

Dagvatten- och skyfallsutredning

Strandens skolorråde

Mora kommun

Status

Slutleverans

Beställare

Mora kommun

Datum

2024-04-29



AFRY
Å F P Ö Y R Y

Uppdragsansvarig
Emma Runeborg

Handläggare
Carolina Björkman

Granskare
Hedvig Winther

Datum
2024-04-18

Projekt-ID
D0102980

Mottagare
Mora kommun

Sammanfattning

Inom området Stranden, i Mora kommun, har en del förändringar genomförts och ytterligare förändringar väntas. En del av Strandenområdet planeras bli en högstadieskola och i anslutning till skolan planeras mindre förändringar av Prost- samt Fredsgatan. Kommunen vill att en dagvatten- och skyfallsutredning utförs för det område som planeras att förändras och AFRY har åtagit sig uppdraget.

Den norra delen av det befintliga utredningsområdet är cirka 0,8 hektar och avleds idag ytligt mot Dalälven. Den södra delen är cirka 1,7 hektar och avleds via befintligt dagvattenledningsnät mot Siljan. För den planerade högstadieskolan har en ny höjdsättning tagits fram för utredningsområdet. Utifrån ny och befintlig höjdsättning, samt hur dagvattnet kan hanteras och anslutas till olika anslutningspunkter, har framtida avrinningsområden arbetats fram. För det planerade området är det en yta på cirka 1,73 hektar som föreslagits avledas till Dalälven och cirka 0,77 hektar har föreslagits avledas till Siljan. Detta medför att Dalälvens tillrinningsområde ökar och att Siljans minskar.

Beräknade dagvattenflöden resulterar i att dagvattenflödena ökar till båda recipienterna för det planerade utredningsområdet gentemot befintligt. Kapacitet i befintligt dagvattenledningsnät är idag okänd, vilket medför att utredningen inte har ett maximalt dagvattenutsläpp att utgå ifrån. I stället ska 20 mm regn per reducerad m² fördröjas inom området innan vidare avledning. Det innebär att en fördröjningsvolym på 330 m³ behöver skapas. Med föreslagna fördröjning- och reningsanläggningar minskar det totala dagvattenflödet ut från planerat område jämfört med planerat område utan åtgärder.

Tillrinningsområdet till Dalälven ökar för planerat utredningsområde utan rening, vilket medför att nästan alla ämnens föroreningshalter och -mängder i dagvatten ökar gentemot befintlig situation. Tillrinningsområdet till Siljan minskar för planerat område utan rening, vilket medför att alla ämnens föroreningsmängd minskar gentemot befintligt. Föroreningshalterna för ämnena P, Cd och Ni överskrider befintlig situations halter. Då föroreningshalter och -mängder i dagvatten ökar för det planerade området rekommenderas reningsanläggningar. De dagvattenanläggningar som föreslagits är svackdiken, sedimentationsmagasin och växtbäddar. Med föreslagna anläggningar är samtliga föroreningshalter och -mängder i dagvatten för planerat område, som avleds till Siljan, lägre gentemot befintlig situation. För det dagvatten efter rening som föreslagits avledas till Dalälven är P, Cr, Ni, PBDE 47, PBDE 99 och PBDE 209 fortsatt högre gentemot befintligt. Detta beror på att Dalälvens tillrinningsområde har blivit mer än dubbelt så stort.

Dalälven har otillfredsställande ekologisk status och Siljans status är måttlig. Båda recipienternas statusklassning är idag hög för näringsämnen och beräkningar har utförts som visar att planerat utredningsområde med rening inte påverkar recipienternas status gällande näringsämnen. Det planerade utredningsområdet är inte i direkt anslutning till recipienterna och området blir även mindre hårdgjort gentemot befintligt. Dagvattnet fördröjs även inom området, vilket medför att dagvattenflödet ut från området blir mindre. Av dessa anledningar bedöms det att planerad situation inte kommer påverka de biologiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna negativt.

De båda recipienterna uppnår inte god kemisk status på grund av Hg och PBDE. För Siljan görs bedömning att den kemiska statusen inte påverkas av planerat område med

rening då alla föroreningshalter och -mängder är under befintlig situation. För Dalälven är föroreningsmängden för Cr, Ni, PBDE 47, PBDE 99 och PBDE 209 fortsatt högre för planerat område med rening gentemot befintligt. Om det anses vara nödvändigt att minska mängderna av dessa ämnen till Dalälven kan framtida föreslagna avrinningsområden ses över. Om en del av Dalälvens föreslagna tillrinningsområde i stället avleds mot Siljan kommer det resultera i att föroreningsmängderna av Cr, Ni, PBDE 47, PBDE 99 samt PBDE 209 blir lägre för planerad situation med rening gentemot befintlig situation.

En simulering har utförts i SCALGO Live för planerat utredningsområde vid ett 100-årsregn med klimatkraft 1,25 och en varaktighet på 6 timmar, där hänsyn inte tagits till ledningsnät för dagvatten eller infiltration. Resultatet visar att skyfallsvattnet fortsatt avleds åt nordöst och sydväst. Fler lågpunkter skapas inom planerat utredningsområde då flertalet blandade grönområden sänkts ned samt skolgårdens mitt. Detta medför att inga större förändringar sker gällande skyfallet.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund och syfte.....	1
1.2	Omfattning och avgränsning.....	2
2	Förutsättningar	3
2.1	Underlag.....	3
2.2	Dagvattenprogram, riktlinjer och strategi	3
2.3	Vattenförvaltningen	5
2.4	Svenskt Vatten – P110	5
3	Beräkningsmetoder och modeller	6
3.1	StormTac Web.....	6
3.1.1	Dimensionerande dagvattenflöden och fördröjning	6
3.1.2	Föroreningar.....	7
3.2	SCALGO LIVE.....	8
4	Befintliga förhållanden.....	8
4.1	Områdesbeskrivning	8
4.2	Geotekniska förhållanden	9
4.2.1	Markförhållanden	9
4.2.2	Grundvattennivåer	12
4.3	Recipient och miljö kvalitetsnormer för dagvatten	14
4.3.1	Ytvattenförekomst – Dalälven	15
4.3.2	Ytvattenförekomst – Siljan.....	15
4.3.3	Grundvattenförekomst – Lillåsen–Mora.....	16
4.3.4	Grundvattenförekomst – Orsa sandsten.....	16
4.4	Befintliga avrinningsområden och markanvändning	16
4.5	Markavvattningsföretag och vattenskyddsområde	18
4.6	Översvämningar	19
4.6.1	Översiktlig skyfallsanalys.....	19
4.6.2	Höga vattenstånd	20
5	Framtida förhållanden	21
5.1	Avrinningsområden och markanvändning	21
6	Dagvattenberäkningar	24
6.1	Dagvattenflödesberäkningar.....	24

