ADRESS COWI AB
Solna Strandväg 74
171 54 Solna
Sweden

TLF +46 10 850 10 00
FAX +46 10 850 23 10
WWW cowi.com

30 11 2023

SIGTUNA KOMMUN

DAGVATTENUTREDNING ÖSTRA ROSERSBERG

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A249593	A249593-4-02-UTR-001

VERSION	UTGIVNINGSDATUM	BESKRIVNING	UTARBETAD	GRANSKAD	GODKÄND
1.1	2023-04-06	Dagvattenutredning	Saga Kallner Md Abdur Razzak	Md Abdur Razzak	Denis van Moeffaert
1.2	2023-11-30	Dagvattenutredning	Saga Kallner Md Abdur Razzak	Md Abdur Razzak	Altinay Ajani

SAMMANFATTNING

På uppdrag av Sigtuna kommun har COWI utfört en dagvattenutredning för Rosersberg 9:1 i Östra Rosersberg. Fastigheten består idag av lätt sluttande åkermark, en del avledande diken, en väg och ett pumphus. Den här dagvattenutredningen syftar till att kunna säkerställa en hållbar och effektiv dagvattenhantering över tid inom planområdet för att möjliggöra exploatering i form av ett regionalt besöksmål enligt utvecklingen av detaljplanen för planområdet.

Planområdets recipient är Fysingen som är en dricksvattentäkt. I anslutning till området ligger Stockholmsåsen – Norrsunda, också en dricksvattentäkt, och ingår i ett vattenskyddsområde. Fysingens kemiska status uppnår 'ej god' och den ekologiska statusen i sjön är 'måttlig'. Detta medför att planområdet ej ska bidra med mer föroreningar än det gör i dagsläget, vilket också tillstås i Sigtuna kommuns dagvattenpolicy.

Markanvändningen kommer efter exploatering ha förändrats så att hårdgjorda ytor utgör totalt ca 3 ha av hela fastighetens 23 ha. All exploatering är lokaliserad inom planområdet, som finns i den södra delen av fastigheten. Planområdet är ca 4,7 ha stort. Områdets dagvattenutflöde dimensioneras baserat på ett regn med 2-års återkomsttid för dagens läge. Efter exploatering beräknas att ett regn med 10-års återkomsttid, inklusive klimatfaktor, behövs omhändertas. Planområdet delas in i mindre delavrinningsområden, där exploateringen lokaliseras i ett av dem. De dimensionerande flödena från området som har planerad exploatering beräknas öka från 28 l/s till 553 l/s. Enligt Sigtuna Vattens riktlinjer ska ett 20 mm regn fördröjas och magasineras inom planområdet, detta motsvarar en volym om 612 m³ inom planområdet.

Dagvattnet föreslås renas och fördröjas med svackdike, skelettjord och växtbäddar, utformade efter exploateringens begränsningar. Med åtgärderna eftersträvas att göra dagvattnet synligt som en del av upplevelsen av området. Föreslagna åtgärder kommer även att bidra till ekosystemtjänster såsom biologisk mångfald, vattenrening och -reglering samt rekreation och upplevelser av naturen. Åtgärderna tillgodoser att föroreningsbelastningen nedströms området ej ökar jämfört med dagens läge, och riskerar inte att försämra MKN i recipienten Fysingen.

Skyfall föreslås hanteras genom att sänka den norra delen av föreslagen parkeringsplats, vilken då blir en översvämningsyta som kan fördröja skyfallsvolymen. För att säkerställa att detta fungerar behöver höjdsättningen av området vara god, den ytliga avrinningen ska ske mot befintliga avrinningsstråk som går mot ytan där parkeringen föreslås. Parkeringen behöver sänkas ner under golvnivå i byggnaden för att undvika att skyfallsvatten går upp mot fasaden. Det föreslås att en noggrann undersökning av nivåkurvor och avrinningsvägar genomförs i samband med detaljprojektering av planerade byggnaders höjdsättning. Det bör säkerställas vid planerad byggnation att dagvatten tillåts avrinna fritt bort från byggnaderna.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Introduktion och bakgrund	4
2	Syfte	5
3	Metodik och underlagsmaterial	6
4	Dagvattenstrategi	8
5	Lokala förutsättningar	10
5.1	Översiktsbild och topografi	10
5.2	Geologin	11
5.3	Recipient	12
5.4	Markavvattningsföretag	14
5.5	Omgivningsbegränsningar	14
6	Ytavrinningsstudie för befintligt område	17
7	Befintlig dagvattenavrinning	18
8	Dagvattenavrinning efter exploatering	23
8.1	Placering av planerad exploatering	23
8.2	Flöden och volymer	24
8.3	Föroreningshalter och -belastning	25
9	Åtgärdsförslag för fördröjning och rening	27
9.1	Föreslagen systemlösning	27
9.2	Skyfallsåtgärder	35
9.3	Kostnadsuppskattning	40
10	Slutsatser och rekommendationer	41
11	Referenser	42

Bilagor

1 Föreslagen systemlösning för dagvattenhantering inom planområdet

2 Förslag till skyfallshantering inom planområdet

1 Introduktion och bakgrund

Sigtuna kommun planerar för ett regionalt besöksmål i form av ett vattenland med tillhörande hotell på fastighet Rosersberg 9:1 mellan Norrsundavägen och E4:an. Fastigheten består idag till största del av åkermark. I kommunens översiktsplan, antagen 2022, pekas området ut som verksamhetsmark och att det planeras för ett regionalt besöksmål inom planområdet ligger i linje med översiktsplanen (2022e). Som ett steg i arbetet mot ett beslut för, och utformning av, detaljplan över området i Östra Rosersberg utförs en dagvattenutredning. Området som omfattas av exploateringen benämns fortsättningsvis som planområdet, när hela ytan av fastigheten Roseresberg 9:1 beaktas benämns den fastigheten.

2 Syfte

Den här dagvattenutredningen syftar till att i ett tidigt skede kunna föreslå placering av planerade byggnader och utformning av dagvattenlösningar för att säkerställa en hållbar och effektiv dagvattenhantering över tid inom planområdet för att möjliggöra exploatering i form av ett regionalt besöksmål. Utredningen avser att ta den befintliga höjdsättningen i beaktning och att anpassa föreslagna åtgärder och placeringar av byggnader till områdets förutsättningar. Dagvattenutredningen ska utgöra underlag till detaljplanarbetet. Eftersom områdets höjdsättning inte är fastställt i detta skede förutsätter denna rapport en anpassad höjdsättning jämfört med nuvarande topografiska situation.

3 Metodik och underlagsmaterial

Under arbetet utfördes följande moment:

- Insamling av nedan presenterat underlagsmaterial.
- Inventering av befintliga förutsättningar med hjälp av;
  - SCALGO Live, som är ett översiktligt verktyg för att analysera översvämningsutbredning genom att ett regn med en viss volym appliceras över en yta. Beroende på terrängen, markanvändningen och regnets storlek kommer vattnet att fördelas mellan lågpunkterna i området vilket ger en översiktlig bild av vilka områden som kan drabbas av översvämning samt naturliga avrinningsvägar. Verktyget är inte dynamiskt, och tar därför inte hänsyn till befintligt ledningsnät eller hur varaktigheten av ett regn påverkar dess avrinning. SCALGO Live är därför mest lämpat att använda för översiktliga analyser i tidiga skeden, i områden med få dagvattenledningar. Således bedöms det fungera bra i denna utredning.
  - Stormtac, som är ett webbaserat beräkningsverktyg som använts för att beräkna dagvattenflöden och dagvattenföroreningsbelastning, med syfte att dimensionera åtgärder och beräkna deras reningskapacitet. Dessa beräkningar har kontrollerats med beräkningar gjorda för hand.
- Platsbesök den 21a december 2022.
- Diskussion med Sigtuna kommun kring lämplighet och lokalisering av nybyggnation den 5e december 2022.
- Undersökning av dagvattenhantering efter exploatering.
- Framtagande och utvärdering av åtgärdsförslag.

Till detta användes underlagsmaterial presenterat i nedanstående lista:

- Befintligt VA-ledningsnät.
- Baskarta med höjdkurvor.
- Geoteknisk utredning (Bjerking, 2009).
- Preliminära resultat från COWI:s miljötekniska mark- och grundvattenundersökning (2023).
- Illustrationsritningar över planerat område, uppdaterades av Sigtuna kommun i oktober 2023.

- Detaljplaneförslag i dwg-format, uppdaterades av Sigtuna kommun i oktober 2023.
- Sigtuna kommuns skyfallskartering (Sigtuna kommun, 2022b).
- Tidigare utförd dagvattenutredning (WSP, 2009).

4 Dagvattenstrategi

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.

Detta konkretiseras med tre grundkrav för dagvattenutredningar vid detaljplanering, exploatering och ny- och ombyggnation i riktlinjerna av SIVAB och Sigtuna kommun (2023), där det även tydliggörs att Oxunda Vattensamverkans dagvattenpolicy (2016) ska följas. Det som bedömts vara relevant för arbetet med denna utredning har sammanställts i följande punktlista:

- Förutsättningar;

  Dagvattenutflödet från området efter exploatering ska inte påverka områden nedströms, inte bidra till ytterligare belastning på recipient relativt före exploatering och inte heller vara högre än flödet från områdets ursprungliga naturmark.

  En regnvolym på 20 mm ska magasineras och fördröjas. Hanteringen ska medföra mer långtgående rening än sedimentation.

  Dimensionerande regn ska väljas utefter riktlinjerna publicerade av Svenskt Vatten i P110. När fördröjningsvolym beräknas med ovanstående krav på 20 mm beaktas uppfyllningstiden av magasinet när varaktigheten beräknas enligt P110.

  Systemlösning för dagvatten inom planområdet ska redovisas med beskrivningar, kartor, principskisser och illustrationer.

  Eventuella markavvattningsföretag, grundvattenförekomster och vattenskyddsområden ska beaktas.

- 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.

  Recipientens förutsättningar för dagvattenhantering och kemiska och ekologiska status ska beskrivas med utgångspunkt i gränsvärden från VISS för recipienten samt i recipientspecifika planeringsunderlag för problemämnen framtagna av kommunen. Resonemang kring hur planerade åtgärder inte påverkar recipienten negativt ska föras. Dessa ska vara relativt gränsvärden i VISS och recipientens belastningsutrymme och redovisas i kg.

- Berika bebyggelsemiljön;

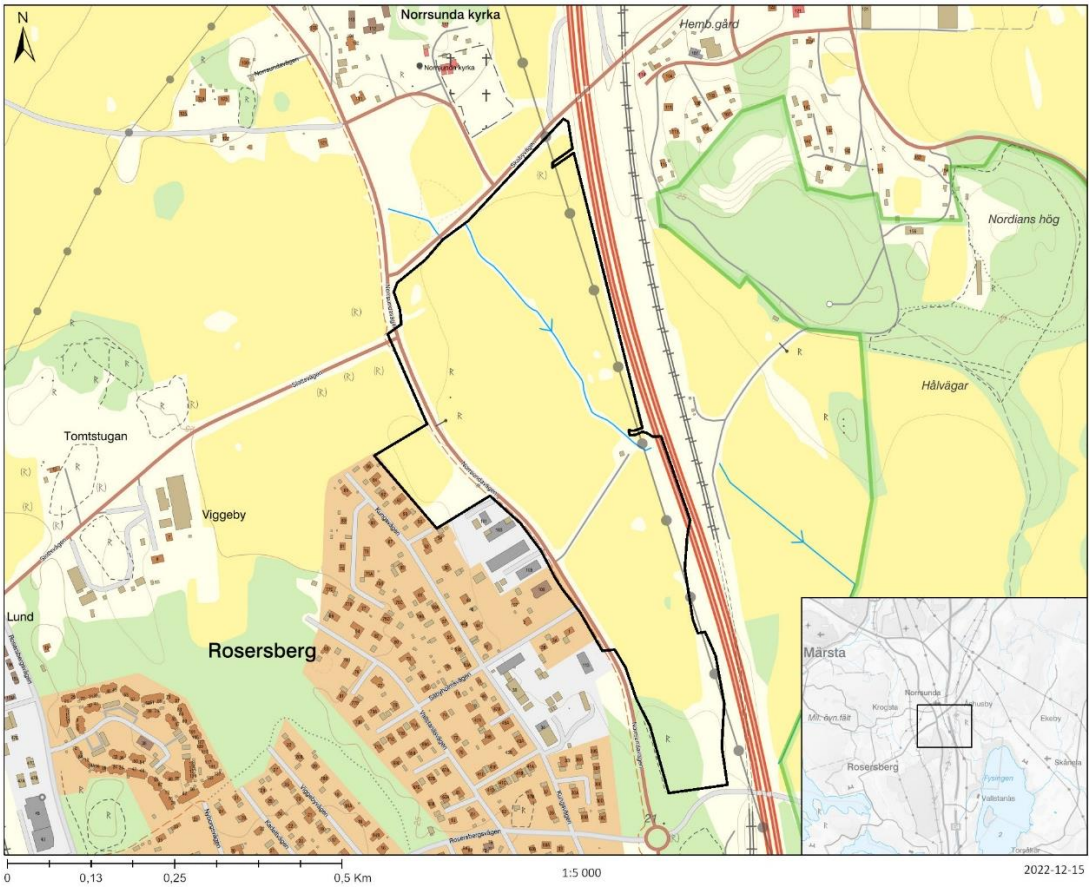
  Dagvatten ska ses som en berikande resurs för både den mänskliga och biologiska bebyggelsemiljön. Hanteringen av dagvatten som en resurs som berikas ska vara genomgående, både på mark och tak.

5 Lokala förutsättningar

Föreslagen framtida placering av byggnader och dagvattenhantering baseras på de lokala förutsättningarna som råder på och kring området, vilka presenteras i detta kapitel.

5.1 Översiktsbild och topografi

Den aktuella fastigheten med en yta på ca 23 ha illustreras i Figur 1, där kan ses att området domineras av flack åkermark som dräneras av diken.



Figur 1. Fastigheten Rosersberg 9:1 och dess läge, avgränsning markerat med svart heldragen linje. Översiktsbild visar orienteringen av området, vilket är markerad med en svart rektangel.

