



Dagvatten- och skyfallsutredning

Del av Stranden 2:2

Mora kommun

Status
Slutleverans version 2.0

Beställare
Mora kommun

Datum
2024-04-23



AFRY
Å F P Ö Y R Y

Uppdragsansvarig
Emma Runeborg

Handläggare
Carolina Björkman

Granskare
Ida Gomez Bergström

Datum interngranskning
2024-03-06

Projekt-ID
D0102980

Mottagare
Mora kommun
Andrea Andersson



AFRY
Å F P Ö Y R Y

Version	Status	Uppdragsansvarig	Handläggare	Granskare	Datum
1.0	Slutleverans	Emma Runeborg	Carolina Björkman	Ida Gomez Bergström	2023-09-28
2.0	Slutleverans	Emma Runeborg	Carolina Björkman	Ida Gomez Bergström	2024-04-23

Sammanfattning

Inom Mora kommun ligger fastigheten Stranden 2:2, som idag består av grusad parkering, mindre parkeringsgarage, järnväg, handelsområden och vägar. En del av fastigheten planeras i framtiden bli en asfalterad parkering med gång- och cykelväg (GC-väg) samt grönytor. Andra förändringar planeras även i anslutning till detta område, bland annat anläggning av en GC-vägtunnel under befintlig järnväg, för att underlätta möjligheten att ta sig från söder till norr. Då en del av fastighetens markanvändning kommer ändras vill Mora kommun att en dagvattenutredning utförs för området och att hänsyn även tas till den planerade GC-vägtunneln.

Dagvattenflödesberäkningar har utförts för ett 5-, 20- och 100-årsregn. Resultatet visar på en ökning av dagvattenflödet för den framtida markanvändningen gentemot befintligt. I samråd med Mora kommun ska denna utredning utgå från att de första 10 mm av ett regn per reducerad m² ska fördröjas inom utredningsområdet innan vidare avledning. Detta krav kan senare komma att bli högre än 10 mm. Beräkning om 10 mm regn innebär att en fördröjningsvolym på minst 70 m³ behöver anläggas inom området.

Efter exploatering av utredningsområdet får dagvattnet en högre föroreningshalt och -mängd jämfört med befintligt. Då man inte vill äventyra recipientens möjlighet att uppnå satta miljö kvalitetsnormer (MKN) måste dagvattnet renas innan vidare avledning till Siljan. Utredningen föreslår därför åtgärder för att rena samt fördröja dagvattnet i svackdiken och skelettjordar. Med föreslagna åtgärder kommer dagvattnets föroreningshalter och -mängder ned till nivåer som är under befintlig markanvändning samt föreslagna riktvärden. Utredningsområdet består även av medelhög genomsläpplighet som medför att infiltration är möjlig. Infiltration kan därav sänka avrinningen och då ge lägre föroreningsmängd till recipienten.

Utredningen har utgått från en planskiss utan höjdsättning och därför har en antagen höjdsättning arbetats fram. Denna höjdsättning innebär att utredningsområdet får en generell lutning från norr till söder, bortsett från en del av området som kommer luta norrut mot ny GC-vägtunnel. Denna GC-vägtunnel kan användas som översvämningssyta vid ett eventuellt skyfall, vilket kan medföra att skyfallsvägar uppströms utredningsområdet längs med Vasagatan minskar. Inträffar ett skyfall och GC-vägtunneln översvämmas, finns andra vägar tillgängliga för att ta sig från norr till söder, exempelvis övergångsstället västerut på Vasagatan, övergångsstället vid Strandenrondellen och GC-port vid resecentrum.

Nedströms utredningsområdet finns befintlig bebyggelse, där en befintlig byggnad riskerar att få stående skyfallsvatten mot fasaden. Detta kan motverkas om en vall anläggs mellan den befintliga byggnaden och den framtida parkeringen, där vattnet kan avrinna mot öster och ut mot infartsvägen till utredningsområdet.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund och syfte.....	1
1.2	Omfattning och avgränsning.....	1
2	Förutsättningar	2
2.1	Underlag.....	2
2.2	Dagvattenprogram och riktlinjer.....	2
2.3	Vattenförvaltningen	4
2.4	Svenskt Vatten – P110	4
3	Beräkningsmetoder och modeller	5
3.1	StormTac Web.....	5
3.1.1	Dimensionerande dagvattenflöden och fördröjning	5
3.1.2	Föroreningar.....	6
3.2	SCALGO LIVE.....	6
4	Befintliga förhållanden.....	7
4.1	Områdesbeskrivning	7
4.2	Geotekniska förhållanden	7
4.2.1	Markförhållanden	7
4.2.2	Grundvattennivåer	11
4.3	Recipient och miljö kvalitetsnormer för dagvatten	12
4.3.1	Ytvattenförekomst – Siljan.....	13
4.3.2	Grundvattenförekomst – Lillåsen-Mora.....	13
4.3.3	Grundvattenförekomst – Orsa sandsten.....	14
4.4	Befintlig avvattning	14
4.5	Översvämningar	15
4.5.1	Översiktlig skyfallsanalys.....	15
4.5.2	Höga vattenstånd	17
4.6	Markavvattningsföretag och vattenskyddsområde	18
5	Framtida förhållanden	19
5.1	Planerad utformning	19
5.2	Framtida avrinningsområden.....	19
6	Dagvattenberäkningar	20
6.1	Markanvändning	20

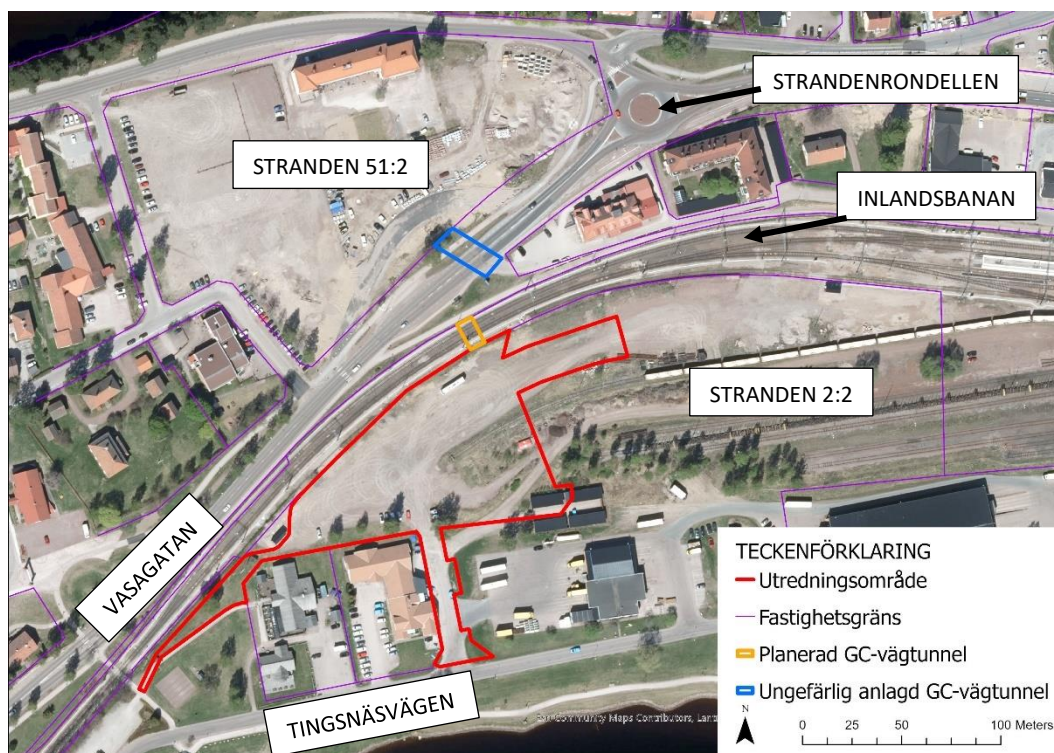


6.2	Dagvattenflödesberäkningar.....	22
6.2.1	Behov av utjämning.....	22
6.3	Föroreningsberäkningar.....	23
7	Förslag till dagvattenhantering.....	25
7.1	Resultat av föreslagen dagvattenhantering.....	27
7.1.1	Dagvattenflödesberäkningar och fördröjningsbehov.....	27
7.1.2	Föroreningsberäkningar.....	27
7.2	Beskrivning av dagvattenanläggningar.....	29
7.2.1	Svackdike.....	29
7.2.2	Skelettjord.....	29
7.3	Skyfall för den framtida utformningen.....	31
8	Slutsats och rekommendationer.....	32
9	Referenser.....	34

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

I Mora kommun finns fastigheten Stranden 2:2 belägen mellan Vasagatan och Tingsnäsvägen. Kommunen äger marken inom Stranden 2:2 och Trafikverket äger järnvägen. Fastigheten är stor och idag består markbeskaffenhet till stor del av en grusad yta som används som parkering. I framtiden planeras en del av fastigheten bli en asfalterad parkering med gång- och cykelväg (GC-väg) samt grönytor. Den del av fastigheten som exploateras visas i Figur 1 som utredningsområde.



Figur 1. Lokalisering av det område som förväntas exploateras inom fastigheten Stranden 2:2.

En del andra förändringar planeras och har utförts även norr om Stranden 2:2. Befintlig genomfartsrondell har fått en ny placering och utformning, närmare fastigheten Stranden 51:2 i öst. Fastigheten Stranden 51:2 planeras bli ett nytt skolområde med högstadieskola. En GC-vägtunnel har nyligen anlagts under Vasagatan och ett projekt är uppstartat om fortsatt anläggning av GC-vägtunnel under befintlig järnväg, för lättare tillgänglighet.

Då en del av fastigheten Stranden 2:2 går från att vara en grusad parkering till en asfalterad, vill Mora kommun att en dagvattenutredning utförs för det område som kommer exploateras. Hänsyn ska även tas till den planerade GC-vägtunneln. Utredningen ska redovisa befintliga förhållanden för området samt framtida.

1.2 Omfattning och avgränsning

Dagvattenutredningen behandlar den del av fastigheten Stranden 2:2 som kommer exploateras samt den planerade GC-vägtunneln.

Utredningen baseras på de underlag som tillhandahållits av Mora kommun och Trafikverket. Inga provtagningar har utförts för denna utredning och föroreningskoncentrationer samt -mängder baseras därför på typiska värden för valda markanvändningar.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande underlag från Mora kommun och Trafikverket har använts i denna utredning:

Underlag	Daterat/erhållet
Underlag av VA-ledningar (allmänna VA-ledningar och fastighetens ledningar)	2022-08-08
Grundkarta över utredningsområdet	2023-01-10
Gränser för detaljplanområdet	2023-02-09
Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/GEO)	2024-01-31
PM Geoteknik	2024-01-31
Planskiss	2023-06-02
Översiktlig miljöteknisk markundersökning för Strandens skolområde, Stranden 51:2 m.fl.	2024-01-15
Ny planskiss och utredningsgräns	2024-02-14

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår/Version
P110	Svenskt Vatten	2016
Dagvattenprogram	Mora kommun	2017
Riktlinjer dagvatten	Mora kommun	2017
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
WebbGIS	Länsstyrelsen	
Genomsläpplighetskarta	SGU	
Jordartskarta	SGU	
StormTac	StormTac AB	Web v.24.1.2
SCALGO Live	SCALGO	

2.2 Dagvattenprogram och riktlinjer

Mora kommun har arbetat fram ett dagvattenprogram (2017a) med kompletterande riktlinjer som ska användas som vägledning för en hållbar dagvattenhantering i kommunen. Dagvattenprogrammet ska användas vid kommunens planering och exploatering av nya områden, vid förtätning och vid ombyggnation inom befintliga områden. Vid exempelvis översvämningsrisk kan vissa befintliga områden behöva prioriteras för åtgärder. För andra områden kan dagvattnet exempelvis innehålla höga halter av förorenade ämnen eller att dagvattnets recipient är i behov av åtgärder. Genom att tidigt påbörja dagvattenfrågan i planprocessen skapas förutsättningar för att omhänderta dagvatten på ett bra sätt (Mora kommun, 2017a).

Enligt Mora kommun (2017a) kan en långsiktig och hållbar dagvattenhantering uppnås genom att arbeta med följande målsättning:

- Dagvatten ska omhändertas så nära källan som möjligt. I första hand ska dagvatten infiltreras i mark och i andra hand fördröjas innan det avleds till förbindelsepunkt eller recipient.
- Dagvatten som avleds i öppna system ska prioriteras före ledningssystem.
- I den fysiska planeringen ska hänsyn tas till behovet om att omhänderta och rena dagvatten, detta för att behålla en naturlig vattenbalans samt skapa estetiska och ekologiska mervärden.
- Dagvattenanläggningarnas drift och förvaltning ska prioriteras så att dess funktion, estetiska och ekologiska värden upprätthålls.
- Mängden dagvatten ska minimeras i spillvattenledningar och avloppsreningsverk.
- Recipienters kemiska och ekologiska statusklassning ska inte försämrans på grund av dagvattnet.

Hållbar dagvattenhantering innebär att dagvattnet tas om hand på ett naturligt sätt med hjälp av infiltration, trög avledning samt att bebyggelse och markanläggningar höjdsätts för skydd mot översvämningar. Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) ska vara det första alternativet vid planering och exploatering av ett område enligt Mora kommuns dagvattenprogram (2017a). Om LOD inte är möjligt ska dagvattnet avledas till en lämplig plats för omhändertagande via exempelvis dammar. I en damm kan dagvattnet fördröjas och eventuellt renas beroende på dammens utformning.

Dagvattnets behov av rening beror på dagvattnets föroreningsinnehåll samt recipientens känslighet och skyddsvärde. Dagvattenledningar som avleder dagvatten direkt till recipienten bör endast användas när andra lösningar inte fungerar och påverkan på recipienten är utredd (Mora kommun, 2017a).

Mora kommun har även tagit fram dagvattenriktlinjer som ger vägledning för hur kommunen mer i detalj arbetar med hantering av dagvatten. Riktlinjerna ger vägledning om dagvattenutredning, höjdsättning, fördröjningskrav, föroreningar i dagvatten och rening av dagvatten (Mora kommun, 2017b).

För rening av dagvatten bör dagvattnets kvalitet beaktas redan vid planering av nya byggnader, vägar och parkeringar. I detaljplanens planbeskrivning samt i bygglovet ska det anges om rening av dagvatten krävs. Beroende på ett områdes markanvändning ställs olika krav, exempelvis för områden med småhus och flerfamiljshus, se Tabell 1. Denna markanvändning har inga reningskrav, dock rekommenderas lösningar för fördröjning (Mora kommun, 2017b).