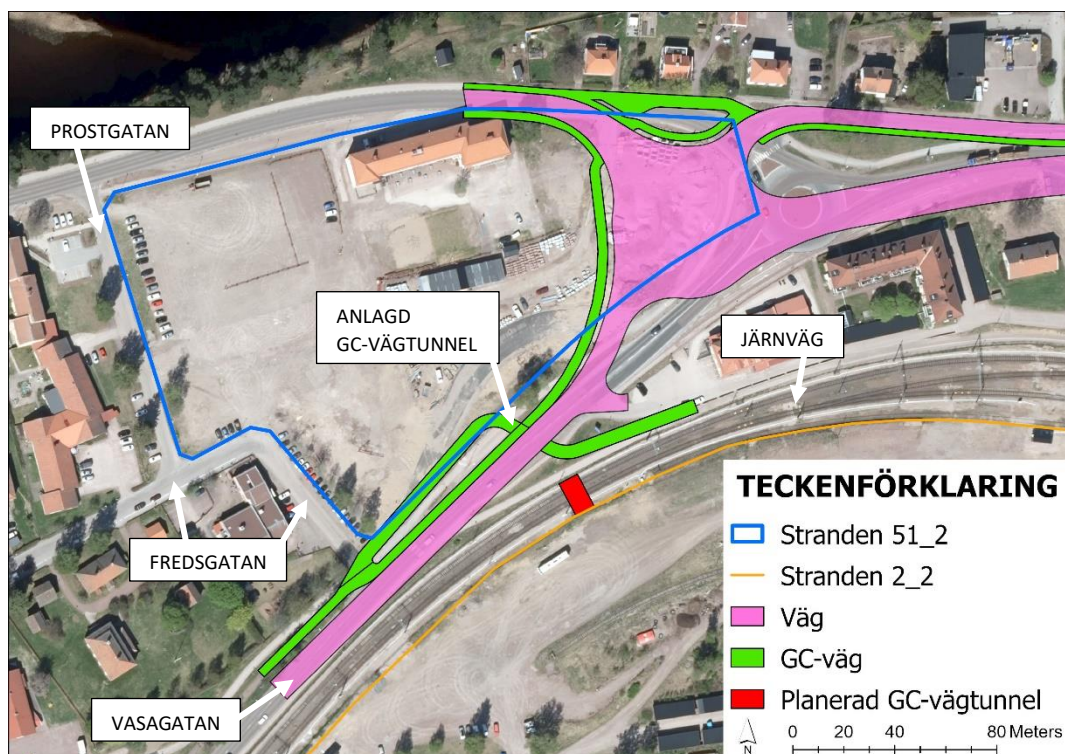


6.1.1	Behov av utjämning.....	25
6.2	Föroreningsberäkningar.....	25
7	Förslag till dagvattenhantering.....	27
7.1	Avrinningsområde 1.....	29
7.2	Avrinningsområde 2.....	30
7.3	Avrinningsområde 3.....	31
7.4	Avrinningsområde 4 och 5.....	32
7.5	Avrinningsområde 6.....	33
7.6	Resultat av föreslagen dagvattenhantering.....	34
7.6.1	Dagvattenflödesberäkningar och fördröjningsbehov.....	34
7.6.2	Föroreningsberäkningar.....	35
7.7	Den planerade utformningens påverkan på recipientens status.....	37
7.7.1	Planerade utredningsområdets påverkan på Dalälven.....	38
7.7.2	Planerade utredningsområdets påverkan på Siljan.....	40
7.8	Beskrivning av dagvattenanläggningar.....	41
7.8.1	Svackdike.....	41
7.8.2	Växtbädd.....	42
7.8.3	Sedimentationsmagasin.....	43
7.9	Skyfall för den framtida utformningen.....	44
8	Slutsats och rekommendationer.....	46
9	Referenser.....	48

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Inom en del av området Stranden, i Mora kommun, har en del förändringar genomförts och ytterligare förändringar planeras. Tidigare förändringar som genomförts är en nyanläggning av befintlig genomfartsrondell, som har förflyttats mer åt väst, mot fastigheten Stranden 51:2, se Figur 1. En gång- och cykelvägstunnel (GC-vägstunnel) har även anlagts under Vasagatan.



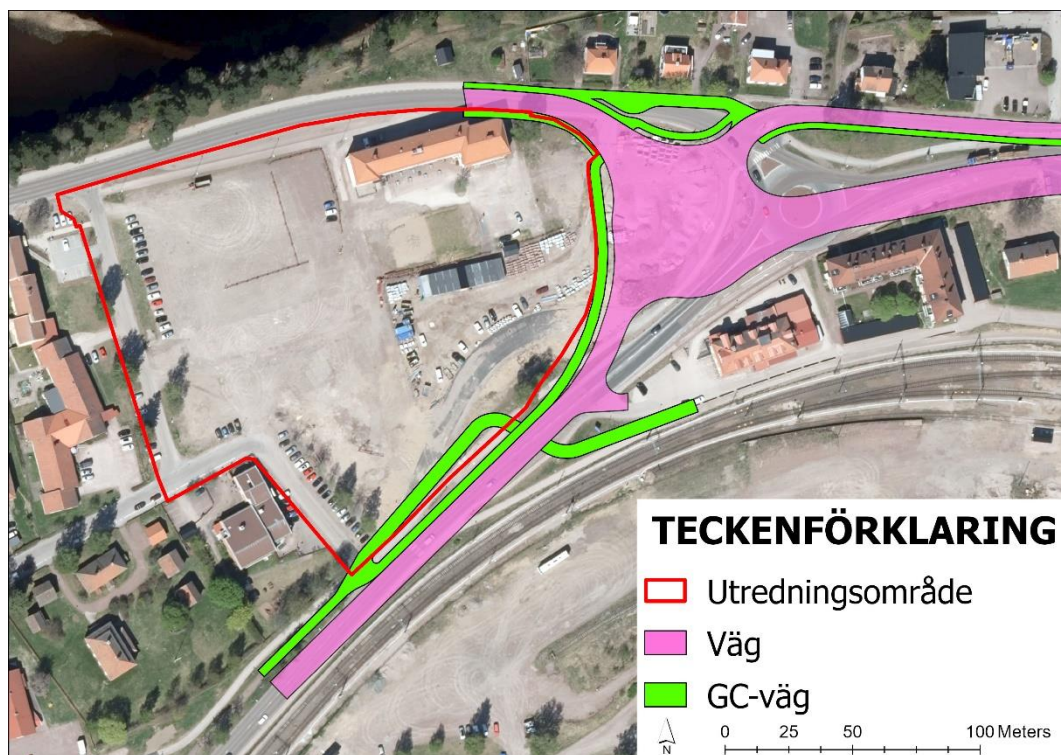
Figur 1. Befintlig fastighetsgräns för Stranden 51:2, del av Stranden 2:2's fastighetsgräns samt genomförda och planerade förändringar.

Förändringar som planeras i framtiden är att en del av fastigheten Stranden 51:2 anläggs som högstadieskola med tillhörande idrottshallar och ett projekt är uppstartat om anläggning av GC-vägstunnel under befintlig järnväg. Anledningen till GC-vägstunneln är för att en del av fastigheten Stranden 2:2, söder om Vasagatan, planeras bli en större ny parkering. GC-vägstunneln medför lättare tillgänglighet mellan den nya parkeringen i söder och högstadieskolan i norr. Prostgatan och del av Fredsgatan planeras även att förändras i samband med ombyggnation till högstadieskola.

Tengboms har arbetat fram en utformning för den planerade högstadieskolan och Mora kommun har tagit fram en utformning för framtida Prostgatan samt Fredsgatan. Kommunen vill nu att en dagvatten- och skyfallsutredning utförs för området som kommer exploateras. Utredningen ska redovisa de befintliga förhållandena för området samt för det framtida efter exploatering.

1.2 Omfattning och avgränsning

Hantering av dagvatten omfattas enbart av området som är inom gränsen för utredningsområdet, se Figur 2. Det är även detta scenario som utredningen utgår ifrån vid befintlig situation.



Figur 2. Området inom gränsen för utredningsområdet ska utredas gällande hantering av dagvatten.

Utredningen omfattar även skyfall inom utredningsområdet och hänsyn tas även till omkringliggande mark utanför området vid kraftigare nederbörd. Detta då uppströmsliggande områden kan påverka utredningsområdet samt att utredningsområdet kan påverka nedströmsliggande områden. SCALGO Live som används vid översiktlig skyfallsanalys har inte uppdaterats sedan genomfartsrondellen fick ny lokalisering samt anläggning av den nya GC-vägen och GC-vägtunneln under Vasagatan. Av denna anledning har en modellering gjorts för befintlig situation i SCALGO, där höjder avlästs från bygghandlingar och därefter lagts in i SCALGO för att få fram ett mer verkligt scenario gällande topografi och befintlig skyfallssituation.

Inga provtagningar har utförts gällande dagvatten. Föroreningsberäkningarna baseras därför på typiska värden för valda markanvändningar.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande underlag från Mora kommun, Nodava, AFRY och Tengboms har använts i denna utredning:

Underlag	Daterat/erhållet
Ledningsanvisningar	2023-09-18
Översiktlig miljöteknisk markundersökning	2024-01-15
PM Geoteknik	2024-01-31
Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/GEO)	2024-01-31
Illustrationsplan	2024-03-06
Utredningsområdesgräns	2024-03-12
Bygghandlingar, GC-väg och genomfartsrondell	2024-03-12
Översiktstakplan	2024-03-13
Dagvattenledningar	2024-03-19
Grundkarta med höjder	2024-03-26

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 Web	StormTac	Web v24.2.1
SCALGO Live	SCALGO ApS	

2.2 Dagvattenprogram, riktlinjer och strategi

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 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)

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 i stället 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 från P110 (Svenskt Vatten, 2016) om att utredningsområdet kan klassas som tät bostadsbebyggelse vid beräkning av dagvattenflöden, se Tabell 2. Det innebär att dagvattenledningsnät ska dimensioneras för ett 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.

Tabell 2. Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem (Svenskt Vatten, 2016)

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

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 (2024) används för att beräkna dagvattenflöden och föroreningsituationen för den befintliga och framtida markanvändningen. Verktöget beräknar även föroreningsituationen med förslag till dagvattenreningsåtgärder. Det är 10 föroreningsämnen 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). I denna utredning används en klimatfaktor på 1,25 för det framtida exploaterade området vid beräkning av dagvattenflöden.

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:

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

Där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

i_A = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimatfaktor

I samråd med Mora kommun och Nodava har det beslutats att dagvattenutredningen ska utgå ifrån att de första 20 mm av regnet ska fördröjas per reducerad m² inom utredningsområdet innan vidare avledning. Erforderlig fördröjningsvolym för 20 mm beräknas för det framtida områdets 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 [m³]

d_r = regndjup [m]

A_i = områdesarea [m²]

φ = avrinningskoefficient [-]

A_{red} = avrinningsområdets reducerade area [ha]

Vid beräkning av rening har anläggningar dimensionerats för att omhänderta 20 mm nederbörd. Andel av total regnvolymer som inryms i anläggningsvolymerna med angiven vattenmängd på 20 mm är strax över 90 %, med en regndefinition som avser en uppehållstid på 12 timmar. Med en uppehållstid på 12 timmar innebär det att anläggningarna är tomma efter cirka 12 timmar, för att få plats med nästkommande regn. Anläggningarnas avtappning rekommenderas att dimensioneras utifrån detta.

