningen då VA-ledningar är placerade i närheten.

9 Slutsatser och rekommendationer

Denna utredning kan sammanfattas med följande slutsatser och rekommendationer:

- > Områdets planerade exploatering bidrar med hårdgjord yta, vilken medför ökat flöde och föroreningsbelastning. Då 20 mm regnvolym fördröjs inom utredningsområdet behöver ca 90 m³ fördröjas inom utredningsområdet, varav 51 m³ inom fastigheterna, 23 m³ inom resterande kvartersmark och 17 m³ inom allmän platsmark.
- > Föreslagna åtgärder för fördröjning och rening är att leda vattnet från bostäderna till lokala anläggningar för fördröjning och rening. Dessa anläggningar bör vara enkla för den enskilda fastighetsägaren att sköta och säkerställa funktion hos, förslagsvis en upphöjd växtbädd. Dagvattnet som uppkommer inom fastighetsgränserna bör tillåtas infiltreras så långt som möjligt. Efter fastigheterna går dagvattnet till diken som avleder vattnet.
- > Dagvatten från den gemensamma parkeringen föreslås ledas genom yttlig avrinning till växtbäddar. Växtbäddarna bör utformas så att de uppfyller kommunens krav på oljeavskiljande åtgärd. Växtbäddarna ansluts sedan till bortledande diken. Dagvatten från torgytan leds till en skelettjord med träd i, där vattnet fördröjs och renas innan det leds vidare till bortledande dike.
- > De öppna dagvattenlösningarna föreslås utformas så att dagvattenhanteringen även bidrar med kulturella ekosystemtjänster och höjer de reglerande egenskaperna hos åtgärderna.
- > Det rekommenderas att det befintliga diket i utredningsområdets östra kant bevaras och rensas för att säkerställa dess kapacitet. Diket föreslås att användas som ett avskärande dike mellan utredningsområdet och bostadsområdet öster ut. Samt för uppsamling av vatten från diken och anläggningar som föreslås.
- > Det rekommenderas att mäta in det befintliga diket i de västra delarna av utredningsområdets gräns. Detta dike bör justeras så att det ligger utanför fastighetsgränserna, eftersom detta också fungerar avskärande mot naturmarken och bostadsområdena nordväst om utredningsområdet. Diket bör rensas och kapaciteten säkerställas.
- > Den preliminära skyfallskarteringen indikerar att instängda områden kan skapas och få högt stående nivåer av vatten om den naturliga höjdsättningen och avrinningsvägar ej beaktas. Därmed rekommenderas att placering av byggnaderna samt utformning av väg görs med hänsyn till översvämningsrisker vid skyfall.
- > Lågpunkter intill fasad bör beaktas för att minimera risken för instängda områden som kan medföra risk mot bebyggelsen. Området måste tillåta självfall bort från byggnaderna och mot befintliga avrinningsstråk för att undvika att skapa instängda områden. Detta minskar också sårbarheten vid

skyfall. Förslagsvis kan skyfallsvatten avledas mot nedsänkt idrottsplan söder om utredningsområdet för att ej påverka mer nedströms liggande byggnader eller områden.

- > Det avskärande diket i utredningsområdets östra gräns föreslås att bräddas i den södra delen för att möjliggöra fördröjning av vatten vid skyfall. Det rekommenderas att utnyttja den befintliga lågpunkten för att ansamla vatten. Förslagsvis kan en bräddning utföras i samband med rensning av diket. Bygghänsyn bör vidare utvärderas för att ej komma i konflikt med VA-ledningarna.

10 Fortsatt arbete

Höjdsättningen av byggnaderna bör beakta risken för att skapa instängda områden på grund av utredningsområdets befintliga förutsättningar. I utredningen har en grov markprojektering utförts där lågpunkter *fyllts upp* till en nivå likt närliggande mark. I vidare arbete bör ett mer detaljerat markprojekterings arbete utföras. I fortsatt arbete föreslås det att en mer detaljerad analys skyfallskartering utföras vid framtagandet av framtida marknivåer för att säkerställa att byggnaderna inte utsätts för höga översvämningrisker och skador vid ett skyfall.

En detaljerad skyfallsutredning av nedströms liggande område av idrottsplaner kan göras för att säkerställa områdets utsatthet och kapacitet i befintlig situation, samt om det genom mindre modifikationer kan utformas för att kunna ta emot större mängder vatten vid kraftiga regn utan att strukturer tar skada.

De befintliga dikenas kapacitet är osäker. I fortsatt arbete bör diken i den östra delen mätas in och deras kapacitet bör säkras för att utredningsområdet ej ska påverkas av de högre liggande grannområdena. Projektering av dikesflytten i den västra delen bör ske i ett tidigt skede för att säkerställa att det är görbart. Dikenas nödvändiga kapacitet bör undersökas genom att utreda de omkringliggande områdenas bidragande dagvattenflöden och kapaciteten därefter säkerställas genom dikesrensning och eventuell utökning av diken tvärsnittsarea. De föreslagna dimensionerna för de två avskärande diken i denna utredning är preliminära och baseras på en uppskattning av deras befintliga dimensioner vid platsbesöket.

11 Referenser

COWI, 2024. *Naturvärdesinventering och spridningsanalys, Tvillingbackarna småhus, Sigtuna*, u.o.: u.n.

COWI, 2024. *VA-Utredning, Tvillingbackarna*, u.o.: Sigtuna Kommun.

Länsstyrelsen Stockholm, 2024. *LstAB Länskarta Stockholms LÄN*. [Online]
Available at: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=d1b3761e5e944f129a698acc7e7ed183>

Länsstyrelsen, 2021. *Länskarta Stockholms län, Skyfallskartering*. [Online]
Available at: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=d1b3761e5e944f129a698acc7e7ed183>
[Använd 02 2023].