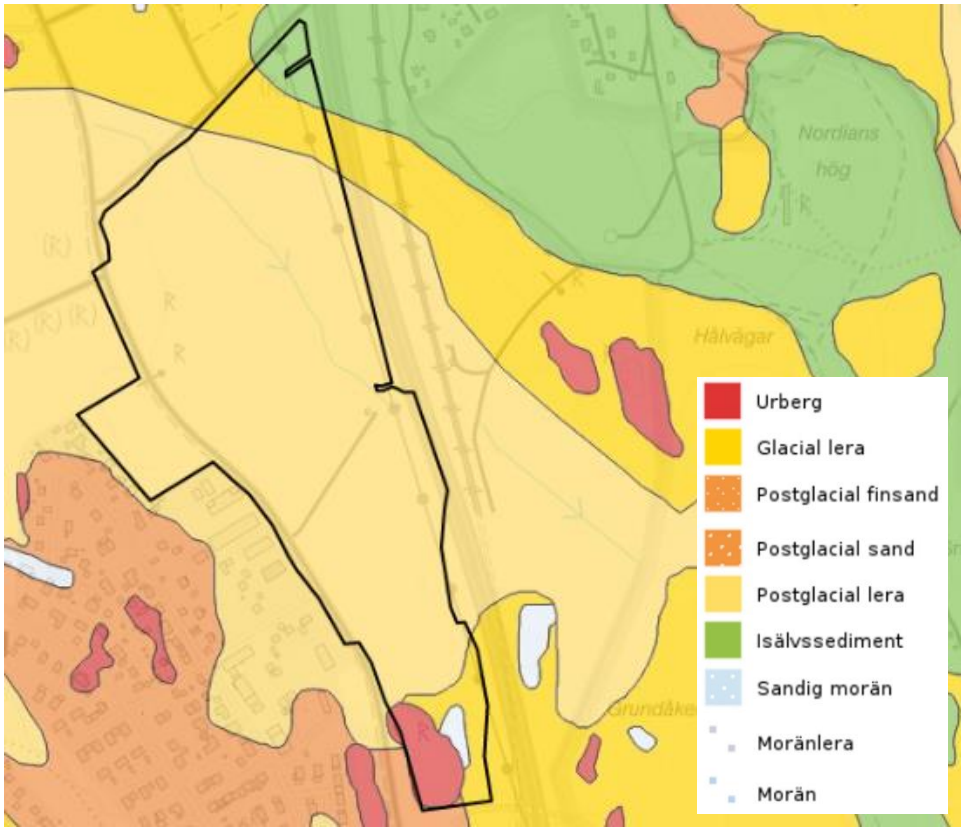
I mitten av området finns en gata och en pumpstation, längs gatan löper ett dike med ett varierande djup mellan uppskattningsvis 0,6 – 0,8 meter. Pumpstationen ska flyttas åt sydväst, längs vägen. Placering av den utreds separat, men bör tillses att ej placeras i ett instängt område för att undvika översvämningsproblematik. Flytten av pumpstationen görs med samma utformning och funktion i behåll, vilket därmed ej förändrar markanvändningen i en omfattning som påverkar beräkningar eller förutsättningar för dagvattenutredningen.

Fastigheten begränsas av väg E4 i öster, Norrsundavägen i väster och mindre landsvägar norr- och syd om området. Väster om Norrsundavägen ligger blandad sammanhängande bostadsbebyggelse som till största delen består av villabebyggelse och en del

verksamheter. Norr och öster om fastigheten finns gles och sporadisk bebyggelse, åkermark och Fysingens naturreservat.

5.2 Geologin

SGU:s karta över jordarter i skala 1:25 000 – 1:1 000 000 har använts för att generera utdraget i Figur 2. Jordarterna i området består huvudsakligen av postglacial lera samt mindre områden i de södra delarna av urberg, sandig morän och postglacial sand och glacial lera.



Figur 2. Utdrag ur jordartskartan, SGU 1:25 000 – 1:1 000 000 (SGU, 2022). Fastigheten är markerad med svart heldragen linje.

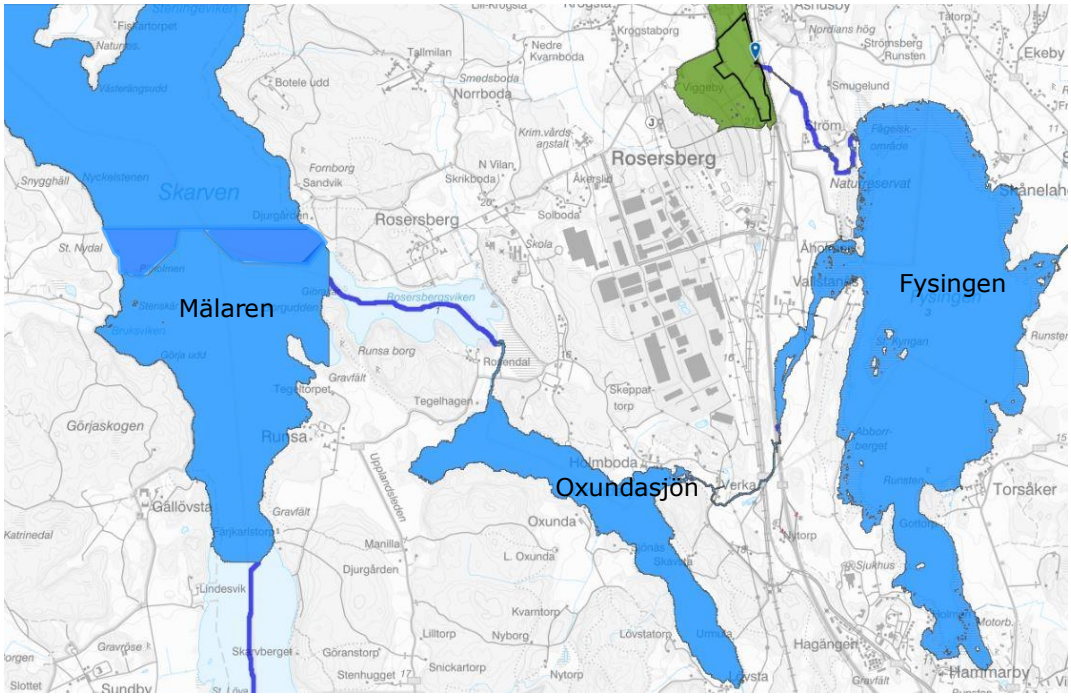
SGU har omklassificerat grundlagret i jordartskartan till fyra klasser av genomsläpplighet. Utdraget ur denna tjänst indikerar att större delen av ytan har låg genomsläpplighet, endast de delar i söder som består av postglacial sand har hög genomsläpplighet och området med berg och sandig morän medelhög genomsläpplighet. Enligt Bjerking (2009) kännetecknas fastigheten av åkermark med kohesionsjord av varierande mäktighet, mellan 1,5 och 10,5 meter djupt. Det är framför allt i de mest södra delarna som mäktigheten är upp till 10,5 meter, medan djupen i de centrala delarna ligger mellan 1 och 9 meter. Kohesionsjorden består främst av lera, med visst inslag av sand och silt. Detta stämmer överens med den översiktliga karteringen av jordarterna presenterade i Figur 2.

COWI arbetar parallellt med denna utredning med miljötekniska mark- och grundvattenundersökningar för att komplettera den geotekniska undersökningen av Bjerking (2009). De preliminära resultaten indikerar att det finns arsenik i jorden och i

grundvattnet inom planområdet. Detta är förväntat då stora delar av berggrunden i kommunen innehåller arsenik som således lakas ut till jord och grundvatten naturligt. De preliminära resultaten indikerar inga andra föroreningar i kritiska mängder i området. Den geotekniska undersökningen gjord av Bjerking (2009) indikerar att höga grundvattennivåer, på ett djup från markytan mellan 0,5 och 1,5 meter finns utspridda över planområdet. De högsta grundvattennivåerna fanns i de norra delarna av området, och de lite lägre i de södra och centrala delarna av området. Dessa nivåer uppmättes under augusti och september 2009.

5.3 Recipient

Området avvattnas genom diken och ytlig markavrinning för att sedan ledas under E4:an österut genom en vägtrumma och sedan vidare i ett dikessystem. Dikessystemet går till ett våtmarksområde innan vattnet når sjön Fysingen. Recipienten Fysingen ligger sydost om planområdet och täcker en yta av ca 5 km². Sjön uppnår måttlig ekologisk status och ej god kemisk status enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS, 2022). Det är framför allt halterna av kvicksilver och PBDE som gör att Fysingens kemiska status är 'ej god'. Den ekologiska statusens klassning beror huvudsakligen på nivåerna av växtplankton och näringsämnen från jordbruk, urban markanvändning och enskilda avlopp samt osäkerheten i mätningarna. I Figur 3 syns Fysingens läge, fastighet Rosersberg 9:1 och omgivningarna.



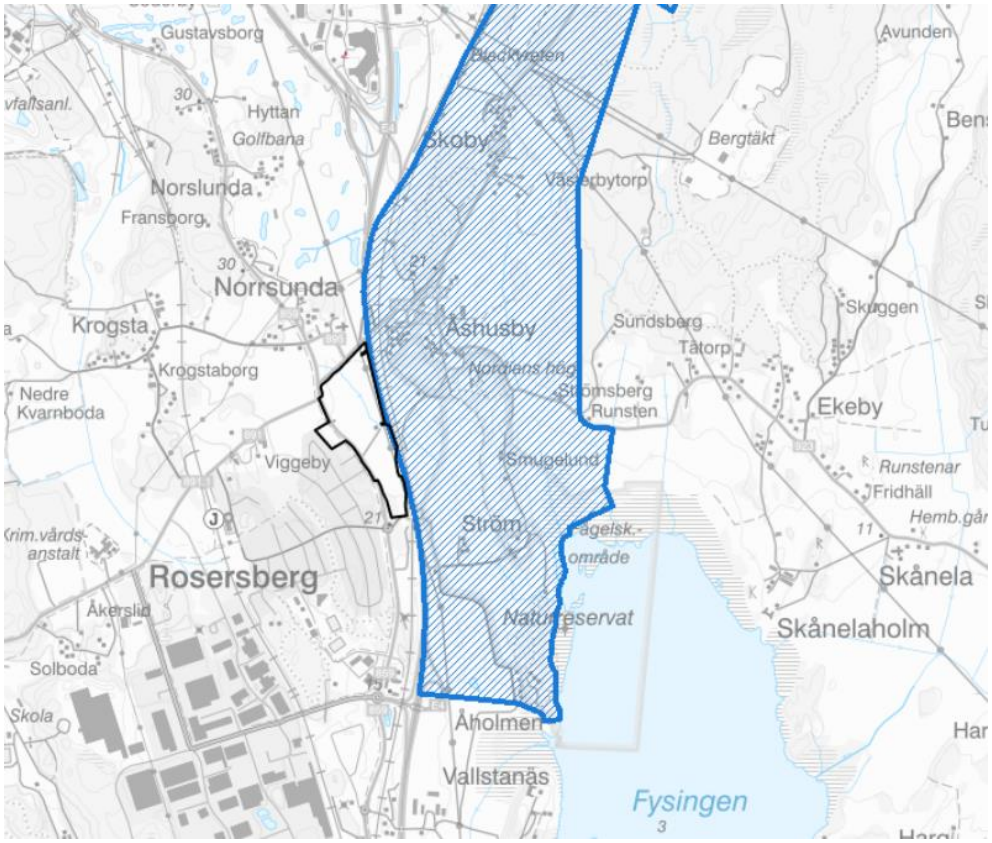
Figur 3. Fysingens geografiska utbredning, markerat i blått, i öster och dess geografiska läge relativt fastigheten Rosersberg 9:1 markerat med en svart heldragen linje samt relativt Oxundasjön och Mälaren. Det gröna området indikerar en del av upptagningsområdet för Fysingen, de mörkblå linjerna är de naturliga avrinningsvägarna.

Fysingen mynnar ut till Oxundasjön, och den går sin tur vidare till Mälaren som är Storstockholms huvudsakliga dricksvattentäkt (Stockholm Vatten och Avfall, 2022). Fysingen själv klassas också som dricksvattentäkt och har därmed kvalitetskrav enligt dricksvattenföreskrifterna (VISS, 2022) samt ska skyddas för att garantera tillgången på

vatten av god kvalitet enligt vattendirektivets artikel 7. Miljökvalitetsnormerna (MKN) för Fysingen medför att sjön ska uppnå god ekologisk, och god kemisk, status 2027. Det bedöms osäkert om det går att fastslå att kvalitetskraven för den ekologiska statusen kommer att uppnås till 2027 eftersom statusen idag är bedömd till måttlig men med låg eller okänd tillförlitlighet. Risk finns att den kemiska statusen ej kommer nå kvalitetskraven till 2027, vilket främst beror på halterna av kvicksilver och PBDE. Gränsvärden för både kvicksilver och PBDE överskrids i alla vattenförekomster i Sverige enligt Havs- och vattenmyndigheten. Detta på grund av långvarig och långväga atmosfärisk transport. Dessa halter får inte ökas men tekniska förutsättningar för att minska dem saknas i dagsläget. Om halterna kvicksilver och PBDE ej medräknas skulle Fysingen uppnå god kemisk status idag.

5.3.1 Vattenskyddsområde

Öster om planområdet sträcker sig vattenskyddsområdet Ström mellan planområdet och recipienten Fysingen, vilket illustreras av den blå ytan i Figur 4.



Figur 4. Vattenskyddsområde (blå, streckad yta) i närheten av fastigheten (heldragen svart linje) (Naturvårdsverket, 2022).

Skyddsområdet sträcker sig norrut, och täcker totalt en yta av 552 ha. I skyddsområdet ligger ett grundvattenmagasin som breder ut sig i rullstensåsen Stockholmsåsen - Norrsunda, och är en del av Sigtuna kommuns vattenresurs samt av högsta regionala prioritet (Sigtuna kommun, 2022c), (Sigtuna kommun, 2022d). Vattentäkten fungerar som reservvattentäkt till norra Storstockholms dricksvattenförsörjning och är därför också mycket viktig för den regionala dricksvattenförsörjningen (Sigtuna kommun, 2022a). Arbete för att revidera och uppdatera områdets skyddsföreskrifter pågår.