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 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 årsvolymer 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. Verktøjets osäkerheter bör dock beaktas när slutsatser dras.

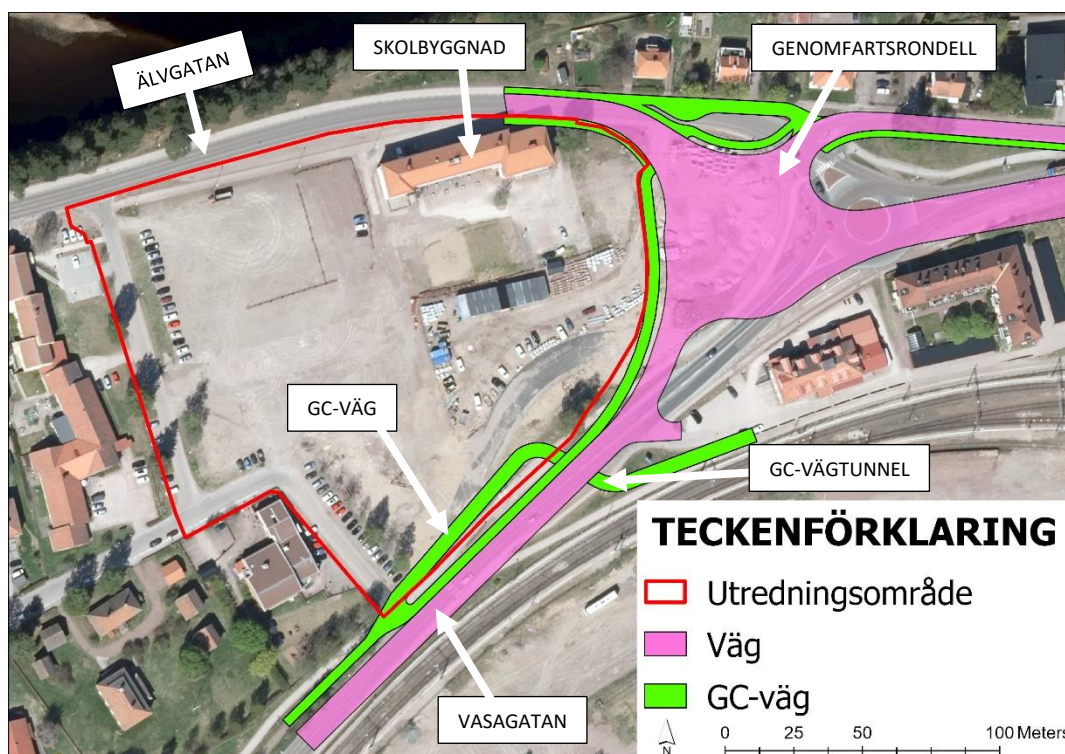
3.2 SCALGO LIVE

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. Verktøjet innehåller nationella höjddata från lantmäteriet med en upplösning om 1x1 meter. SCALGO är inte en dynamisk modell men med hjälp av verktøjets 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 har även tagit fram principer för hur hänsyn kan tas till infiltration i mark och upptag av dagvattenledningsnät. 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 beläget mellan Älvgatan och Vasagatan. Inom området består markanvändningen idag av grusad och asfalterad parkering, vägar, mindre grönytor och en äldre skolbyggnad som nyttjas som ungdomsgård, se Figur 3.



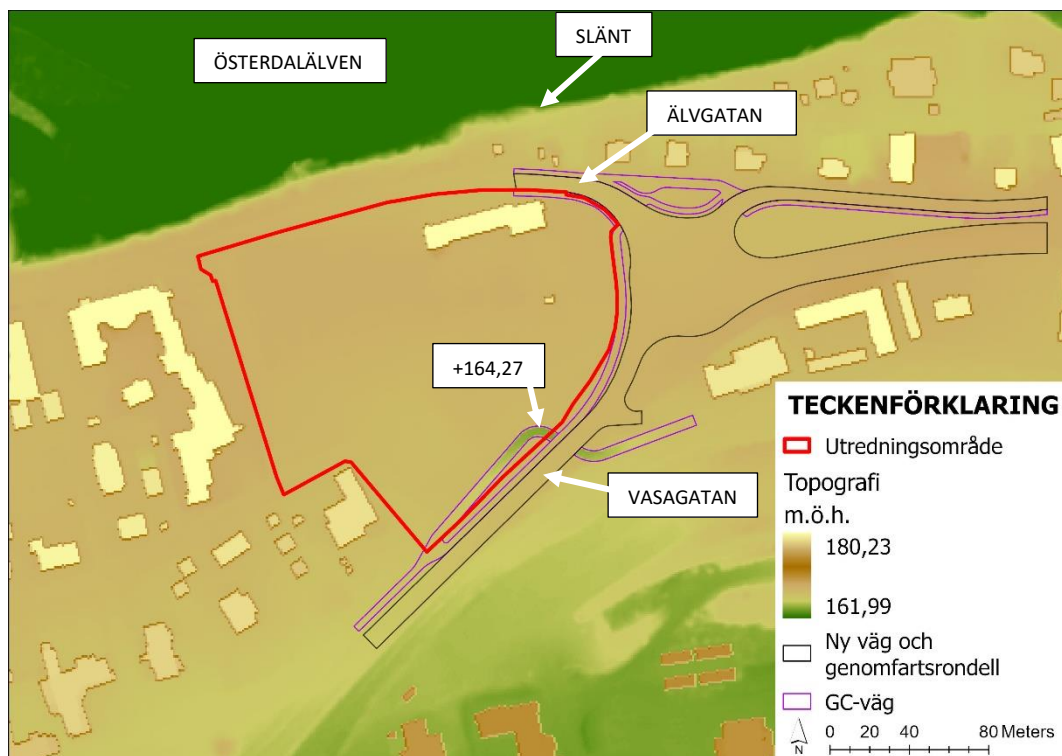
Figur 3. Befintlig markanvändning inom och utanför utredningsområdet.

Öster och söder om utredningsområdet finns den nyanlagda genomfartsrondellen, GC-vägen och GC-vägtunneln. Väster om området finns befintlig bebyggelse.

4.2 Geotekniska förhållanden

4.2.1 Markförhållanden

Den nya genomfartsrondellen med tillhörande väg, GC-väg och GC-vägtunnels höjdsättning har modellerats i SCALGO för att få fram ungefärlig topografi inom samt i anslutning till utredningsområdet. Enligt Figur 4 är topografin inom området relativt plant bortsett från området i söder där GC-vägen går ned under Vasagatan.



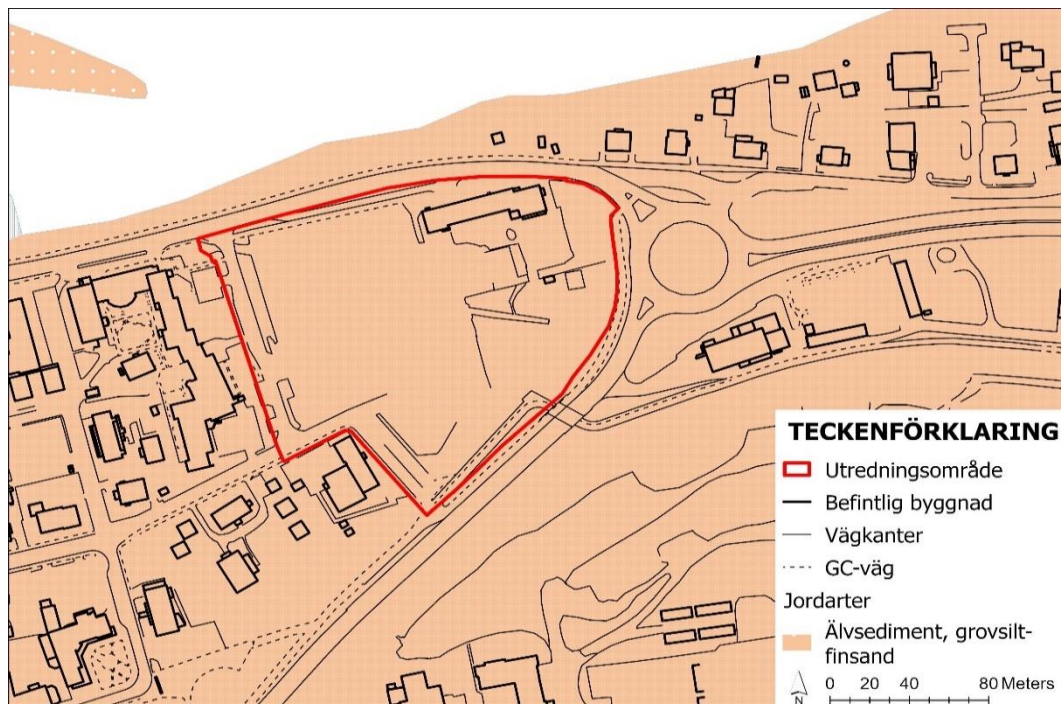
Figur 4. Topografin inom och utanför utredningsområdet efter ny höjdsättning av ny väg, genomfartsrondell och GC-väg.

AFRY (2024a) 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).

