

Dagvattenutredning

# Stranden 51:2

## Mora kommun

Status

Slutleverans

Beställare

Mora kommun

Datum

2023-09-28



**AFRY**  
Å F P Ö Y R Y

Uppdragsansvarig  
**Emma Runeborg**

Teknikansvarig dagvatten  
**Amanda Leima**

Handläggare  
**Carolina Björkman**

Granskare  
**Ida Gomez Bergström**

Projekt-ID  
**D0102980**

Mottagare  
**Mora kommun**

## Sammanfattning

Fastigheten Stranden 51:2 är belägen mellan Österdalälven och Siljan i Mora kommun och där planeras det för större förändringar. En ny detaljplan håller på att arbetas fram för Stranden 51:2 samtidigt som Trafikverket är i gång med att bygga om befintlig genomfartsrondell öster om fastigheten. En gång- och cykelvägstunnel (GC-vägtunnel) har nyligen anlagts under Vasagatan, söder om området, och ett projekt är uppstartat om fortsatt anläggning av GC-vägtunnel under befintligt järnväg. Då förändringar planeras för fastigheten vill Mora kommun att en dagvattenutredning utförs, där hänsyn tas till GC-vägtunneln.

Idag består Stranden 51:2, som utgör utredningsområdet, till stor del av en grusad yta som används som parkering. Den framtida planen är en högstadieskola med tillhörande idrottshallar, parkering osv., dock finns ingen fastställd planutformning som utredningen kan utgå ifrån. Av denna anledning, i samråd med kommunen, utgår utredningen från att 90 % av det framtida skolområdet blir hårdgjort och resterande 10 % blir grönområden.

Dagvattenflödesberäkningar har utförts för ett 5-, 20- och 100-årsregn. Resultatet av dagvattenflödesberäkningarna visar på en ökning av flödet ut för den framtida markanvändningen jämfört med befintligt. I samråd med Mora kommun ska denna utredning utgå från att 10 mm regn per hårdgjord m<sup>2</sup> ska fördröjas inom utredningsområdet innan vidare avledning. Denna beräkning om 10 mm regn innebär att en fördröjningsvolym på minst cirka 184 m<sup>3</sup> behöver anläggas. I fortsatta utredningar kan kommunen komma att ställa krav på att en större regnmängd behöver fördröjas, vilket innebär en större fördröjningsvolym.

Den framtida markanvändningen har trots en högre hårdgöringsgrad, gentemot befintligt, en lägre föroreningshalt och -mängd till utredningsområdets två recipienter (Dalälven och Siljan) bortsett från kväve och kadmium. Om fördröjning skapas inom utredningsområdet medför det även till rening vilket kommer att sänka föroreningshalter och -mängder ytterligare. Området består även av medelhög genomsläpplighet vilket medför att infiltration är möjlig som kan sänka avrinningen och då också ge lägre föroreningsbelastning till recipienterna.

När den framtida planutformningen och höjdsättningen är fastställd kan hårdgöringsgraden inom utredningsområdet behöva ses över då en viss uppdelning antagits i denna utredning. Detsamma gäller framtida avrinningsområden som påverkas av höjdsättning och förslag till hur dagvattnet kan hanteras innan vidare avledning.

Det finns ingen framtagna höjdsättning eller utformning för det framtida utredningsområdet men utredningen har gett förslag på nedsänkta gräsytor för att magasinera och motverka höga skyfallsflöden vid ett eventuellt skyfall. Vid slänter mot Dalälven finns risk för erosion och om möjlighet finns kan dessa även förstärkas då utredningsområdets norra del avledes dit idag vid skyfall.



AFRY  
ÄF PÖYRY

## 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.....	3
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 .....	10
4.3	Recipient och miljö kvalitetsnormer för dagvatten .....	12
4.3.1	Ytvattenförekomst – Dalälven .....	13
4.3.2	Ytvattenförekomst – Siljan.....	13
4.3.3	Grundvattenförekomst – Lillåsen–Mora.....	13
4.3.4	Grundvattenförekomst – Orsa sandsten.....	14
4.4	Befintlig avvattning .....	14
4.5	Markavvattningsföretag och vattenskyddsområde .....	15
4.6	Översvämningar .....	15
4.6.1	Översiktlig skyfallsanalys.....	15
4.6.2	Höga vattenstånd i Dalälven och Siljan .....	17
5	Framtida utredningsområdet.....	17
5.1	Planerad utformning .....	17
5.2	Framtida avrinningsområden efter planerad utformning .....	18
6	Dagvattenberäkningar .....	18

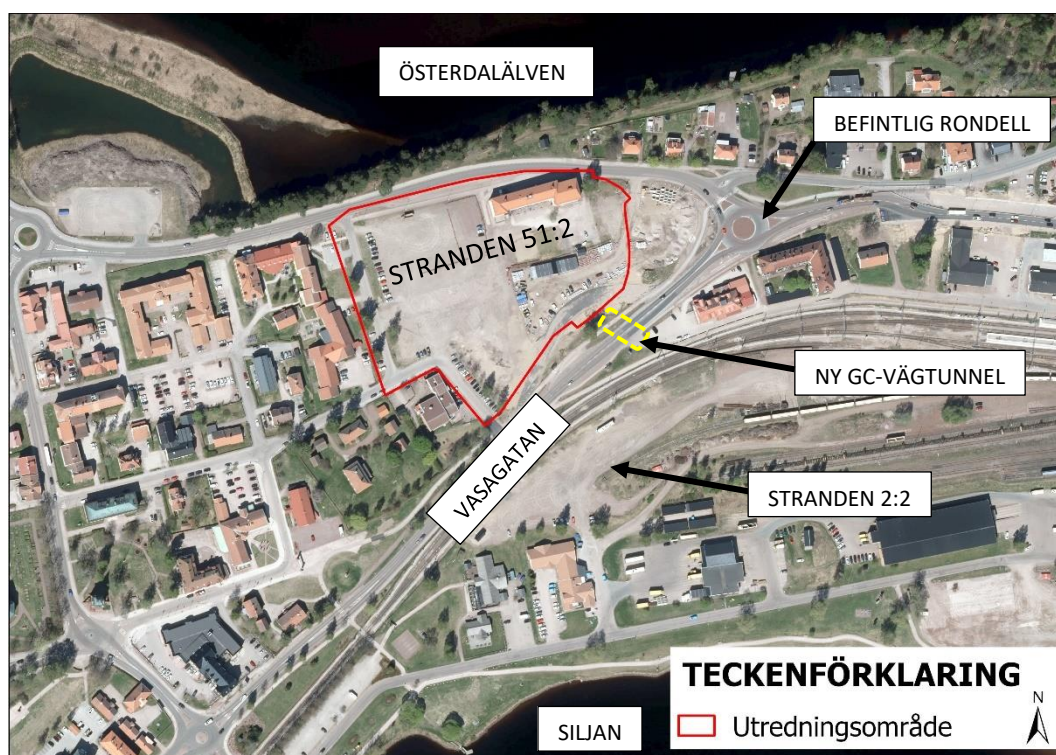


6.1	Markanvändning .....	18
6.2	Dagvattenflödesberäkningar.....	19
6.2.1	Behov av utjämning och ytor .....	20
6.3	Föroreningsberäkningar.....	21
7	Förslag till dagvattenhantering .....	24
7.1	Beskrivning av dagvattenanläggningar .....	24
7.1.1	Svackdike.....	24
7.1.2	Skelettjord.....	25
7.1.3	Översilningsytor .....	26
7.1.4	Dammar.....	26
7.1.5	Växtbädd .....	27
7.2	Skyfall för det planerade utredningsområdet.....	28
8	Slutsats och rekommendationer .....	29
9	Referenser .....	31

## 1 Inledning

### 1.1 Bakgrund och syfte

Inom Mora kommun planeras det för större förändringar inom ett område mellan vattendraget Österdalälven och Siljan. Området kallas Strandens skolområde och företaget Tengboms arbetar med att ta fram den framtida fastigheten Stranden 51:2 och kommunen gör detaljplanen. Den framtida fastigheten planeras bli en högstadieskola med tillhörande idrottsbodar. En gång- och cykelvägstunnel (GC-vägtunnel) har nyligen anlagts under Vasagatan och ett projekt är uppstartat om anläggning av GC-vägtunneln även under järnvägen, se Figur 1. Anledningen till GC-vägtunneln är för att fastigheten Stranden 2:2, söder om Vasagatan, planeras bli en större ny parkering i framtiden och GC-vägtunneln medför lättare tillgänglighet mellan den nya parkeringen i söder och högstadieskolan i norr.



Figur 1. Lokalisering av Stranden 51:2 som utgör utredningsområdet, där streckad rektangel visar ungefärlig placering av den nya GC-vägtunneln (SCALGO, 2023).

I samband med dessa förändringar för framtiden är även Trafikverket igång med att flytta befintlig genomfartsrondell åt väst, närmare fastigheten Stranden 51:2. För ungefärlig framtida placering av genomfartsrondell se kapitel 5.1. Mora kommun vill nu att en dagvattenutredning utförs för Stranden 51:2, där hänsyn även tas till den planerade GC-vägtunneln. Dagvattenutredningen ska utreda och redovisa de befintliga förhållandena för fastigheten Stranden 51:2 samt för den framtida detaljplanen.

### 1.2 Omfattning och avgränsning

Dagvattenutredningen behandlar fastigheten Stranden 51:2 som utgör utredningsområdet. Hänsyn ska även tas till den planerade GC-vägtunneln under Vasagatan och järnvägen.

Den nya detaljplanens utformning för Stranden 51:2 är ännu ej färdigställd och dagvattenutredningen har inte en planskiss att utgå ifrån. I stället kommer utredningen utgå ifrån att 10 % av utredningsområdet omfattas av grönområden och resterande 90 % är hårdgjort vid dagvatten- och föroreningsflödesberäkningar. De 90 % som antas bli hårdgjort har delats upp i följande markanvändningar: 10 % väg, 15 % tak, 15 % parkering och 50 % asfalt.

Förslag på anläggningstyper för hanteringen av dagvattnet kan inte ges utan framtagna utformning, dock kan en fördröjningsvolym för området beräknas utifrån den procentuella markanvändningen.

Det finns ingen höjdsättning för den nya detaljplanens utformning i och med att utformningen inte är fastställd. Detta medför att skyfallsdagvattnet ej kan utredas i dagsläget för den framtida detaljplanen.

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

## 2 Förutsättningar

### 2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

<b>Underlag</b>	<b>Daterat</b>
Underlag av VA-ledningar (allmänna VA-ledningar och fastighetens ledningar)	2022-08-08
Grundkarta över utredningsområdet	2023-01-10
Gränser för detaljplanområde	2023-02-09
Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/GEO)	2023-03-10
PM Geoteknik	2023-03-10
Mora Stranden, volymkisser, Tengbom	2023-04-13

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

<b>Underlag</b>	<b>Utgivare</b>	<b>Publikationsår/Version</b>
P110	Svenskt Vatten	2016
Dagvattenprogram	Mora kommun	2017-03-20
Riktlinjer dagvatten	Mora kommun	2017-04-26
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	2021
WebbGIS	Länsstyrelsen	2023
Genomsläpplighetskarta	SGU	2023
Jordartskarta	SGU	2023
Jorddjupskarta	SGU	2023



## 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 försämrats 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 översvämningsrisker. 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)

Enligt Mora kommuns riktlinjer för dagvatten (2017b) innefattar nybebyggelse av ett skolområde markanvändningen *Områden med småhus och flerfamiljshus* och dess krav. För nya områden med denna markanvändning ska dagvattnet i första hand fördröjas genom LOD och fördröjning nära källan. Hur mycket fördröjning som ska ske på tomtmark och utanför tomtmark bestäms i detaljplanen. Dagvattenmängder kan reduceras genom att inte göra alla markytor täta, utan istället använda genomsläppliga beläggningar för att infiltrera och fördröja dagvatten.