Tabell 1. Rening av dagvatten vid viss markanvändning (Mora kommun, 2017b).

Markanvändning	Krav
Centrumbebyggelse, handelsområden	Utredning krävs
Områden med småhus och flerfamiljshus	Inget reningskrav, men lösningar för fördröjning rekommenderas
Industriområde	Utredning krävs, föroreningsgrad beror på verksamhet
Parker och naturmark	Inget reningskrav
Stora parkeringsområden (>50 st)	Utredning krävs
Lokalgator	Inget reningskrav
Vägar <8 000 fordon/dygn	Utredning krävs
Vägar >8 000 fordon/dygn	Rening krävs (vid nyanläggning och större ombyggnationer)

För *stora parkeringsområden* krävs utredning av dagvattnet enligt Mora kommuns riktlinjer (2017b). Dagvatten från nya områden med parkeringsplatser ska fördröjas och renas vid behov. Fördröjning samt rening ska i första hand ske nära källan och kan ske i samma system, exempelvis svackdike eller damm. Om det inte är möjligt att omhänderta dagvattnet nära källan ska det fördröjas och vid behov renas på en annan lämplig plats.

2.3 Vattenförvaltningen

EU:s ramdirektiv för vatten, vattendirektivet, införlivades i svensk lagstiftning 2004 genom vattenförvaltningen. Arbetet med vattenförvaltningen utförs med hjälp av miljökvalitetsnormer. Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lagstiftning och beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Alla vattenförekomster i Sverige är klassificerade enligt ekologisk och kemisk status samt har tidsfrister på när god status ska vara uppnådd.

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts. Vattenkvaliteten får inte försämrats och normerna gällande kemisk samt ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats.

2.4 Svenskt Vatten – P110

Alla beräkningar och förslag utförs enligt riktlinjer i branschorganisationen Svenskt Vattens publikation P110; Avledning av dag-, drän- och spillvatten (2016) som beskriver funktionskrav, dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikationen innehåller även anvisningar för en klimatsäker planering av dagvattenhanteringen.

Kapaciteten i befintligt dagvattenledningsnät inom och utanför utredningsområdet är idag okänd. Av denna anledning utgår utredningen från publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016) om att utredningsområdet kan klassas som tät bostadsbebyggelse vid beräkning av dagvattenflöden. Det innebär att dagvattenledningsnät dimensioneras för ett framtida (med klimatkoefficient 1,25) 5-årsregn vid fylld ledning och 20-årsregn för trycklinje i marknivå, vilket är VA-huvudmannens ansvar. Kommunens ansvar är att höjdsättning utförs på sådant sätt att ett 100-årsregn kan avledas säkert.

3 Beräkningsmetoder och modeller

I detta kapitel beskrivs skyfallsanalysen i SCALGO LIVE, beräkningsverktyget StormTac, samt hur dimensionerande dagvattenflöden, erforderlig fördröjningsvolym och föroreningar i dagvatten har beräknats.

3.1 StormTac Web

Dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web (2023) används för att beräkna dagvattenflöden och föroreningssituationen för den befintliga och framtida markanvändningen. Verktöget beräknar även föroreningssituationen med förslag till dagvattenreningsåtgärder. Det är 10 föroreningssämnen som studeras i StormTac som standard, dock finns fler ämnen att tillgå vid behov.

3.1.1 Dimensionerande dagvattenflöden och fördröjning

Dagvattenflödesberäkningar utförs för 5-, 20-, och 100-årsregn med varaktighet beräknad utifrån rinnsträcka samt rinnhastighet. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna, detta för att dagvattensystem ska vara rätt dimensionerade även i framtiden. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30 (Svenskt Vatten, 2016). I denna utredning används en klimatfaktor på 1,25. Dagvattenflöden beräknas för respektive avrinningsområde för det befintliga och framtida utredningsområdet.

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 4.4.1 använts (2016). Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{\text{Å}} = 190 * \sqrt[3]{\text{Å}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:

$i_{\text{Å}}$ = regnintensitet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [minuter]

Å = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden för den befintliga och framtida markanvändningen används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel:

$$q_{\text{dim}} = A * \varphi * i_{\text{Å}} * k$$

Där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [–]

$i_{\text{Å}}$ = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimatfaktor

I samråd med Mora kommun har det beslutats att dagvattenutredningen ska utgå ifrån att de första 10 mm av regnet ska fördröjas per reducerad m² inom utredningsområdet innan vidare avledning. Detta krav har använts i denna utredning, dock kan kravet komma att bli högre än 10 mm.

Erforderlig fördröjningsvolym för 10 mm beräknas för det framtida utredningsområdets markanvändning. Volymen fås genom att multiplicera den anslutna reducerade arean med regndjupet enligt formeln nedan:

$$U_i = d_r * A_i * \varphi_i = d_r * (A_{red} * 10000)$$

Där:

U_i = erforderlig fördröjningsvolym [m^3]

d_r = regndjup [m]

A_i = områdesarea [m^2]

φ = avrinningskoefficient [–]

A_{red} = avrinningsområdets reducerade area [ha]

3.1.2 Föroreningar

Föroreningshalterna i dagvatten och årlig föroreningsmängd beräknas med hjälp av typiska värden från angiven markanvändning, ytstorlekar, avrinningskoefficienter och årsmedelnederbörd. De typiska halterna återspeglar den sort av föroreningsbild som är typisk för en viss markanvändning och baseras på flödesproportionella provtagningar samt expertbedömningar. Vid beräkning av föroreningsmängd (kg/år) används årsmedelhalten och den ackumulerade årliga nederbörden då det är årsvolymen som är avgörande för hur stor mängd förorening som genereras under ett år.

Årsmedelnederbörden för Mora kommun är 601 mm och är hämtad från SMHI:s samlade nederbördsdata (2021). SMHI:s nederbördsmängd har därefter korrigerats med korrektionsfaktorn 1,1 enligt StormTacs metodik. Korrektionsfaktorn tar hänsyn till provtagningsfel som vind, adhesion och avdunstning. Med korrektionsfaktorn blir årsmedelnederbörden 661 mm.

Observera att en modellering i StormTac är en förenklad beskrivning av verkligheten som inte fullt ut kan återspegla föroreningsinnehållet i dagvattnet. Omfattningen av modellens dataunderlag varierar mellan olika typer av föroreningar, markanvändningar och anläggningarnas reningseffekt, vilket ger föroreningsberäkningarna en viss osäkerhet. Andra modeller som beskriver och beräknar dagvattnets föroreningsinnehåll saknas i dagsläget. Av denna anledning bedöms StormTac-verktyget, trots osäkerheter, som den mest lämpade metoden att använda för att beräkna föroreningar i dagvatten i föreliggande fall. Verktygets osäkerheter bör dock beaktas när slutsatser tas.

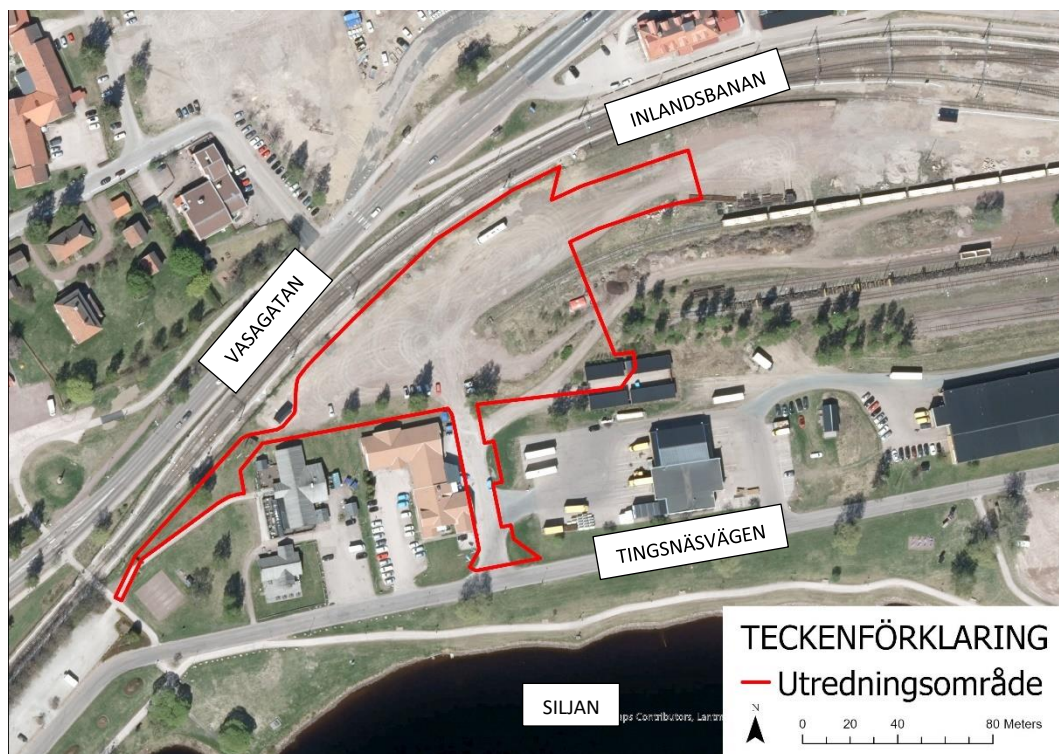
3.2 SCALGO LIVE

SCALGO LIVE (2023) är ett GIS-baserat verktyg som kan användas för att utföra en översiktlig skyfallsanalys av ett område. Den översiktliga skyfallsanalysen visar om ett område är instängt eller översvämningsbenäget. Verktyget innehåller nationella höjddata från lantmäteriet med en upplösning om 1x1 meter. Med hjälp av verktygets höjddata kan dagvattnets flödesvägar och lågpunkter vid ett skyfall arbetas fram. Flödesvägarna är de lokala lågstråk i terrängen dit dagvattnet avrinner innan det förs vidare genom lägre terräng mot vattendrag, sjö eller hav. Dagvattnet kan även avledas till lågpunkter i mer lokala låglänta områden. SCALGO kan även ta hänsyn till infiltration i mark och dagvattenledningsnät, som är enligt SCALGO:s principer. SCALGO är inte ett exakt verktyg men kan ge en indikation på hur det kan komma att se ut vid ett eventuellt skyfall.

4 Befintliga förhållanden

4.1 Områdesbeskrivning

Utredningsområdet är belägen söder om Vasagatan och befintlig järnväg, se Figur 2. Söder om utredningsområdet finns restaurang- och handelsområden, Tingsnäs vägen och Siljan.



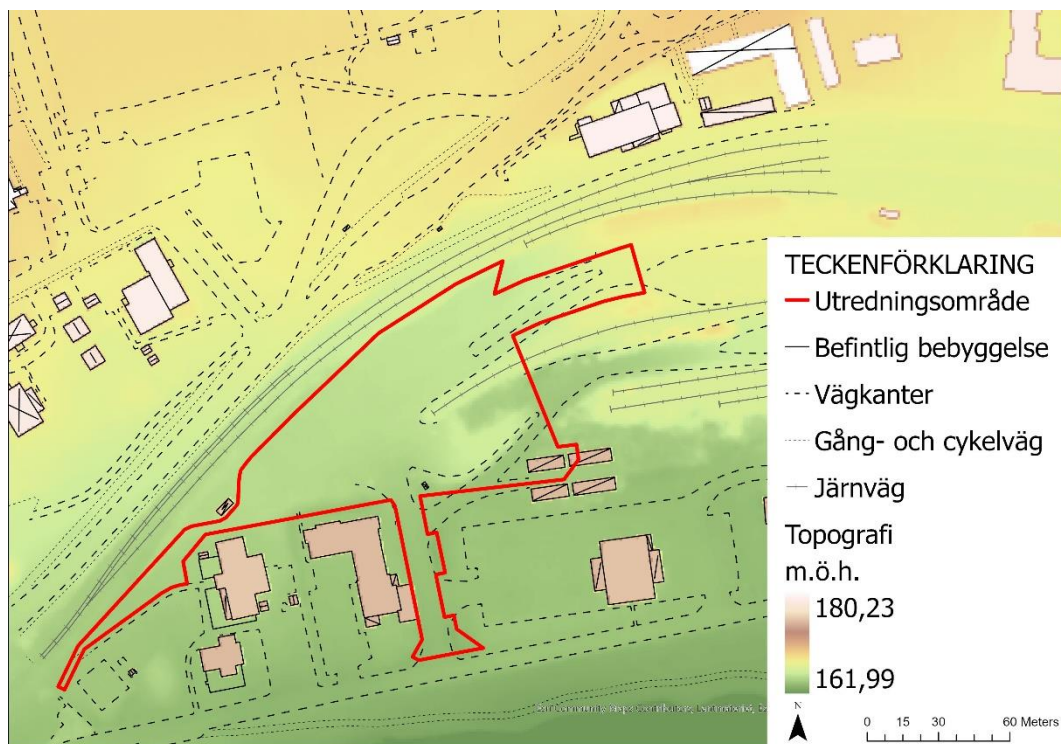
Figur 2. Lokalisering av utredningsområdet och omkringliggande områden.

Markbeskaffenheten inom utredningsområdet består idag till stor del av en grusad yta som används som parkering. En infartsväg söderifrån från Tingsnäs vägen, mindre grönytor, byggnader och järnväg ingår även.