Norr om Älvgatan finns en slänt ned mot Österdalälven. Slänten har en höjdskillnad om cirka 6 meter och täcks av gräs och björkar. Slänten som sluttar mot Österdalälven har en nivåskillnad på cirka 6 meter mellan släntkrön och släntfot. Släntlutningen är generellt 1:1,5 eller flackare men lokalt finns även brantare släntlutningar. Enligt AFRY (2024a) finns tecken på erosion och rörelse i slänten då exempelvis flertalet träd lutar.

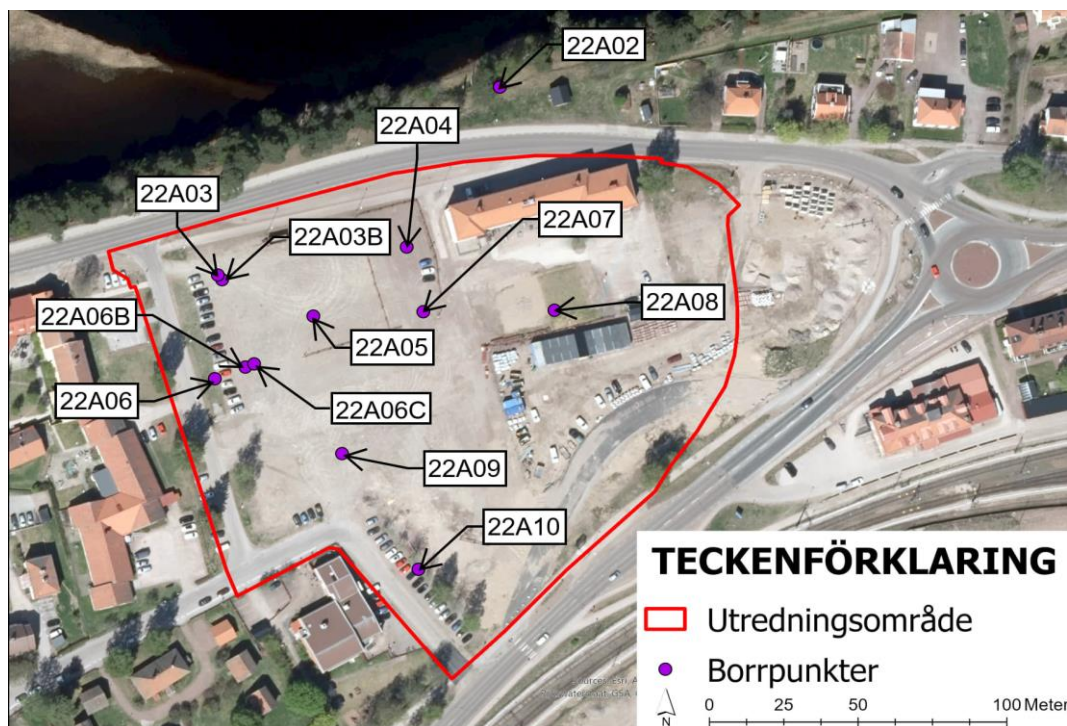
En modellerad erosion har utförts som visar att nybyggnation av utredningsområdet uppnår tillfredställande stabilitet samt att nybyggnationen ej påverkar stabiliteten av befintlig slänt. Tillfredsställande stabilitet uppnås däremot inte för befintlig infrastruktur som GC-vägen närmast slänten och delar av Älvgatan. Modelleringen som utförts representerar ett värsta tänkbart scenario och hänsyn har inte tagits till exempelvis befintligt erosionskydd i befintlig slänt. Vegetationen i slänten är stabilitetshöjande och växtlighet rekommenderas att bevaras. Det är även fördelaktigt att se över erosionskydden för att säkerställa stabiliteten i befintlig slänt (AFRY, 2024a).

Enligt SGU:s jordartskarta 1:25 000 – 1:100 000 (2024a) består utredningsområdet av älvsediment som grovsilt eller finsand, se Figur 5. Jorddjupet är skattat till 30–50 meter (SGU, 2024b).



Figur 5. Jordarten inom och utanför utredningsområdet är älvsediment enligt SGU (2024a).

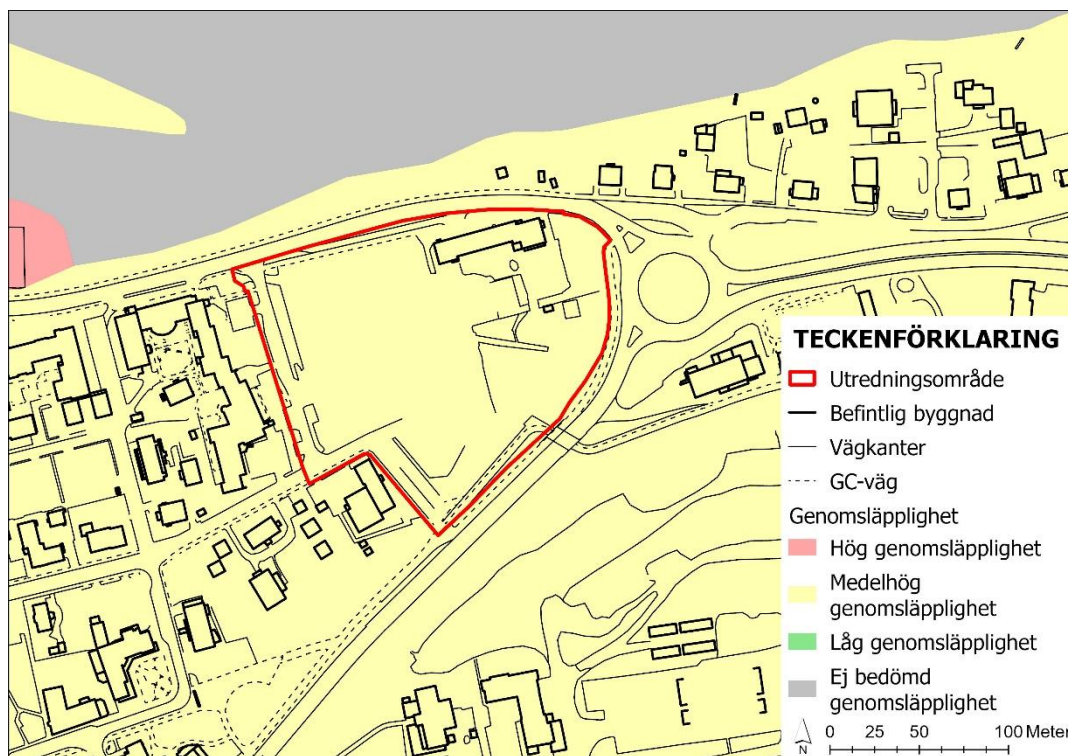
AFRY:s geotekniska fältundersökning visar att utredningsområdets översta lager består av fyllning med grusig sand och med en mäktighet mellan 0,2–2 meter. I punkt 22A03 stoppades jord- och bergsonderingen efter 0,5 meter och detta beror troligtvis på betong med armering, se Figur 6.



Figur 6. Placering av borrpunkter vid den geotekniska fältundersökningen (AFRY, 2024a).

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, 2024a).

Figur 7 visar utredningsområdets genomsläpplighet enligt SGU (2024c), som är medelhög då jordarten är älvsediment.



Figur 7. Genomsläppligheten inom och utanför utredningsområdet är medelhög (SGU, 2024c).

AFRY (2024b) har även utfört en översiktlig miljöteknisk markundersökning (MTU) av jord och grundvatten inom samt i anslutning till utredningsområdet, se Figur 8. De tre grundvattenrören som installerats inom utredningsområdet är miljörör (betecknade 22AFOXMG) och det i norr är ett stålrör (22A02G). Stålröret är inte inkluderat i den miljötekniska markundersökningen.



Figur 8. Placering av installerade grundvattenrör och provgropar (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 23AF002, -005 och -006. I övriga provpunkter har fyllnadsmaterial observerats ned till cirka 0,5 meter under markytan (AFRY, 2024b). Resterna av dessa material rekommenderas att avlägsnas innan ombyggnation av utredningsområdet sker.

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 PCB-7 påträffades i två jordprov (23AF002 och 23AF005) och PAH-H har påvisats i två jordprov (23AF004 och 23AF006). I de provpunkter där KM har överskridits finns fyllnadsmaterial och i tre av dem påträffades byggnadsrester (AFRY, 2024b).

För grundvatten påvisades låga halter och halter av petroleumämnen, PAH, klorerade ämnen och PCB underskrider laboratoriets rapporteringsgräns (AFRY, 2024b).

Bekämpningsmedlet BAM påträffades i grundvatten från ett grundvattenrör på den nordvästra sidan. Inga ytterligare halter av bekämpningsmedlet har påträffats i grundvatten eller jord. Bedömning har gjorts om att det troligtvis rör sig om en mindre punktkälla (AFRY, 2024b).

4.2.2 Grundvattennivåer

I samband med den geotekniska fältundersökningen installerade AFRY fyra grundvattenrör, tre inom utredningsområdet och ett utanför i norr (se Figur 8). Resultatet av grundvattenmätningarna redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Avläsning av grundvattenrör (AFRY, 2024c).