### 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 i stället från P110 (Svenskt Vatten, 2016) om att utredningsområdet kan klassas som tät bostadsbebyggelse vid beräkning av dagvattenflöden. Det innebär att dagvattenledningsnät/dike ska dimensioneras för ett framtida (med klimatfaktor 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 rindhastighet. 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).

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:

$i_A$  = regnintensitet [l/s, ha]

$T_R$  = regnvaraktighet [minuter]

$\text{Å}$  = 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:

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

Där:

$q_{dim}$  = dimensionerande flöde [l/s]

$A$  = avrinningsområdets area [ha]

$\varphi$  = 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 hårdgjord m<sup>2</sup> inom utredningsområdet innan vidare avledning. Erforderlig fördröjningsvolym för 10 mm beräknas utifrån att markanvändningen för det framtida utredningsområdet omfattas av 10 % gräs, 10 % väg, 15 % tak, 15 % parkering och 50 % asfalt. Volymen tas fram genom att den anslutna reducerade arean multipliceras med önskat regndjup enligt formeln nedan:

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

Där:

$U_i$  = *erforderlig fördröjningsvolym* [m<sup>3</sup>]

$d_r$  = *regndjup* [m]

$A_i$  = *områdesarea* [m<sup>2</sup>]

$\varphi$  = *avrinningskoefficient* [–]

$A_{red}$  = *avrinningsområdets reducerade area* [ha]

### 3.1.2 Föroreningar

Föroreningshalterna i dagvatten och årlig föroreningsbelastning 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 föroreningsbelastning (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.

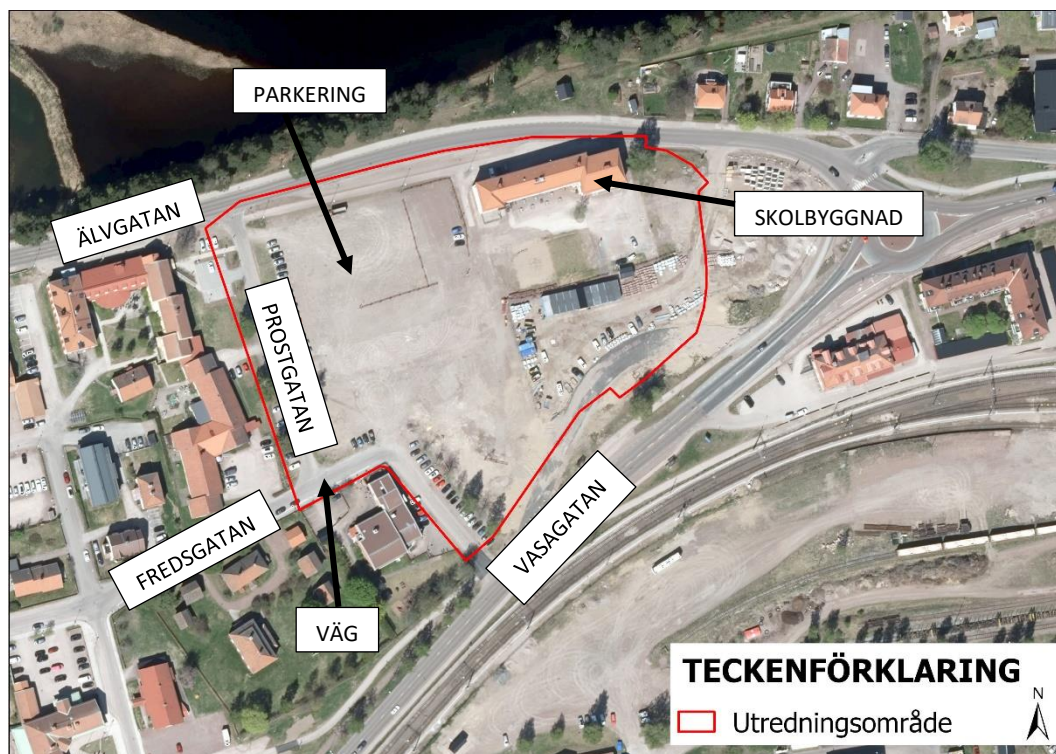
### 3.2 SCALGO LIVE

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.

## 4 Befintliga förhållanden

### 4.1 Områdesbeskrivning

Utredningsområdet är beläget mellan Älvgatan och Vasagatan. Markanvändning inom området består idag av grusad och asfalterad parkering, vägar, mindre grönytor och en äldre skolbyggnad som nyttjas som ungdomsgård, se Figur 2.

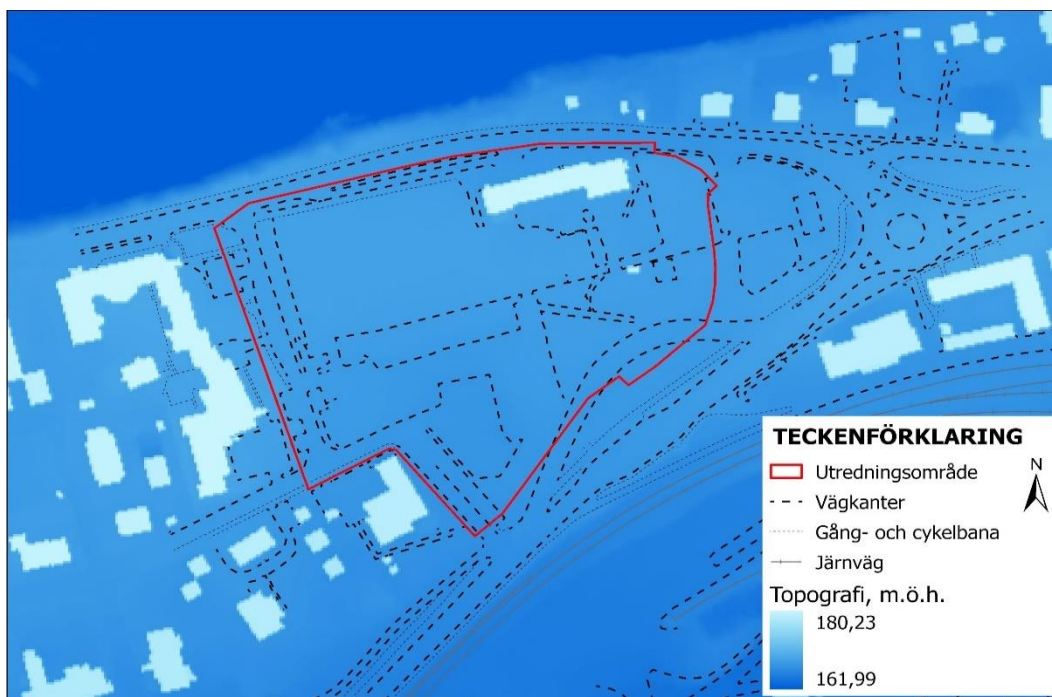


Figur 2. Befintlig markanvändning inom och utanför utredningsområdet (SCALGO, 2023).

## 4.2 Geotekniska förhållanden

### 4.2.1 Markförhållanden

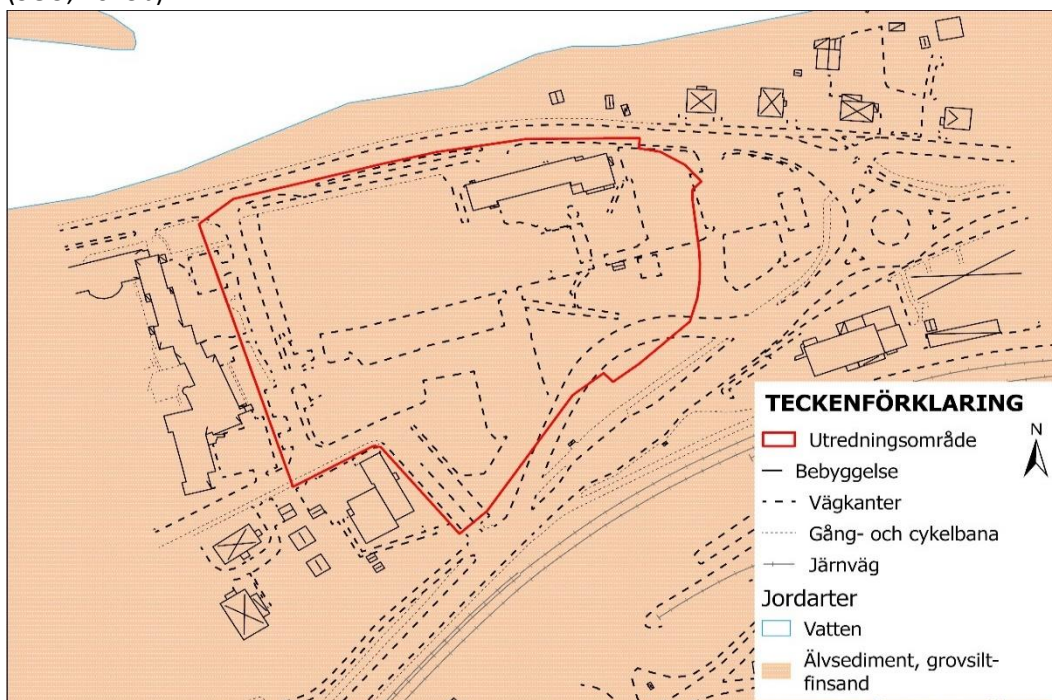
Inom utredningsområdet är topografin relativt plan, se Figur 3. Söder om området är marken lägre.



Figur 3. Befintlig topografi inom och utanför utredningsområdet (SCALGO, 2023). Avrinningsriktning och uppdelning av avrinningsområden redovisas i kapitel 4.4 och kan ses i Figur 11.

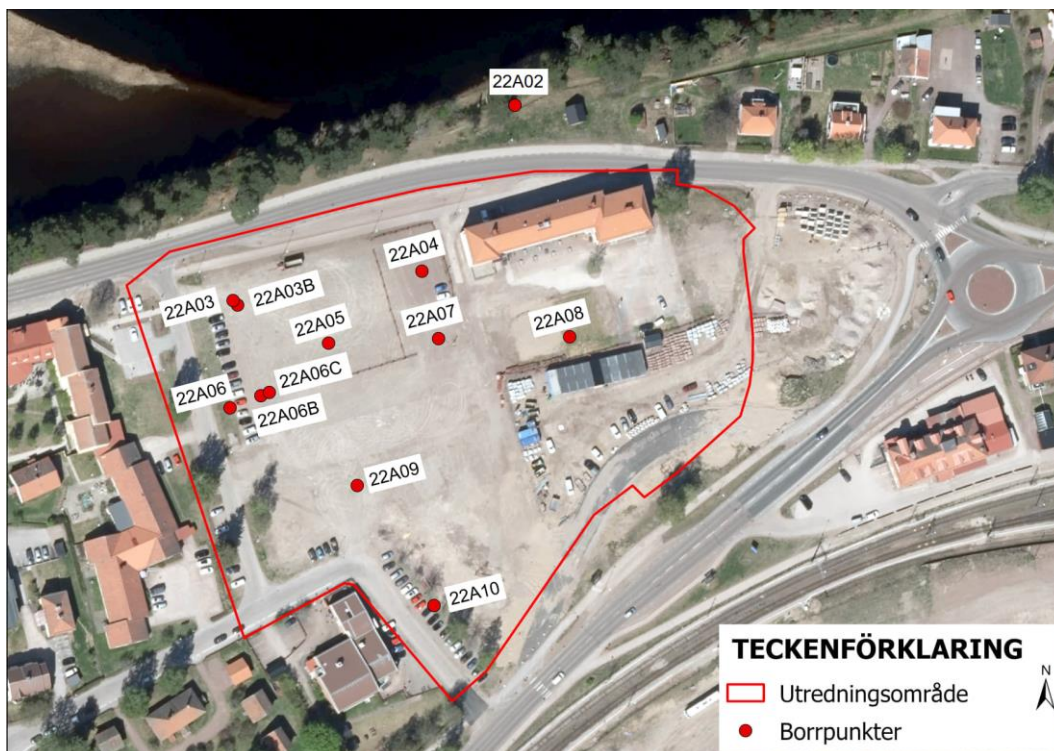
AFRY (2023a) utförde en geoteknisk fältundersökning av utredningsområdet under 2022. Enligt denna undersökning är utredningsområdet generellt plant, med nivåer som ligger på cirka +168 m.ö.h (RH 2000).