4.2 Geotekniska förhållanden

4.2.1 Markförhållanden

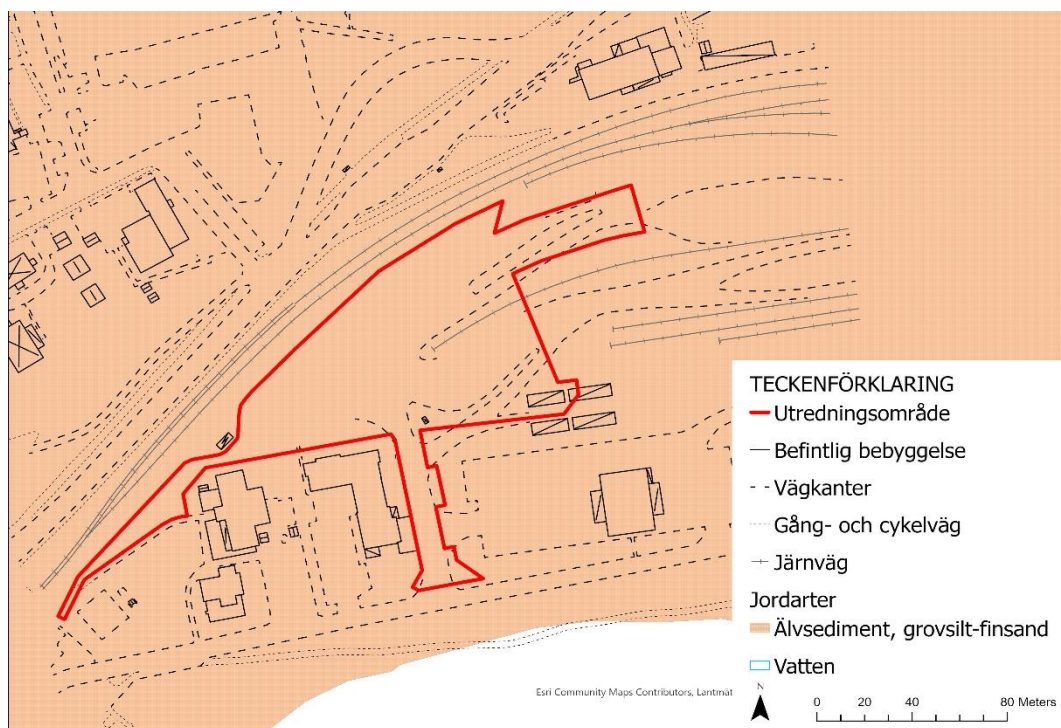
Utredningsområdet har en lutning från nordöst mot sydväst och söderut enligt topografisk karta, se Figur 3.



Figur 3. Befintlig topografi inom och utanför utredningsområdet (SCALGO, 2023).

AFRY (2024a) utförde en geoteknisk fältundersökning av utredningsområdet under 2022. Enligt denna undersökning ligger utredningsområdet på nivåer mellan +164 och +165 m.ö.h (RH 2000).

Enligt SGU:s jordartskarta 1:25 000—1:100 000 (2023a) består utredningsområdet av älsediment som grovsilt eller finsand, se Figur 4. Jorddjupet är skattat till 20—30 meter (SGU, 2023b).



Figur 4. Jordarten inom och utanför utredningsområdet är älsediment (SGU, 2023a).

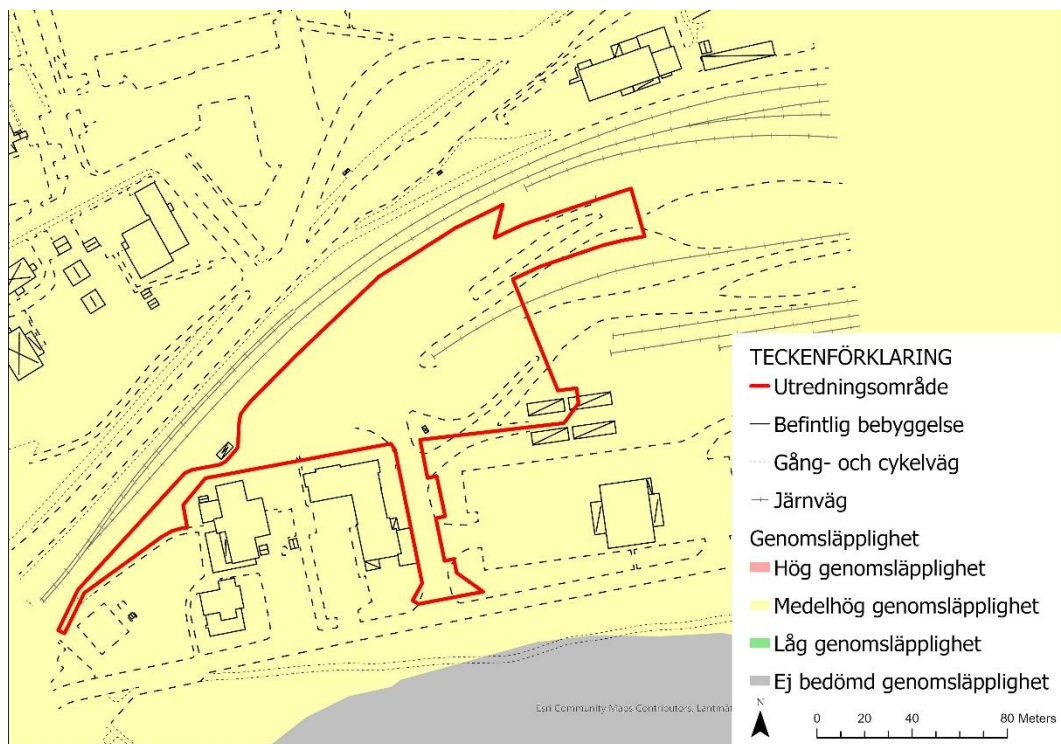
Figur 5 visar AFRY:s borrhpunkter vid den geotekniska fältundersökningen.



Figur 5. Placering av borrhpunkter vid den geotekniska fältundersökningen (AFRY, 2024a).

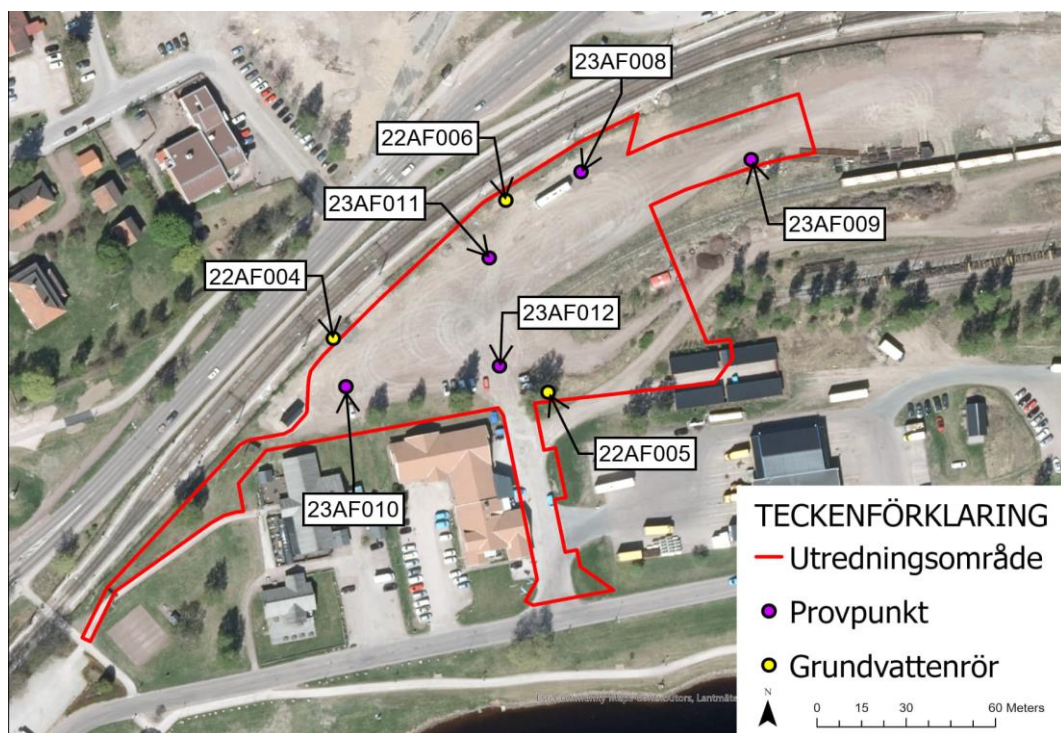
Resultatet från fältundersökningen visar att utredningsområdets översta lager består av fyllning med en varierande mäktighet, mellan cirka 0—1,8 meter. Fyllningen består främst av sandigt grus. Under fyllningen finns ett sandlager som har en mäktighet som uppgår till minst 11 meter. Sandlagret utgörs av olika fraktionsstorlekar, från finsand till mellansand. Efter sandlagret finns troligtvis ett friktionsjordlager av morän. Djupet till berg har ej bekräftats (AFRY, 2024a).

Figur 6 visar utredningsområdets genomsläpplighet enligt SGU (2023c), som är medelhög då jordarten är älvsediment som grovsilt-finsand.



Figur 6. Genomsläppligheten inom utredningsområdet är medelhög (SGU, 2023c).

AFRY (2024b) har även utfört en översiktlig miljöteknisk markundersökning (MTU) av jord och grundvatten inom samt i anslutning till utredningsområdet, se Figur 7.



Figur 7. Placering av installerade grundvattenrör och provpunkter för provtagning av jord (AFRY, 2024b; AFRY, 2024c).

Under den miljötekniska utredningen, i samband med provtagning av jord, påträffades byggnadsrester (tegel, trä, betong, etc.) ned till 1–2 meter under markytan vid provpunkt 23AF009. I övriga provgropar observerades fyllnadsmaterial ned till cirka 0,5 meter under markytan (AFRY, 2024b).

Jord och grundvatten har analyserats av Eurofins Environment Sweden Testing AB. Resultatet av analyserad jord är att låga halter har påvisats. Samtliga analyser har påvisat halter under riktvärden för mindre känslig markanvändning(MKM). Halter över riktvärden för känslig markanvändning (KM) för PAH-H har påträffats i en provgrop (23AF009) och halter över riktvärden för KM för PFAS-28 påträffades i provgrop 23AF011. I de provpunkter där KM har överskridits finns fyllnadsmaterial och i ett av dem påträffades byggnadsrester. För grundvatten påvisades låga halter och halter av petroleumämnen, PAH, klorerade ämnen och PCB underskrider laboratoriets rapporteringsgräns (AFRY, 2024b).

4.2.2 Grundvattennivåer

I samband med den geotekniska fältundersökningen 2022 installerade AFRY tre grundvattenrör inom och i anslutning till utredningsområdet (se Figur 7). Resultatet av grundvattenmätningarna redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Avläsning av grundvattenrör (AFRY, 2024c).

Grundvattenrör	Avläsningsdatum	Grundvatten, djup under markytan (m)	Grundvattennivå (m.ö.h)
22AF04MG	2022-12-21	2,85	+162,10
	2023-01-11	2,02	+162,93
	2023-02-17	2,97	+161,98
	2023-03-30	3,15	+161,80
	2023-04-26	3,20	+161,75
	2023-05-31	2,90	+162,05
	2023-08-14*	2,25	+162,70
	2023-11-17	2,35	+162,60
	2023-12-22	2,61	+162,34
	2024-01-22	2,69	+162,26
22AF05MG	2022-12-21	1,95	+162,16
	2023-01-11	3,31	+160,80
	2023-02-17	2,08	+162,03
	2023-03-30	2,30	+161,81
	2023-04-26	2,00	+162,11
	2023-05-31	1,99	+162,12
	2023-08-14*	1,32	+162,79
	2023-11-17	1,46	+162,65
	2023-12-22	1,67	+162,44
	2024-01-22	1,78	+162,33
22AF06MG	2022-12-21	3,25	+162,14
	2023-01-11	2,91	+162,48
	2023-02-17	3,38	+162,01
	2023-03-30	3,55	+161,84
	2023-04-26	3,64	+161,75
	2023-05-31	3,35	+162,04
	2023-08-14*	2,71	+162,68
	2023-11-17	2,70	+162,69
	2023-12-22	2,92	+162,47
2024-01-22	3,04	+162,35	

*Avläsning av grundvattenrör utfördes efter kraftigt oväder

Grundvattennivån för de tre grundvattenrören varierar beroende på plats och avläsningsdatum. För grundvattenröret i norr (22AF06MG) är grundvattnet belägen mellan 2,70—3,64 meter under markytan, grundvattenröret till väst (22AF04MG)

varierar mellan 2,02—3,20 meter under markytan och det södra (22AF05MG) 1,95—3,31 meter under markytan.

Ett kraftigt oväder inträffade i augusti och efter ovädret avlästes installerade grundvattenrör igen. Resultatet visade att grundvattennivån ökat för de tre grundvattenrören och att grundvattnet låg närmare markytan.

Det kan vara fördelaktigt att göra fler avläsningar av installerade grundvattenrör för att se om grundvattnet varierar ytterligare. Om man bättre kan lokalisera var grundvattnet befinner sig och finna platser där grundvattennivån inte ligger nära markytan, kan en effektivare infiltration fås. Om rening- och fördröjningsanläggningar anläggs där grundvattnet är nära markytan finns risk för uppträckning av grundvatten i anläggningen. Detta medför en stående grundvattennivå över anläggningens bottennivå, vilket innebär att infiltration ej är möjligt och tätning behövs. En fördröjning- och reningsanläggning bör därför inte anläggas för djupt då grundvattennivån varierar beroende på årstid och olika väderförhållanden.

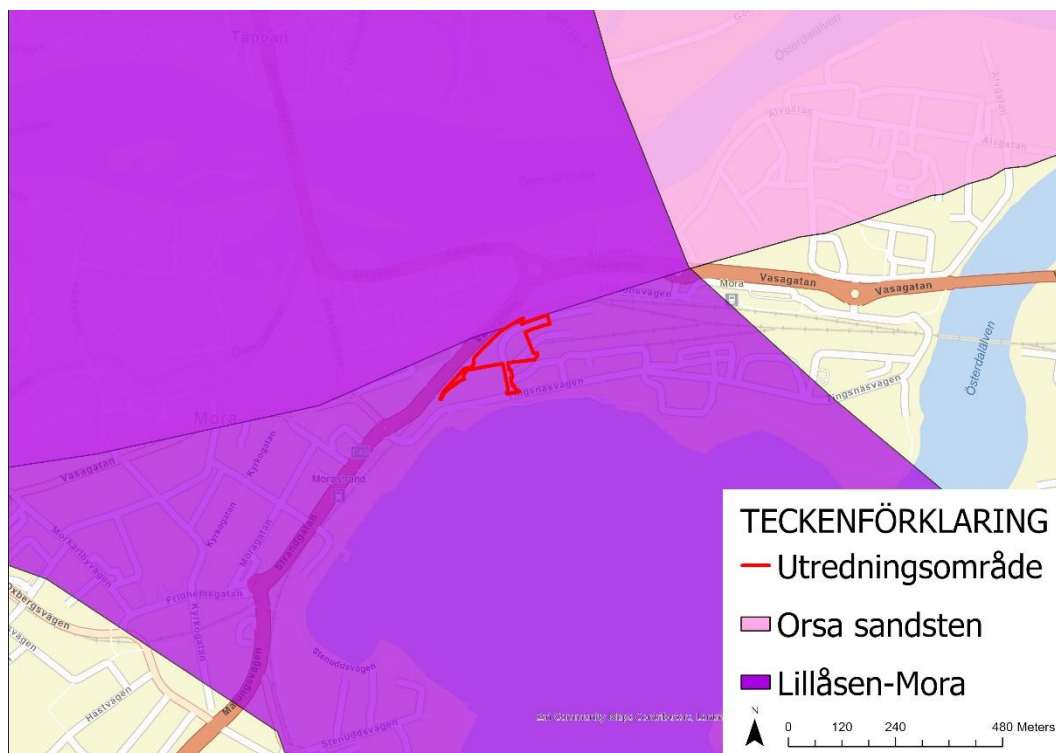
Utredningsområdet består av älvsediment enligt SGU (2023a) och enligt AFRY:s geotekniska fältundersökning (2024a) består det översta lagret av fyllning med främst sandigt grus, vilket tyder på att infiltration kan vara möjligt. Om renings- och fördröjningsanläggning anläggs och man även vill få till infiltration, bör anläggningen inte anläggas för djupt då grundvattnet ligger på cirka 2 meter under markytan.