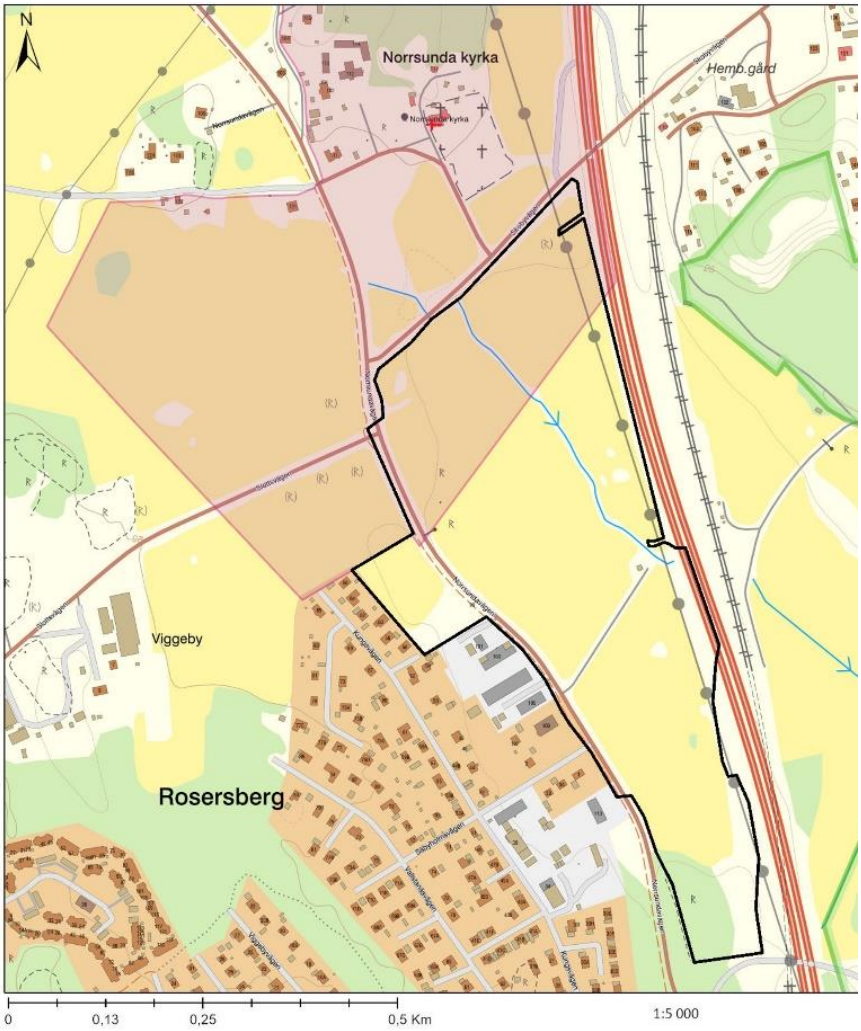
5.4 Markavvattningsföretag

Det finns inga dikningsföretag eller markavvattningsföretag inom planområdet.

5.5 Omgivningsbegränsningar

5.5.1 Kulturmiljö

Ett område kring Norrsunda kyrka norr om planområdet och fastigheten Rosersberg 9:1, som sträcker sig ner i den norra delen är landskapsbildsskyddat (Länstyrelsen i Stockholms län, 1966). Områdets utsträckning visas i Figur 5.

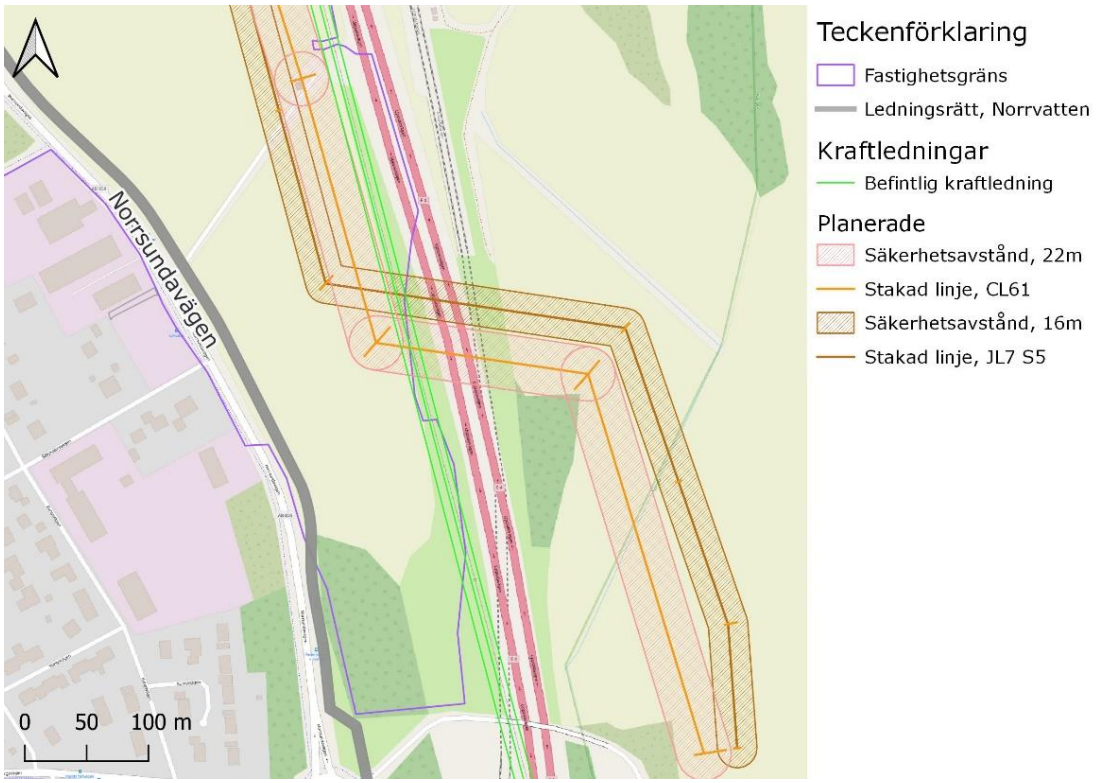


Figur 5. Det rosa området markerar yta som är landskapsbildsskyddat. Befintlig kraftledning illustreras av en grå linje med prickar. (Naturvårdsverket, 2022).

Landskapsbildsskyddsområden finns för att skydda värdet av framför allt den visuella upplevelsen av ett landskap. Om exploatering som kan ha negativ effekt på landskapsbilden ska få göras behövs tillstånd från Länsstyrelsen (Länstyrelsen i Stockholm, 2022).

5.5.2 Kraftledningsstråk

I planområdets östra del går ett stråk med kraftledningar vars dragning visas i Figur 6. Byggnader får inte uppföras under kraftledning, och ett horisontellt avstånd på minst 16 respektive 22 meter från ledningen ska uppnås vilket illustreras i Figur 6. Visst undantag kan göras för byggnader utan el. Detta regleras av Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd (ELSÄK-FS, 2022:1).



Figur 6. Planerade kraftledningsstråk med respektive säkerhetsavstånd som ska hållas till ledningarna.

5.5.3 Fornlämningar

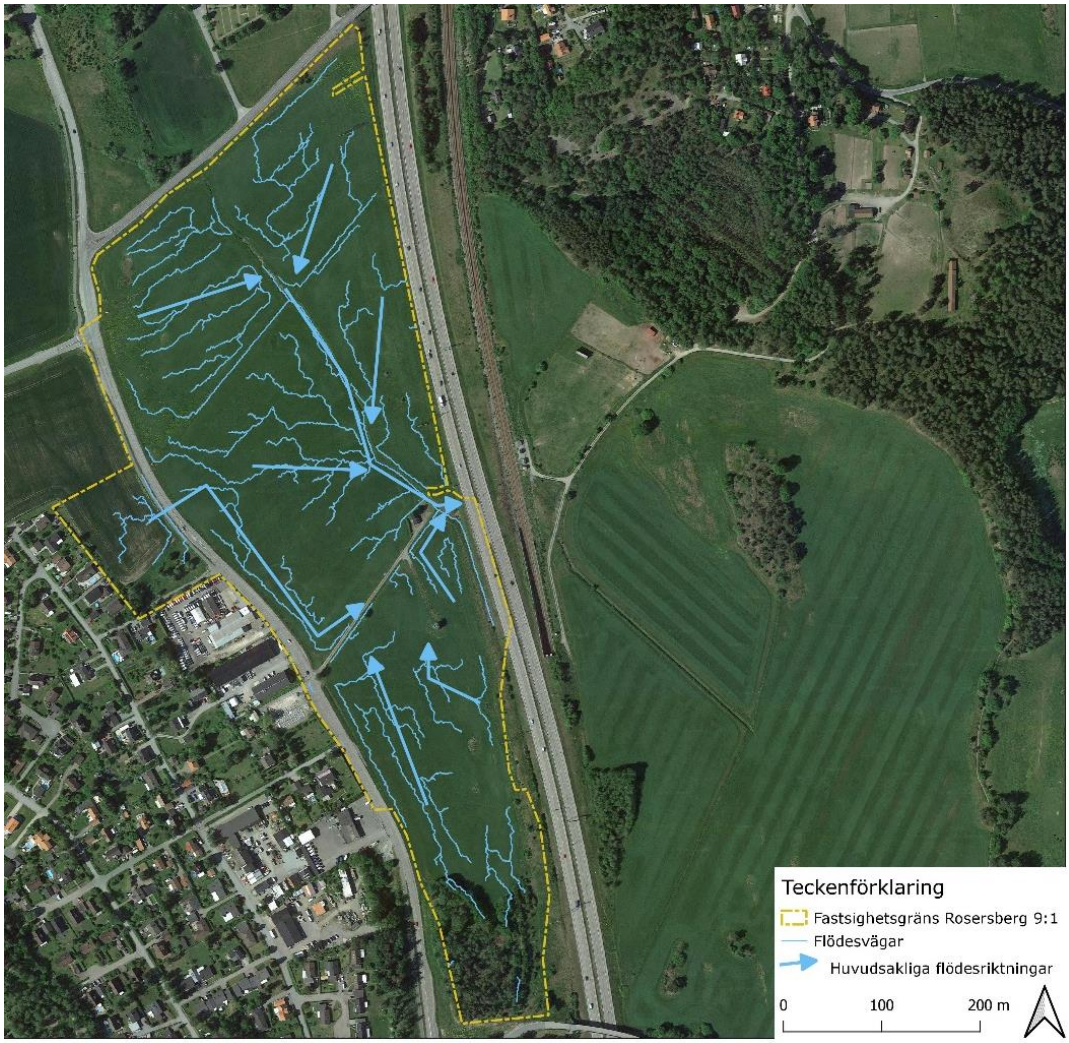
I den södra delen av fastigheten finns en fornlämning och en övrig kulturhistorisk lämning, dessa visas i Figur 7.

Figur 7. Planområdesgräns är markerad med svart heldragen linje. Lämningarna visas med färgad linje enligt teckenförklaring i figuren.

Den västra lämningen klassas som fornlämning och är lämningar av en landsväg till Uppsala. Vägen är ungefär 3 meter bred, och ligger på en 1 meter hög bank i genomsnitt. Den östra klassas som en övrig kulturhistorisk lämning och är en lämning av en färdväg som syns i en sträckning av ca 500 meter, vägen breder ut sig i nordlig-sydlig riktning. Dessa två lämningar får ej påverkas av exploateringen.

6 Ytavrinningsstudie för befintligt område

Ytavrinningens naturliga väg vid det analyserade skyfallet är illustrerat i Figur 8. Simuleringen i SCALGO Live tar inte djupet på avrinningsstråken i beaktning.

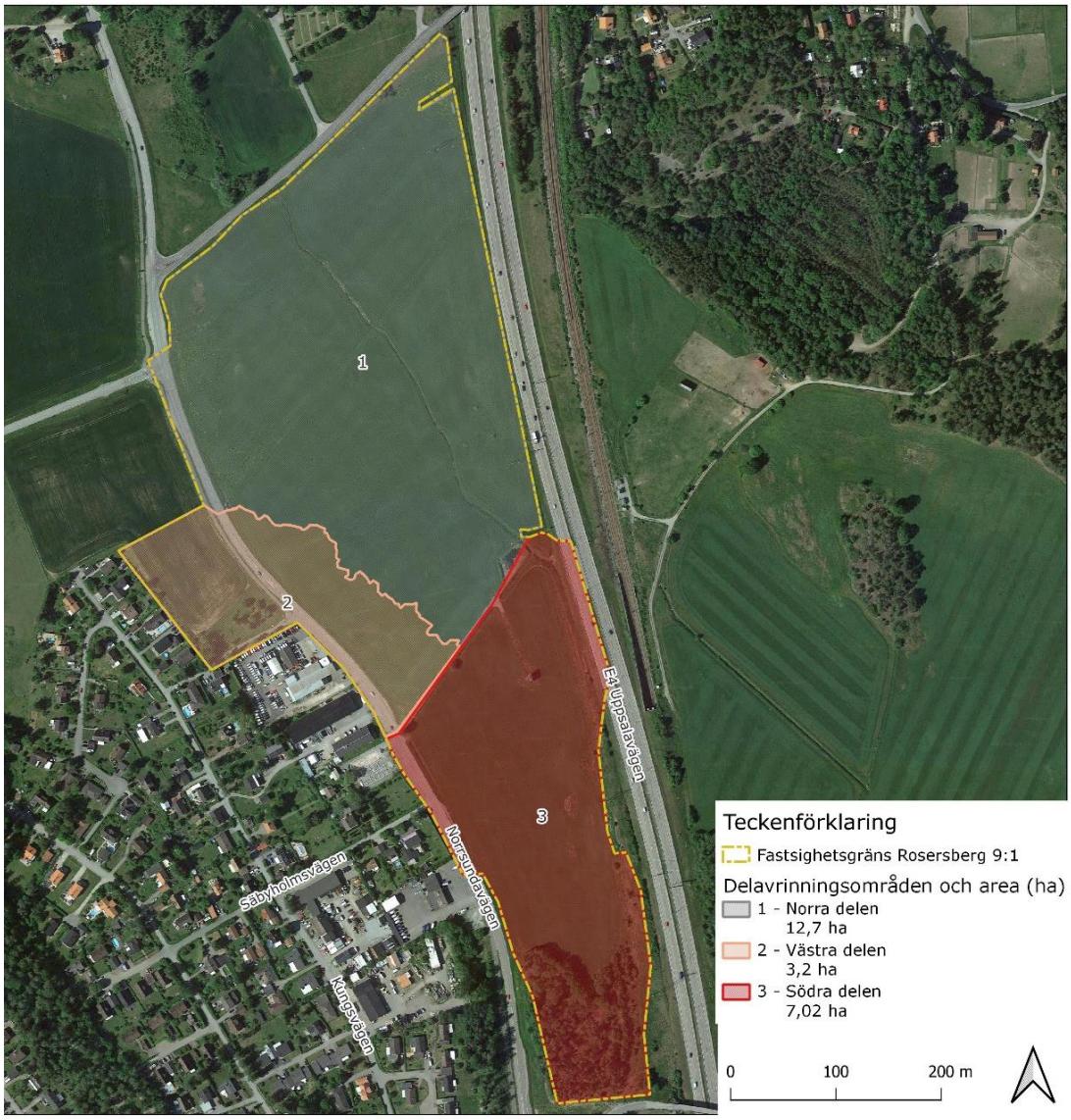


Figur 8. Flödesvägar och dess huvudsakliga riktningar, teckenförklaring i figuren.