Enligt SGU:s jordartskarta 1:25 000 – 1:100 000 (2023a) består utredningsområdet av älvsediment som grovsilt eller finsand, se Figur 4. Jorddjupet är skattat till 30–50 meter (SGU, 2023b).



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

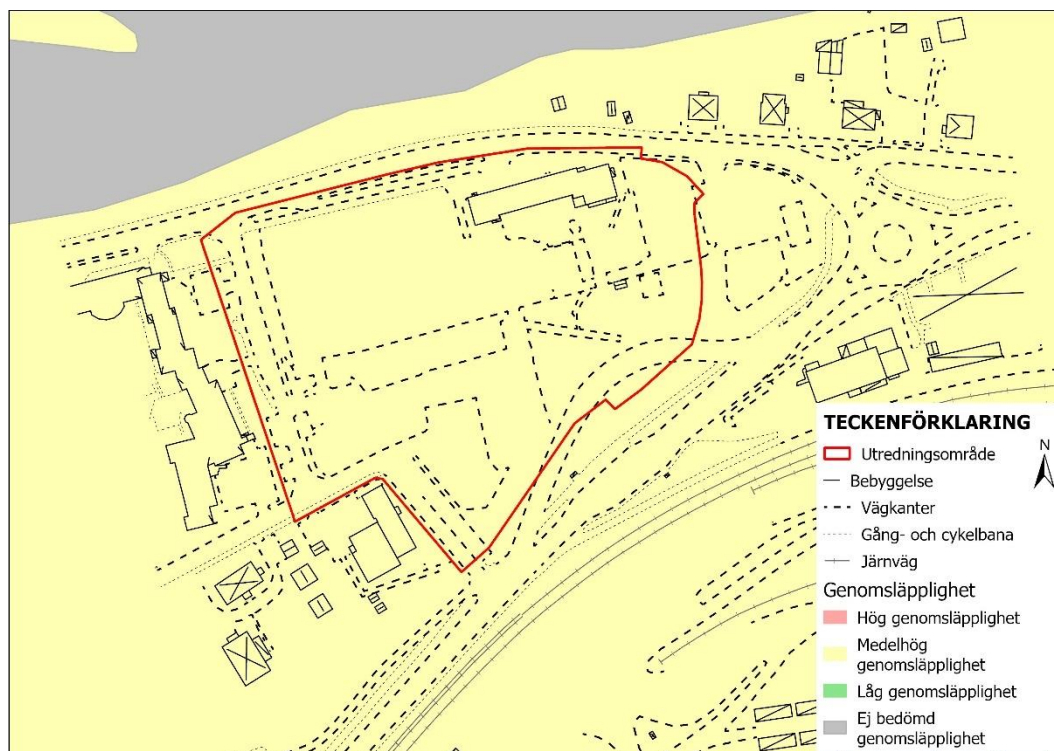
AFRY:s geotekniska fältundersökning visar att utredningsområdets översta lager består av fyllning med grusig sand och med en mäktighet mellan 0,2–2 meter. I punkt 22A03 stoppades jord- och bergsonderingen efter 0,5 meter och detta beror troligtvis på betong med armering, se Figur 5. I punkt 22A05 återfanns skumplast, kabelrester samt tegel ner till cirka 2 meter (AFRY, 2023a). Resterna av dessa material bör tas bort innan ombyggnation av utredningsområdet sker.



Figur 5. Placering av borrpunkter vid den geotekniska fältundersökningen (AFRY, 2023a).

Under fyllningen finns ett lager med sand som har en mäktighet som uppgår till minst 11 meter. Sandlagret utgörs av olika fraktionsstorlekar, från finsand till mellansand. Under sandlagret finns troligtvis ett friktionsjordlager av morän. Dess djup till berg har ej bekräftats men kan enligt SGU:s jordartskarta uppgå till cirka 50 meter (AFRY, 2023a).

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



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

#### 4.2.2 Grundvattennivåer

I samband med den geotekniska fältundersökningen 2022 installerade AFRY fyra grundvattenrör, tre inom utredningsområdet och ett utanför i norr. De tre grundvattenrören inom utredningsområdet är miljörör (betecknade 22AF0XMG) och det i norr är ett stålrör, se Figur 7. Resultatet av grundvattenmätningarna redovisas i Tabell 2.



Figur 7. Placering av grundvattenrör (AFRY, 2023b).



Tabell 2. Avläsning av grundvattenrör (AFRY, 2023b).

Punkt	Avläsningsdatum	Grundvatten, djup under markyta (m)	Grundvattennivå (m.ö.h)
22A02G	2022-12-21	4,59	+162,01
	2023-02-06	4,81	+161,79
	2023-02-17	4,82	+161,78
	2023-03-30	Torr	-
	2023-04-26	5,00	+161,60
	2023-05-31	4,38	+162,22
22AF01MG	2022-12-21	6,55	+162,02
	2023-01-11	6,65	+161,92
	2023-02-17	6,69	+161,88
	2023-03-30	6,95	+161,62
	2023-04-26	6,97	+161,60
	2023-05-31	6,53	+162,04
22AF02MG	2022-12-21	5,38	+162,07
	2023-01-11	5,56	+161,89
	2023-02-17	5,54	+161,91
	2023-03-30	5,75	+161,70
	2023-04-26	5,82	+161,63
	2023-05-31	5,42	+162,03
22AF03MG	2022-12-21	6,51	+162,00
	2023-01-11	6,51	+162,00
	2023-04-28	6,85	+161,66
	2023-05-31	6,45	+162,06

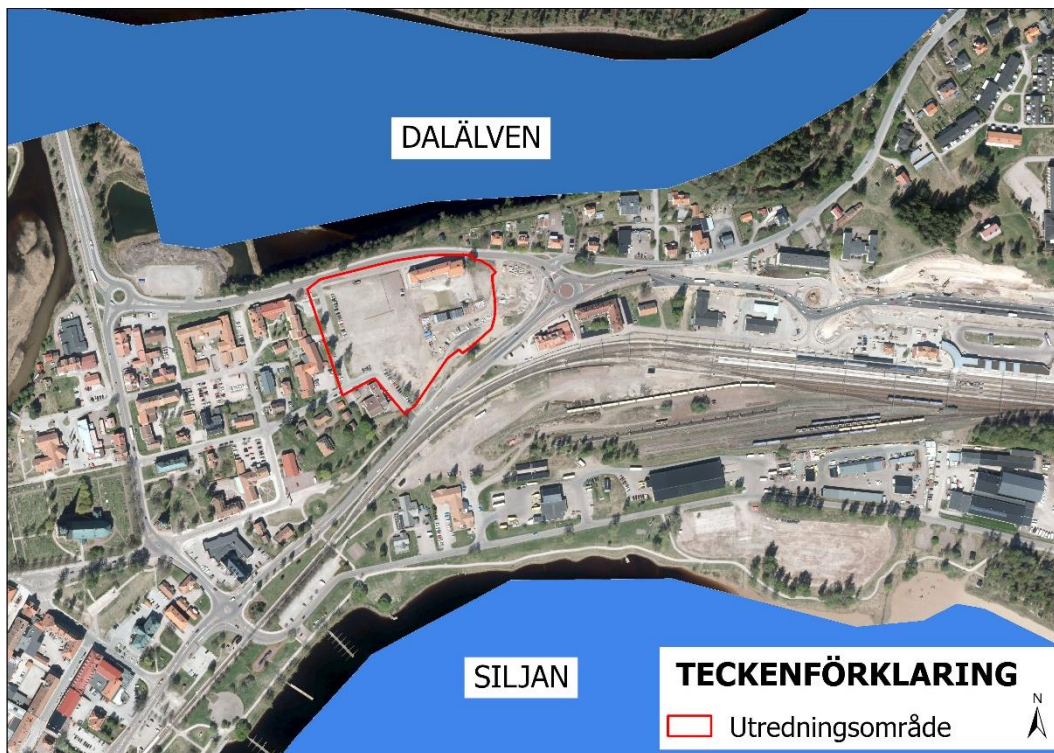
Grundvattennivån befinner sig en bra bit under mark enligt utförda mätningar. För grundvattenrören A22AF01MG och 22AF03MG inom utredningsområdet ligger grundvattennivån mellan 6,45 – 6,97 meter under markytan beroende på plats och avläsningstillfälle. För det tredje röret (22AF02MG) i söder inom området varierar grundvattennivån mellan 5,38–5,82.

Det kan vara fördelaktigt att göra fler avläsningar av grundvattenrören och då främst under sensommar samt höst. Detta för att se om grundvattennivån varierar ytterligare. Om man bättre kan lokalisera var grundvattennivån befinner sig och finna platser där grundvattennivån inte ligger nära markytan, kan en effektivare infiltration fås. Om rening- och fördröjningsanläggningar anläggs där grundvattennivån är nära markytan finns risk för upptryckning av grundvatten i anläggningen. Detta medför en stående grundvattennivå över anläggningens bottennivå, vilken innebär att infiltration ej är möjligt och tätning behövs.

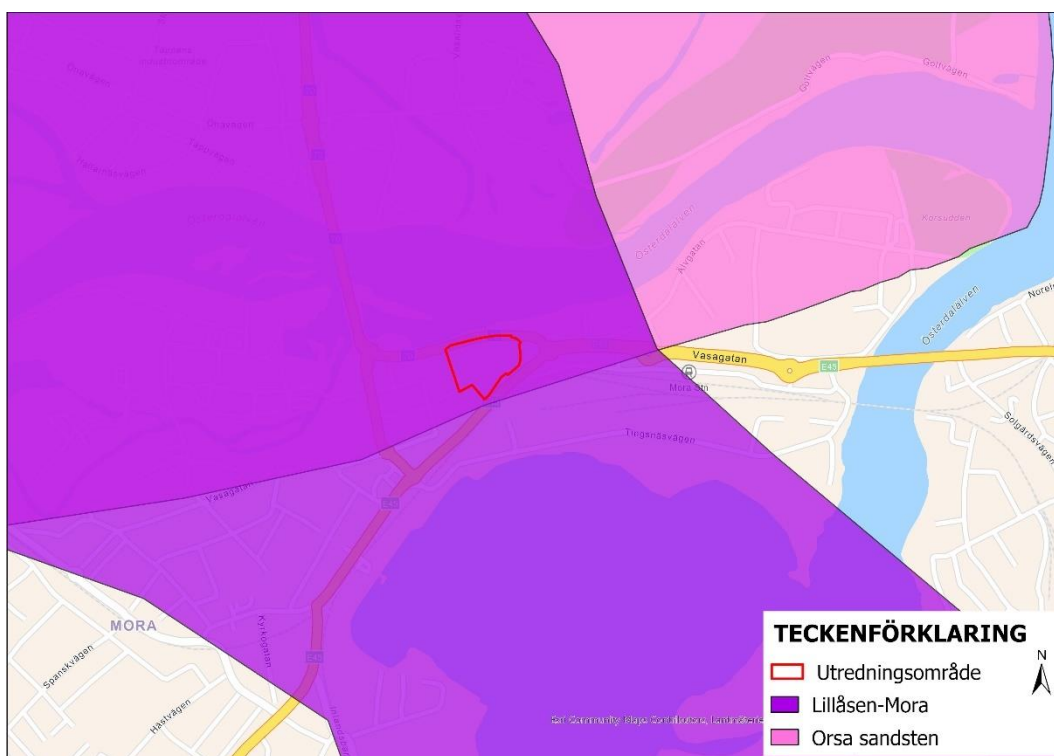
Utredningsområdet består av älvsediment med medelhög genomsläpplighet, vilket tyder på att infiltration i området kan vara möjligt. Utifrån de avläsningar som har utförts ligger grundvattennivån mellan 5,38 – 6,97 meter under markytan och därför kan det antas att renings- och fördröjningsanläggningar kan anläggas relativt djupt.