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
	2023-08-14	3,47*	+163,13*
	2023-11-16	4,17	+162,43
	2023-12-22	4,45	+162,15
	2024-01-22	4,53	+162,07
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
	2023-08-14	5,94*	+162,63*
	2023-11-16	**	**
	2023-12-22	6,26	+162,31
	2021-01-22	6,36	+162,21
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
	2023-08-14	4,91*	+162,54*
	2023-11-16	4,92	+162,53
	2023-12-22	5,07	+162,38
	2024-01-22	5,18	+162,27
22AF03MG	2022-12-21	6,51	+162,00
	2023-01-11	6,51	+162,00
	2023-02-17	***	***
	2023-03-30	***	***
	2023-04-28	6,85	+161,66
	2023-05-31	6,45	+162,06
	2023-08-14	5,90*	+162,61*
	2023-11-16	6,02	+162,49
	2023-12-22	***	***
	2024-01-22	***	***

*Avläsning av grundvattenrör utfördes efter kraftigt oväder.

**Lock satt fast.

***Mätning ej utförd pga. is eller snö.

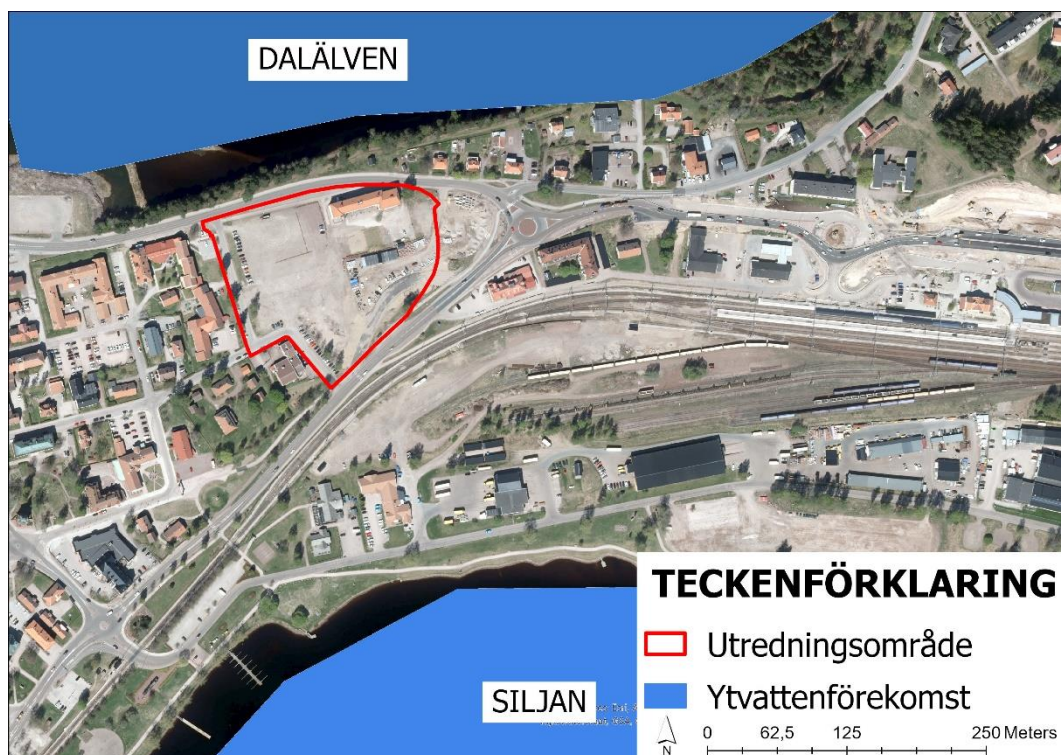
Ett kraftigt oväder inträffade i augusti 2023 och efter ovädret avlästes installerade grundvattenrör igen. Resultatet visade att grundvattennivån ökat för de fyra grundvattenrören och att grundvattnet låg närmare markytan.

Grundvattennivån befinner sig på cirka 4,17 – 6,97 meter under markytan enligt utförda mätningar. För grundvattenrören 22AF01MG och 22AF03MG inom utredningsområdet ligger grundvattennivån mellan 5,90 – 6,97 meter under markytan beroende på plats och avläsningstillfälle. För det tredje röret (22AF02MG) i söder inom området, varierar grundvattennivån mellan 4,91 – 5,82. Utifrån de avläsningar som har utförts kan det antas att rening- och fördröjningsanläggningar kan anläggas relativt djupt.

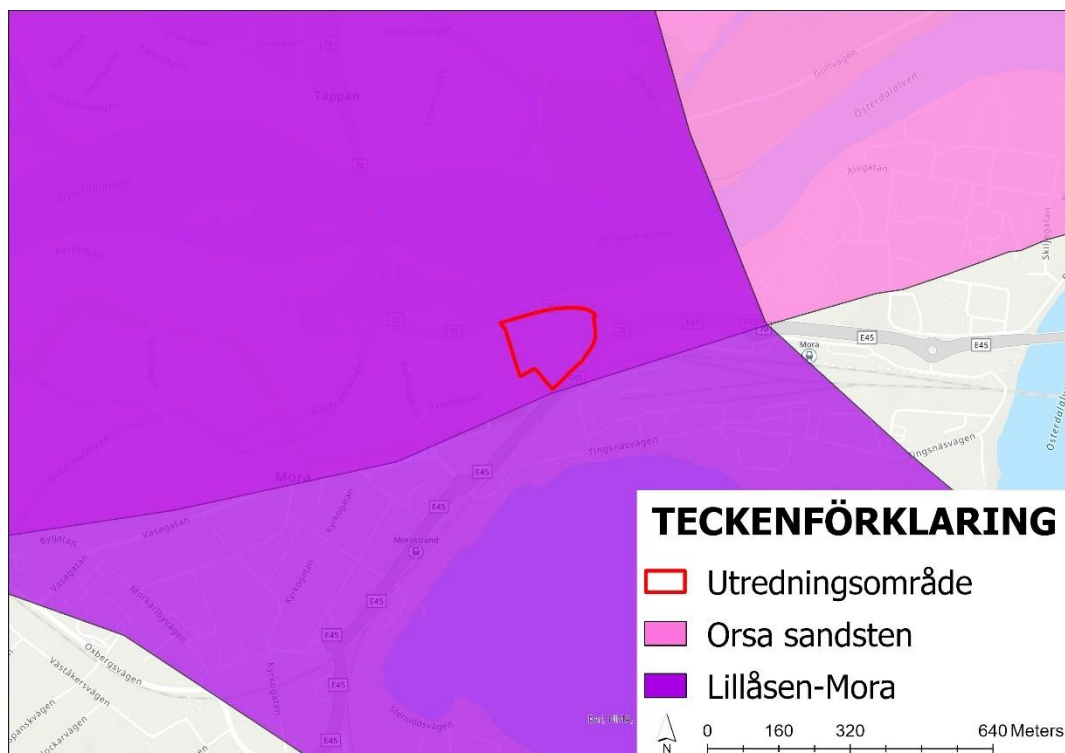
Utredningsområdet består av medelhög genomsläpplighet enligt SGU (2024c) och grundvattennivån är belägen relativt djupt i förhållande till markytan. Detta innebär att det finns förutsättningar för infiltrationslösningar inom området, vilket kan medföra minskad avrinning av föroreningar till områdets recipienter.

4.3 Recipient och miljö kvalitetsnormer för dagvatten

I detta kapitel redovisas utredningsområdets recipienter, se Figur 9, samt dess miljö kvalitetsnormer (MKN) för dagvatten. Den norra delen av utredningsområdet avleds idag via ytlig markavrinning mot Dalälven som har sitt utlopp i Siljan. Den södra delen av området avleds antingen via ytlig markavrinning eller befintligt ledningsnät för dagvatten mot Siljan. Efterföljande delkapitel redovisar grundvattenförekomster, Lillåsen-Mora och Orsa sandsten, se Figur 10.



Figur 9. Lokalisering av utredningsområdets recipienter (VISS, 2023a; VISS, 2023b).



Figur 10. Ungefärlig utbredning av grundvattenförekomsterna (VISS, 2023c; VISS, 2023d).

4.3.1 Ytvattenförekomst – Dalälven

Dalälven (SE676720-143336) är en klassad ytvattenförekomst enligt vattendirektivet och en av utredningsområdets recipienter (VISS, 2023a). Dalälven är kraftigt modifierad och har otillfredsställande ekologisk status och den kemiska statusen uppnår ej god, se Tabell 4.

Tabell 4. Statusklassificering av Dalälven (VISS, 2023a).

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

Den ekologiska statusen beror på hydrologisk regim i vattendrag som är klassad till dålig och morfologiskt tillstånd är klassad som måttlig. Hydrologisk regims status beror på att växter och djurs naturliga livsmiljöer har försvunnit på grund av mänskliga verksamheter. Morfologiskt tillstånd beror på att vattendragets närområde utgörs till 59% av anlagda ytor och/eller aktivt brukad mark. 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. Dalälven omfattas av MKN som enligt beslut ska uppnå god ekologisk potential 2039 och god kemisk ytvattenstatus (VISS, 2023a).