De naturliga avrinningsstråken går alla mot vägdiket som korsar planområdet. Avrinningen från de norra delarna leds framför allt till diket som går från norr till söder. Detta dike leds sedan till det korsande vägdiket. Avrinningen från de södra och västra delarna går över markyta som till största del består av åkermark.

7 Befintlig dagvattenavrinning

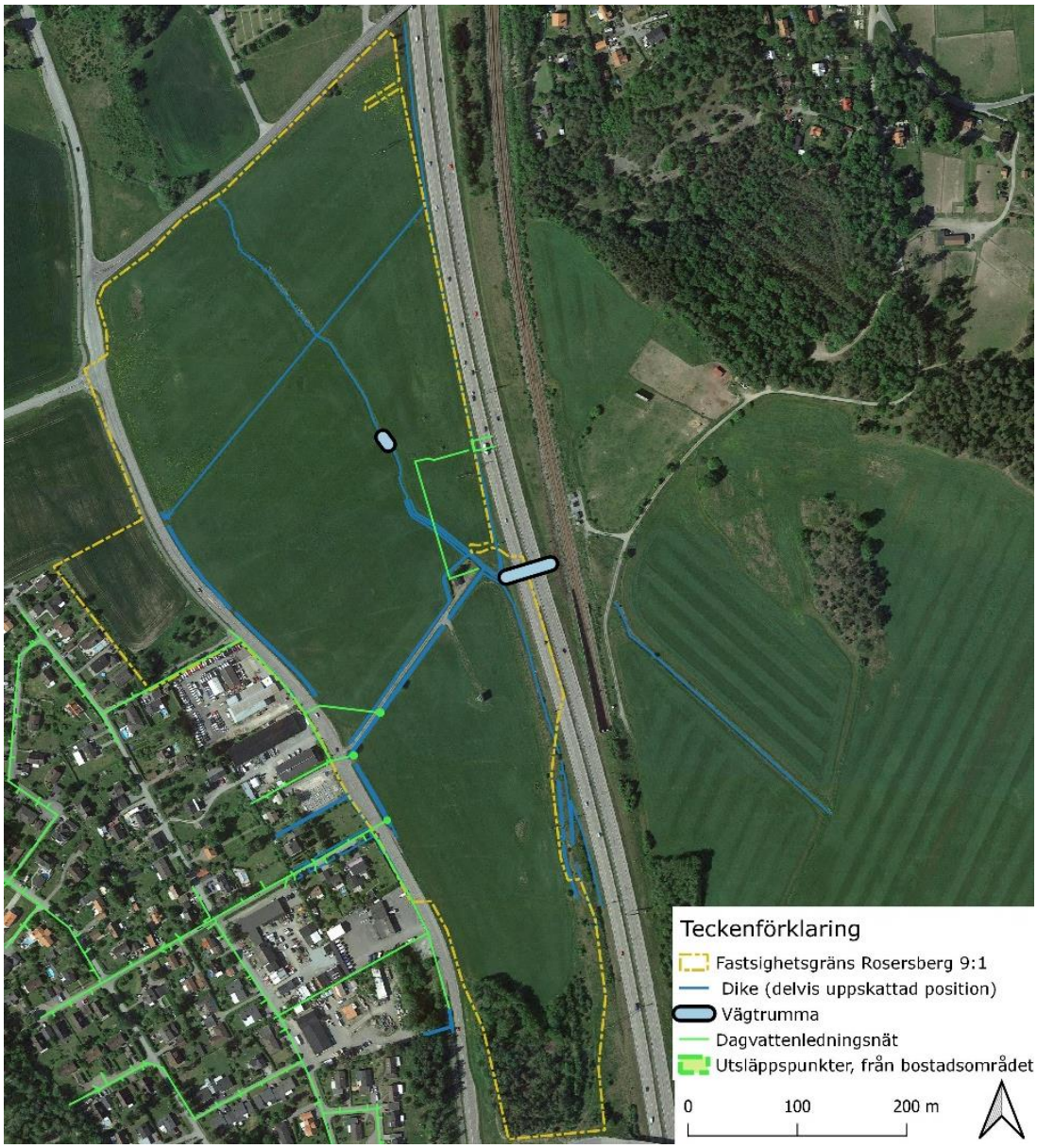
Fastigheten har delats in i tre delavrinningsområden baserat på topografi, diken och trummor. De tre delavrinningsområden visas i Figur 9. Dagvatten från bostadsområdet som finns väster om planområdet leds till fastigheten genom tre ledningar.



Figur 9. Delavrinningsområdena, numrerade och illustrerade med olika färger. Teckenförklaring finns i figuren.

Delavrinningsområde 1, 2 och 3 består mestadels av åkermark och mindre vägar. Område tre har ett mindre glest skogsparti med lite berg i dagen. Avrinningen från detta område sker norrut mot vägdiket som går tvärs planområdet. Likaså avrinner område ett och två mot vägdiket, i område 2 går avrinningen på marken medan område 1 har ett dike som löper från norr till söder och mynnar i vägdikets östra del. Flöde från delen av delavrinningsområde 2 som ligger väster om Norrsundavägen stoppas av vägen och bidrar således endast vid skyfall till planområdet. Vägdiket tvärs området mynnar till vägtrumman under E4:an och järnvägen i öst. Ledningen under E4:an och järnvägen har enligt WSP (2009) en dimension av 1 370 mm, ungefärlig längd på 120 m samt lutning på 2,7‰.

Dagvattenutredningen som utfördes 2009 av WSP beräknade att ledningen har en kapacitet på ca 1 400 – 1 700 l/s. Vägtrumman, dikena och befintligt dagvattenledningsnät är illustrerat i Figur 10.



Figur 10. Befintligt dagvattensystem, teckenförklaring finns i figuren.

Det befintliga dagvattenledningsnätet leder vatten från bostadsområde genom tre ledningar till diken inom planområdet. Dessa utsläppspunkter indikeras av punkter i Figur 10. Detta område består av bostäder och en del verksamheter. Områdets avrinning leds delvis till Norrsundavägens vägdike och till vägdiket som går tvärs planområdet, därmed bidrar detta område till flödet i diket i planområdet med som mest trummornas maxkapacitet. Detta tillflöde har varken tagits i beaktning i flödes- eller föroreningsberäkningarna. Dikets, som går tvärs planområdet, kapacitet har dock undersökts med tillflödet från bostadsområdet i beaktning. Kapaciteten i diket kan anses tillräcklig trots tillflödet. COWI:s miljötekniska mark- och grundvattenundersökning undersöker eventuella föroreningar från tidigare

bensinstationer som låg i bostadsområdet. Undersökningarna indikerar att inga av de vanliga föroreningarna från en bensinstation finns i planområdets mark eller grundvatten.

Planområdet kan klassas som gles bostadsbebyggelse och enligt riktlinjerna i Svenskt Vattens publikation P110 är 2-årsregn dimensionerande för fylld ledning och 10 års-regn för trycklinje i marknivå. Således har regn med dessa återkomsttider använts för att beräkna de dimensionerande flödena i området. Kommunen har ansvar för marköversvämning med skador på byggnader för regn med en återkomsttid på 100 år eller längre, varför flöden som uppstår av regn med 100-års återkomsttid också undersökts.

Avrinningens storlek från respektive delområde avgörs av markanvändningen samt regnets intensitet. Vid ett mycket intensivt regn blir marken mättad och således kommer varken infiltration eller avdunstning ske. För att ta detta i beaktning har avrinningskoefficienterna justerats för beräkning av avrinning av 100-årsregnet, för de hårdgjorda ytorna har antagits att 100% av nederbörden direkt går till avrinning och för de ej hårdgjorda ytorna har antagits att 70% av nederbörden blir avrinning vid 100 årsregn. Avrinningskoefficienterna för 2-årsregnet och 10-årsregnet har tagits från StormTacs databas (2022). Delavrinningsområdenas markanvändning, korresponderande avrinningskoefficienter och reducerad area redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Markanvändning för varje delavrinningsområde både i uppmätt- och reducerad area (ha). Använda avrinningskoefficienter presenteras.

	Avrinnings koefficient (ϕ)	Omr. 1-Norra delen		Omr. 2-Västra delen		Omr. 3-Södra delen	
		Area (ha)	Reducerad area (ha)	Area (ha)	Reducerad area (ha)	Area (ha)	Reducerad area (ha)
Åkermark	0,1	12	1,2	2,7	0,27	3,4	0,34
Väg (upp-skattad ÅDT 500)	0,8	0,22	0,18	0,4	0,32	0,05	0,04
Takyta	0,9	0,004	0,0036	-	-	-	-
Vattenyta	1	-	-	-	-	0,02	0,02
Lutande bergigt parkom-råde	0,2	-	-	-	-	1,3	0,26
Totalt:	0,14*	12,3	1,4	3,1	0,6	4,7	0,66

*Dimensionerande avrinningskoefficient för område 3.

De beräknade flödena från respektive delavrinningsområde vid ett 2, 10 och 100-årsregn samt det totala flödet som resulterar från dessa områden presenteras i Tabell 2. Det presenterade totala flödet är det som kan antas flöda till vägtrumman under E4:an från fastigheten.

*Tabell 2. Flöden från respektive delavrinningsområde och fastighetens totala utflöde i **befintlig situation**. Alla flöden är presenterade i l/s.*

	Dimensionerande flöde (l/s)		
	2-års	10-års	100-års
Område 1 – Norra delen, 80 min varaktighet	48	80	1 060
Område 2 – Västra delen, 55 min varaktighet	29	48	401
Område 3 – Södra delen, 60 min varaktighet	28	47	513
Totalt:	105	175	1 974

Enligt WSP:s kapacitetsberäkningar av ledningen under E4:an och järnvägen (2009) bör det inte vara kapacitetsbrist i befintlig situation, varken för 2- eller 10-årssregnen. Truman kommer dock gå full vid ett skyfall av ett 100-årsregn vilket lär medföra att vattnet ansamlar sig vid inflödet till vägtrumman. Att området precis innan vägtrumman under E4:an riskerar att översvämmas vid skyfall indikeras i Sigtuna kommuns skyfallsanalys som illustreras i Figur 21. Vägdiket som går tvärs planområdet har en uppskattad kapacitet på 540 l/s, varför viss kapacitetsbrist kan uppkomma i detta vid större regn. Detta kommer i sådana fall visa sig genom att vatten flödar över kanterna och ut på åkermarken söder om diket.

Då marken som flödena genereras från har olika användning och area genereras olika halter av olika föroreningar från dessa områden. Årsmedelnederbörden påverkar beräkningarna och har antagits vara 601 mm/år enligt SMHI:s data över Stockholmsregionen. Dessa halter har beräknats med hjälp av Stormtac och presenteras tillsammans med respektive förororenings riktvärde i sjöar samt uppmätta halter i recipienten Fysingen enligt (VISS, 2022) i Tabell 3.

*Tabell 3. Beräknade föroreningshalter från delavrinningsområden 1–3 som rinner mot recipienten i **befintlig situation**. Föroreningshalterna är presenterade i µg/l.*

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP	As
1 – Norra delen	130	3 300	8,4	13	47	0,58	2,5	1,5	63 000	0,0075	2,3
2 – Västra delen	120	3 000	7,9	13	44	0,55	4,7	2,7	62 000	0,017	2,5
3 – Södra delen	77	1 300	4	7,5	23	0,18	2,6	2,4	25 000	0,0075	2,1
Uppmätta halter i Fysingen	31	1 280	0,003	0,08	0,21	0,007	0,11	2,1			0,3
Riktvärden för sjöar			1,2	0,5	5,5	0,15	3,4	4		0,03	0,5

Resultatet i Tabell 3 indikerar att föroreningshalterna till recipienten Fysingen som härstammar från fastigheten i befintlig situation inte medför att de observerade halterna i

Fysingen överstiger riktvärdena för insjöar för de föroreningar som både är observerade i Fysingen och har riktvärde. Det som framgår av bedömningen i VISS (2022) är att mängden total biomassa i sjön är hög, vilket framför allt beror på urban markanvändning, jordbruk och enskilda avlopp. Således är det av vikt att beakta halterna fosfor, kväve och suspenderat material särskilt. Tabell 4 presenterar den beräknade nuvarande årliga föroreningsbelastningen i kg från fastigheten.