### 4.3 Recipient och miljö kvalitetsnormer för dagvatten

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



Figur 8. Lokalisering av utredningsområdets recipienter (VISS, 2021a; 2021b).



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

#### 4.3.1 Ytvattenförekomst – Dalälven

Dalälven (SE676720-143336) är utredningsområdets recipient och är en klassad ytvattenförekomst enligt vattendirektivet. Dalälven är kraftigt modifierad och har otillfredsställande ekologisk status samt uppnår ej god kemisk status, se Tabell 3. Den ekologiska statusen beror på hydrologisk regim i vattendrag som är klassad dålig och morfologiskt tillstånd i vattendragets närområde är klassad som otillfredsställande. Den kemiska statusen beror på de prioriterade ämnena kvicksilver (Hg) och bromerad difenyleter (PBDE) som överskrids. Dessa ämnen kallas även för överallt överskridande ämnen och överskrids i alla Sveriges ytvatten på grund av atmosfärisk deposition (VISS, 2021a).

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

Ytvattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläget)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläget)	MKN (framtida mål)
<b>Dalälven</b> SE676720-143336	Otillfredsställande	God ekologisk potential 2039	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus

Dalälven omfattas av en MKN som enligt beslut ska uppnå god ekologisk potential 2039 och god kemisk ytvattenstatus. Recipienten är klassad som kraftigt modifierad på grund av påverkad hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd. Enligt vattendirektivet bedöms det även att åtgärder för att uppnå god ekologisk status skulle medföra en betydande negativ påverkan på samhällsviktig vattenkraftsverksamhet. Av denna anledning har en tidsfrist till år 2039 satts då det bedöms som tekniskt omöjligt att uppnå avsedd biologisk effekt före denna tidpunkt (VISS, 2021a).

#### 4.3.2 Ytvattenförekomst – Siljan

Siljan (SE673490-145597) är utredningsområdets andra recipient och är en klassad ytvattenförekomst enligt vattendirektivet. Siljan har måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status, se Tabell 4. 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 Hg och PBDE som överskrids (VISS, 2021b).

Tabell 4. Statusklassificering av Siljan (VISS, 2021b).

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

Siljans MKN är att uppnå god ekologisk status 2033 och god kemisk ytvattenstatus. Undantag har satts för ämnena PDBE samt Hg 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, 2021b).

#### 4.3.3 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 5. Målet är att Lillåsen–Mora ska ha fortsatt god status (VISS, 2021c).

Tabell 5. Grundvattenförekomsten Lillåsen–Moras statusklassning (VISS, 2021c).

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

#### 4.3.4 Grundvattenförekomst – Orsa sandsten

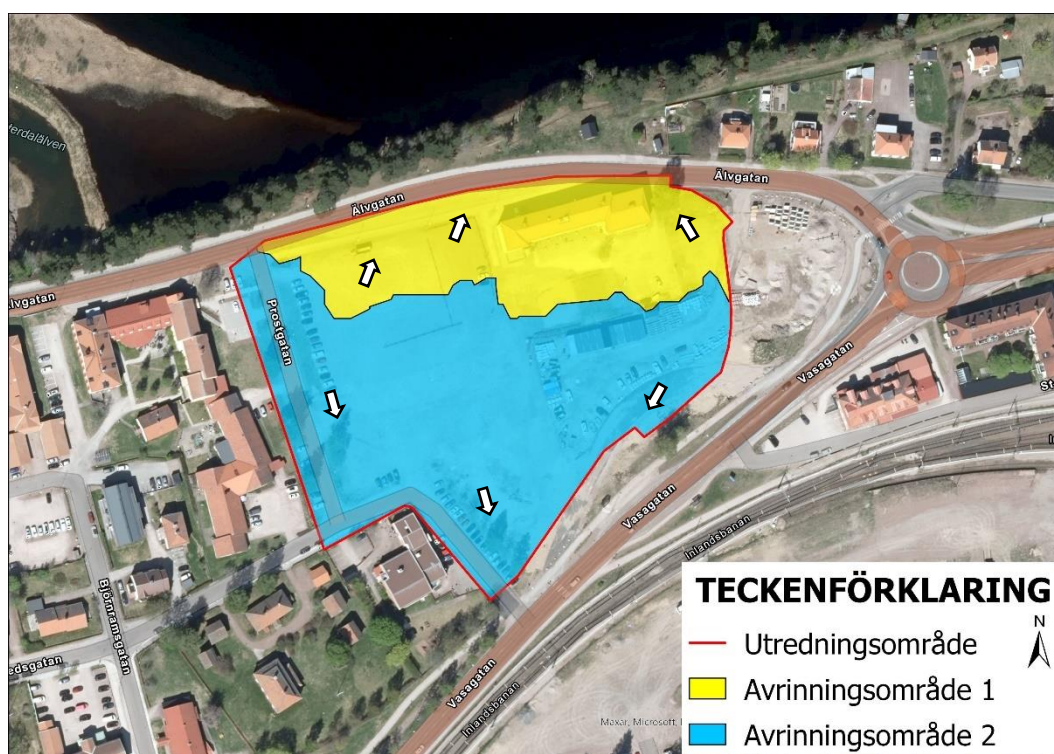
Orsa sandsten (SE677843-143529) är en annan grundvattenförekomst som finns inom och utanför utredningsområdet. Denna grundvattenförekomst är en sedimentär bergförekomst och dess kemiska samt kvantitativa status är god, se Tabell 6. Målet är att Orsa sandsten ska ha fortsatt god status (VISS, 2021d).

Tabell 6. Grundvattenförekomsten Orsa sandstens statusklassning (VISS, 2021d).

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

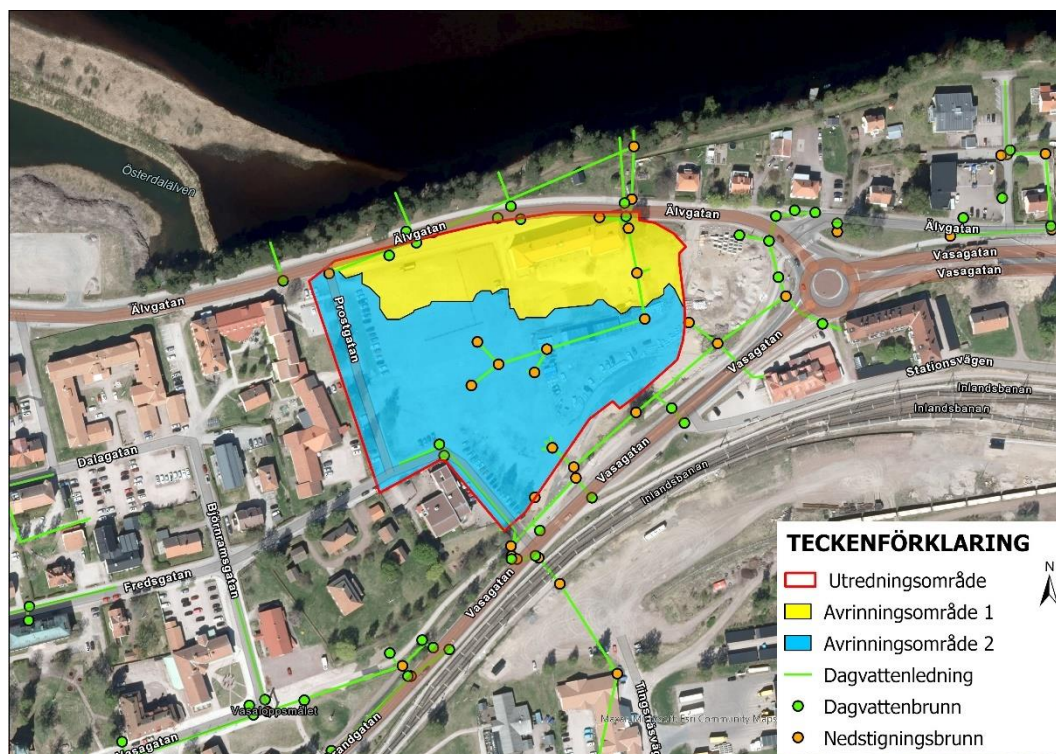
Utifrån nuvarande topografi kan utredningsområdet delas in i två ytliga avrinningsområden, se Figur 10.



Figur 10. Befintliga avrinningsområden inom utredningsområdet (SCALGO, 2023).

Inom utredningsområdets norra del och utanför finns befintliga dagvattenledningar och -brunnar som avleder dagvattnet mot Dalälven, se Figur 11. I de södra delarna inom och

utanför finns också dagvattenledningar och -brunnar som avleder dagvattnet vidare mot Siljan.



Figur 11. Dagvattenledningsnät inom och utanför utredningsområdet (SCALGO, 2023).

#### 4.5 Markavvattningsföretag och vattenskyddsområde

Det förekommer inga markavvattningsföretag eller vattenskyddsområden inom eller i närheten av utredningsområdet.