4.3.2 Ytvattenförekomst – Siljan

Siljan (SE673490-145597) är den andra recipienten till utredningsområdet och är en klassad ytvattenförekomst enligt vattendirektivet (VISS, 2023b). Siljan har måttlig

ekologisk status och beror på de biologiska samt hydromorfologiska kvalitetsfaktorerna. Den kemiska statusen uppnår ej god, se Tabell 5.

Tabell 5. Statusklassificering av Siljan (VISS, 2023b).

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

Det som är avgörande för den biologiska kvalitetsfaktorn är bottenfauna samt fisk och för den hydromorfologiska finns minst ett vandringshinder för fisk inom eller i anslutning till vattenförekomsten. Den kemiska statusen beror på de prioriterade ämnena Hg och PBDE som överskrids. Siljans MKN är att uppnå god ekologisk status 2033 och god kemisk ytvattenstatus (VISS, 2023b).

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 6. Målet är att Lillåsen-Mora ska ha fortsatt god status (VISS, 2023c).

Tabell 6. Grundvattenförekomsten Lillåsen–Moras statusklassning (VISS, 2023c).

Grundvattenförekomst	Kvantitativ status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
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 7. Målet är att Orsa sandsten ska ha fortsatt god status (VISS, 2023d).

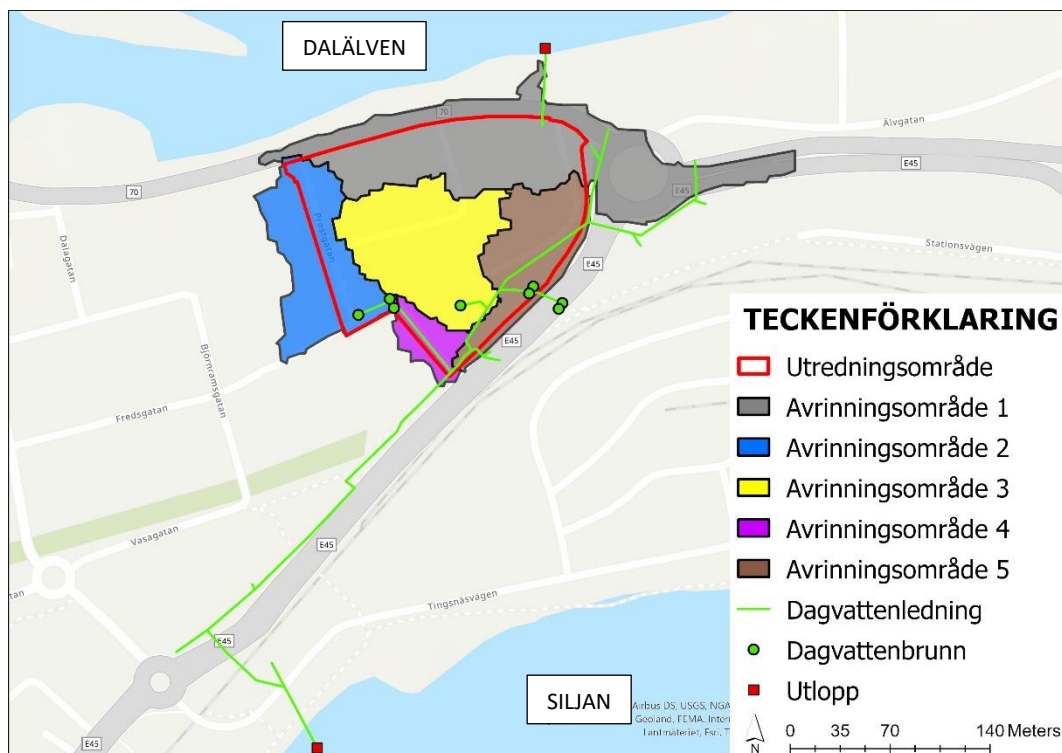
Tabell 7. Grundvattenförekomsten Orsa sandstens statusklassning (VISS, 2023d).

Grundvattenförekomst	Kvantitativ status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Orsa sandsten SE677843-143529	God	God kvantitativ status	God	God kemisk grundvattenstatus

4.4 Befintliga avrinningsområden och markanvändning

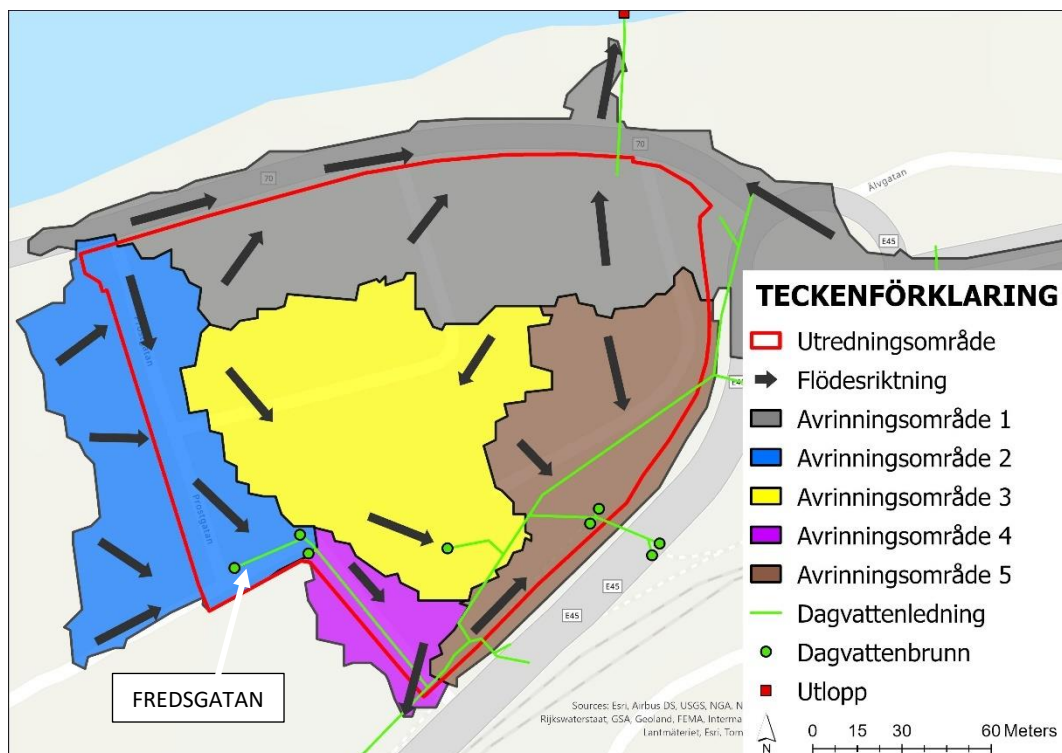
Det befintliga utredningsområdets topografi med ny placering av genomfartsrondell, GC-väg och GC-vägtunnel finns ej i verktyget SCALGO (2023). Av denna anledning har en modellering utförts för att få fram områdets ytliga avrinningsområden.

Den norra delen av utredningsområdet består av ett ytligt avrinningsområde, där dagvattnet avleds på ytan mot Dalälven. Inom de södra och västra delarna av området finns befintliga dagvattenledningarna och -brunnar som avleder dagvattnet mot Siljan, se Figur 11. Dessa avrinningsområden kallas i stället för tekniska avrinningsområden. Avrinningsområde 4 är dock ett ytligt avrinningsområde.



Figur 11. Utredningsområdets ytliga och tekniska avrinningsområden samt aktuellt ledningsnät för dagvatten.

Figur 12 visar avrinningsområdenas flödesriktning.



Figur 12. De tekniska och ytliga avrinningsområdenas flödesriktning inom samt utanför utredningsområdet.

Väster om utredningsområdet finns befintlig bebyggelse. Detta område har en topografi och lutning som medför att dagvattnet avleds ytligt in mot Fredsgatans dagvattenbrunnar. I dagens skede är det okänt om befintlig bebyggelse väster om området har något dagvattenledningsnät. I denna utredning förutsätts det att befintlig

bebyggelse avleds till eget dagvattenledningsnät, varför beräkningar av dagvattenflöden enbart beräknas för den mark av avrinningsområde 2 som finns inom utredningsområdet. Det rekommenderas att befintlig bebyggelse utreds gällande om befintligt ledningsnät för dagvatten finns inom området. Detta för att veta om ytterligare dagvattenflöden kommer avledas mot Fredsgatans dagvattenbrunnar eller inte.

Vid beräkning av befintliga dagvattenflöden för respektive avrinningsområde (se Figur 11) har markytor delats upp för vad det är. Standaravrinningskoefficienter enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016) används därefter vid beräkning av 5- och 20-årsregn, se Tabell 8. Vid beräkning av dagvattenflöden för ett 100-årsregn används avrinningskoefficient 1,0 för hårdgjorda ytor, vilket medför total avrinning, där hänsyn inte tas till ledningsnät för dagvatten. För gräs och blandat grönområde, som är genomsläppliga, används avrinningskoefficient 0,75. Dessa avrinningskoefficienter är från Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) rapport för vägledning för skyfallskartering (2017).