*Tabell 4. Beräknad föroreningsbelastning från delavrinningsområden 1–3 som rinner mot recipienten i **befintlig situation**, i kg/år.*

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP	As
1 – Norra delen	6,3	170	0,42	0,62	2,3	0,029	0,12	0,076	3 100	0,00038	0,12
2 – Västra delen	1,7	42	0,11	0,19	0,61	0,0077	0,065	0,038	880	0,00024	0,036
3 – Södra delen	0,52	8,5	0,03	0,05	0,15	0,0012	0,02	0,016	170	0,00005	0,14

Varken föroreningsbelastningen eller föroreningshalterna som genereras inom fastigheten bör öka efter exploateringen för att inte riskera att påverka möjligheterna att uppnå MKN i recipienten. En ökning av föroreningshalter eller -belastning skulle också kunna påverka dricksvattentäkten i rullstensåsen öster om planområdet vilket ej ska riskeras.

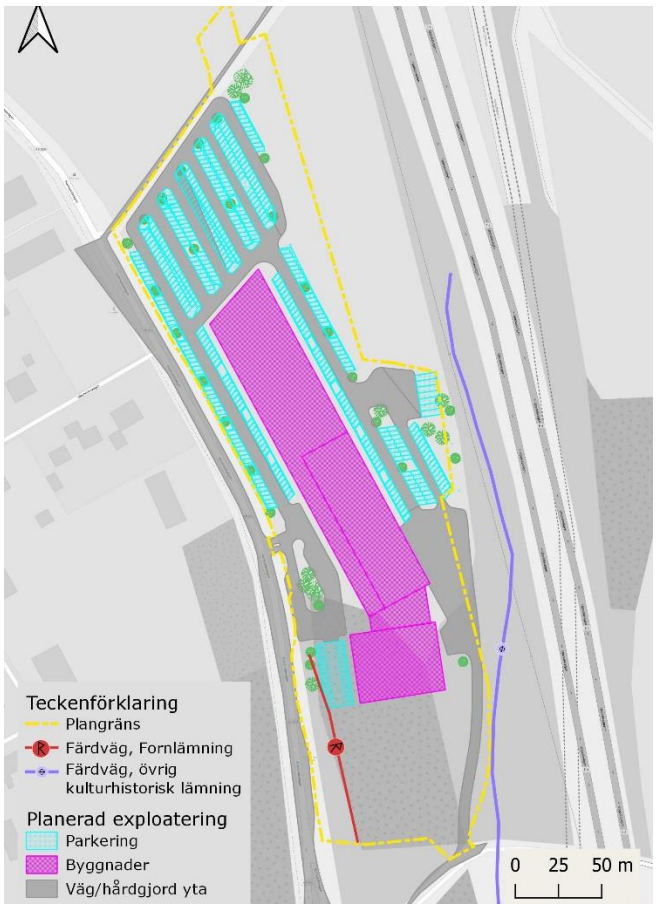
8 Dagvattenavrinning efter exploatering

Den planerade exploateringen kommer förändra planområdets terräng, naturliga avrinningstråk och utsatthet för nederbörd. Hur och i vilken utsträckning detta kommer förändras presenteras i detta avsnitt. Planområdet finns endast i delavrinningsområde 3 och det är således endast detta område som beaktas hädanefter.

8.1 Placering av planerad exploatering

Ytavrinningsstudien indikerar att exploateringen kan placeras i den norra delen av området för att minimera justering av höjdsättning. Tvärtemot medför landskapsbildsskyddet i de norra delarna att exploatering där är besvärlig, dessutom ligger kraftledningens stråk längs den östra delen av fastigheten vilket medför att exploatering av byggnader bör hållas till den västra sidan. Vid möte mellan Sigtuna kommun och COWI den 5 december 2022 samt den 5 januari 2023 valdes det därför att lokalisera den planerade bebyggelsen i de sydvästra delarna av fastigheten. Efter yttranden har placeringen justerats ytterligare i oktober och november 2023, och planeras i enlighet med illustrationen i Figur 11.

Denna placering ligger i delavrinningsområde 3 som identifierades i ytavrinningsstudien i Avsnitt 6, vilket ses i Figur 11. Således kommer höjdsättningen behöva justeras och åtgärder implementeras för att minska byggnadens utsatthet vid skyfall.



Figur 11. Schematisk placering av exploatering, enligt revidering fram till och med 2023-11-10. Teckenförklaring i figuren. Planområdesgränsen är markerad med gul, streckad, linje.

Flödet från delavrinningsområde 1 och 2 antas därmed vara detsamma som innan exploatering och leds redan i befintlig situation direkt till utflödespunkt i vägtrumman under E4:an. Flödet från planområdet leds till vägdiket som går tvärs planområdet söder om vägen, i början av dikets sträckning och bidrar därför till flödesmängden i diket som sedan leds till trumman under E4:an. Flödet från område 2 leds till ett mindre vägdike norr om vägen, detta dike leds också till utflödet i trumman under E4:an. Markanvändningen antas således endast förändras i det södra avrinningsområdet, resultatet av exploateringen i dessa områden på markanvändningen redovisas i Tabell 5.

*Tabell 5. Markanvändning **efter exploatering** både i uppmätt area och reducerad area (ha). Endast area som förändras är presenterad. Använda avrinningskoefficienter presenteras.*

	Avrinningskoeffi-cient (ϕ)	Omr. 3-Södra delen	
		Area (ha)	Reducerad area (ha)
Åkermark	0,1	0,7	0,07
Lutande bergigt parkområde	0,2	0,9	0,2
Väg (upp-skattad ÅDT 500)	0,8	1,4	1,25
Takyta	0,9	1,1	0,98
Parkering	0,8	0,64	0,58
Totalt	0,65*	4,7	3,1

*Dimensionerande avrinningskoefficient i område 3.

8.2 Flöden och volymer

Delavrinningsområde 1 och 2 kommer inte förändras enligt lokalisering av exploateringen, och dess flöden antas därför vara detsamma som innan exploatering och kommer därmed inte presenteras i dessa avsnitt. Flödena som uppkommer efter planerad exploatering redovisas i Tabell 6 tillsammans med nödvändig fördröjningsvolym för att inte öka belastningen på nedströms dagvattennät.

*Tabell 6. Flöden från relevanta avrinningsområden **efter exploatering utan dagvattenåtgärder**, tillsammans med nödvändig fördröjningsvolym. Endast flöden som förändras efter exploatering presenteras. Klimatfaktor förkortas 'kf' i tabellen.*

	Efter exploatering (l/s)						Fördröj-nings-volym (m³)
	2-års		10-års		100-års (60 minu-ters varaktighet)		
	u. kf	m. kf	u. kf	m. kf	u. kf	m. kf	
Område 3 – Södra delen, 15 min varaktighet	326	407	553	691	577	721	612

Flödesökningen baserat på ett 10-årsregn som sker på grund av ökad andel hårdgjord yta och framtida klimatförändringar resulterar i att en volym på ungefär 612 m³ behöver fördröjas inom planområdet. Denna volym behöver fördröjas och magasineras enligt Sigtuna Kommuns och SIVAB:s riktlinjer för dagvattenhantering (2023), för att en regnvolym om 20 mm ska fördröjas inom planområdet. Utflödet från planområdet ska ej överstiga beräknat befintligt flöde vid ett 2-års regn.

8.3 Föroreningshalter och -belastning

Efter exploatering har andel hårdgjord yta ökat till nackdel för åkermark. Detta medför en förändrad föroreningshalt och föroreningsbelastning i utflödet från planområdet. De beräknade halterna är presenterade i Tabell 7.

*Tabell 7. Föroreningshalter (presenterade i µg/l) och föroreningsmängder (presenterade i kg/år) i utflödet från planområdet **efter exploatering, innan åtgärder**.*

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP	As
Förorenings-halter (µg/l)	89	1 500	7,5	20	62	0,44	8,8	5,7	55 000	0,035	3,2
Förorenings-mängder (kg/år)	1,7	29	0,2	0,4	1,2	0,009	0,2	0,1	1 100	0,0007	0,06

Både halter och mängder av alla föroreningar ökar till följd av den planerade exploateringen. Ökningen av föroreningshalterna beror på att exploateringen ökar mängden hårdgjorda ytor, som består av både tak, parkeringsytor och vägyta. Denna typ av yta ger upphov till föroreningar, i markant mycket högre grad än naturmark gör.

Föroreningsmängderna som presenteras i kg/år ökar dels på grund av att föroreningshalterna stiger, dels på grund av det dimensionerande flödet ökar till följd av exploateringen. En ökad belastning av föroreningar ut från planområdet är ej lämplig då det riskerar att minska sannolikheten att MKN uppnås i recipienten och då planområdets leds genom och mot dricksvattentäkter.

Enligt Sigtuna kommuns kravspecifikation för dagvattenutredningar (2018) ska det tillses att dagvatten från nya exploateringar inte bidrar med högre föroreningsbelastning än

området gjorde innan exploatering. Dessutom är recipienten en dricksvattentäkt och planområdet gränsar till ett vattenskyddsområde där avloppsvatten ej får släppas ut.

Föroreningsbelastningen i utflödet från planområdet kan minskas genom att minska flödet från området, genom att rena vattnet eller genom att kombinera de två. Åtgärder för att minska föroreningsbelastningen och fördröja nödvändig volym presenteras i nästa avsnitt.

9 Åtgärdsförslag för fördröjning och rening

För att både fördröja och rena dagvattnet från exploateringsområdet på ett långsiktigt hållbart sätt föreslås blå-gröna anläggningar inom området som har oljeavskiljande funktion enligt kravspecifikationen (Sigtuna Vatten och Renhållning; Sigtuna Kommun, 2023). Blå-gröna anläggningar bidrar med ekosystemtjänster då dagvattenhanteringen blir en integrerad del av områdets miljö och utformning.

För att dimensionera renings- och fördröjningsanläggningar har en angiven årlig avrinningsvolym angetts i Sigtuna kommuns och SIVABs riktlinjer för dagvattenhantering (2023). Volymen regn som angetts är 20 mm, vilket motsvarar ungefär 90% av årsnederbörden. Detta förfarande är likt många andra kommuners strategier, där exempelvis Stockholm Stad har samma krav på fördröjning och rening. Enligt Larm och Blecken (2019) och Stockholms Stad (2016) kan rimliga generella antaganden för svenska förhållanden uppskattas vara att dimensionera anläggningar efter en regnvolym mellan 10 – 20 mm.

Dagvattenhanteringen påverkas av både områdets rinntid och magasinens uppfyllnadstid. Fördröjning av dagvatten ökar den totala rinntiden, vilket minskar det dimensionerande flödet. När dagvatten fördröjs, tar det längre tid för vattnet att rinna av eftersom magasinen fylls innan vattnet leds vidare. Det betyder att den totala tiden för dagvattenhanteringen både beror på områdets rinntid och uppfyllnadstiden för magasinen. Med andra ord är varaktigheten för planerad markanvändning med dagvattenhantering summan av områdets rinntid och den tid det tar för ett fördröjningsmagasin, som har kapacitet att hantera 20 mm nederbörd, att fyllas.

I denna situation har dimensionerande rinntid tillsammans med beräknad uppfyllnadstid för nödvändigt fördröjningsmagasin beräknats vara 45 minuter. Detta har således använts som dimensionerande varaktighet efter exploatering, när åtgärderna implementeras. Resultatet av dessa beräkningar visas i Tabell 8.

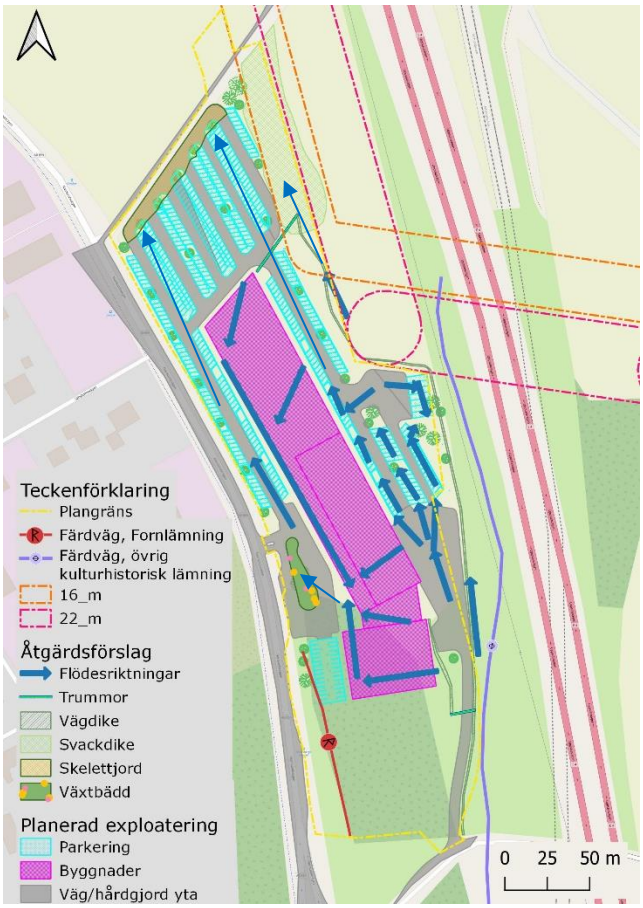
Tabell 8. Beräknade flöden som uppkommer inom planområdet, när uppfyllnadstiden av fördröjnings-magasinet beaktas.

	Efter exploatering, med fördröjning (l/s)						Magasins - volym (m³)
	2-års		10-års		100-års (60 minu-ters varaktighet)		
	u. kf	m. kf	u. kf	m. kf	u. kf	m. kf	
Område 3 – Södra delen, 45 min varaktighet	159	199	268	335	577	721	612

9.1 Föreslagen systemlösning

Det södra området är där exploateringen planeras, och således där lösningar behövs och föreslås. Planområdesgränsen kan anpassas efter dagvattenåtgärdernas ytbehov och ses

därför som preliminär i denna utredning. En översiktlig skiss över området och hur åtgärderna ansluter varandra illustreras i Figur 12.



Figur 12. Skiss över föreslagna åtgärder för rening och fördröjning, samt avrinningsriktningar i den södra delen av planområdet. Teckenförklaring finns bredvid figuren.