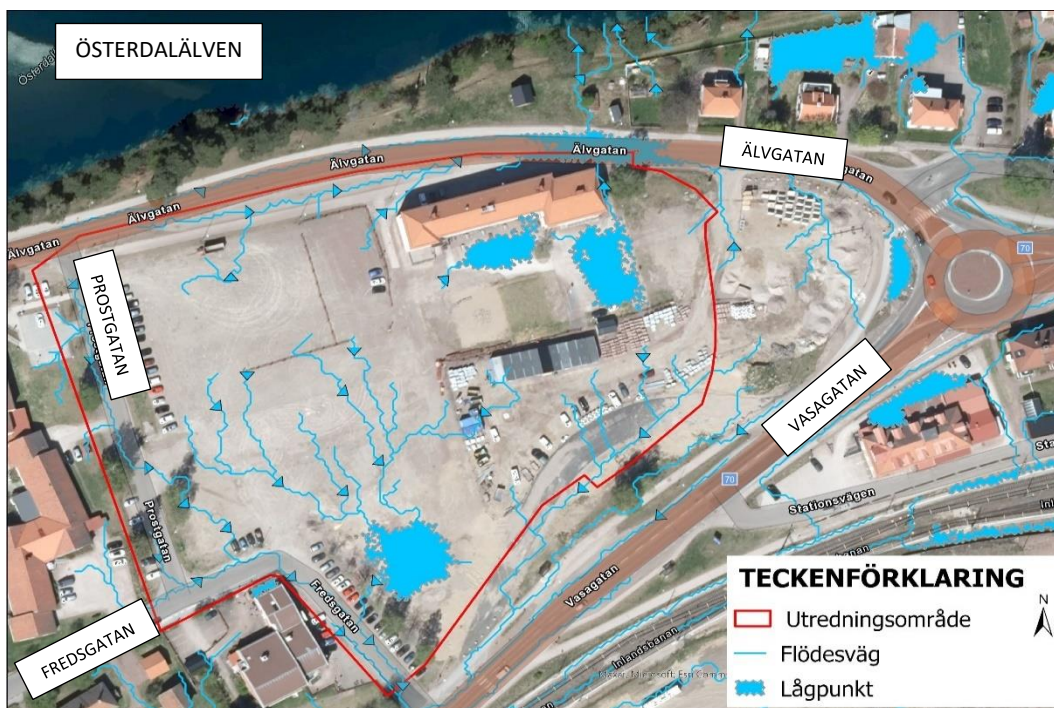
#### 4.6 Översvämningar

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

##### 4.6.1 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.

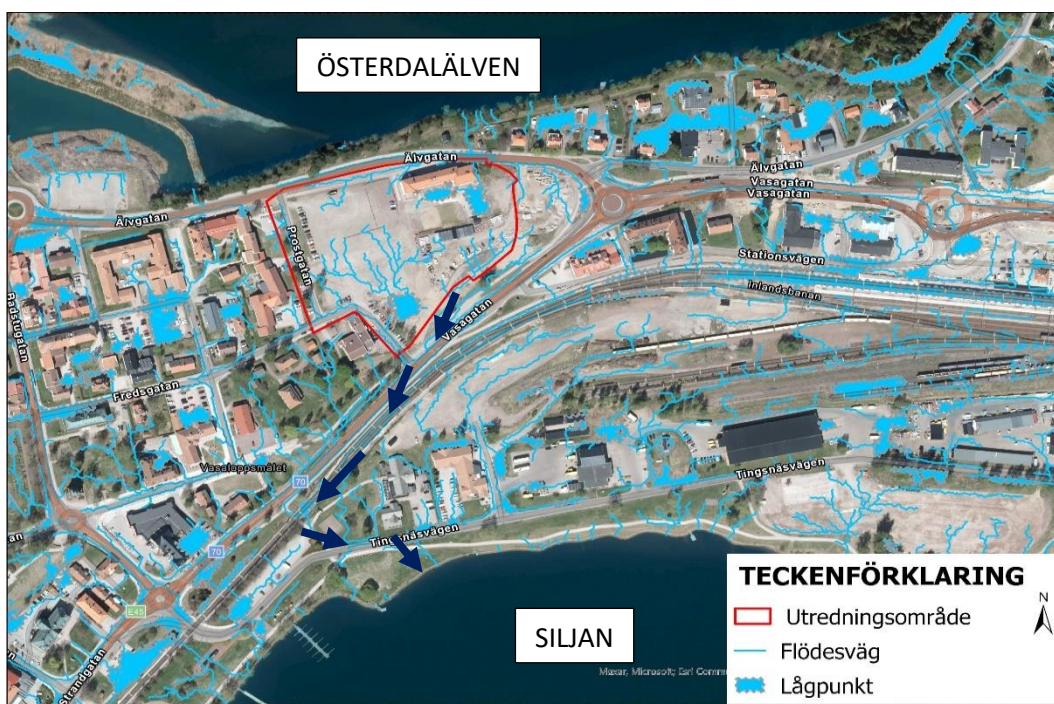
Enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016) är ett 100-årsregn med varaktigheten 60 minuter 55 mm nederbörd utan klimatfaktor. Med en klimatfaktor på 1,25 blir nederbördsmängden cirka 68 mm. Analys av ett skyfall utifrån befintlig markanvändning har därför utförts i SCALGO LIVE med en nederbördsmängd på 68 mm.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

Inom utredningsområdet förekommer idag tre lågpunkter där skyfall samlas. De två lågpunkterna i nordöst inom området avleds därefter mot Älvgatan som får en lågpunkt norr om den befintliga skolbyggnaden. Därefter avleds dagvattnet mot Dalälven. Den västra delen av utredningsområdet avleds via Prostgatan samt Fredsgatan mot Vasagatan. Den södra delen avleds mot sydväst där Vasagatan är belägen.

Figur 13 visar skyfallet mer översiktligt, där de södra delarna inom utredningsområdet avrinner längs med Vasagatan och därefter mot Siljan.

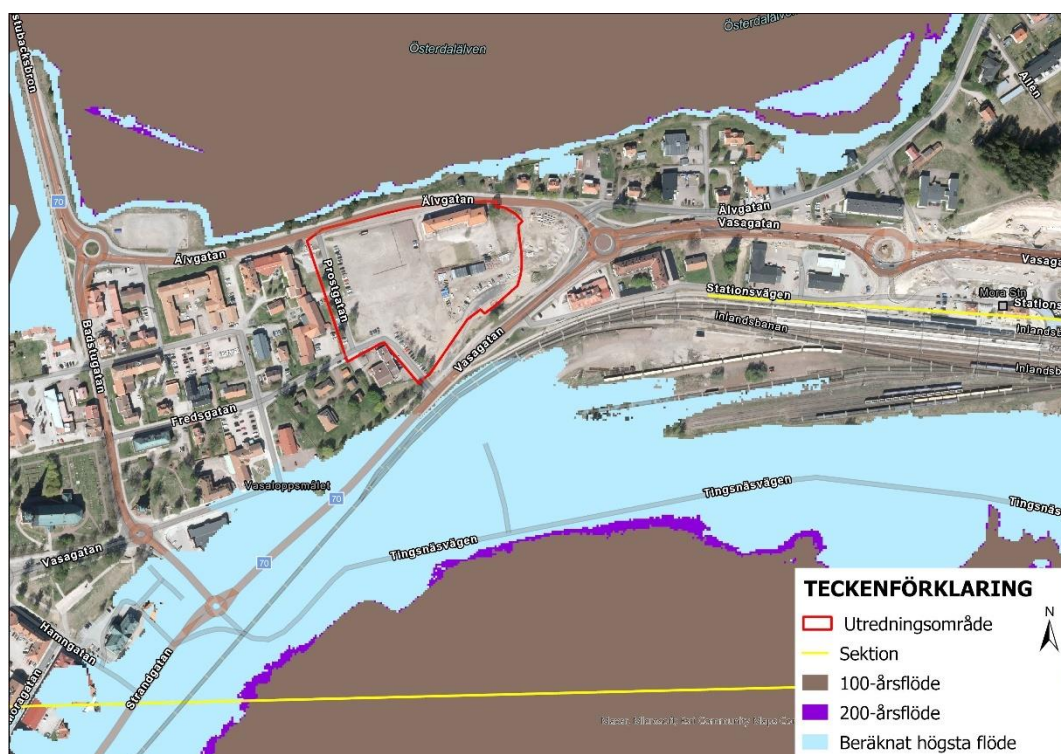


Figur 13. Översiktlig karta med lågpunkter och flödesvägar (SCALGO, 2023). Mörkblå pilar visar översiktligt den ytliga avrinningsvägen från utredningsområdets södra del ned till Siljan.

#### 4.6.2 Höga vattenstånd i Dalälven och Siljan

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

En uppdaterad översvämningsskartering längs Dalälven har utförts av Norconsult AB på uppdrag av MSB (2021). Översvämningsskarteringen som Norconsult AB utfört har hämtats från MSB, som innehåller en rapport med information om hur skarteringen har gått till. Det tillkommer även en mapp med filer som har använts i ArcGIS Pro och som visar Dalälvens utbredning vid 100- och 200-årsflöde, beräknat högsta flöde och tvärsektioner, se Figur 14. Översvämningsskarteringen 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)

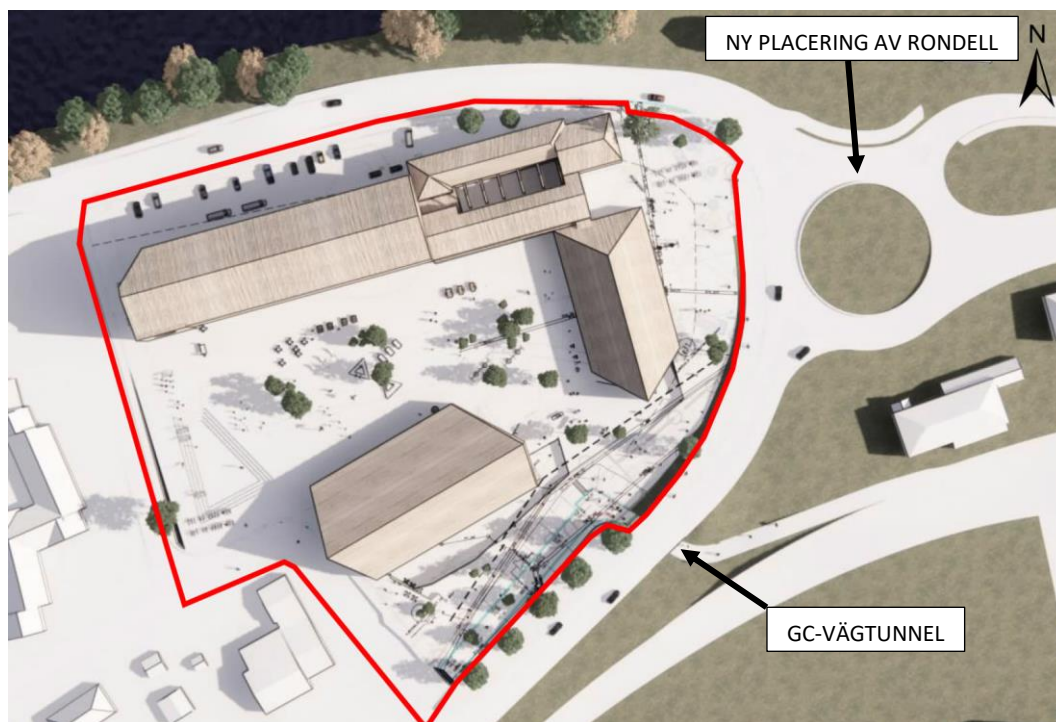
Mellan 100-årsflödet och 200-årsflödet är det ingen markant nivåökning och ökningen påverkar inte utredningsområdet. Det beräknade högsta flödet påverkar inte heller utredningsområdet.

## 5 Framtida utredningsområdet

### 5.1 Planerad utformning

Som nämnts tidigare finns ingen färdigställd utformning av det framtida utredningsområdet, dock finns ett första utkast på hur området kan komma att se ut, se

Figur 15. Den nya placeringen av genomfartsrondellen samt anläggningen av ny GC-vägtunnel visas även.



Figur 15. Ungefärlig utformning av det framtida utredningsområdet, där röd markering visar ungefärlig utredningsgräns (Tengbom, 2023).

Utredningen har i samråd med Mora kommun gjort antaganden om att 10 % av området omfattas av grönområden och resterande 90 % är hårdgjort. Den hårdgjorda procentuella ytan inom utredningsområdet har delats upp i markanvändningen tak, väg, parkering och asfalt. För grönområden används markanvändningen gräsyta.

## 5.2 Framtida avrinningsområden efter planerad utformning

Ingen höjdsättning finns framtagen för det framtida utredningsområdet, vilket innebär att områdets framtida avrinningsområden är okänd. Av denna anledning används de två befintliga avrinningsområdena för utredningsområdet även för det framtida området vid dagvattenflödes- och föroreningsberäkningar. Utredningsområdet har även två recipienter och genom att använda de två befintliga avrinningsområdena även för det framtida kan det visas om den framtida byggnationen påverkar respektive vattenförekomsts MKN negativt eller inte.

## 6 Dagvattenberäkningar

I detta kapitel redovisas beräknade dagvattenflöden och föroreningar i dagvatten för utredningsområdet två befintliga avrinningsområden, vid befintlig markanvändning och för den framtida antagna procentuella markanvändningen. Föroreningshalter redovisas som µg/l och föroreningsbelastning som kg/år.

### 6.1 Markanvändning

Tabell 7 redovisar utredningsområdets befintliga markanvändning för respektive avrinningsområde. Tabell 8 redovisar den framtida procentuella markanvändningen för respektive befintligt avrinningsområde där antaganden gjorts om att 50 % är asfalt, 15 %



tak, 15 % parkering, 10 % väg och 10 % gräs. Tabellernas indata används vid beräkning av dagvattenflöden och föroreningar i dagvatten för hela utredningsområdet.

Tabell 7. Utredningsområdets befintliga markanvändning i hektar för respektive avrinningsområde, avrinningskoefficient, reducerad area och den totala arean.