4.3 Recipient och miljö kvalitetsnormer för dagvatten

I detta kapitel redovisas utredningsområdets recipient, se Figur 8, samt recipientens miljö kvalitetsnormer (MKN) för dagvatten. Efterföljande delkapitel redovisar grundvattenförekomsterna, se Figur 9.



Figur 8. Lokalisering av utredningsområdets recipient (VISS, 2021a).



Figur 9. Ungefärlig utbredning av grundvattenförekomsterna (VISS, 2021b; 2021c).

4.3.1 Ytvattenförekomst – Siljan

Siljan (SE673490-145597) är utredningsområdets recipient och är en klassad ytvattenförekomst enligt vattendirektivet. Siljan har måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status, se Tabell 3. Det som är avgörande för den ekologiska statusen är konnektivitet i sjön som är otillfredsställande samt att bottenfauna, fisk och hydrologisk regim i sjön bedöms till måttlig. Den kemiska statusen beror på de prioriterade ämnena kvicksilver (Hg) och bromerad difenyleter (PBDE) som överskrider. Dessa ämnen kallas även för överallt överskridande ämnen och överskrider i alla Sveriges ytvatten på grund av atmosfärisk deposition (VISS, 2021a).

Tabell 3. Statusklassificering av Siljan (VISS, 2021a).

Ytvattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläget)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläget)	MKN (framtida mål)
Siljan SE673490-145597	Måttlig	God ekologisk status 2033	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus

Siljan omfattas av en MKN som enligt beslut ska uppnå god ekologisk status 2033 och god kemisk ytvattenstatus. Undantag har satts för Hg samt PBDE som mindre stränga krav och tidsfrister. Undantaget beror på att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. Siljan får därför en tidsfrist till 2027 med skälet tekniskt omöjligt på grund av kunskapsbrist (VISS, 2021a).

4.3.2 Grundvattenförekomst – Lillåsen-Mora

Utredningsområdet är belägen inom grundvattenförekomsten Lillåsen-Mora (SE677652-459539). Lillåsen-Mora är en sand- och grusförekomst och den kvantitativa samt kemiska statusklassningen är god, se Tabell 4. Målet är att Lillåsen-Mora ska ha fortsatt god status (VISS, 2021b).

Tabell 4. Grundvattenförekomsten Lillåsen-Moras statusklassning (VISS, 2021b).

Grundvattenförekomst	Kvantitativ status		Kemisk status	
	Statusklassning	MKN	Statusklassning	MKN
Lillåsen-Mora SE677652-459539	God	God kvantitativ status	God	God kemisk grundvattenstatus

4.3.3 Grundvattenförekomst – Orsa sandsten

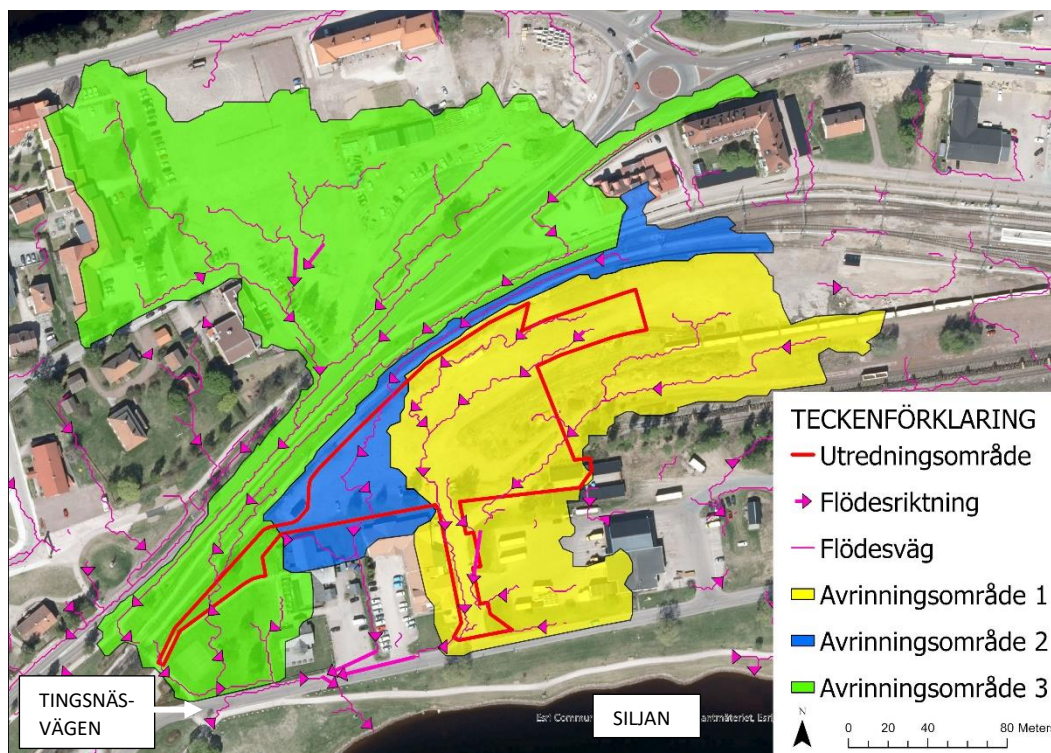
Orsa sandsten (SE677843-143529) är en annan grundvattenförekomst som finns inom och utanför utredningsområdet. Denna grundvattenförekomst är en sedimentär bergförekomst och dess kvantitativa samt kemiska status är god, se Tabell 5. Målet är att Orsa sandsten ska ha fortsatt god status (VISS, 2021c).

Tabell 5. Grundvattenförekomsten Orsa sandstens statusklassning (VISS, 2021c).

Grundvattenförekomst	Kvantitativ status		Kemisk status	
	Statusklassning	MKN	Statusklassning	MKN
Orsa sandsten SE677843-143529	God	God kvantitativ status	God	God kemisk grundvattenstatus

4.4 Befintlig avvattning

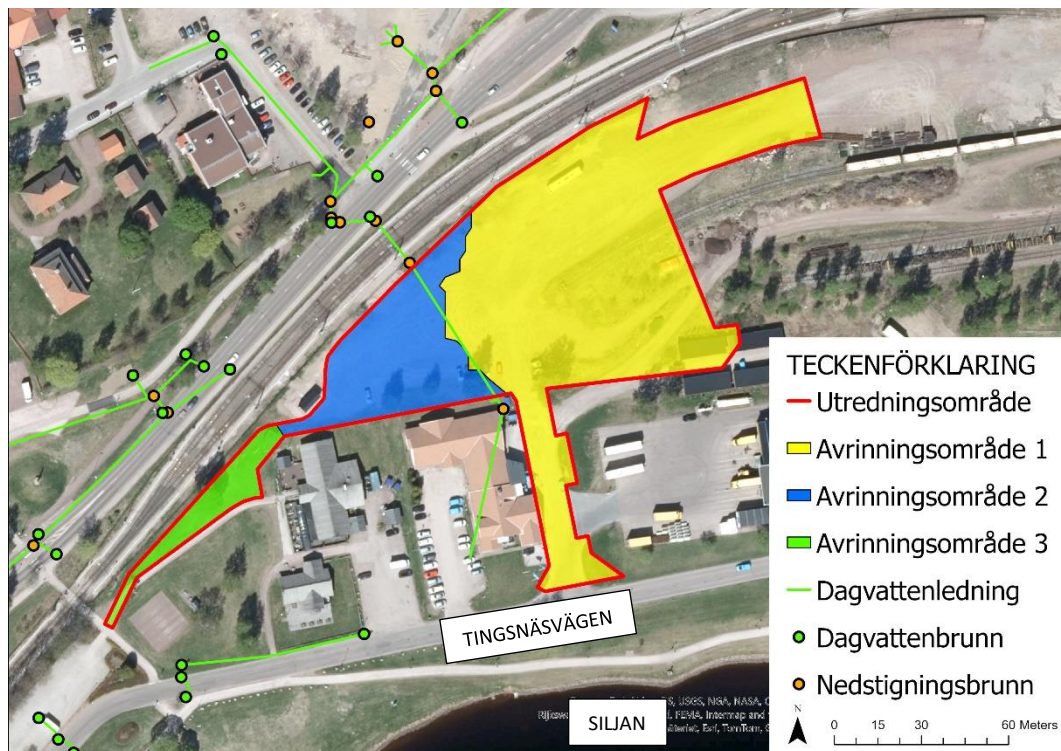
Utifrån befintlig topografi kan utredningsområdet delas in i tre ytliga avrinningsområden, se Figur 10.



Figur 10. Befintliga avrinningsområden och flödesvägar (SCALGO, 2023).

Uppströmsliggande områden avleds in till utredningsområdet, där respektive avrinningsområde avleds ut från området på olika ställen (se Figur 10). Därefter går flödesvägarna ihop mot en lågpunkt inom Tingsnäs vägen innan dagvattnet avleds mot Siljan.

Befintligt dagvattenledningsnät finns inom utredningsområdet, dock finns inga dagvattenbrunnar anslutna som kan ta emot dagvattnet, se Figur 11. Det innebär att dagvattnet avrinner ytligt från området mot söder.



Figur 11. Befintligt dagvattenledningsnät och avrinningsområden (SCALGO, 2023).

När dagvattnet avrinner ytligt från utredningsområdet leds det antingen mot Siljan eller till de dagvattenbrunnar som finns vid Tingsnäs vägen.

Den dagvattenledning som är belägen under befintlig byggnad och har sitt utlopp i Siljan kommer i framtiden att stängas. För att avleda dagvattnet från det framtida utredningsområdet kommer i stället en ny dagvattenledning anläggas inom området för att avleda dagvattnet till Siljan.

4.5 Översvämningar

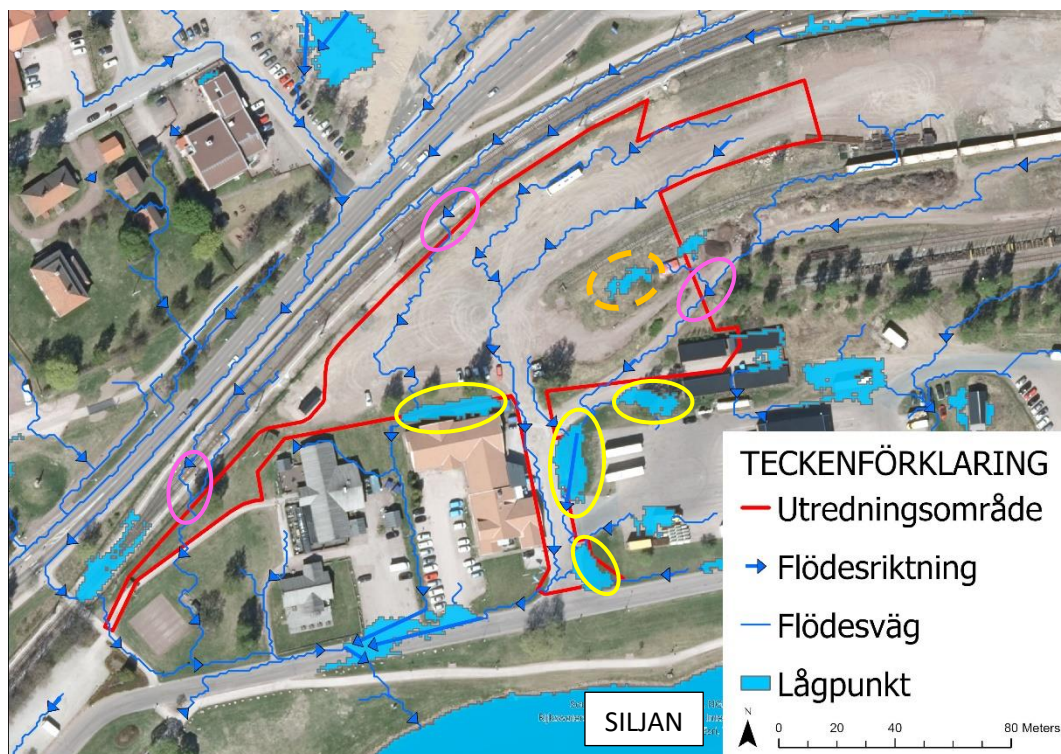
Detta kapitel behandlar risken för översvämning, antingen vid kraftig nederbörd som skyfall eller på grund av höga vattennivåer.

4.5.1 Översiktlig skyfallsanalys

Vid skyfall, när dagvattensystemets kapacitet är överstigen behöver dagvattnet kunna avrinna på ytan utan att skada samhällsviktiga funktioner eller bebyggelse. Områden som kan drabbas av marköversvämningar i samband med nederbörd motsvarande ett 100-årsregn kartläggs i syfte att föreslå lämpliga tillvägagångssätt vid en framtida höjdsättning av planen.

Enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016) är ett 100-årsregn med varaktigheten 60 minuter 55 mm nederbörd utan klimatfaktor. Med en klimatfaktor på 1,25 blir nederbördsmängden cirka 68 mm. Analys av ett skyfall utifrån befintlig markanvändning har därför utförts i SCALGO LIVE med en nederbördsmängd på 68 mm. Figur 12 visar befintliga lågpunkter

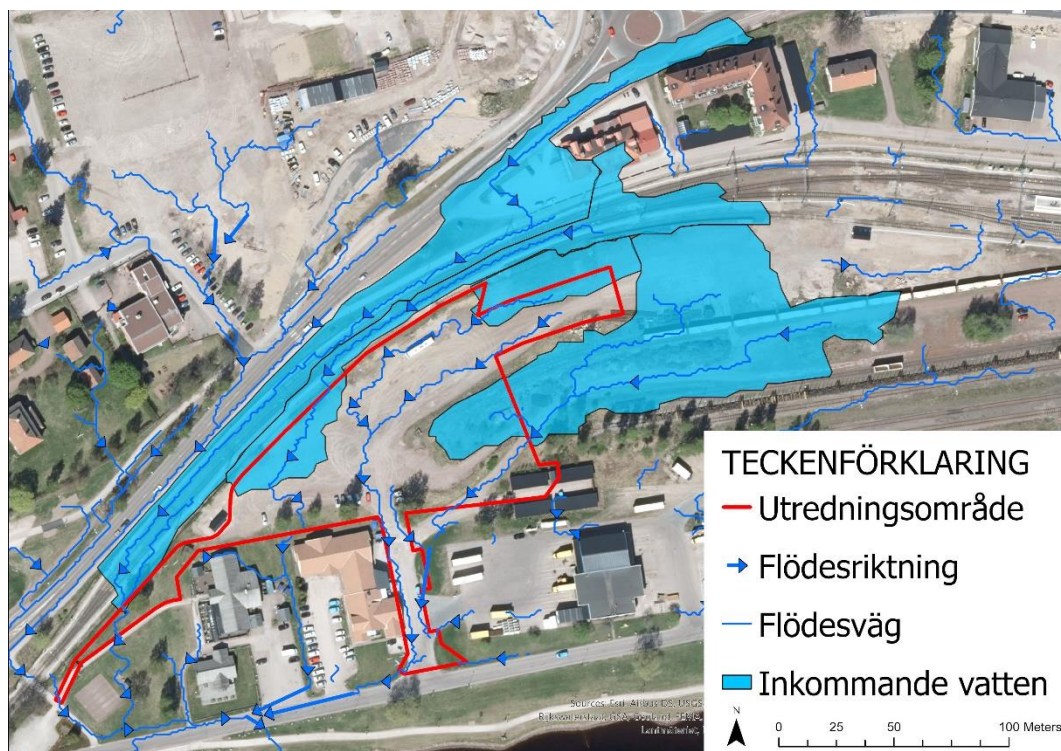
med stående vatten som ett skyfall skulle kunna medföra samt dagvattnets ytliga flödesvägar.



Figur 12. Lågpunkter och ytliga flödesvägar vid ett skyfall (SCALGO, 2023). Orangestreckad cirkel visar lågpunkt inom utredningsområdet och gul visar lågpunkter vid områdets gräns. Rosa cirkel visar inkommande dagvatten som avrinner in mot utredningsområdet.

Inom utredningsområdet förekommer en mindre lågpunkt (orangestreckad cirkel i Figur 12) och vid områdets gräns finns fyra lågpunkter (gula cirklar). De fem lågpunkterna inom och vid områdets gräns avleds söderut mot Siljan.

Inkommande dagvatten avrinner idag in mot utredningsområdet vid ett skyfall från mark utanför (se rosa cirklar i Figur 12). De flesta skyfallsvägarna som avleds in mot området är från järnvägsspåren som Trafikverket äger. De ytor som avrinner in mot området kan ses i Figur 13.



Figur 13. Skyfallsdagvatten avleds in till utredningsområdet från omkringliggande mark (SCALGO, 2023).

Vid dimensionerande regn är det fördelaktigt om dagvattnet från Trafikverkets markytor och andra omkringliggande ytor inte avrinner in till det framtida utredningsområdet. Då utredningsområdet enbart ska fördröja och rena sitt eget dagvatten som uppkommer inom det framtida området, behöver dessa flödesvägar (vid ett vanligt regn) brytas. Därför bör utformning och höjdsättning av det framtida området samt omkringliggande mark studeras vidare.

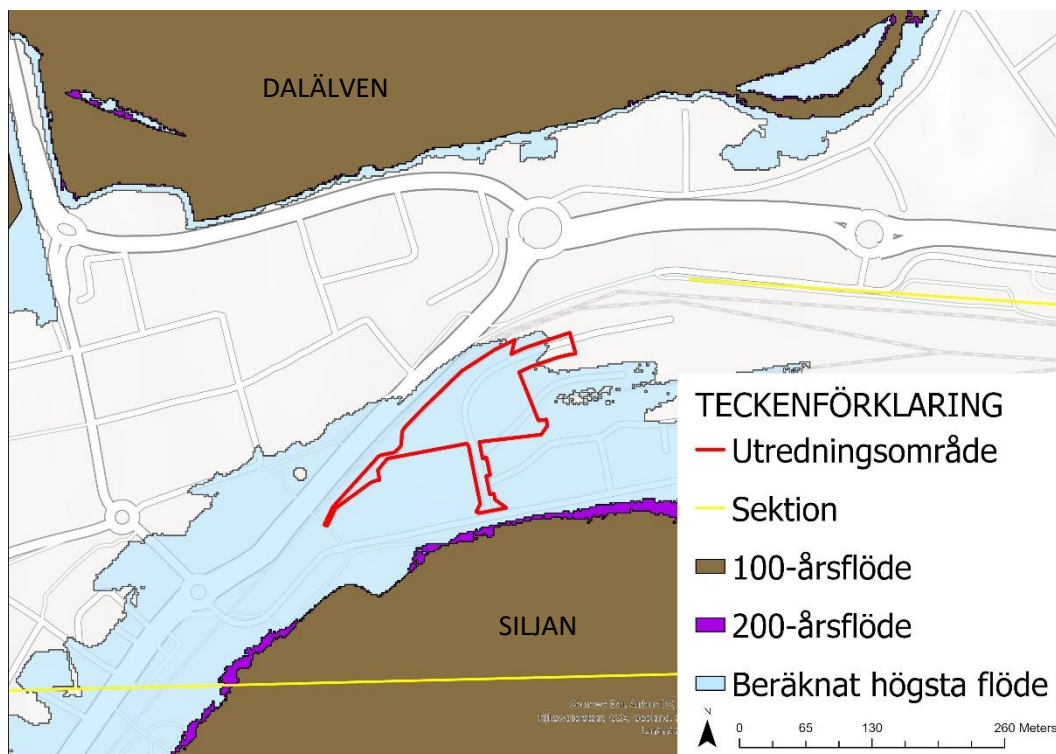
Trafikverket äger järnvägsspåren och kommunen äger marken som finns utanför utredningsområdet och därför bör en dialog ske mellan dessa parter. Denna dialog bör behandla vem som ansvarar för det dimensionerande dagvattnet som avrinner in mot utredningsområdet och hur man ska hantera detta. Exempelvis kan en ny dagvattenledning anläggas som dimensioneras upp för att ha kapacitet att ta emot mer dagvatten eller att Trafikverket anlägger dagvattenbrunnar för att omhänderta dagvatten inom sitt område.

4.5.2 Höga vattenstånd

Översvämningsportalen innehar översvämningskarteringar för vattendrag som Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) tagit fram för att hjälpa kommuner och länsstyrelser i planeringsarbetet. Översvämningskarteringarna visar vattnets utbredning vid ett 50-, 100- och 200-årsflöde samt beräknat högsta flöde (MSB, 2022).

En uppdaterad översvämningskartering längs Dalälven (norr om utredningsområdet) som mynnar ut i Siljan, har utförts av Norconsult AB på uppdrag av MSB. Översvämningskarteringen som Norconsult AB utfört har hämtats från MSB, som innehåller en rapport med information om hur karteringen har gått till. Resultatet av översvämningskarteringen visar Dalälven och Siljans utbrednings vid 100- och 200-

årsflöde, beräknat högsta flöde och tvärsnitt, se Figur 14. Karteringen av översvämningen är utförd i höjdsystemet RH 2000.



Figur 14. Resultatet av översvämningsskarteringen med 100- och 200-årsflöde samt beräknat högsta flöde (MSB, 2021).

Sektionen närmast utredningsområdet visar:

100-årsflöde: 163,2 m.ö.h. (RH 2000)

200-årsflöde: 163,3 m.ö.h. (RH 2000)

Beräknat högsta flöde: 166,4 m.ö.h. (RH 2000)

Mellan 100-årsflödet och 200-årsflödet är det ingen markant nivåökning och dessa påverkar inte heller utredningsområdet. Enligt det beräknade högsta flödet påverkas nästan hela utredningsområdet av flödet då stora delar av området hamnar under vattenytan.

Kommunens ansvar är att höjdsättning utförs på sådant sätt att ett 100-årsregn kan avledas säkert. Beräknat högsta flöde motsvarar, grovt uppskattat, ett 10 000-årsflöde enligt MSB (2022). Enligt Boverket (2022) ska samhällsviktiga verksamheter och kritisk infrastruktur av nationell eller regional betydelse placeras över beräknat högsta flöde.

Då kommunen ansvarar för höjdsättning vid ett 100-årsregn och ingen samhällsviktig verksamhet eller kritisk infrastruktur finns inom utredningsområdet, bör hänsyn inte behöva tas till det beräknade högsta flödet.

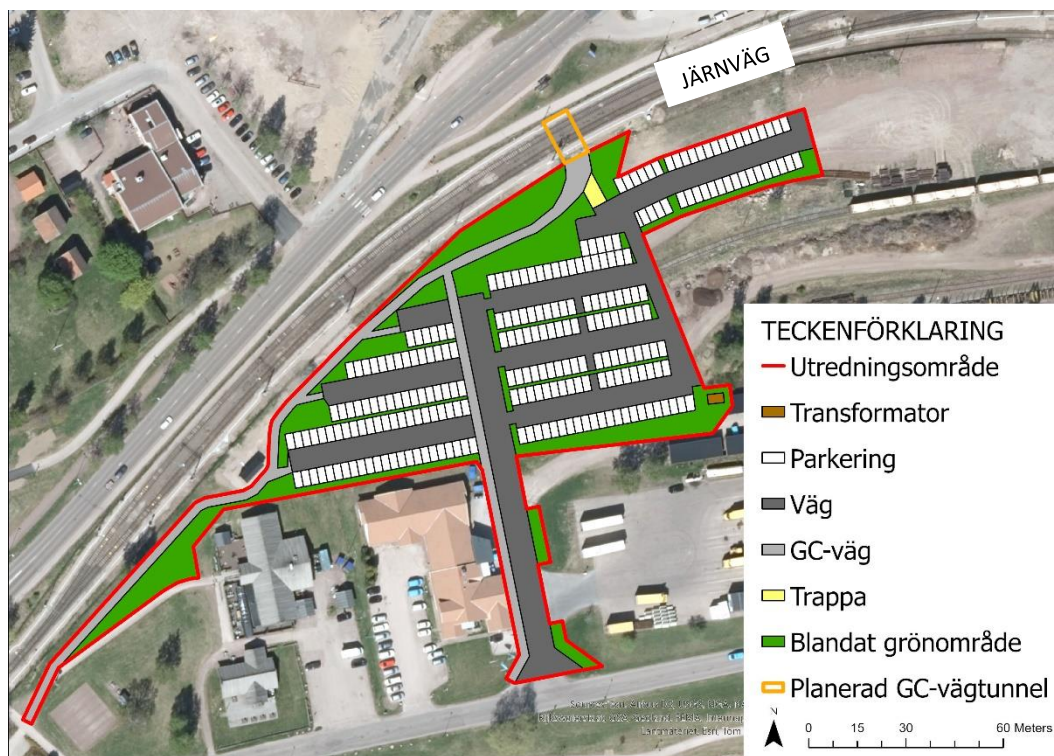
4.6 Markavvattningsföretag och vattenskyddsområde

Det förekommer inget markavvattningsföretag eller vattenskyddsområde inom eller i närheten av utredningsområdet.

5 Framtida förhållanden

5.1 Planerad utformning

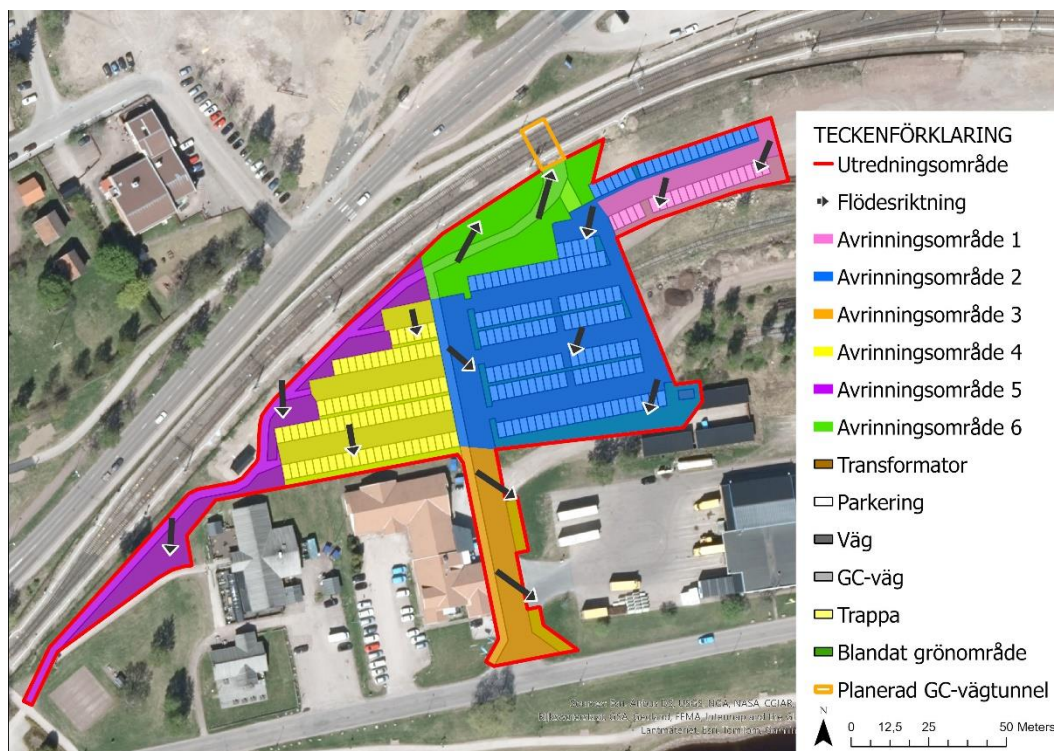
Utredningen har fått tillgång till en planskiss för det framtida utredningsområdet, där planen är en asfalterad parkering, körbara ytor, GC-väg, trappa och grönområden, se Figur 15. I norr, inom utredningsområdet där trappa och GC-väg går mot befintlig järnväg, är ungefärlig placering av den framtida GC-vägtunneln.



Figur 15. Ungefärlig utformning av det framtida utredningsområdet.

5.2 Framtida avrinningsområden

Den nya planskissen för det framtida utredningsområdet har i dagens skede ingen fastställd höjdsättning av mark och av denna anledning har utredningen utgått från antagna framtida avrinningsområden. Dessa antagna framtida avrinningsområden är baserade på den nya utformningen, befintlig höjdsättning, antagen ny höjdsättning och åtgärdsförslag gällande dagvattenhantering. De framtida antagna avrinningsområdena för utredningsområdet kan ses i Figur 16.