Dagvattnets avledning, fördröjning och rening föreslås att så långt det är möjligt följa de naturliga avrinningsvägarna det har idag. Detta för att minimera påverkan på planområdet och omgivningarna. Takvattnet föreslås ledas till en växtbädd på byggnadens västra sida. Detta förutsätter att takytan avvattnas till en utsläppspunkt, väster om byggnaden vid entrén, som leder allt takvatten till denna växtbädd.

I de södra delarna av området, längs vägen vid skogsområdet, föreslås ett vägdike med gräsbeklädda slänter. Detta dike föreslås transportera samt fungera oljeavskiljande för vägdagvattnet i de södra delarna, samtidigt som det transporterar det vatten som stängs in i skogsområdet av vägens placering. Vägen vid skogsområdet ska höjdsättas på ett sådant sätt att allt vägdagvatten kan ledas mot vägdiket.

Parkeringens och resterande av vägytans dagvatten leds ytligt där det är möjligt, och med brunnar och ledning där nödvändigt, till en skelettjord i planområdets norra del. Skelettjorden är oljeavskiljande och ligger i den norra parkeringsytan söder om insticksvägen. Vattnet som renas och fördröjs i skelettjorden leds sedan till ett svackdike öster om parkeringsytan. Till detta svackdike leds också vattnet från växtbädden och från vägdiket. Svackdiket har framför allt en stor fördröjningskapacitet, men renar även genom

infiltration i filtermaterialet. Svackdiket släpper sedan ett strypt flöde på max 30 l/s till det befintliga diket längs insticksvägen, som i sin tur leds till trumman under E4:an.

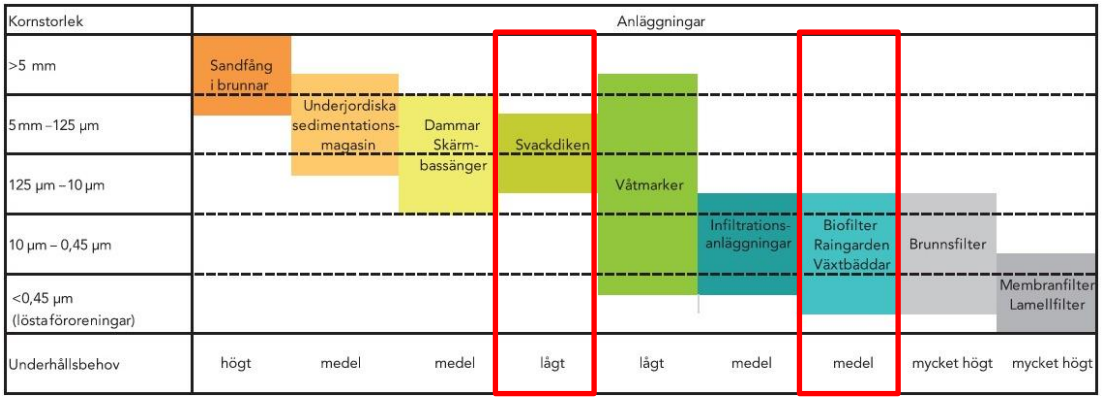
Framtidens höjdsättning rekommenderas utföras så att dagvatten från större regn inte påverkar planerad exploatering. Följande stycken presenterar respektive åtgärdsförslag mer utförligt, i Tabell 9 är de sammanställda tillsammans med respektive åtgärds kapacitet att fördröja vatten och dess funktioner.

Tabell 9. Sammanställning av åtgärdsförslagen i den södra delen.

	Volym som fördröjs (m³)	Dimension	Funktion
Växtbädd	190	370 m², ca 1 m djup	Fördröjer, renar genom filtration och sedimentation, estetiskt, bidrar till grön miljö. Tar emot takvattnet. Kan med fördel vara upphöjd.
Gräsdike	120	Ca 410 m långt, 1,4 m brett och 0,3 m djupt. Slänt 1:1.	Fördröjer och transporterar vägdagvatten och vatten från instängt område. Oljeavskiljande.
Skelettjord	380	Ca 810 m² stor, drygt 1,3 m djupt.	Fördröjer, renar genom filtrering och sedimentation, estetiskt, bidrar till grön miljö. Tar emot parkerings- och vägytevatten. Oljeavskiljande.
Svackdike	1 300	ca 110 m lång, 25 m bred, 2 900 m². Ca 0,8 m schaktdjup. Slänt 1:4 föreslås.	Fördröjer, renar genom sedimentation och infiltration, förstärker naturliga avrinningsstråk, tar mycket volym vid skyfall. Maximal teoretisk fördröjningsvolym.
Total fördröjningsvolym	Drygt 1 990		

Denna typ av åtgärder kräver relativt lite underhåll och är samtidigt kostnadseffektiva relativt investerings- och driftskostnader. Dessutom uppnår de i den föreslagna konstellationen god reningseffektivitet. Svackdiket har mer fördröjningsvolym än vad som behövs för att fördröja tillgänglig volym inom planområdet. Det har utformats på detta sätt för att det också ska fungera som buffert vid kraftigare regn och samtidigt bidra med ekosystemtjänster till området.

I Figur 13 illustreras olika typer av grön-blå lösningars reningsförmåga av föroreningar med olika partikelstorlek i relation mot drift- och underhållsomfattning.



Figur 13. Schema över föroreningar som kan renas i olika typer av anläggningar i jämförelse med anläggningarnas underhållsbehov. Illustration från Kunskapssammanställning Dagvattenrening (Godecke, 2016).

Systemet som föreslås kombinerar infiltrationsanläggningar och biofilter med svack- och gräsdiken för att nå en så god reningsförmåga som möjligt samtidigt som underhållsbehovet ligger på en godtagbar nivå. Infiltrationsanläggningar och biofilter har ett medelhögt underhållsbehov samtidigt som de kan rena många lösta föroreningar och små partiklar. De större partiklarna omhändertas framför allt i de förslagna dikena. Svack- och gräsdiken har lågt underhållsbehov vilket också illustreras i Figur 13.

9.1.1 Växtbädd

Takvattnet föreslås att ledas genom växtbäddar och sedan till det föreslagna svackdiket, innan vattnet därifrån släpps ut från planområdet till det befintliga vägdiket vid insticksvägen som går tvärs fastigheten mot trumman under E4:an. Det vatten som lämnar växtbädden föreslås ledas genom en dräneringsledning till utsläppspunkten i svackdiket. Svackdiket fångar större partiklar än växtbäddarna innan vattnet släpps ut från planområdet. mindre gräs- och stenigt dike för att fånga partiklar och vidare fördröja och infiltrera vattnet.

Växtbäddar kan fördröja dagvatten tillfälligt innan det leds vidare, och rena dagvatten genom sedimentation, växters upptag, mikrobiell nedbrytning och fastläggning på jordpartiklar. Växtbäddar kan konstrueras antingen nedsänkt i marken eller upphöjt. Eftersom grundvattennivåerna är höga i området föreslås upphöjda växtbäddar där vattnet leds vidare mot det befintliga vägdiket efter att det gått igenom bädden. Dessutom ligger växtbäddens placering över ett ledningsstråk, vilket också talar för en upphöjd växtbädd. För att rena och fördröja erforderlig volym som krävs från takytan, ca 200 m³, föreslås växtbäddar med en total yta på ungefär 310 m² anläggas som fördröjer en volym på 190 m³. Resterande volym fördröjs i efterföljande svackdike.

I Figur 14 visas exempel på hur växtbädden kan utformas. Bädden är tät i botten och består av makadamlager i botten vari dräneringsledning ligger, över detta kan ett skyddslager placeras för att filtermaterial ej ska transporteras ner i makadamlagret. Ovan skyddslagret placeras filtermaterialet. I filtermaterialet kan växtlighet planteras, vilket bidrar till rening och näringsupptag.

Figur 14. Exempel på utformning av växtbäddar.

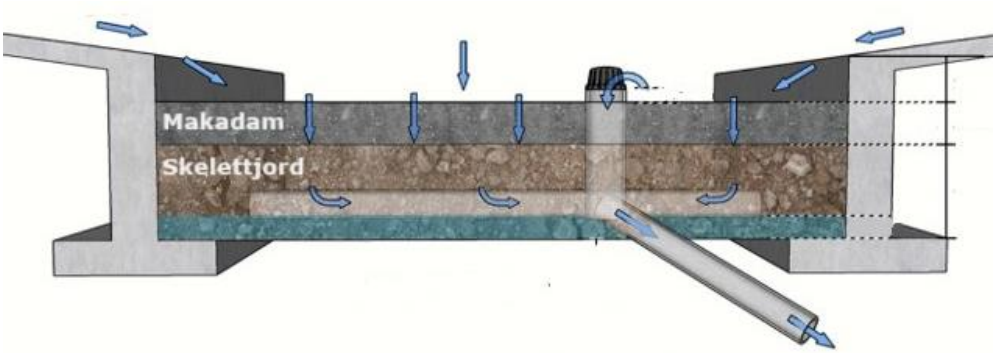
Växtbädden placeras i den hårdgjorda ytan utanför entrén, och tillförs vatten från stuprör från taket via en ledning. Växtbädden kan utformas på många sätt, med olika komposition för olika hög grad rening. I Figur 14 visas exempel på hur växtbäddar kan utformas och placeras för att rena, fördröja och bidra till att vattnet får vara en del av miljön.

9.1.2 Skelettjord

För att rena dagvattnet från parkeringsytorna och vägen föreslås parkeringarna höjdsätts så att vattnet från dem leds till en skelettjord i den norra delen av planområdet. I de delar där höjdsättning ej kan tillse ytavrinning mot skelettjorden bör ledningar och brunnar placeras som leder vattnet till skelettjorden. Rabatten utformas att fördröja en volym om ca 380 m³ vilket är tillräckligt fördröjningsvolym för allt vatten från väg- och parkeringsytorna. Exempel på utformning av skelettjord visas i Figur 15.

Figur 15. Exempelbilder på skelettjordar.

Skelettjordar ger god rening av partikelbundna föroreningar men också av lösta föroreningar, fördröjning i makadamlagret och en variation av växtlighet kan dessutom planteras i dem. Växtligheten måste klara både väldigt blöta och torra förhållanden, men kan därefter anpassas till den lokala typen av växtlighet. Varierad vegetation bidrar till att förhöja ekologiska värden samt den upplevda miljön. Skelettjorden bör vara uppbyggd på liknande sätt som i den schematiska skissen i Figur 16. Detta för att uppnå beräknad reningseffekt och oljeavskiljande funktion.



Figur 16. Schematisk skiss av uppbyggnad av skelettjordskonstruktion. Skiss framtagen med Stormtac.

För att underlätta drift- och underhåll av skelettjorden kan det undvikas att placera stora lövträd i eller i närheten av konstruktionen. Den föreslagna skelettjorden har en yta på ca 810 m², och ett djup på 1,1 meter och en reglervolym på ytan på ca 0,25 m.

9.1.3 Vägdiken

Det befintliga vägdiket föreslås bevaras och fortsatt leda vatten från planområdet och avrinningsområde 3 mot vägtrumman under E4:an. Diket är gräsbeklätt och har ingen betydande slänt, vilket medför att dess reningskapacitet i princip är försumbar. Dikets nuvarande flödeskapacitet uppgår till ca 540 l/s. Kapaciteten i detta dike bör minst bibehållas.

Längs den planerade vägens östra sida föreslås ett vägdike anläggas med gräsbeklädda slänter. Delar av vägvattnet föreslås ledas till detta dike, som ska ha oljeavskiljande funktion enligt Sigtuna Vatten & Renhållnings tekniska standard (2022). Diket föreslås vara ungefär 410 meter långt, med en topp bredd på 1,4 meter och djup på drygt 0,3 meter. Detta ska medföra en tillgänglig fördröjningsvolym på 120 m³, vilken fördröjs genom att lutningen i längsled följer den befintliga höjdsättningen med flack lutning över sträckningen.

Figur 17. Exempel på hur ett gräsdike i anslutning till hårdgjord yta kan utformas.

Att anlägga ett gräsdike bidrar till områdets utformning i enlighet med befintlig åkermarks utformning och miljö. I Figur 17 visas ett exempel på ett gräsdikes utformning.

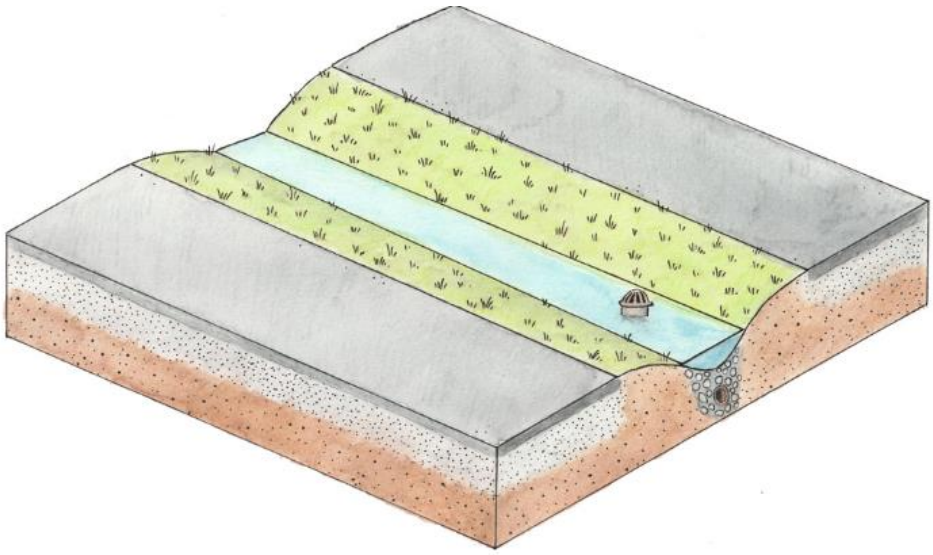
9.1.4 Svackdike

Det föreslagna svackdiket upptar en yta av ungefär 2 900 m², med en bottenbredd på 20 m och total bredd på 25 m. Svackdiket föreslås ha ett djup på 0,5 meter, och ett lager filtermaterial på 0,2 meter. Diket ska vara tätt. I underkant på filtermaterial placeras en dräneringsledning som leds till vägdiket längs befintlig väg. Svackdiket leder vatten i ytan och kan utformas på en mängd olika sätt för att passa området, några exempel på utformning visas i Figur 18. Lämplig växtlighet kan också planteras i diket vilket medför ökad rening och bidrar till att förbättra den upplevda miljön.