Tabell 8. Befintlig markanvändning för respektive avrinningsområde i hektar, standardavrinningskoefficient vid 5- och 20-årsregn, avrinningskoefficient vid 100-årsregn samt den totala och reducerade arean. Avrinningsområde 1 avleds till Dalälven och avrinningsområde 2–5 avleds till Siljan.

Markanvändning	Area (ha)	Avrinningskoefficient (5- och 20-årsregn)	Reducerad area (ha)	Avrinningskoefficient (100-årsregn)	Reducerad area (ha)
Avrinningsområde 1					
Tak	0,08	0,9	0,07	1,0	0,08
Väg	0,04	0,8	0,03	1,0	0,04
GC-väg	0,06	0,8	0,05	1,0	0,06
Asfalt	0,17	0,8	0,14	1,0	0,17
Asfaltsparkering	0,03	0,8	0,02	1,0	0,03
Grusparkering	0,21	0,5	0,11	1,0	0,21
Grus	0,15	0,5	0,08	1,0	0,15
Gräs	0,06	0,1	0,006	0,75	0,05
Avrinningsområde 2					
Väg	0,12	0,8	0,10	1,0	0,12
GC-väg	0,02	0,8	0,02	1,0	0,02
Asfaltsparkering	0,01	0,8	0,01	1,0	0,01
Grusparkering	0,12	0,5	0,06	1,0	0,12
Gräs	0,06	0,1	0,006	0,75	0,05
Avrinningsområde 3					
Grusparkering	0,76	0,5	0,38	1,0	0,76
Avrinningsområde 4					
Väg	0,04	0,8	0,03	1,0	0,04
GC-väg	0,01	0,8	0,008	1,0	0,01
Grusparkering	0,04	0,5	0,02	1,0	0,04
Gräs	0,02	0,1	0,002	0,75	0,02
Avrinningsområde 5					
GC-väg	0,04	0,8	0,03	1,0	0,04
Asfalt	0,09	0,8	0,07	1,0	0,09
Grus	0,32	0,5	0,16	1,0	0,32
Gräs	0,05	0,1	0,005	0,75	0,04
Hela utredningsområdet					
	2,50		1,41		2,47
Till Dalälven	0,8		0,51		0,79
Till Siljan	1,7		0,90		1,68

4.5 Markavvattningsföretag och vattenskyddsområde

Det förekommer inga markavvattningsföretag eller vattenskyddsområden inom eller i nära anslutning till utredningsområdet.

4.6 Översvämningar

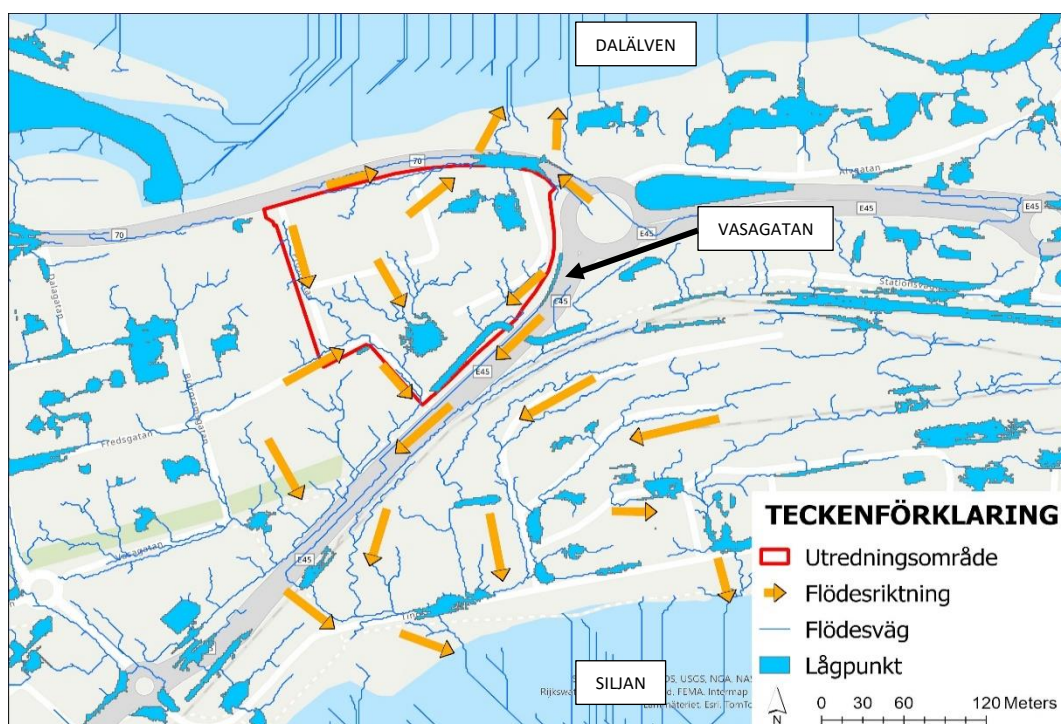
Detta kapitel behandlar risken för översvämning, antingen vid kraftig nederbörd som skyfall eller på grund av höga vattennivåer.

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.

För att undersöka konsekvenserna av ett skyfall för det befintliga utredningsområdet utfördes en modellering och simulering i SCALGO Live (2023), där hänsyn inte tagits till infiltration eller ledningsnät för dagvatten. Ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 och med en varaktighet på 6 timmar tillämpades i verktyget, vilket motsvarar en total nederbörd på 10,6 cm. Anledningen till att varaktigheten 6 timmar valdes är för att testa hur allvarlig översvämningen blir vid ett skyfall med längre varaktighet.

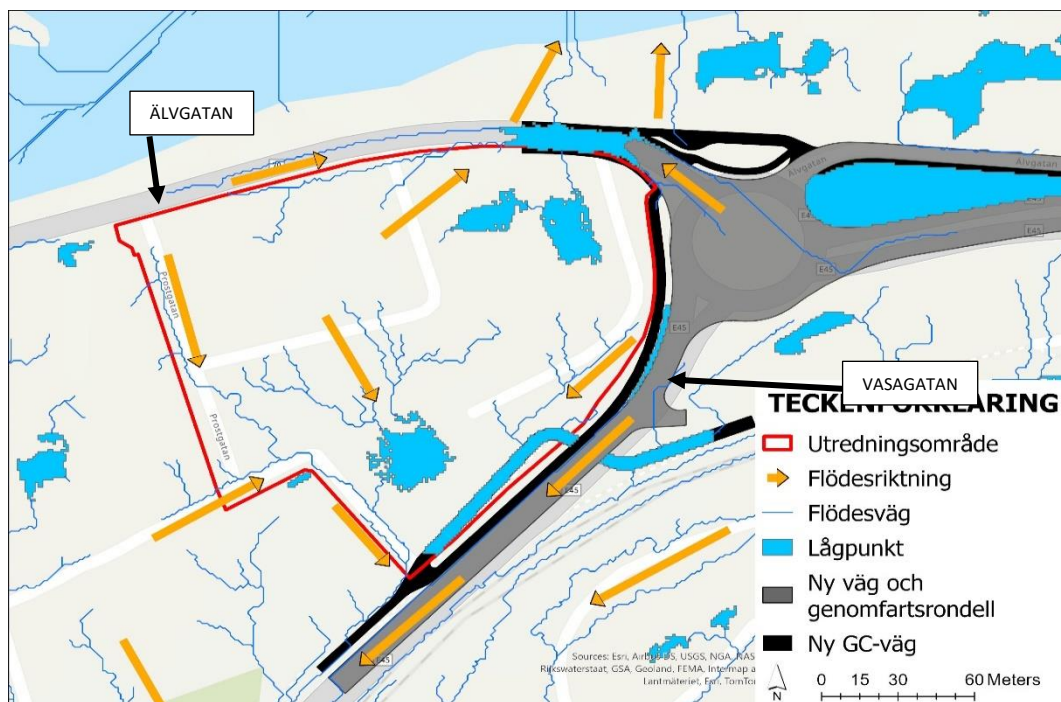
Figur 13 visar lågpunkter, flödesvägar och -riktning inom samt utanför utredningsområdet. Stora delar av områdets skyfallsvatten avleds söderut, längs med Vasagatan och därefter mot Siljan. En mindre andel avleds norrut, mot Dalälven.



Figur 13. Flödesriktning, flödesvägar och lågpunkter vid ett 100-årsregn inom samt utanför utredningsområdet.

Figur 14 visar en närbild av utredningsområdets lågpunkter vid ett 100-årsregn. En del av skyfallsvattnet avleds mot den nya GC-vägen och skyfallsvattnet ställer sig i GC-vägtunneln under Vasagatan. Hur GC-vägtunneln har konstruerats för att klara stående skyfallsvatten eller inte saknas den information om. Om GC-vägtunneln klarar stående skyfallsvatten kan den användas som översvämningssyta vid ett skyfall. Inträffar ett skyfall och GC-vägtunneln översvämmas, finns andra vägar tillgängliga för att ta sig från

norr till söder, exempelvis övergångsställe västerut på Vasagatan och övergångsställe vid Strandenrondellen.