Figur 16. Antagna avrinningsområden för det framtida utredningsområdet.

6 Dagvattenberäkningar

I detta kapitel redovisas indata till beräkningarna, beräknade dagvattenflöden och föroreningar i dagvatten. De tre befintliga avrinningsområdena samt de sex framtida avrinningsområdena beräknas separat vid dagvattenflödesberäkningarna. Vid beräkning av föroreningar i dagvatten används hela utredningsområdet befintliga och framtida markanvändning eftersom det är hela planens påverkan på recipienten som utreds. Föroreningshalter redovisas som $\mu\text{g/l}$ och föroreningsmängd som kg/år .

6.1 Markanvändning

Tabell 6 redovisar utredningsområdets befintliga markanvändning för respektive avrinningsområde. Tabell 7 redovisar den framtida markanvändningen för respektive avrinningsområde. Markanvändningen trappa finns ej att tillgå i StormTac och därför har den antagits vara asfalt vid beräkning av dagvattenflöden och föroreningar i dagvatten. Ytan för transformator har beräknats som tak.

Tabell 6. Utredningsrådets befintliga markanvändning i hektar för respektive avrinningsområde, avrinningskoefficient, reducerad area och den totala arean.

Avrinningsområde 1	Area (ha)	Avrinningskoefficient (φ)	Reducerad area (ha)
Tak	0,010	0,9	0,009
Grusparkering	0,515	0,5	0,258
Järnväg	0,026	0,5	0,013
Väg	0,121	0,8	0,097
Gräs	0,161	0,1	0,016
Totalt	0,833		0,392
Avrinningsområde 2			
Grusparkering	0,174	0,5	0,087
Gräs	0,043	0,1	0,004
Totalt	0,217		0,091
Avrinningsområde 3			
GC-väg	0,005	0,8	0,004
Gräs	0,061	0,1	0,006
Totalt	0,066		0,010
Totalt hela utredningsområdet	1,116		0,494

Tabell 7. Utredningsrådets framtida markanvändning i hektar för respektive antaget avrinningsområde, avrinningskoefficient, reducerad area och den totala arean.

Avrinningsområde 1	Area (ha)	Avrinningskoefficient (φ)	Reducerad area (ha)
Parkering	0,026	0,8	0,020
Körbar yta	0,040	0,8	0,032
Gräs	0,018	0,1	0,002
Totalt	0,084		0,054
Avrinningsområde 2			
Transformator (tak)	0,002	0,9	0,001
Parkering	0,176	0,8	0,141
Väg	0,198	0,8	0,158
GC-väg	0,015	0,8	0,012
Gräs	0,064	0,1	0,006
Totalt	0,454		0,319
Avrinningsområde 3			
Väg	0,062	0,8	0,049
GC-väg	0,022	0,8	0,017
Gräs	0,015	0,1	0,002
Totalt	0,081		0,068
Avrinningsområde 4			
Parkering	0,104	0,8	0,083
Väg	0,082	0,8	0,066
Gräs	0,020	0,1	0,002
Totalt	0,206		0,151
Avrinningsområde 5			
GC-väg	0,064	0,8	0,051
Gräs	0,089	0,1	0,009
Totalt	0,153		0,060
Avrinningsområde 6			
GC-väg	0,026	0,8	0,021
Trappa (asfalt)	0,004	0,8	0,003
Gräs	0,093	0,1	0,009
Totalt	0,123		0,034
Totalt hela utredningsområdet	1,116		0,685

6.2 Dagvattenflödesberäkningar

Vid beräkning av dagvattenflöden för ett 5- och 20-årsregn används markanvändningens standardavrinningskoefficienter och vid ett 100-årsregn används högre avrinningskoefficienter. Anledningen till detta är för att återspegla att marken är mättad vid ett skyfall och att hänsyn inte tas till dagvattenledningsnät. Hårdgjorda ytor, i detta fall grus- och asfaltsparkering, tak, järnväg, väg, GC-väg och transformator beräknas då med avrinningskoefficient 1. För gräsyta används i stället avrinningskoefficient 0,75. Dessa avrinningskoefficienter är från Myndigheten för samhällsskydd och beredskaps (MSB) rapport för vägledning för skyfallskartering (2017).

Tabell 8 redovisar beräknade dagvattenflöden för vardera avrinningsområde för det befintliga och framtida utredningsområdet, det totala dagvattenflödet för hela utredningsområdet och ökningen från befintligt till det framtida.

Tabell 8. Beräknade dagvattenflöden för respektive avrinningsområde vid befintlig mark och den framtida vid olika årsregn, totala dagvattenflödet samt dess ökning.

Befintligt	Rinntid (min)	Dagvattenflöden (l/s)		
		5-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Avrinningsområde 1	10	71	110	390
Avrinningsområde 2	10	17	26	100
Avrinningsområde 3	10	2	3	25
Totalt för hela befintliga utredningsområdet		90	139	515
Framtida	Varaktighet (min)	Dagvattenflöden (l/s)		
		5-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Avrinningsområde 1	10	12	20	49
Avrinningsområde 2	10	74	120	270
Avrinningsområde 3	10	16	25	58
Avrinningsområde 4	10	34	54	120
Avrinningsområde 5	10	14	22	80
Avrinningsområde 6	10	8	12	61
Totalt för hela framtida utredningsområdet		158	253	638
Ökning från befintligt till framtida		68	114	123

Det totala beräknade dagvattenflödet för hela det befintliga utredningsområdet är cirka 90 l/s för ett 5-årsregn, cirka 140 l/s för 20-årsregnet och cirka 520 l/s för 100-årsregnet. Det totala beräknade dagvattenflödet för det framtida utredningsområdet ger en viss ökning, vid ett 5-årsregn ökar dagvattenflödet med cirka 70 l/s, cirka 110 l/s för ett 20-årsregn och cirka 120 l/s vid ett 100-årsregn.

Det ökade dagvattenflödet för det framtida utredningsområdet beror på att den totala reducerade arean är högre efter gentemot befintligt samt att klimatfaktorn används, som ökar dagvattenflödet med 25 %.

6.2.1 Behov av utjämning

Kapaciteten i befintligt dagvattenledningsnät är i dagens skede okänd, vilket innebär att utredningen inte har ett maximalt dagvattenutsläpp att utgå ifrån. I samråd med Mora kommun har därför beslut fattats om att de första 10 mm av ett regn per reducerad m² ska fördröjas inom utredningsområdet innan vidare avledning för denna utredning. Kravet om 10 mm kan komma att bli högre.

De första 10 mm motsvarar en erforderlig fördröjningsvolym på minst 70 m³ för hela det framtida utredningsområdet. Denna volym kan delas upp olika inom vardera antaget avrinningsområde, där möjlighet till utjämning samt tillgänglig yta finns.

6.3 Föroreningsberäkningar

Idag finns inga nationella riktvärden för föroreningshalter i dagvatten trots att det finns ett behov av detta. Utifrån detta har ett antal kommuner tagit fram riktvärden för dagvattenutsläpp, där de mest använda i Sverige idag är riktvärden från Riktvärdesgruppen (2009) och Miljöförvaltningen Göteborgs Stad (R2020:13). Dessa olika förslag till riktvärden ska inte ses som några exakta värden utan kan fungera mer som vägledning gällande bedömning av dagvattnets påverkan inom respektive kommun. I varje specifik utredning måste hänsyn tas till varje recipient och utredningsområdets förutsättningar. Detta då alla recipienter har olika behov och acceptans för föroreningar i dagvattnet.

De riktvärden som använts som jämförelse med de beräknade föroreningshalterna i aktuellt fall är värdena från Riktvärdesgruppen (2009) i samråd med Mora kommun, då kommunen inte tagit fram egna riktvärden. Nivån för riktvärdena är bedömd att vara 1S för Siljan som är utredningsområdets recipient. Nivå 1S är för direktutsläpp till större sjöar och hav.

I första hand när man ser över förändrade föroreningshalter och -mängder i dagvattnet efter exploatering av ett område är det recipientens möjlighet att uppnå dess MKN som bör bedömas. I andra hand bör man jämföra föroreningshalten i dagvattnet mot de föreslagna riktvärden. En recipient kan även ha ett beting som måste uppnås där åtgärdsbehov finns för ämnena fosfor och kväve, detta är dock något som Siljan inte har i dagens skede.

Tabell 9 redovisar Riktvärdesgruppens riktvärden för nivå 1S samt den beräknade föroreningshalten för respektive ämne i dagvattnet för hela det befintliga och framtida utredningsområdet utan rening. Tabell 10 redovisar beräknad föroreningsmängd till Siljan för befintligt utredningsområde och för det framtida.

Tabell 9. Riktvärden för nivå 1S och beräknade föroreningshalter i dagvattnet för hela det befintliga och framtida utredningsområdet utan rening. Gråmarkerad cell visar att föroreningshalt av ämnet är högre för det framtida gentemot befintligt.

Ämne	Riktvärdesgruppen nivå 1S (2009) (µg/l)	Befintligt (µg/l)	Framtida utan rening (µg/l)
Fosfor (P)	200	130	120
Kväve (N)	2 500	1 500	1 600
Bly (Pb)	10	13	10
Koppar (Cu)	30	28	23
Zink (Zn)	90	93	65
Kadmium (Cd)	0,45	0,35	0,36
Krom (Cr)	15	11	12
Nickel (Ni)	20	5,2	5,9
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,061	0,065
Suspenderad substans (SS)	50 000	94 000	73 000
Olja	500	690	790
Bens(a)pyren (BaP)	0,05	0,046	0,046

Tabell 10. Beräknad föroreningsmängd i dagvattnet för hela det befintliga och framtida utredningsområdet utan rening som avleds till Siljan. Gråmarkerad cell visar att föroreningsmängd av ämnet är högre för det framtida gentemot befintligt.

Ämne	Befintligt (kg/år)	Framtida utan rening (kg/år)
Fosfor (P)	0,52	0,63
Kväve (N)	6,1	8,2
Bly (Pb)	0,054	0,053
Koppar (Cu)	0,12	0,12
Zink (Zn)	0,39	0,34
Kadmium (Cd)	0,0014	0,0019
Krom (Cr)	0,047	0,062
Nickel (Ni)	0,022	0,031
Kvicksilver (Hg)	0,00025	0,00034
Suspenderad substans (SS)	390	390
Olja	2,8	4,1
Bens(a)pyren (BaP)	0,00019	0,00024

Vid jämförelse mellan föroreningshalterna i dagvattnet från befintlig situation med det framtida utredningsområdet är det ämnena kväve, kadmium, krom, nickel, kvicksilver och olja som ökar. Vid jämförelse av föroreningsmängder ökar fosfor, kväve, kadmium, krom, nickel, kvicksilver, olja och bens(a)pyren för det framtida utredningsområdet.

Bly, zink, kvicksilver, suspenderad substans och olja har högre föroreningshalt vid befintlig markanvändning vid jämförelse mot Riktvärdesgruppens riktvärden. För det framtida utredningsområdet är det ämnena kvicksilver, suspenderad substans och olja som överskrider föreslagna riktvärden.

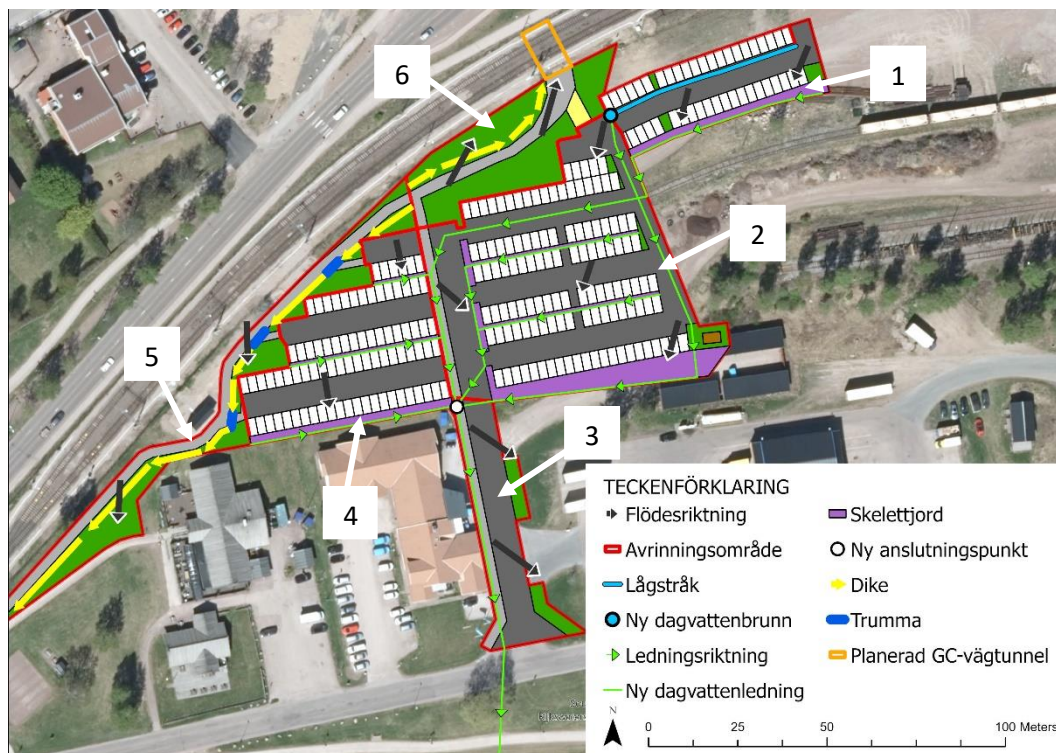
Då halter och mängder av föroreningar ökar i dagvattnet för det framtida utredningsområdet, innebär det en försämrad dagvattenkvalitet för områdets recipient. Av denna anledning måste dagvattnet renas innan vidare avledning mot Siljan, då möjligheten för recipienten att uppnå MKN inte får äventyras.

7 Förslag till dagvattenhantering

Nedan redovisas förslag på dagvattenhantering för utredningsområdet utifrån den planskiss som erhållits. Föreslagen systemlösning har baserats på i dagsläget tillgänglig information om planerad utformning, befintlig och antagen höjdsättning för det framtida utredningsområdet, riktlinjer och krav samt lokala förutsättningar för fördröjning och rening av dagvatten. Då den planerade bebyggelsens utformning inte är helt fastställd måste den föreslagna lösningen på hantering av dagvatten ses som ett principförslag. Exakt utformning, placering och dimensionering av systemkomponenter utförs i ett senare skede vid detaljprojekteringen.