Figur 18. Exempel på utformning av svackdiken.

Det fördröjda flödet bidrar till minskad mängd föroreningar ut ur området då diket skapar tid till sedimentation. Det föreslagna svackdiket har en total fördröjningskapacitet på ca 1 300 m³, vilket utnyttjas vi kraftigare regn.

Ett dikes reningsfunktion är mest effektiv i de första två tredjedelarna av diket, därför bör större delen av det tillkommande vattnet ledas till början av diket. Svackdiket föreslås utformas med dräneringsledning i ett underliggande filtermaterial, som tätas med geotextil mot underliggande mark. Detta för att en viss infiltration ska ske till lagret som medför högre rening av lösta föroreningar. Principiell skiss av detta visas i Figur 19.



Figur 19. Principiell skiss av utformning av svackdike.

9.1.5 Föroreningar efter åtgärder

Föroreningsbelastningen ska inte öka efter exploatering, därför har både den förväntade föroreningshalten i dagvattnet och den förväntade årliga mängden föroreningar beräknats med hjälp av Stormtac efter att åtgärderna dimensionerats. Detta presenteras i Tabell 10 respektive Tabell 11.

*Tabell 10. Förväntad föroreningshalt i dagvattnet som lämnar delområde 3 före, **efter exploatering innan och efter åtgärder**, presenterat i µg/l. Fetmarkerade värden indikerar att befintliga halter överstigs.*

µ/l		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP	As
Befintlig		77	1 300	4	7,5	23	0,2	2,6	2,4	25 000	0,008	2,1
Planerad	Utan åtgärder	**89**	**1 500**	**7,5**	**20**	**62**	**0,44**	**8,8**	**7,8**	**55 000**	**0,04**	**3,2**
	Med åtgärder	41	530	1,2	4,5	7,3	0,05	1,1	1	8 700	0,006	0,8

Föroreningshalterna ökar för alla undersökta föroreningar jämfört med före exploatering och efter exploatering innan åtgärder. När de föreslagna åtgärderna implementeras sjunker de beräknade föroreningshalterna, för alla beaktade ämnen, till nivåer lägre än i befintlig situation. De beräknade halterna av arsenik är osäkra, då begränsat underlag finns för dessa beräkningar. För att mer exakt kunna avgöra halterna arsenik i dagvattnet behöver mätningar på denna plats utföras. Dock indikerar beräkningarna att åtgärderna minskar halterna arsenik jämfört med befintlig situation.

*Tabell 11. Förväntad årlig föroreningsbelastning i dagvattnet som lämnar delområde 3 före, **efter exploatering, innan och efter åtgärder**, presenterat i kg/år. Fetmarkerade värden indikerar att befintliga halter överstigs.*

kg/år		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP	As
Befintlig		0,5	8,5	0,03	0,05	0,2	0,012	0,02	0,02	170	0,00005	0,02
Planerad	Utan åtgärder	**1,7**	**29**	**0,2**	**0,4**	**1,2**	**0,009**	**0,2**	**0,1**	**1 100**	**0,0007**	**0,06**
	Med åtgärder	**0,8**	**10**	0,02	**0,09**	0,1	0,001	0,02	0,02	170	**0,0001**	0,02

Föroreningsberäkningarna som presenteras i Tabell 11 visar att åtgärderna är olika effektiva för de olika föroreningarna. De flesta föroreningsmängderna hålls runt samma nivåer som i befintlig situation, med undantag för några få som renas mer effektivt. Fosfor, kväve, koppar och BaP beräknas inte nå ner till exakt de nivåer som beräknas släppas från planområdet i befintlig situation. De överstiger dock befintliga mängder minimalt och detta

anses inte bidra till en ökad föroreningsmängd från planområdet som skulle riskera att påverka möjligheterna för att MKN ska uppnås i recipienten.

Det är framför allt recipientens ekologiska status som inte är god, vilket beror på höga halter näringsämnen och suspenderat material. Både mängderna och halterna av suspenderat material beräknas minska jämfört med befintlig situation, och fosfor och kväve kommer mycket nära resultaten i befintlig situation. Med hjälp av den föreslagna systemlösningen bör således inte möjligheterna för MKN att uppnås försämras efter exploateringen.

9.2 Skyfallsåtgärder

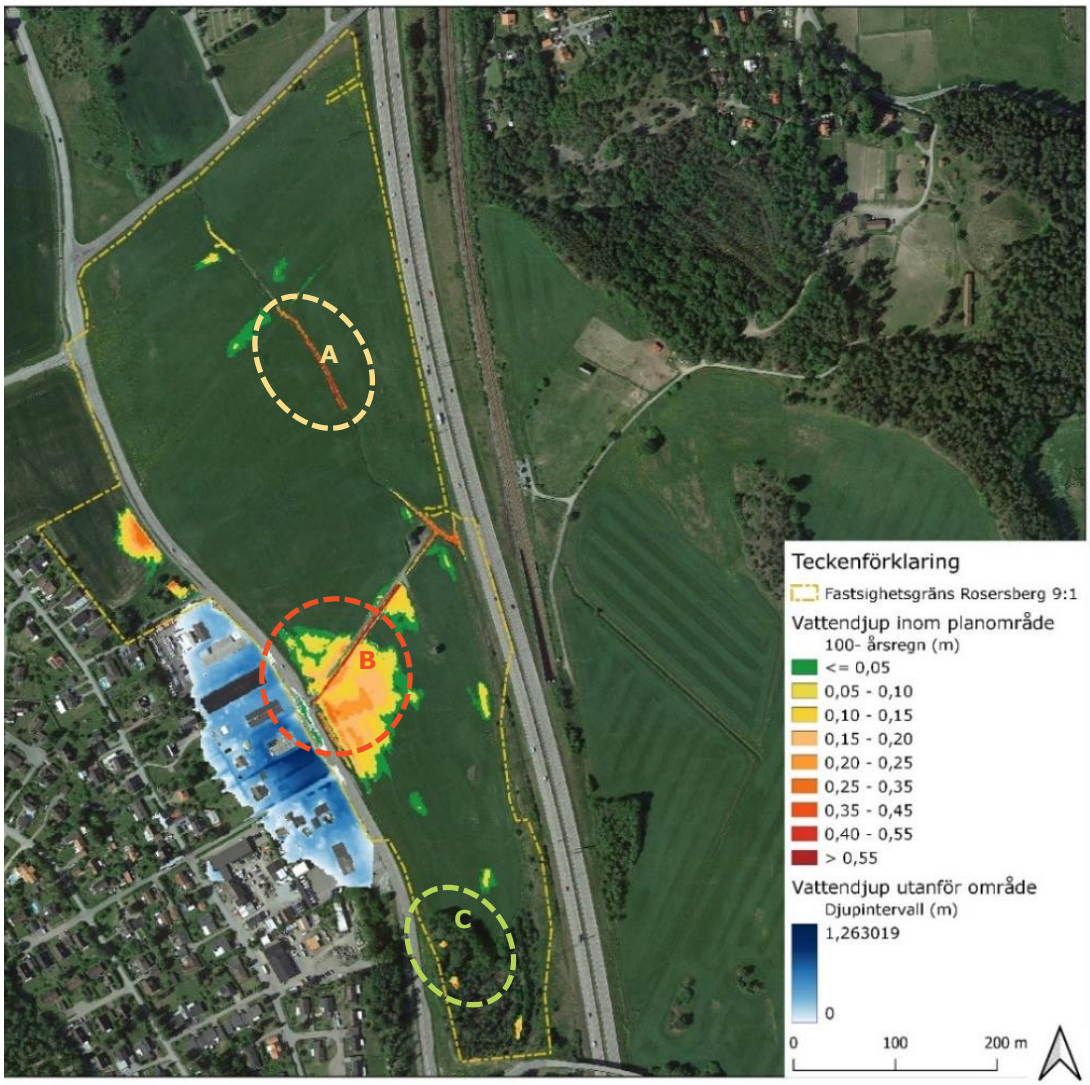
Planområdet är beläget relativt långt från ytvattenförekomster och enligt Länsstyrelsen i Stockholms läns WebbGIS (2022) finns ingen risk för översvämning från ytvatten. Avståndet från planområdet till Fysingen är ca 1km.

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.

9.2.1 Extrema regn

En översiktlig analys av översvämningsrisker inom planområdet har utförts med hjälp av skyfallsmodellen SCALGO Live som visualiserar och beräknar flödesvägar och lågpunkter utifrån terrängmodeller. Denna modell tar inte hänsyn till avrinningsförlopp vilket gör att modellerad utbredning och djup i en lågpunkt representerar det värsta utfallet. I modelleringen har inget avdrag för kapaciteten i befintligt dagvattensystem gjorts för att inte överskatta hur mycket av dagvattnet som kan avledas i ledningar i samband med extrem nederbörd.

I Figur 20 redovisas ett skyfallsscenario från SCALGO Live med 50 mm nederbörd i befintlig situation. Denna analys baseras på att SMHI:s definition av skyfall är att det regnar minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut (SMHI, 2021). Enligt analysen finns risk för översvämning på ett flertal ställen i planområdet i dagsläget, varav tre huvudsakliga områden identifieras, där ett område är särskilt markant. Dessa områden är markerade i Figur 20 och utvärderas separat nedan. De vattendjup som där beräknas uppnås är maximalt ca 0,5 m.



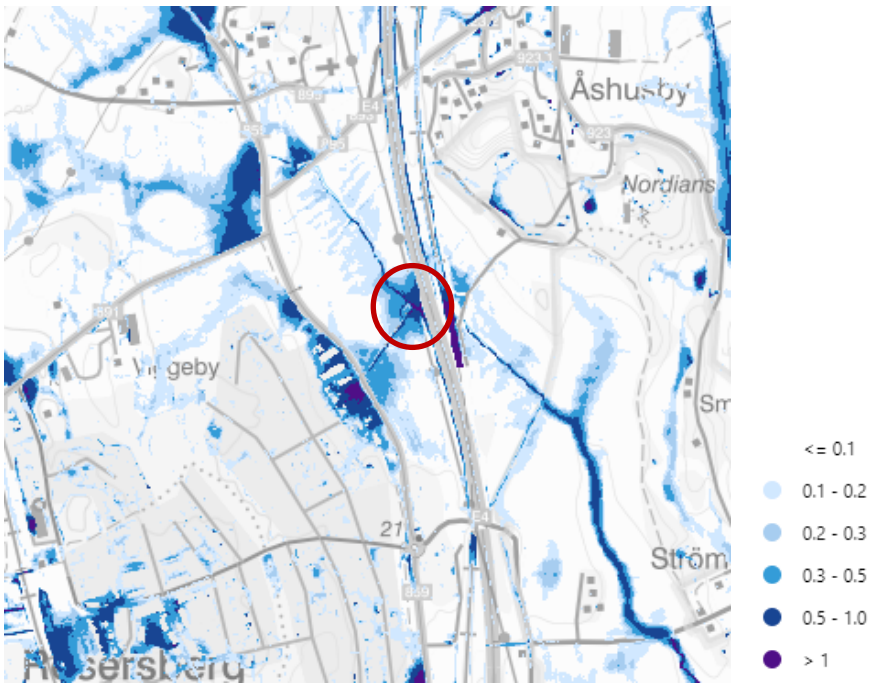
Figur 20. Områden täckta av vatten efter ett 100-års regn. Teckenförklaring finns i bilden. De områden inringade med streckade linjer markerar de områden som i huvudsak påverkas vid ett skyfall.

Delområde A är koncentrerat till dräneringsdiket som rinner nordväst till sydöst och tar emot vattnet från både ost och väst om diket. Vattendjup på ca 45 cm uppnås kring och i diket under ett 100-årsregn.

Delområde B tar emot stora delar av vatten från delavrinningsområde 3. Vattendjup på som mest 40 cm uppnås söder om vägdiket i detta delområde, dock uppnås högre vattendjup väster om planområdet, i ett område med bostadsbebyggelse, på ca 1 meter.

Delområde C är omringat av en mindre skogsdunge och har urberg och morän som jordart. Vattendjup på ca 25 cm uppnås här vid ett 100-årsregn.

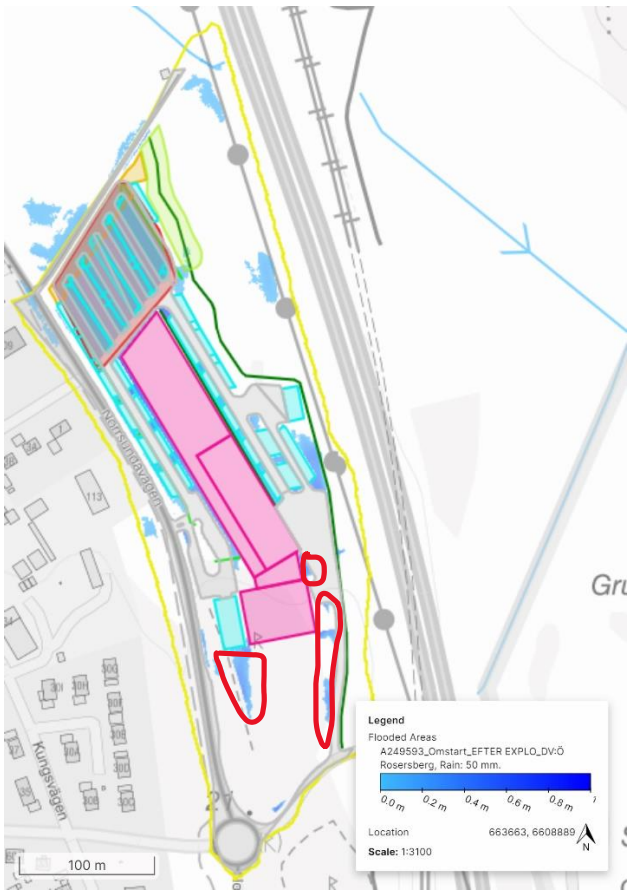
Sigtuna kommuns skyfallskartering för 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 (Sigtuna kommun, 2022b) indikerar samma områden som är identifierade att riskera högt stående vattendjup vid ett skyfall i Figur 20. Den karteringen identifierar också området precis innan vattnet leds in under E4:an, vilket är markerat i Figur 21.