MSB, 2017. *Vägledning för skyfallskartering*, u.o.: Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap.

Oxunda Vattensamverkan, 2016. *Dagvattenpolicy för Sigtuna, Sollentuna, Täby, Upplands Väsby, Vallentuna samt del av Järfälla*.

Riktvärdesgruppen, 2009. *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp. Regionplane- och trafikkontoret Stockholms läns landsting..*

SGU, 2023. *Kartvisare*. [Online]
Available at: <https://apps.sgu.se/kartvisare/>
[Använd 02 02 2023].

Sigtuna kommun, 2023. *Kravspecifikation för dagvattenutredning i samband med upprättande av detaljplan och vid andra exploateringar*.

Sigtuna kommun, 2022. *Anpassning till förändrat klimat*. [Online]
Available at: <https://www.sigtuna.se/bygga-bo-och-miljo/oversiktsplan-och-detaljplaner/oversiktsplan/oversiktsplan-2022/mark--och-vattenanvandning/klimatanpassning-halsa-och-sakerhet/anpassning-till-forandrat-klimat.html>
[Använd 21 11 2022].

Sigtuna Vatten & Renhållning AB, 2022. *Teknisk standard för Sigtuna Vatten & Renhållning AB:s Vatten- och Avloppsanläggningar*, u.o.: u.n.

Sigtuna Vatten och Renhållning; Sigtuna Kommun, 2023. *Riktlinjer för dagvattenutredningar*, u.o.: u.n.

SMHI, 2021. *Normal årsnederbörd för perioden 1991-2020*. [Online]
Available at: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/kartor/normal/arsnederbord-normal>
[Använd 02 2023].

SMHI, 2021. *Skyfall och rotblöta*. [Online]
Available at: <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/rotblota-1.17339>
[Använd 01 11 2022].

Stockholm Vatten och Avfall, 2022. *Vattentäkt*. [Online]
Available at: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/kunskap/sahar-renas-vatten-och-avlopp/dricksvatten/vattentakt/>

StormTac Databas, 2019-2022. *Databas för dagvatten, basflöde, ytvatten och avloppsvatten. v. 2022-10.27*. [Online]
Available at: www.stormtac.com
[Använd 02 2023].

VISS, 2017-2021. *Mälaren-Skarven*. [Online]
Available at: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA55862375>

Figurer

Referenser till bilder som använts i figurer, presenterat i figurernas ordningsföljd.

Figur 11. Exempelbilder på utformning av svackdiken med varierad mängd växtlighet.

VÄ: Huddinge Kommun, 2014, *Så tar du hand om ditt dagvatten – råd till småhusägare*.
<https://www.huddinge.se/globalassets/huddinge.se/bostad-och-miljo/din-bostad-och-tomt/vatten-och-avlopp/dagvattenbroschyr> [Fotografi, s.14]

HÖ: Milford, 2023. *Svackdike*. <https://se.milford.dk/produkter/svackdike> [Fotografi]
(Hämtad 2023-01-10)

Stockholm Vatten och Avfall, 2023. *Överdämningsytor/torra dammar*.
https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/overdamning_h.pdf
(Hämtad 2023-01-10) [Skiss, s.1]

Stockholms stad & Sweco, 2018. *PM Översvämningsytor, Årstastråket etapp 3*. (Hämtad 2023-02-15) [Fotografier, s.4]

Bilaga 1 - Systemlösning för dagvattenhantering

Teckenförklaring

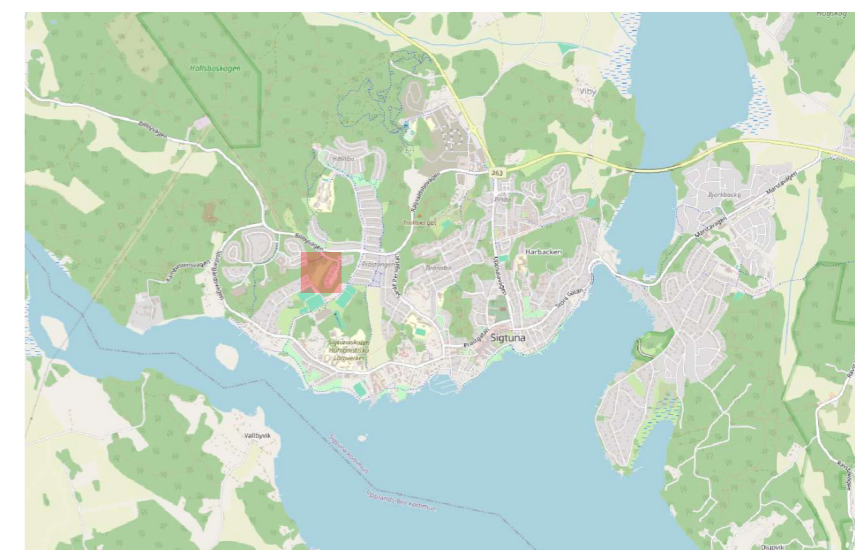
- Planområdesgräns
- Fastighetsgränser

Åtgärdsförslag

- ⋯ Avskärande dike
- ▨ Dike, avledning
- Skelettjord
- Växtbädd vid parkering
- Växtbädd vid fastighet
- ⋯ Dagvattenledning

Planförslag

- Byggnader
- Väg/parkering
- Grusyta/motsvarande



Status:	Version 1.3
Datum:	2024-05-03
Skala:	1:1 200
Format:	A3