Enligt den översiktliga miljötekniska utredningen (AFRY, 2024b) finns förhöjda halter av PAH-H och PFAS-28 inom utredningsområdet. Där halter för riktvärden över KM påträffats, utgår utredningen från att dessa har sanerats och kan vid behov användas för hantering av dagvatten. Om mark inte saneras behöver dagvattenanläggningar anläggas täta, detta för att inte infiltration av dagvatten ska ge upphov till en ökad förorenings spridning.

Det framtida utredningsområdet har ingen fastställd höjdsättning och därför har utredningen utgått från egna antagna avrinningsområden. Figur 17 visar röda polygoner med siffror, där vardera polygon är ett avrinningsområde med förslag till dagvattenhantering. Generellt föreslås svackdiken och skelettjordar som fördröjnings- och reningsåtgärder för att omhänderta dagvattnet inom utredningsområdet i de olika avrinningsområdena. Detta för att skapa möjlighet att infiltrera, rena och fördröja dagvattnet.



Figur 17. Förslag till hantering av dagvatten inom vardera avrinningsområde för det framtida utredningsområdet.

De första 10 millimetrarna ska minst fördröjas inom utredningsområdet, vilket ger en erforderlig fördröjningsvolym på cirka 70 m³. Tabell 11 redovisar den erforderliga

fördröjningsvolymen som behöver skapas inom respektive avrinningsområde för att uppnå kravet. Utifrån erforderlig fördröjningsvolym inom respektive avrinningsområde har förslag på hur detta kan uppnås arbetats fram.

Tabell 11. Tillgänglig fördröjningsvolym inom respektive avrinningsområde.

Avrinningsområde	Erforderlig fördröjningsvolym (m ³) 10 mm per reducerad m ²
1	6
2	32
3	7
4	15
5	6
6	4
Totalt	70

Inom avrinningsområde 1 föreslås marken luta mot söder och sydväst för att avleda dagvattnet till en skelettjord, via antingen rännstensbrunnar eller ytlig markavrinning. För att uppnå erforderlig fördröjningsvolym för avrinningsområde 1 behöver skelettjorden dimensioneras för 6 m³. Vid beräkning har föreslagna skelettjord haft en yta på 20 m², djup 0,5 m och porositet 25 %. Detta har gett en tillgänglig volym på 6 m³. Efter skelettjorden kan dagvattnet avledas vidare via ny dagvattenledning till ny anslutningspunkt. Vid en detaljprojektering bör det studeras om ny dagvattenledning kan avledas från skelettjord till ny anslutningspunkt med självfall.

Parkeringarna norr om lågstråk (se Figur 17) tillhör avrinningsområde 2. Dessa parkeringsytor rekommenderas att ha en lutning mot sydväst, för att dagvattnet ska avrinna mot lågstråk och därefter till en ny dagvattenbrunn som ansluter till ny dagvattenledning. Dagvattenledningen rekommenderas därefter att ansluta till en skelettjord för att rena och fördröja dagvattnet. Resterande ytor inom avrinningsområde 2 rekommenderas att höjdsättas med lutning mot föreslagna skelettjordar mellan parkeringsplatserna. Skelettjordarna behöver totalt dimensioneras för cirka 32 m³ om erforderlig fördröjningsvolym ska uppnås inom avrinningsområdet. Totalt sett finns en yta på cirka 500 m² för skelettjord inom avrinningsområdet men en total yta på 120 m² anses vara tillräcklig om anläggningens djup är 0,5 m och porositeten är 25 %. Då fås en tillgänglig fördröjningsvolym på 32 m³. Från skelettjordarna kan dagvattnet avledas vidare mot ny anslutningspunkt via nya dagvattenledningar.

Infartsväg och GC-väg inom avrinningsområde 3 kan skevas åt öst för att avleda dagvattnet till ett svackdike för rening och fördröjning. Om erforderlig fördröjningsvolym ska uppnås inom avrinningsområdet behöver svackdiket dimensioneras för 7 m³. Svackdiket kan därefter ansluta till den nya dagvattenledningen och avledas till Siljan, alternativt avledas via egen dagvattenledning till Siljan.

Inom avrinningsområde 4 kan parkeringsytor och väg luta mot föreslagna skelettjordar. Om erforderlig fördröjningsvolym ska uppnås inom avrinningsområdet behöver föreslagna skelettjordar dimensioneras för att kunna fördröja cirka 15 m³. En total yta på 190 m² finns tillgänglig men vid beräkning har total yta om 54 m², djup 0,5 m och porositet 25 % visat sig vara tillräcklig. Detta har gett en tillgänglig fördröjningsvolym på 15 m³. Efter skelettjordarna kan dagvattnet avledas vidare via dagvattenledningar mot anslutningspunkt och därefter till Siljan.

I avrinningsområde 5 kan GC-vägen skevas åt sydöst för att avleda dagvattnet mot svackdiken för rening och fördröjning. Där GC-vägar korsas kan trummor anläggas under vägarna för att sammankoppla dikena vilket ger dagvattnet möjlighet att kunna avledas vidare. Svackdikena längs med GC-vägen behöver dimensioneras för att uppnå en erforderlig fördröjningsvolym på 6 m^3 , om flödeskravet ska uppnås inom avrinningsområdet.

I avrinningsområde 6 kan GC-väg skevas åt norr för att avleda dagvattnet mot ett svackdike som följer GC-vägens höjdsättning. Om erforderlig fördröjningsvolym ska uppnås inom avrinningsområdet behöver svackdiket dimensioneras för 3 m^3 . Dagvattnet som avleds till den framtida GC-vägtunneln kommer troligtvis att behöva pumpas upp till befintligt dagvattenledningsnät, då det kan bli svårt att med självfall avleda dagvattnet därifrån.

De föreslagna fördröjnings- och reningsanläggningarna som tagits fram för utredningsområdet baseras på antagna framtida avrinningsområden. När fastställd utformning och höjdsättning finns för området kan det påverka antagna avrinningsområden samt föreslagen dagvattenhantering. Av denna anledning rekommenderas det att alla anläggningar som kan komma att hantera dagvatten inom området studeras vidare vid en detaljprojektering. Kapaciteten i det befintliga dagvattenledningsnätet är okänd och om utredningsområdets dagvatten i framtiden ska anslutas mot det befintliga systemet bör även detta ses över.

7.1 Resultat av föreslagen dagvattenhantering

7.1.1 Dagvattenflödesberäkningar och fördröjningsbehov

Utredningen har utgått från att de första 10 mm av ett regn per reducerad m^2 ska fördröjas inom utredningsområdet innan vidare avledning. Det innebär att en total erforderlig fördröjningsvolym på 70 m^3 behöver hanteras. Utifrån de föreslagna dagvattenåtgärderna, med hjälp av svackdiken och skelettjordar, kan denna fördröjningsvolym skapas och då uppnå detta fördröjningsbehov.

7.1.2 Föroreningsberäkningar

För det framtida utredningsområdet ökar vissa föroreningshalter och -mängder i dagvattnet jämfört med befintlig situation, vilket medför att dagvattnet behöver renas innan vidare avledning.

Tabell 12 redovisar föreslagna riktvärden, beräknade föroreningshalter i dagvatten för befintligt utredningsområde, det framtida utan rening samt det framtida med föreslagen rening. Tabell 13 redovisar beräknad föroreningsmängd för befintligt utredningsområde, det framtida utan rening samt det framtida med föreslagen rening.

Tabell 12. Beräknad föroreningshalt i dagvatten för respektive ämne för det befintliga utredningsområdet, framtida utan rening och med föreslagen rening. Gråmarkerad cell visar att föroreningshalten av ämnet är högre för det framtida gentemot befintligt.

Ämne	Riktvärdesgruppen nivå 1S (2009) (µg/l)	Befintligt (µg/l)	Framtida utan rening (µg/l)	Framtida med rening (µg/l)
Fosfor (P)	200	130	120	75
Kväve (N)	2 500	1 500	1 600	800
Bly (Pb)	10	13	10	3,6
Koppar (Cu)	30	28	23	7,3
Zink (Zn)	90	93	65	18
Kadmium (Cd)	0,45	0,35	0,36	0,12
Krom (Cr)	15	11	12	2,6
Nickel (Ni)	20	5,2	5,9	2,0
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,061	0,065	0,043
Suspenderad substans (SS)	50 000	94 000	73 000	25 000
Olja	500	690	790	170
Benso(a)pyren (BaP)	0,05	0,046	0,046	0,021

Tabell 13. Beräknad föroreningsmängd i dagvatten för det befintliga utredningsområdet, framtida utan rening och med föreslagen rening. Gråmarkerad cell visar att föroreningsmängden av ämnet är högre för det framtida gentemot befintligt.

Ämne	Befintligt (kg/år)	Framtida utan rening (kg/år)	Framtida med rening (kg/år)
Fosfor (P)	0,52	0,63	0,39
Kväve (N)	6,1	8,2	4,2
Bly (Pb)	0,054	0,053	0,019
Koppar (Cu)	0,12	0,12	0,038
Zink (Zn)	0,39	0,34	0,095
Kadmium (Cd)	0,0014	0,0019	0,00062
Krom (Cr)	0,047	0,062	0,014
Nickel (Ni)	0,022	0,031	0,01
Kvicksilver (Hg)	0,00025	0,00034	0,00023
Suspenderad substans (SS)	390	390	130
Olja	2,8	4,1	0,89
Bens(a)pyren (BaP)	0,00019	0,00024	0,00011

Beräknade föroreningshalter och -mängder med föreslagna reningsanläggningar inom det framtida utredningsområdet resulterar i att respektive ämne kommer ned till nivåer som är under befintlig markanvändning. Föroreningshalterna är även under de föreslagna riktvärdena. Detta innebär en förbättring av dagvattnets kvalitet vilket är fördelaktigt för recipienten då Siljan idag har måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status. Med hjälp av de föreslagna anläggningarna förbättras recipientens möjligheter att uppnå satta MKN.

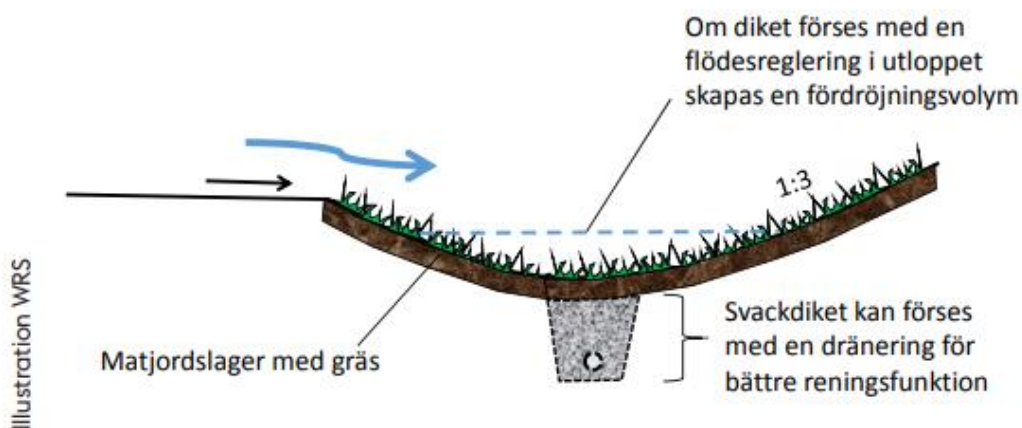
Hela utredningsområdet består av medelhög genomsläpplighet vilket innebär att det finns förutsättningar för infiltration. Om mer infiltration sker, kommer områdets avrinning sänkas vilket ger lägre föroreningsmängder till recipienten.

7.2 Beskrivning av dagvattenanläggningar

Detta kapitel beskriver föreslagna dagvattenanläggningar. Vid utredning till ett sent skede i processen bör rekommendationer för drift och skötsel läggas till den allmänna informationen för de dagvattenlösningar som föreslås i området.

7.2.1 Svackdike

Svackdiken är den enklare och mest grundläggande typen av dagvattenanläggning. De är grunda gräsbeklädda diken med svagt sluttande slänter och med svag lutning i dagvattnets flödesriktning, se Figur 18. Svackdikets huvudsakliga uppgift är att avvattna hårdgjorda ytor, framför allt längs med vägar och gator, samt fördröja flödestoppar.



Figur 18. Principskiss av ett svackdike (Stockholms stad, 2021).

Svackdiken kan ses som ett alternativ eller som en komplettering till dagvattensystemet på grund av låga flödes hastigheter, sedimentation och infiltration (om jordarten tillåter). Svackdiken kan planteras med växter för att förbättra reningseffekten av näringsämnen. För att öka sedimentation samt bibehålla flödeskapaciteten är det viktigt med klippning. Om högre flödes hastigheter förväntas, kan svackdiket kompletteras med flödes hinder, till exempel större stenar för att bromsa upp flödet.

Svackdiken i sig är sällan ett komplett reningssystem utan de fungerar ofta som ett förbehandlingssteg för andra reningssteg. De är även fördelaktiga i kallt klimat då de kan fungera som områden för snölagring. Vanligtvis fungerar avledning av smältvatten bra under snösmältningsperioden, dock är det viktigt att avlägsna grus, sand och annat material som ackumulerats i diket efter snösmältning. Under vegetationssäsongen ingår det i underhållet att hålla diket rent från skräp och sediment samt att klippa gräset. För bibehållen partikelsedimentation och flödesreduktion är det viktigt att bevara växthöjden som bör vara mellan 50 och 150 mm. Svackdikets in- och utlopp bör även inspekteras samt rensas regelbundet och dikets slänter bör kontrolleras för erosionsskador.