Avrinningsområde 1	Area (ha)	Avrinningskoefficient ( $\varphi$ )	Reducerad area (ha)
Tak	0,075	0,9	0,068
Asfalt	0,213	0,8	0,170
Väg	0,075	0,8	0,060
GC-väg	0,047	0,8	0,038
Grusparkering	0,272	0,55	0,150
Grusad yta	0,069	0,55	0,038
Gräs	0,056	0,1	0,005
<b>Totalt</b>	<b>0,807</b>		<b>0,529</b>
Avrinningsområde 2	Area (ha)	Avrinningskoefficient ( $\varphi$ )	Reducerad area (ha)
Tak	0,002	0,9	0,002
Asfalt	0,390	0,8	0,312
Väg	0,162	0,8	0,130
GC-väg	0,034	0,8	0,027
Grusparkering	0,877	0,55	0,482
Grusad yta	0,020	0,55	0,011
Asfaltparkering	0,070	0,8	0,056
Gräs	0,106	0,1	0,010
<b>Totalt</b>	<b>1,661</b>		<b>1,030</b>

Tabell 8. Utredningsområdets framtida markanvändning i hektar utifrån antagen procent för respektive avrinningsområde, avrinningskoefficient, reducerad area och den totala arean.

Avrinningsområde 1	Area (ha)	Avrinningskoefficient ( $\varphi$ )	Reducerad area (ha)
Tak	0,121	0,9	0,109
Väg	0,081	0,8	0,065
Parkering	0,121	0,8	0,097
Asfalt	0,403	0,8	0,322
Gräsyta	0,081	0,1	0,008
<b>Totalt</b>	<b>0,807</b>		<b>0,601</b>
Avrinningsområde 2	Area (ha)	Avrinningskoefficient ( $\varphi$ )	Reducerad area (ha)
Tak	0,249	0,9	0,224
Väg	0,166	0,8	0,133
Parkering	0,249	0,8	0,199
Asfalt	0,831	0,8	0,665
Gräsyta	0,166	0,1	0,017
<b>Totalt</b>	<b>1,661</b>		<b>1,238</b>

## 6.2 Dagvattenflödesberäkningar

Dagvattenflöden för respektive avrinningsområde har beräknats utan klimatfaktor för befintlig markanvändning och för den framtida antagna procentuella marken används klimatfaktor. Vid beräkning av 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. Hårdgjorda ytor, i detta fall tak, asfalt, väg, grusad yta, all parkering och GC-väg beräknas då med avrinningskoefficient 1. För gräsyta används i stället avrinningskoefficient 0,6.

Tabell 9 redovisar det totala beräknade dagvattenflödet för utredningsområdets befintliga markanvändning och det framtida skolområdet.

Tabell 9. Beräknade dagvattenflöden för respektive avrinningsområde vid befintlig mark och den framtida vid olika årsregn samt dess ökning.

Befintligt	Dagvattenflöde (l/s)		
	5-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Avrinningsområde 1	92	150	330
Avrinningsområde 2	140	220	590
<b>Framtida</b>			
Avrinningsområde 1	120	180	400
Avrinningsområde 2	200	320	720
<b>Ökning</b>			
Avrinningsområde 1	28	30	70
Avrinningsområde 2	60	100	130

Dagvattenflödesberäkningarna för respektive avrinningsområde visar att dagvattenflödet ökar för det framtida området. Anledningen till detta är för att vardera avrinningsområde blir mer hårdgjort gentemot befintligt samt att en klimatfaktor använts.

Då utredningen inte utgått från en planutformning med mer exakt markanvändning och ytstorlekar innebär det att dagvattenflödesberäkningarna är osäkra för det framtida utredningsområdet. Ändras exempelvis hårdgöringsgraden och mer grönområden skapas inom området innebär det att dagvattenflödet kommer minska. Höjdsättning som kan visa ytliga avrinningsområden finns inte heller i dagens skede och kapacitet i befintligt dagvattenledningsnät är okänd. Detta medför att det är svårt att ge förslag till hantering av dagvatten. När en färdig utformning och höjdsättning finns för utredningsområdet bör hårdgöringsgraden ses över och nya dagvattenflödesberäkningar kan behöva utföras om det blir mer eller mindre hårdgjort än vad som antagits i denna utredning. Förslag till dagvattenhantering kan även ges vid framtagna planutformning.

#### 6.2.1 Behov av utjämning och ytor

Kapaciteten i befintligt dagvattenledningsnät inom och utanför utredningsområdet är i dagens skede okänd, vilket innebär att utredningen inte har ett maximalt dagvattenutsläpp att utgå ifrån. I samråd med Mora kommun har beslut fattats om att denna utredning ska utgå från att de första 10 mm regnet per hårdgjord m<sup>2</sup> inom utredningsområdet ska fördröjas innan vidare avledning. Kommunen kan komma att ställa krav på att en större regnmängd behöver omhändertas och fördröjas, vilket innebär en större fördröjningsvolym.

För att fördröja de första 10 mm regnet behövs en total erforderlig fördröjningsvolym på minst 184 m<sup>3</sup> för hela utredningsområdet. Uppdelat på respektive avrinningsområde blir det 60 m<sup>3</sup> för avrinningsområde 1 och 124 m<sup>3</sup> för avrinningsområde 2.

Beroende på val av anläggning för att fördröja den totala volymen behövs olika ytstorlekar. Om exempelvis en nedsänkt gräsyta anläggs med ett djup på 200 mm och med släntlutning 1:4, behövs en ungefärlig yta på 1 100 m<sup>2</sup>, grovt beräknat, för att fördröja den totala mängden dagvatten. Figur 16 visar hur stor yta detta tar i relation till utredningsområdets storlek. Denna yta kan även fördelas ut på de grönytor som planeras inom utredningsområdet.



Figur 16. Yta som behövs till fördröjning i relation till utredningsområdets storlek.

Vilken anläggning man väljer för att fördröja den volym som behövs samt hur den dimensioneras påverkar hur stor yta den kommer ta i anspråk av utredningsområdet. Denna utredning har även utgått från att 10 mm regn per hårdjord  $m^2$  ska fördröjas innan vidare avledning. Ställer kommunen ett högre krav om att en större regnmängd behöver fördröjas, innebär det en större fördröjningsvolym. Därför bör fördröjningsbehovet och val av anläggning utifrån områdets förutsättningar ses över vid fastställd planutformning.

### 6.3 Föroreningsberäkningar

Idag finns inga nationella riktvärden för föroreningshalter i dagvatten trots att det finns ett behov av det. 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 olika acceptans för föroreningshalter i dagvattnet.

De riktvärden som använts som jämförelse med de beräknade föroreningshalterna i aktuellt fall är värdena från Riktvärdesgruppen i samråd med Mora kommun. Nivån för riktvärdena är bedömd att vara 1M för Dalälven och 1S för Siljan. Nivå 1M är för direktutsläpp till mindre sjöar, vattendrag och havsvikar. Nivå 1S är för direktutsläpp till större sjöar och hav (Riktvärdesgruppen, 2009).

De befintliga avrinningsområdena inom utredningsområdet består idag till stor del av grusparkering och mindre ytor med tak, asfalt osv. Dessa olika markanvändningar har

karterats upp och beräknats för respektive avrinningsområde då det går till olika recipienter. Det framtida utredningsområdet har beräknats utifrån de två befintliga avrinningsområdena som 90 % hårdgjort, uppdelat procentuellt i olika markanvändningar och resterande 10 % som gräsyta.

Tabell 10 redovisar riktvärdesgruppens riktvärden för nivå 1M samt den beräknade föroreningshalten för respektive ämne i dagvattnet för avrinningsområde 1 och Tabell 11 redovisar beräknad föroreningsbelastning som avleds till Dalälven. Tabell 12 redovisar riktvärdesgruppens riktvärden för nivå 1S samt den beräknade föroreningshalten för respektive ämne i dagvattnet för avrinningsområde 2 och Tabell 13 redovisar beräknad föroreningsbelastning som avleds till Siljan.

Tabell 10. Riktvärden för nivå 1M och beräknade föroreningshalter i dagvattnet för avrinningsområde 1:s befintliga och framtida markanvändning. Gråmarkerad cell visar att föroreningshalt av ämnet är högre för det framtida gentemot befintligt.

Ämne	Riktvärdesgruppen nivå 1M (2009) (µg/l)	Befintligt (µg/l)	Framtida (µg/l)
Fosfor (P)	160	100	92
Kväve (N)	2 000	1 600	1 700
Bly (Pb)	8	10	7,8
Koppar (Cu)	18	24	20
Zink (Zn)	75	74	55
Kadmium (Cd)	0,4	0,36	0,35
Krom (Cr)	10	9,3	7,8
Nickel (Ni)	15	4,8	4,6
Kvicksilver (Hg)	0,03	0,053	0,046
Suspenderad substans (SS)	40 000	60 000	36 000
Olja	400	640	610
Bens(a)pyren (BaP)	0,03	0,038	0,032

Tabell 11. Beräknad föroreningsbelastning i dagvattnet för avrinningsområde 1:s befintliga och framtida markanvändning som avleds till Dalälven. Gråmarkerad cell visar att föroreningsmängd av ämnet är högre för det framtida gentemot befintligt.

Ämne	Befintligt (kg/år)	Framtida (kg/år)
Fosfor (P)	0,45	0,4
Kväve (N)	7,1	7,3
Bly (Pb)	0,045	0,034
Koppar (Cu)	0,1	0,087
Zink (Zn)	0,32	0,24
Kadmium (Cd)	0,0015	0,0016
Krom (Cr)	0,04	0,034
Nickel (Ni)	0,021	0,02
Kvicksilver (Hg)	0,00023	0,0002
Suspenderad substans (SS)	260	160
Olja	2,8	2,7
Bens(a)pyren (BaP)	0,00016	0,00014

Tabell 12. Riktvärden för nivå 1S och beräknade föroreningshalter i dagvattnet för avrinningsområde 2:s befintliga och framtida markanvändning som avleds till Siljan.

Ämne	Riktvärdesgruppen nivå 1S (2009) (µg/l)	Befintligt (µg/l)	Framtida (µg/l)
Fosfor (P)	200	120	90
Kväve (N)	2 500	1 600	1 600
Bly (Pb)	10	13	7,5
Koppar (Cu)	30	28	19
Zink (Zn)	90	89	50
Kadmium (Cd)	0,45	0,36	0,35
Krom (Cr)	15	12	7,6
Nickel (Ni)	20	5,3	4,5
Kvicksilver (Hg)	0,05	0,065	0,045
Suspenderad substans (SS)	50 000	87 000	35 000
Olja	500	780	610
Bens(a)pyren (BaP)	0,05	0,046	0,03

Tabell 13. Beräknad föroreningsbelastning i dagvattnet för avrinningsområde 2:s befintliga och framtida markanvändning som avleds till Siljan.

Ämne	Befintligt (kg/år)	Framtida (kg/år)
Fosfor (P)	1,1	0,82
Kväve (N)	15	15
Bly (Pb)	0,12	0,068
Koppar (Cu)	0,26	0,17
Zink (Zn)	0,82	0,46
Kadmium (Cd)	0,0033	0,0032
Krom (Cr)	0,11	0,069
Nickel (Ni)	0,048	0,041
Kvicksilver (Hg)	0,0006	0,00041
Suspenderad substans (SS)	800	320
Olja	7,1	5,5
Bens(a)pyren (BaP)	0,00042	0,00027

Föroreningshalten av kväve i dagvatten för avrinningsområde 1 ökar för den framtida markanvändningen gentemot befintligt och resterande föroreningsämnen minskar. För föroreningsbelastningen minskar alla föroreningsämnen för den framtida procentuella markanvändningen utom kadmium. För avrinningsområde 2 som avleds mot Siljan minskar de flesta föroreningsämnens halter och mängder i dagvatten för den framtida markanvändningen, förutom kväve som hamnar på samma nivå.