Figur 21. Utdrag ur Sigtuna kommuns skyfallskartering för maximala vattendjup (år). Teckenförklaring finns i figuren, siffrorna är angivna i meter. Området markerat med röd cirkel visar höga vattendjup på mellan 0,5 och 1 meter.

Ledningsnät är generellt inte dimensionerade för att kunna ta emot skyfall av den undersökta magnituden och det är därför rimligt att området som markerats i Figur 21 upplever höga vattendjup då det inte längre kan tillkomma vatten i ledningen under E4:an.

Efter exploatering förändras situationen vid kraftiga regn större än dimensionerande. Med hjälp av SCALGO Live har en schematisk kartering tagits fram som indikerar vilka områden som riskerar att bli instängda efter exploatering. Resultatet av detta behöver utvecklas när höjdsättning av byggnader och ytor färdigställs, för att säkerställa att risker för byggnader, människor och djur minimeras. En illustration av resultatet av detta visas i Figur 22.

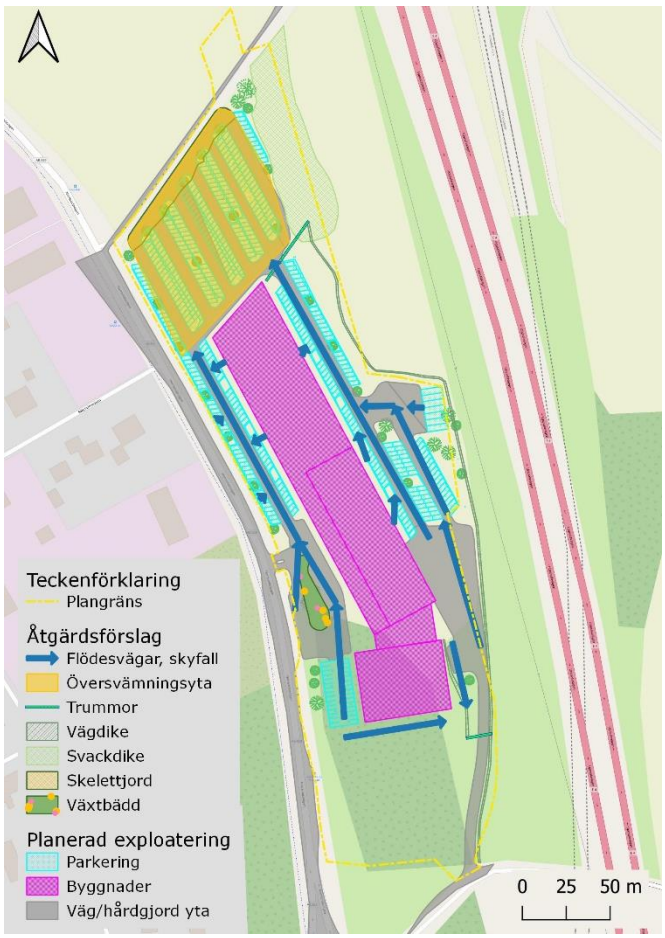


Figur 22. Schematisk skyfallskartering, 50 mm regn, efter exploatering. Områden där risk för att instänga områden illustreras och markeras med rött.

Det finns risk för att instängda områden skapas kring byggnaden vid ett skyfall, enligt karteringen i SCALGO med placeringen av exploatering tillsammans med föreslagna åtgärder. Detta bör beaktas då exploateringen och planområdet höjdsätts. Naturområdet söder om byggnaden kan också skapa instängda områden som närmar sig byggnadens södra del. Ett avskärande dike kan placeras så att detta inte riskerar att skada byggnaden.

9.2.2 Hantering av extrema regn

För hantering av extrema regn är det viktigt att höjdsättningen är utförd så att dagvatten kan avrinna ytledes via säkra avrinningsvägar utan att skada byggnader eller annan infrastruktur. I det här fallet behöver marken luta från byggnader och mot låglinjer som kan avleda vattnet till omkringliggande gator och den norra parkeringsytan som föreslås vara en översvämningsyta. I Figur 23 visas ett förslag på områden som bör reserveras för avrinningsstråk och god höjdsättning för att skapa säkra skyfallsvägar inom planområdet, tillsammans med föreslagen nedsänkt yta.



Figur 23. Höjdsättning så att säkra flödesvägar uppnås vid skyfall. Teckenförklaring finns i figur.

De naturliga flödesvägarna i området går delvis mot det korsande befintliga vägdiket, och dels direkt mot vägtrumman under E4:an. Ett låg- och, således utsatt, område finns vid inloppet till vägtrumman under E4:an. Därför föreslås att marken där fortsättningsvis är orörd och inte tilldelas någon funktion, då tillgängligheten till ytan kommer vara begränsad vid ett skyfall.

Den föreslagna nedsänkta parkeringsytan bör kunna ta emot relativt stora volymer, och kommer fördröja och lagra dessa under skyfall. Höjdsättning av omkringliggande mark, diken och vägar bör därmed tillses luta mot denna yta, så att skyfallsvatten med självfall går till den.

Det föreslagna svackdiket längs den planerade vägen har en hög kapacitet vilket föreslås utnyttjas vid ett skyfall. I svackdiket kan de delar av skyfallsvattnet som ej kan fördröjas i parkeringsytan fördröjas. Det befintliga korsande vägdikets kapacitet kan ökas för att hantera det ökade flödet från de norra delarna av fastigheten genom att skapa flackare slänter och där igenom skapa större tillgänglig volym dels för att hantera det dimensionerande 10 års regnet, dels för att medföra minskad ansamling av vatten vid ett skyfall.

Skyfallsvattnet som uppkommer inom planområdet bör kunna fördröjas inom planområdet om föreslagna åtgärder implementeras och detaljprojekteras i nästa skede. Parkeringsytan kan reserveras som översvämning syra i planbestämmelserna.

9.3 Kostnadsuppskattning

En första grov uppskattning av kostnaderna för de föreslagna åtgärderna har gjorts med hjälp av information från (StormTac Databas). Schablonbelopp har använts vilka baseras på hela Sverige, kostnaden kan således komma att avvika från de presenterade uppskattningarna. beroende på de platsspecifika förhållandena. Resultatet visas i Tabell 12.

Tabell 12. Kostnadsuppskattning av föreslagna åtgärder.

Åtgärd	Yt-anspråk	Kostnad (SEK)	Prisschablon antagen år;
Växtbädd	310 m²	3 400 000	2019
Skelettkonstruktion	810 m²	4 500 000	2019
Svackdike	115 m	70 000	2019
Vägdike, gräsbeklätt	414 m	160 000	2019
Totalt, Södra området:		**8 130 000**	

Föreslagna åtgärder uppskattas uppgå till ungefär 8 mkr.

10 Slutsatser och rekommendationer

Exploateringen i planområdet kan placeras i den södra delen av planområdet om god höjdsättning och föreslagna, eller mer omfattande, dagvattenåtgärder vidtas. Detta för att säkerställa att flödesbelastningen ej ökar nedström planområdet, att föroreningsbelastningen ej är högre än innan exploatering, inte riskerar att MKN i recipienten nås och att exploateringens utsatthet för skyfall är låg. Åtgärderna beräknas kosta runt 8 mkr.

För att säkerställa detta och för att låta dagvattnet i planområdet hanteras som en resurs rekommenderas att:

- Placera en växtbädd med en yta på drygt 300 m² för att fördröja och rena takvatten från byggnaden.
- Anlägga en skelettjordskonstruktion på om ca 800 m² i den norra parkeringsytan för att fördröja och rena väg- och parkeringsvatten. Denna föreslås vara samlad på ett ställe för att underhålla skötsel av den. Höjdmätningen av väg och parkering måste medge ytavrinning mot skelettjorden där det är möjligt, alternativt uppsamling av vatten med rännstensbrunnar och ledningar som leder vattnet mot konstruktionen.
- avleda dagvatten i diken. På så vis renas vattnet samtidigt som det bidrar till den visuella bilden och känslan av miljön i området. Svackdiket i den norra delen av den planområdet rekommenderas att reserveras för fördröjningsåtgärd i planbestämmelse.
- Sänka ner den norra parkeringsytan för att hantera volymerna som uppkommer vid kraftigare nederbörd än dimensionerande regn på ett sätt som minimerar riskerna för exploatering och omkringliggande områden.
- höjdsätta området så att vatten vid ett skyfall avleds mot den norra parkeringsytan, svackdiket och de orörda gräsytorna runt om exploateringen, till de naturliga avrinningsvägarna.

Förslag till fortsatt arbete är:

- att höjdsättning utreds vidare på förprojekteringsnivå när höjd på golvet på den planerade exploateringen bestämts. Då ska självfall till föreslagna lösningar fortsatt säkerställas.
- att en noggrannare undersökning av påverkan från bostadsområdet väster om planområdet på planområdets flöden och föroreningsbelastning utförs.

11 Referenser

Bjerking, 2009. Översiktlig PM Geoteknik: Östra Rosersberg Nytt industriområde.

ELSÄK-FS, 2022:1. *Elsäkerhetsverkets föreskrifter och allmänna råd om hur starkströmsanläggningar ska vara utförda.* [Online] Available at: https://www.elsakerhetsverket.se/om-oss/lag-och-ratt/foreskrifter/elsak-fs-2022-1/
[Använd 21 11 2022].

Godecke, B., 2016. *Kunskapssammanställning Dagvattenrening,* u.o.: Svenskt Vatten Utveckling.

Larm, T. & Blecken, G., 2019. *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten,* u.o.: Svenskt Vatten AB.

Länstyrelsen i Stockholm, 2022. *Skyddad natur, Landskapsbildsskydd.* [Online] Available at: https://www.lansstyrelsen.se/stockholm/natur-och-landsbygd/skyddad-natur.html
[Använd 20 11 2022].

Länstyrelsen i Stockholms län, 1966. *Information från LstAB Länskarta Stockholms län.* [Online] Available at: https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=d1b3761e5e944f129a698acc7e7ed183
[Använd 20 11 2022].

Naturvårdsverket, 2022. *Kartverktyget Skyddad natur.* [Online] Available at: https://www.naturvardsverket.se/verktyg-och-tjanster/kartor-och-karttjanster/kartverktyget-skyddad-natur/
[Använd 10 11 2022].

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, 2022. *SGUs kartvisare: Utdrag ur kartvisare Jordarter 1:25 000 - 1:100 000.* [Online].

Sigtuna kommun, 2018. Kravspecifikation för dagvattenutredning i samband med upprättande av detal-jplan och vid andra exploateringar.

Sigtuna kommun, 2022a. *Andra värden, vattenskyddsområden.* [Online] Available at: https://www.sigtuna.se/4.27b859401746871763d34ff4.html#h-Vattenskyddsomraden
[Använd 10 11 2022].

Sigtuna kommun, 2022b. *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 kommun, 2022b. *Anpassning till förändrat klimat: Skyfallskartering.* [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 kommun, 2022c. *Blåstruktur, Stockholmsåsen och Fysingen.* [Online] Available at: https://www.sigtuna.se/bygga-bo-och-miljo/oversiktsplan-och-detaljplaner/oversiktsplan/oversiktsplan-2022/mark--och-vattenanvandning/gron-infrastruktur/blastruktur.html
[Använd 10 11 2022].

Sigtuna kommun, 2022d. *Grundvatten, Grundvatten är dricksvatten.* [Online] Available at: https://www.sigtuna.se/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp/grundvatten.html
[Använd 10 11 2022].

Sigtuna kommun, 2022e. *Översiktsplan för Sigtuna kommun,* u.o.: Antagen av kommunfullmäktiga 19 maj 2022 §52.

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

Stockholm Stad, 2016. *Dagvattenhantering Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation.* u.o.:u.n.

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

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

VISS, 2022. *Fysingen: Senaste bedömning.* [Online] Available at: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA17184339

WSP, 2009. Östra Rosersberg, Dagvattenutredning.

Referenser, figurer:

Figur 14. Exempel på utformning av växtbäddar.

Bara Mineraler. 2022. *Hekla Lättjord Typ C; Bjälklag, upphöjda bäddar & urnor.* [Fotografi]. https://www.baramineraler.se/anlaggning/utmanande-vaxtbaddar/hekla-lattjord-typ-c/ (Hämtad 2022-12-15).

Sweco, LTU. 2015. *Gestaltning av dagvatten; exempel och framgångsfaktorer.* [Fotografi s.12] https://www.ltu.se/cms_fs/1.148735!/file/Rapport%20Gr%C3%B6nNano%202015-01_Gestaltning%20av%20dagvatten_Sweco%2C%20Godecke%20Blecken.pdf

Figur 15. Exempelbilder på skelettjordar.

Stockholms Stad. 2017. *Växtbäddar i Stockholms Stad.* [Fotografier, s.11, 14 och 26] https://leverantor.stockholm/globalassets/foretag-och-organisationer/leverantor-och-utforare/entreprenad-i-stockholms-stads-offentliga-rum/vaxtbaddshandboken/vaxtbaddar_i_stockholm_2017.pdf

Figur 17. Exempel på hur ett gräsdike i anslutning till hårdgjord yta kan utformas.

VA SYD. 2022. *Gräsdike.* [Fotografi]. Gräsdike - Plats för vattnet (vasyd.se) (Hämtad 2023-11-23)

Figur 18. Exempel på utformning av svackdiken.

Milford. 2022. *Svackdike.* [Fotografi]. https://se.milford.dk/produkter/svackdike (Hämtad 2022-12-15).

Figur 19. Principiell skiss av utformning av svackdike.

VA-guiden. 2023. *Svackdiken*. [Skiss, genomskärning]. https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/svackdike/ (Hämtad 2023-11-23).