7.2.2 Skelettjord

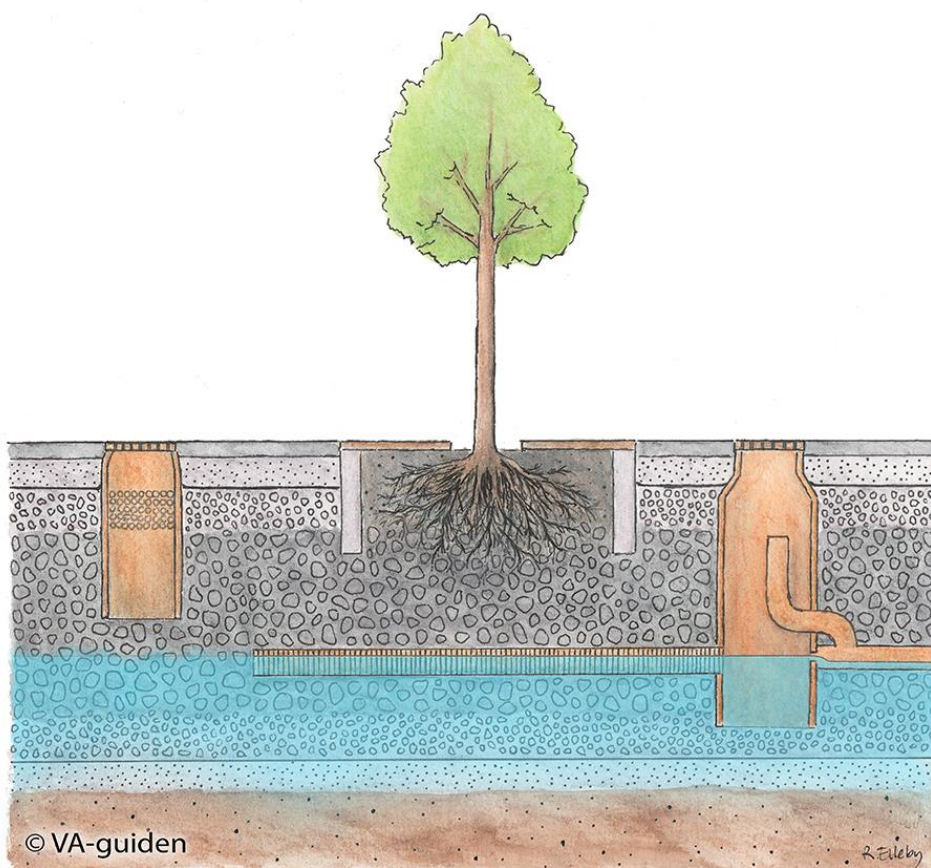
Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord stadsmiljö. Skelettjord kan även fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning samt rening. Dagvattnet avleds oftast till anläggningen via rännstensbrunnar med sandfång. Dagvattnet renas då

det infiltrerar genom skelettjorden, men även med hjälp av växtupptag. Om vatten kan perkolera vidare till marken under skelettjorden bidrar det till ytterligare fastläggning av lösta föroreningar.

Det finns två olika typer av skelettjordar: vanlig skelettjord och luftig skelettjord. Båda byggs upp genom att en utschaktad grops fulls med grovs makadam. Luftiga skelettjordar innehåller endast makadam och har en hög porositet i hela volymen. I en vanlig skelettjord vattnas jord ner i makadamlagret som sedan överlagras av ett luftigt bärlager. Det luftiga bärlagret har hög porositet medan den nedvattnade jorden sänker porositeten i underliggande makadamlager (Svenskt Vatten och Avfall, 2023).

Fördröjningsvolymen i skelettjorden skapas av porvolymen som i den vanliga skelettjorden är omkring 10 % och i luftig skelettjord cirka 30% av den totala volymen. Finns ett ytmagasin ökar kapaciteten. Med en dimensionerande nederbörd på 20 mm är ytbehovet för en luftig skelettjord 2–4 % och för en vanlig skelettjord cirka 6–12% per 100 m² avrinningsyta. Träd som är planterade i skelettjorden kan ta hand om en del av avrinningen (Svenskt Vatten och Avfall, 2023).

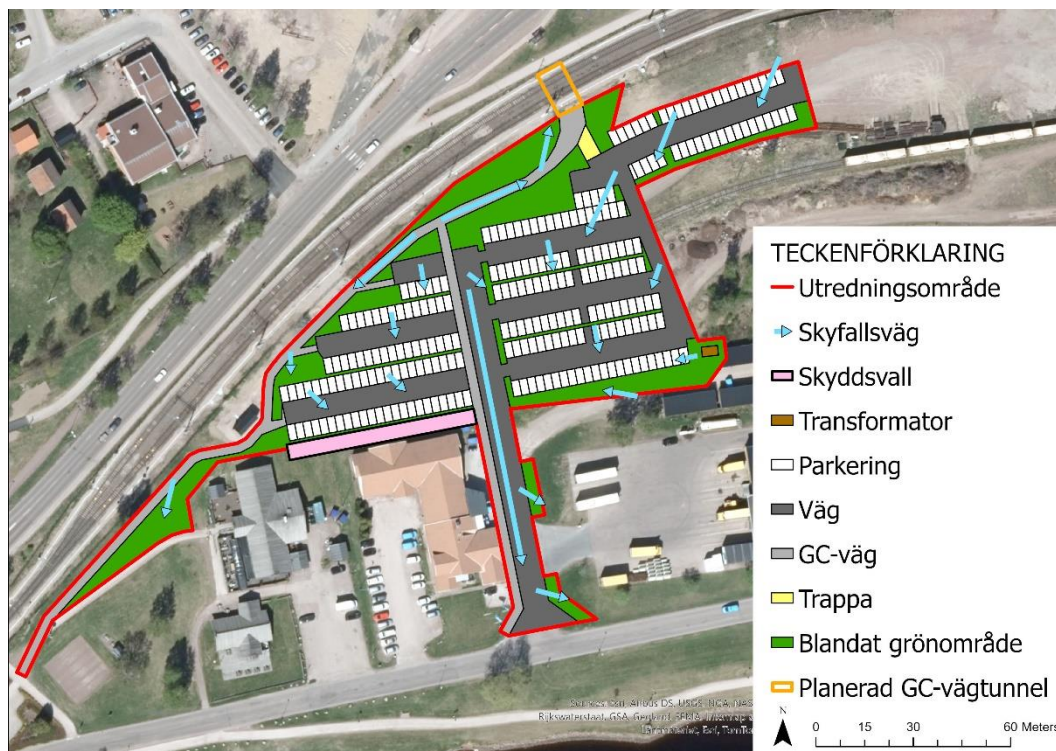
Figur 19 visar en schematisk skiss över plantering av träd i skelettjord. Vid tät beläggning på skelettjorden krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas.



Figur 19. Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (VA-guiden, u.å).

7.3 Skyfall för den framtida utformningen

Den framtida utformningen av parkeringsytan saknar höjdsättning. Detta innebär att en ur dagvattensynpunkt lämplig höjdsättning har antagits inom utredningsområdet. Föreslagen höjdsättning ger de sekundära avrinningsvägar för skyfallsflöden som visas i Figur 20.



Figur 20. Föreslagna framtida skyfallsvägar och skyddsvall inom utredningsområdet.

I söder, nedströms utredningsområdet finns befintlig bebyggelse som vid skyfall får vatten stående i en lågpunkt i närheten av en av byggnaderna, se tidigare kapitel 4.5.1 Figur 12. Denna byggnad behöver skyddas från skyfallsflöden och -volymerna från den framtida parkeringsplatsen, förslagsvis med hjälp av en skyddsvall som placeras mellan parkeringen och den befintliga byggnaden. Då kan skyfallsvattnet samlas mellan parkeringen och skyddsvallen för att därifrån avledas österut mot ny GC-väg samt infartsväg. Det är viktigt att kantsten anläggs på den västra sidan om GC-vägen för att förhindra sekundär avrinning mot byggnadens östra sida. Verksamheten på Stranden 53:2 har idag sin inlastning mot det som planeras som GC-väg och kantstenen kan behöva vara fasad. Höjd och utformning av kantsten får utredas vidare under detaljprojektering. Det är även viktigt att GC-vägen och infartsvägen skevas åt sydöst så skyfallsvattnet kan avledas mot befintliga grönytor i öst och därefter vidare avledning söderut mot Siljan.

Övrig mark inom utredningsområdet bör lutas mot grönytor som höjdsätts med fall mot söder vilket ger möjlighet för avledning av skyfallsflöden mot Siljan. Norra delen av GC-vägen som kommer ha en lutning mot norr till den nya GC-vägtunneln under järnvägen kan användas som översvämningssyta. Anledningen är att GC-vägtunneln inte bör påverkas av stående vattennivåer och att andra säkra vägar för att ta sig från söder till norr finns om ett skyfall inträffar. Skyfallslågpunkten kan då tömmas genom att pumpas till dagvattenledningsnätet.

Vid den befintliga skyfallsanalysen som utförts för utredningsområdet visade det sig att det finns omkringliggande mark som avleder skyfallsdagvatten in mot utredningsområdet. Då området i framtiden till stor del kommer bestå av parkeringsytor finns ingen känslig infrastruktur som kan ta skada. Detta medför att det är mer lämpligt att fortsätta avleda skyfallsdagvattnet in mot området i stället för söderut mot befintlig bebyggelse.

8 Slutsats och rekommendationer

Utredningsområdet består av medelhög genomsläpplighet då jordarten är älv sediment. Det innebär att det finns förutsättning för infiltrationslösningar.

Enligt installerade grundvattenrör befinner sig grundvattenytan mellan 2,91—3,64 meter under markytan i norr av utredningsområdet, 2,02—3,20 meter under markytan i sydväst och 1,95—3,31 meter under markytan i söder. Fler avläsningar av installerade grundvattenrör kan vara fördelaktiga att utföra för att se om grundvattnet varierar ytterligare. Var grundvattennivån är placerade i förhållande till markytan är en viktig förutsättning vid anläggning av rening- och fördröjningsanläggningar för att minimera risken för upptryckning av grundvatten i anläggningen. Fås en stående grundvattennivå ovanför anläggningens bottennivå innebär det att tätning behövs och att infiltration ej är möjlig.

Den framtida asfalterade parkeringsplatsen medför att dagvattenflödet ut från utredningsområdet ökar, vilket beror på mer hårdgjorda ytor och att en klimatfaktor används. För att uppnå fördröjningskravet behöver området uppnå en erforderlig volym på 70 m³. Med föreslagna åtgärder kan den volym som behövs för att omhänderta 10 mm tillgodoses.

Utan dagvattenåtgärder för det framtida utredningsområdet ökar föroreningshalterna och -mängderna jämfört med befintligt. För att Siljan ska få en möjlighet till bättre ekologisk och kemisk status samt uppnå satta MKN behöver dagvattnet renas.

Förslag till dagvattenhantering har arbetats fram där föreslagna anläggningar är svackdiken och skelettjordar. Med hjälp av dessa renings- och fördröjningsanläggningar kan föroreningshalterna och -mängderna minskas till nivåer som är under befintlig situation samt under föreslagna riktvärden. Detta bidrar till att recipienten har större möjlighet att uppnå satta MKN, förutsatt att föreslagna eller likvärdiga anläggningar för dagvattenhantering anläggs.

Föreslagna ytor för hantering av dagvatten har utgått ifrån befintlig höjdsättning, planerad utformning och antagen planerad höjdsättning. Föreslagen lösning bör därför ses som ett principförslag i dagsläget och en mer exakt utformning med dimensioner samt exakt placering av dagvattenanläggningarna utförs i samband med en detaljprojektering.

För att lösa översvämningsproblematiken nedströms utredningsområdet vid ett eventuellt skyfall i framtiden, föreslås en skyddsvall mellan parkeringen och befintlig byggnad. Höjdsättningen mellan vall och parkering bör utformas så att marken får en lutning från väst mot söder. Då kan dagvattnet avrinna ut mot infartsvägen till området i öst och därefter avledas söderut mot Siljan utan att riskera skada på befintlig

bebyggelse. Planerad GC-vägtunnel under befintlig järnväg kan användas som översvämningssyta, där skyfallsvattnet kan avvattnas via pumpning.

9 Referenser

- AFRY. (2024a). *PM Geoteknik*. Falun: AFRY.
- AFRY. (2024b). *Översiktlig miljöteknisk markundersökning för Strandens skolområde, Stranden 51:2 m.fl.* ÅF-Infrastructure AB.
- AFRY. (2024c). *Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/GEO)*. Falun: AFRY.
- Boverket. (den 21 12 2022). *Bedömning av översvämningsrisk*. Hämtat från Boverket: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamnning/stod-till-lansstyrelsen-vid-riskbedomning/bedomning-oversvamnning/
- Miljöförvaltningen Göteborgs Stad. (R2020:13). *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient*. Göteborg: Miljöförvaltningen.
- Mora kommun. (2017a). *Dagvattenprogram*. Mora: Kommunledningskontoret.
- Mora kommun. (2017b). *Riktlinjer dagvatten*. Mora: Kommunstyrelseförvaltningen.
- MSB. (2017). *Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB).
- MSB. (den 06 09 2021). *Översvämningskartering utmed Österdalälven, Västerdalälven, Ore älv och Dalälven med biflödena Lillälven och Faluån*. Hämtat från Översvämningsportalen: <https://gisapp.msb.se/apps/oversvamningsportal/index.html>
- MSB. (2022). *Översvämningskarteringar*. Hämtat från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap: <https://www.msb.se/sv/amnesomraden/skydd-mot-olyckor-och-farliga-amnen/naturolyckor-och-klimat/oversvamnning/oversvamningskarteringar-och-samordning/>
- Riktvärdesgruppen. (2009). *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp*. Stockholm: Regionala dagvattennätverket i Stockholms län.
- SCALGO. (2023). *SCALGO LIVE*. Hämtat från <https://scalgo.com/live/>
- SGU. (2023a). *Jordarter 1:25000 - 1:00000*. Hämtat från Sveriges geologiska undersökning: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- SGU. (2023b). *Jorddjup*. Hämtat från Sveriges geologiska undersökning: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html?zoom=-1297609.7749675505,5908443.046996093,2477357.7749675503,7861446.953003907>
- SGU. (2023c). *Genomsläpplighet*. Hämtat från Sveriges geologiska undersökning: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=-700368.5804851614,6271323.772757545,1880116.5804851614,7498566.227242455>
- SMHI. (den 15 10 2021). *Dataserier med normalvärden för perioden 1991-2020*. Hämtat från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut:

<https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775>

Stockholms stad. (2021). *Dagvattenhantering - Riktlinjer för dagvattenhantering på allmän platsmark*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall 2023-02-15:
https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_allman-platsmark.pdf

StormTac. (2023). *StormTac WEB - Stormwater solutions*. Hämtat från StormTac WEB:
<http://app.stormtac.com/>

Svenskt Vatten. (2016). *P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten AB.

Svenskt Vatten och Avfall. (2023). *Skelettjord*. Hämtat från Svenskt vatten och avfall:
https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf

VA-guiden. (u.å). *Skelettjordar*. Hämtat från VA-guiden:
<https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/skelettjord/>

VISS. (den 01 06 2021a). *Siljan*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA71688194>

VISS. (den 20 12 2021b). *Lillåsen-Mora*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA25354551>

VISS. (den 20 12 2021c). *Orsa sandsten*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA12343845>