Trots att det framtida utredningsområdets avrinningsområden har en högre hårdgöringsgrad så innebär den framtida markanvändningen mindre föroreningsalstrande ytor gentemot befintlig markanvändning. Detta medför en förbättring till Siljan för alla föroreningsämnen och detsamma för Dalälven, bortsett från kadmium som inte ändras. Området har medelhög genomsläpplighet vilket innebär att det finns förutsättningar för infiltration. Med hjälp av infiltration kan avrinningen sänkas vilket ger lägre föroreningsmängder till recipienterna.

Vid beräkningar av föroreningar för det framtida utredningsområdet har de befintliga avrinningsområdena använts samt att hårdgöringsgraden på 90 % har antagits och delats upp i 10 % väg, 15 % parkering, 15 % tak och 50 % asfalt. Då den procentuella uppdelningen av markanvändningen och framtida avrinningsområden kan komma att ändras kan föroreningsberäkningarna bli annorlunda. Därför rekommenderas det att nya föroreningsberäkningar utförs vid fastställd utformning och höjdsättning då man bättre vet vilka ytor som avleds till respektive recipient.

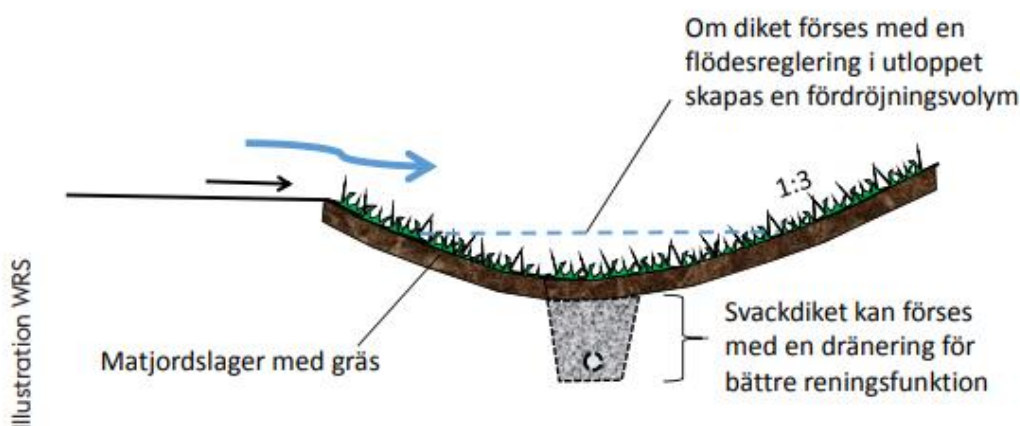
## 7 Förslag till dagvattenhantering

Då ingen utformning finns för utredningsområdet kan inte förslag på dagvattenhantering ges men olika dagvattenanläggningar som renar och fördröjer dagvatten kan beskrivas .

### 7.1 Beskrivning av dagvattenanläggningar

#### 7.1.1 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 17. Svackdikets huvudsakliga uppgift är att avvattna hårdgjorda ytor, framför allt längs med vägar och gator, samt fördröja flödestoppar.



Figur 17. Principskiss av ett svackdike (Stockholms stad, 2021).

Svackdiken kan ses som ett alternativ eller som en komplettering till dagvattnetsystemet 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.

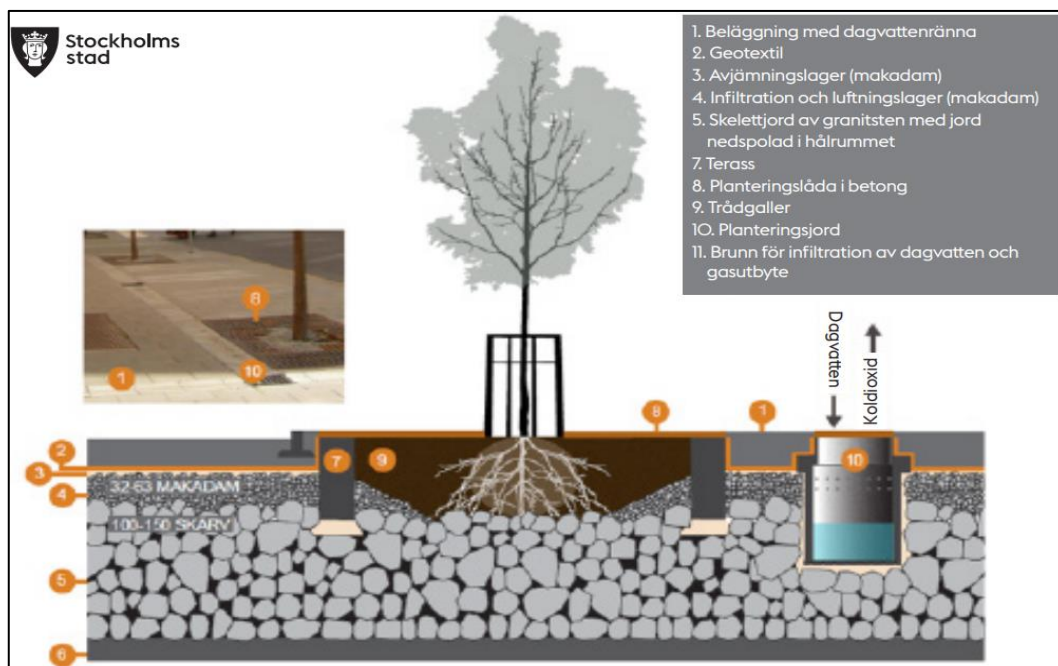
### 7.1.2 Skelettjord

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 m<sup>2</sup> avrinningsyta. Träd som är planterade i skelettjorden kan ta hand om en del av avrinningen (Svenskt Vatten och Avfall, 2023).

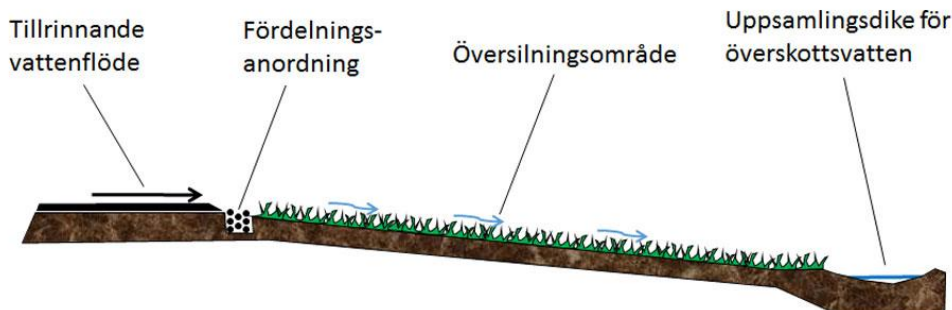
Figur 18 visar en schematisk skiss över plantering av träd i skelettjord. Vid tät beläggning på skelettjorden krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas.



Figur 18. Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (Svenskt Vatten och Avfall, 2023).

### 7.1.3 Översilningsytor

En översilningsyta är en lätt sluttande gräsyta dit dagvatten från vägar och andra hårda ytor avrinner. Med en svag lutning rinner dagvattnet från toppen av slänt, genom en fördelningsanordning och sedan över själva översilningsytan, se Figur 19.



Figur 19. Principskiss av en översilningsyta (Stockholms stad, 2023).

Översilningsytor är utformade för att ta emot ett jämnt utspritt dagvattenflöde över ytans hela bredd istället för ett koncentrerat inflöde för en punkt. Beroende på markförhållandena rinner en del av dagvattnet på ytan och en del infiltrerar genom marken och bidrar till den naturliga grundvattenbildningen (Stockholms stad, 2023).

Syftet med översilningsytor är främst att avskilja sediment och partikelbundna föroreningar samt bryta ned organiska ämnen. Ytorna har även en viss kapacitet att fördröja flöden som inte är alltför hög. Livslängden för en översilningsyta är oftast över 50 år. Efter en tid kommer dock den övre markprofilen troligtvis sättas igen av föroreningar. Översilningsytor kan till exempel anläggas i anslutning till vägar och parkeringsytor, men också som en samlad lösning för ett större tillrinningsområde (Svenskt Vatten Utveckling, 2019).

### 7.1.4 Dammar

Dammar är en av de vanligaste dagvattenlösningarna i Sverige. Ofta anläggs de som "end-of-pipe"-anläggningar för att omhänderta stora volymer dagvatten. Dagvattendammar fungerar som utjämningsmagasin för fördröjning, vilket reducerar flödestoppar och bidrar till ett kontrollerat utflöde och till minskad översvämningrisk.

Dagvattendammar används också för att förbättra kvaliteten på dagvattnet. Den primära reningsprocessen är sedimentation av partiklar vilket innebär en god potential att rena partikelbundna föroreningar, dock är reningsgraden för lösa föroreningar lägre. Vid utformning och dimensionering av dagvattendammar är uppehållstiden en viktig parameter för att uppnå en tillräcklig sedimentation av mindre partiklar, detta då föroreningskoncentrationen är som störst i de mindre fraktionerna.

Det rekommenderas att anlägga en mindre försedimentationsdamm innan dammen där grövre sediment kan fångas in, vilket minskar belastningen på själva dammen och därmed även minskar underhållsbehovet. Det finns även andra faktorer som påverkar en damms funktion, bland annat djup, förhållandet mellan längd och bredd, vattnets spridning i dammen och förhållandet mellan dammens area och avrinningsområdets area. Vid utformning av dammen ska även tillgänglighet för drift, kontroll och sedimenttömning beaktas. Tömning av en damm ska ske regelbundet då >50% av tillgänglig volym består av sediment. Provtagning av sedimentet bör utföras vid tömning



då det kan innehålla höga halter av metaller och därmed klassas som farligt avfall. Regelbunden inspektion av in- och utlopp samt andra tekniska konstruktioner, avlägsnande av skräp och åtgärder mot erosions-skador och oönskad växtlighet är ytterligare skötselinsatser som är viktiga för bevarande av dammens funktion.

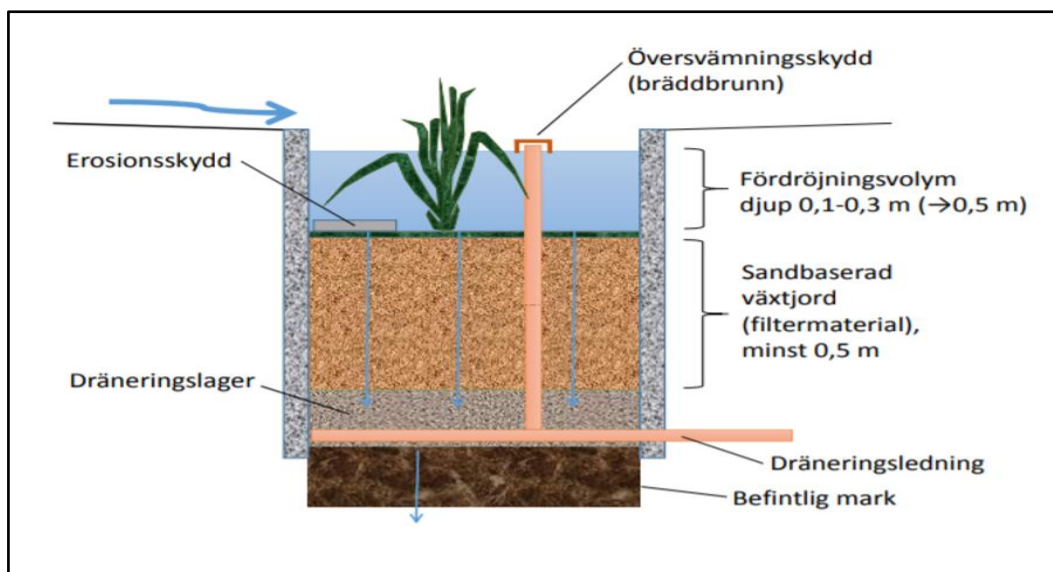
Dagvattendammar har en god potential att bidra till en estetiskt tilltalande miljö. Med öppna vattenytor samt tilltalande växtarter kan dammar bli viktiga rekreationsområden och bidra till en större biologisk mångfald, se Figur 20. Jämfört med övriga anläggningstyper kräver dammar en förhållandevis stor yta och de kan därför vara svåra att införa i redan bebyggda områden.



Figur 20. Ängsholmsdammen i Täby (VA-guiden, 2022).

#### 7.1.5 Växtbädd

Växtbädd, även kallat biofilter, regnbädd, rain garden, eller regnväxtbädd, är primärt en teknik för rening av dagvatten. Dagvattnet renas genom att perkolera genom ett växtbevuxet filtermaterial. En växtbädd består åtminstone av följande beståndsdelar, inlopp, fördröjningszon, erosionskydd, olika lager av jord (filtermaterial), bräddavlopp samt ett avvattnande system, se Figur 21.



Figur 21. Principskiss på växtbädd (Stockholm Vatten och Avfall, 2022).

Förbehandling av dagvattnet för att undvika igensättning av filtermaterialet samt erosionshinder vid inloppet är av vikt för biofiltrets funktion. Förbehandling kan till exempel vara dike eller översilningsyta. Växtbäddar anläggs ofta nära källan då utformningen kan anpassas efter platsens förutsättningar. Till exempel kan växtbäddar vara både upphöjda och nedsänkta, avlånga, runda eller olikformade, anläggas i serie med mera. Växter och filtermaterial kan anpassas efter klimat och olika reningsbehov. Ofta består filtermaterialet av jordiga sandmaterial med en mindre andel lera men kan även vara slaggprodukter, mineraliska material, järnoxidsand, aktivt kol eller organiska material så som barkprodukter. Reningseffekten av metaller, fosfor, suspenderat material och diverse mikroföroreningar överskrider ofta 70%. För att uppnå effektiv kväverening krävs ofta en vattenmättad zon i filtermaterialet. Växtbäddar dimensioneras ofta för att omhänderta mindre regn. Mer intensiva och större regn bräddas, vilket medför att sådana regn inte renas eller fördröjs (Stockholm Vatten och Avfall, 2022).

Förhållandena under vinterperioden kan medföra utmaningar för växtbäddar då bland annat föroreningshalten under snösmältning är särskilt hög och vägsalt bidrar till en större andel lösta föroreningar. För att bibehålla infiltrationskapaciteten vid tjälnedträngning kan det vara av vikt att använda ett grövre filtermaterial med högre hydraulisk konduktivitet. För att en växtbädd ska fungera på bästa sätt behövs växtarter som är anpassade till ett kallt klimat och som tål både fuktiga och torra förhållanden samt att de bidrar till föroreningsupptaget. Pilotförsök visar dock på att växtbäddar är en fungerande reningsmetod i kalla klimat även om funktionen kan vara nedsatt under vinterhalvåret (Stockholm Vatten och Avfall, 2022).

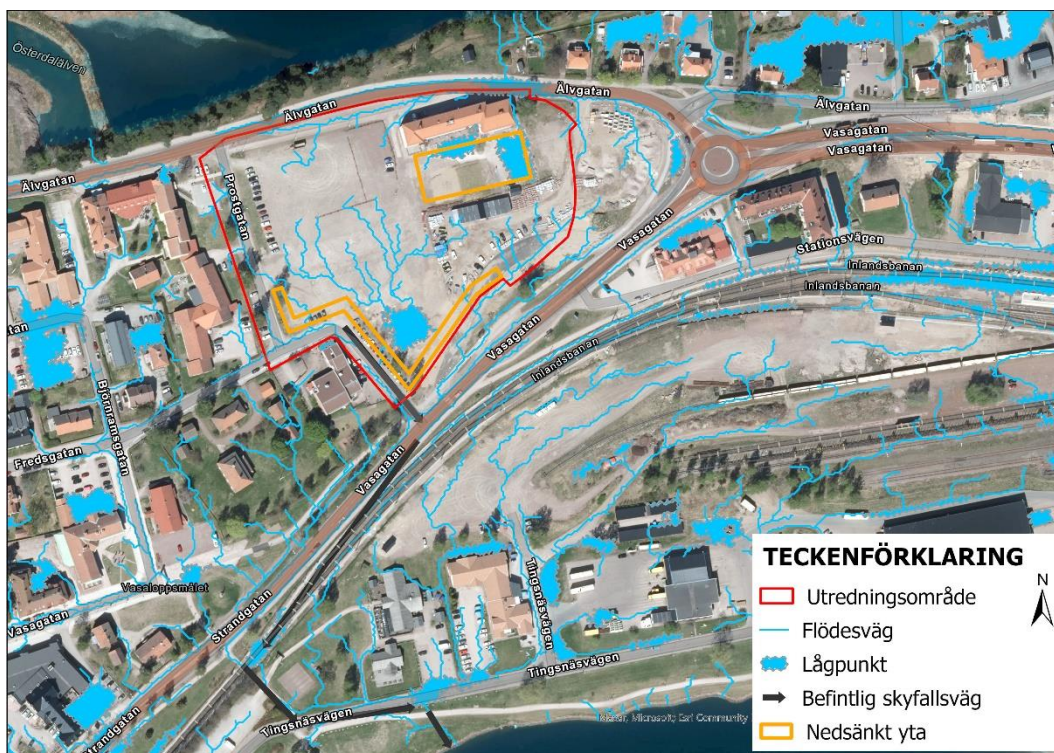
Vid lägre temperaturer, till exempel på vintern, fungerar fortfarande rening av suspenderade partiklar och metaller däremot blir reningen av fosfor och kväve sämre. Utformningen av inlopp och bräddfunktion samt en god infiltrationskapacitet är viktig för att frysriskerna ska minimeras.

## 7.2 Skyfall för det planerade utredningsområdet

Utredningsområdets framtida utformning och höjdsättning är inte fastställd, dock kan utredningen ge förslag på tänkta skyfallsvägar och nedsänkta ytor. Dessa förslag kan då användas som underlag vid utformningen av den nya högstadieskolan med tillhörande byggnader.

Utifrån den geotekniska fältundersökningen framgick det att erosionsrisk finns i slänter ned mot Österdalälven, norr om utredningsområdet. Befintlig topografi visar att utredningsområdets norra del avleds mot slänter vid skyfall och då risk för erosion finns bör man undvika att avleda vattnet dit. Om det finns möjlighet att förstärka slänter kan dagvattnet fortsätta avledas dit vid skyfall då recipient är nära och mindre risk för att befintlig bebyggelse påverkas negativt.

Om det inte är möjligt att förstärka slänter behöver denna skyfallsväg försvinna, avledas åt annat håll eller hanteras inom utredningsområdet. Om man vill hantera skyfall inom fastigheten kan utredningsområdet i norr höjdsättas och en nedsänkt grönyta kan skapas för att magasinera större regn, se Figur 22. Den nedsänkta grönytan kan även placeras på andra platser inom fastigheten beroende på den framtida utformningen, så det inte blir en instängd lågpunkt mot planerad bebyggelse.



Figur 22. Förslag på nedsänkta gräsytor som kan magasinera och motverka höga skyfallsflöden.

I de södra delarna av utredningsområdet är det viktigt att hålla tillbaka skyfallsflödet från befintlig skyfallsväg då befintlig bebyggelse finns nedströms. Där kan nedsänkta gräsytor anläggas längs med Prostgatan och Vasagatan för att magasinera större regn och motverka ett större flöde nedströms.

GC-vägtunneln som i framtiden planeras söder om utredningsområdet, under Vasagatan och järnväg, kan även användas som översvämningssyta. Anledningen till detta förslag är för att GC-vägtunneln inte bör påverkas av stående vatten och andra säkra vägar för att ta sig från norr till söder finns om ett skyfall inträffar. Skyfallsåpningarna kan då avvattnas via självfall åt söder, om möjligt, alternativt pumpas till dagvattenledningsnätet.

Beroende på utformning och höjdsättning av den framtida detaljplanen för fastigheten Stranden 51:2 kan den planerade skolan komma att påverka nedströmsliggande områden vid ett eventuellt skyfall. När en fastställd utformning och höjdsättning finns bör detta utredas vidare.

## 8 Slutsats och rekommendationer

Utredningsområdet består av älvsediment med medelhög genomsläpplighet och enligt installerade grundvattenrör befinner sig grundvattennivån en bra bit under markytan.

Dagvattenflödesberäkningarna för respektive avrinningsområde visar på en ökning för alla årsregn för den framtida markanvändningen jämfört med befintligt. Detta beror på att hårdgöringsgraden ökar och att en klimatfaktor används. Utredningen har utgått ifrån att de första 10 mm av regnet per hårdgjord  $m^2$  ska fördröjas innan vidare avledning, vilket innebär en total erforderlig fördröjningsvolym på minst  $184 m^3$  för hela utredningsområdet. För att uppnå denna volym kan en nedsänkt gräsyta anläggas med en yta på  $1\ 100 m^2$ , ett djup på 0,2 m och en släntlutning på 1:4.

Föroreningshalter och -mängder minskar för den framtida markanvändningen gentemot befintligt bortsett från kväve som ökar för avrinningsområde 1. För avrinningsområde 2 minskar föroreningshalter- och mängder också förutom kväve som hamnar på samma nivå. Utredningsområdet ska fördröja de första 10 mm regnet, vilket även medför till rening av dagvattnet. Med hjälp av fördröjnings- och reningsanläggningar kommer den framtida markanvändningen vara positiv för utredningsområdets recipienter då föroreningshalter och -mängder minskar. Dagvattnet kan även infiltreras då genomsläpligheten är medelhög vilket sänker avrinningen ut från området och då även ger en lägre föroreningsmängder till Siljan och Dalälven.

Det finns ingen fastställd utformning och höjdsättning av det framtida utredningsområdet. Av denna anledning har den framtida marken beräknats som 90 % hårdgjort med en uppdelning av tak, väg, parkering samt asfalt och resterande 10 % som gräsyta. De två befintliga avrinningsområden som finns har även använts för det framtida området då det idag och kanske även i framtiden avrinner till två recipienter. Detta medför att dagvattenflödes- och föroreningsberäkningarna kan behöva ses över när fastställd utformning och höjdsättning finns tillgänglig.

## 9 Referenser

- AFRY. (2023a). *PM Geoteknik*. Falun: AFRY.
- AFRY. (2023b). *Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/GEO)*. Falun: AFRY.
- 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. (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>
- Stockholm Vatten och Avfall. (den 11 03 2022). *Nedsänkt växtbädd*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall 2023-02-15:  
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/i-mark/#!/nedsankta-vaxtbaddar>
- 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](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_allman-platsmark.pdf)

Stockholms stad. (den 24 02 2023). *Översilningsyta*. Hämtat från Miljöbarometern Stockholm:

<https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/atgarder/oversilningsyta/>

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](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf)

Svenskt Vatten Utveckling. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Bromma: Svenskt Vatten AB.

Tengbom. (2023). *Mora Stranden - Volym skisser*. Tengbom.

VA-guiden. (den 20 12 2022). *Dagvattendamm vann Täbts stadsbyggnadspris*. Hämtat

från VA-guiden 2023-02-15: <https://vaguiden.se/2022/12/dagvattendamm-vann-tabys-stadsbyggnadspris-hor-mer-under-vak-2023/>

VISS. (den 20 12 2021a). *Dalälven*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA75019148>

VISS. (den 01 06 2021b). *Siljan*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA71688194>

VISS. (den 20 12 2021c). *Lillåsen-Mora*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA25354551>

VISS. (den 20 12 2021d). *Orsa sandsten*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA12343845>