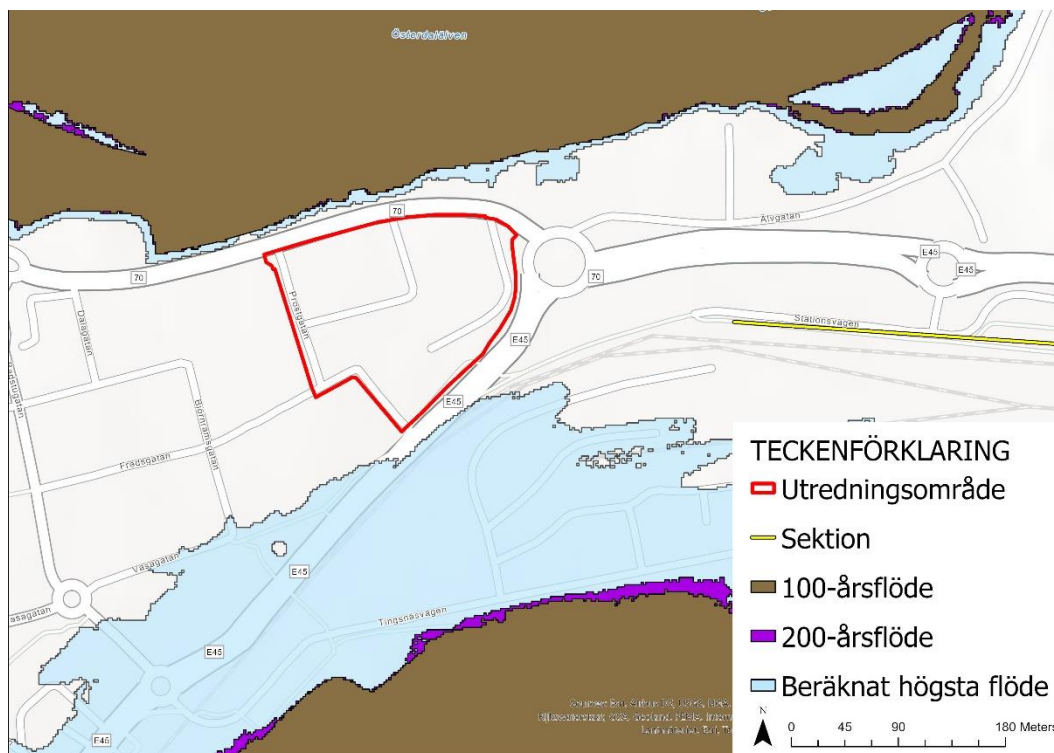
Figur 14. Närbild av utredningsområdets flödesriktning, flödesvägar och lågpunkter vid ett 100-årsregn.

Utöver skyfallsvattnet som ställer sig längs med GC-väg och GC-vägtunnel, skapas ytterligare tre lågpunkter inom utredningsområdet. Dessa lågpunkter får en total skyfallsvolym på cirka 60 m³, när hänsyn inte tas till infiltration och ledningsnät för dagvatten. En lågpunkt skapas även norr om området, på Älvgatan, som vid ett skyfall har en total volym på cirka 60 m³. Djupet för lågpunkten varierar mellan 1–7 cm. Upp till 20 cm anses inte vattenansamlingar utgöra något hinder för fordon.

4.6.2 Höga vattenstånd

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 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 tvärsnitt, se Figur 15. Översvämningsskarteringen är utförd i höjdsystemet RH 2000.



Figur 15. Resultatet av översvämningskarteringen vid 100- och 200-årsflöde samt beräknat högsta flöde (MSB, 2021).

Sektionen närmast utredningsområdet visar:

- 100-årsflöde: 163,2 m.ö.h
- 200-årsflöde: 163,3 m.ö.h
- Beräknat högsta flöde: 166,4 m.ö.h

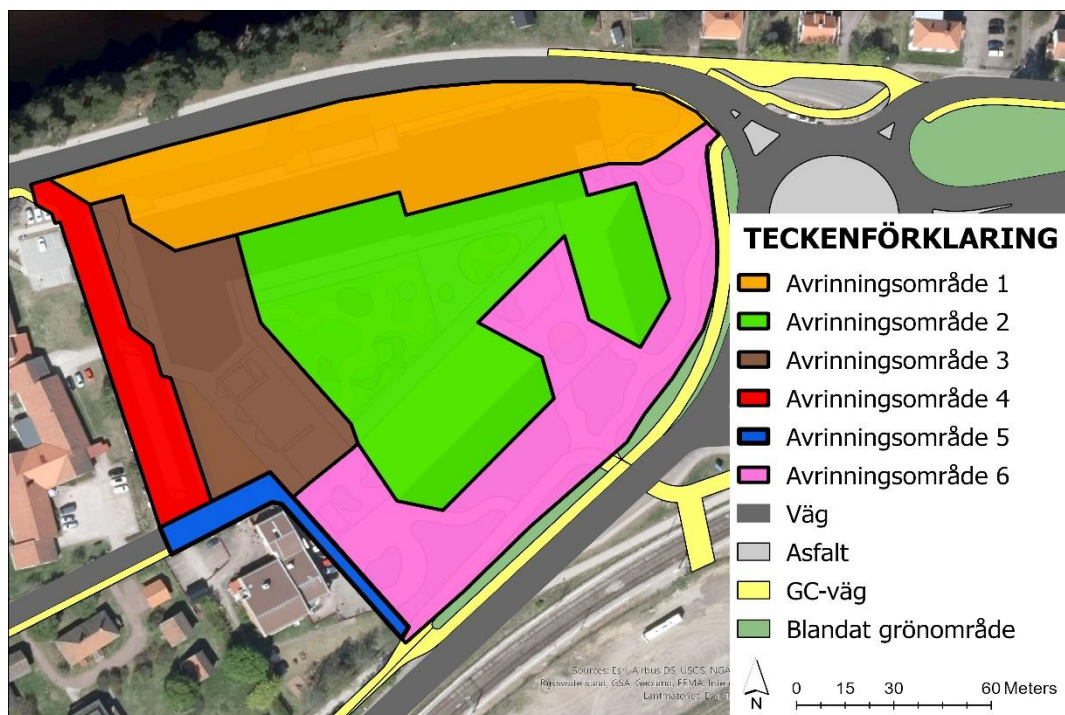
Skola anses vara en samhällsviktig verksamhet och enligt Boverket (2022) ska samhällsviktiga verksamheter anläggas för att klara ett beräknat högsta flöde från närliggande vattendrag. Utredningsområdet klarar det beräknade högsta flödet och bör därför inte komma att påverkas.

5 Framtida förhållanden

5.1 Avrinningsområden och markanvändning

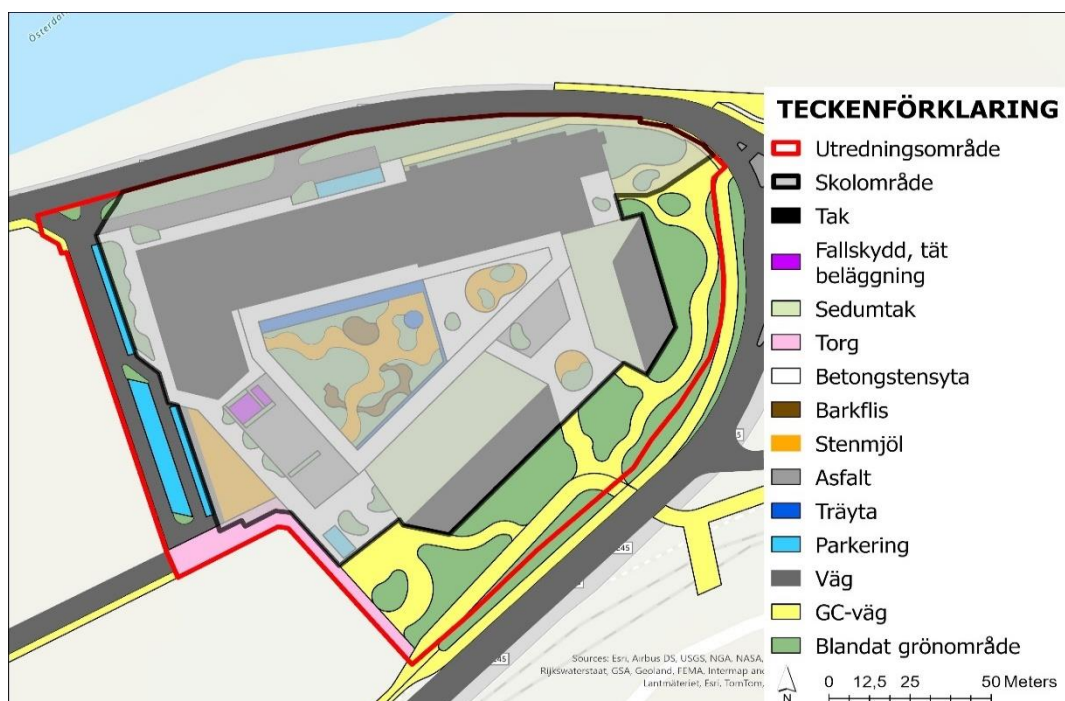
Det framtida utredningsområdet planeras bestå av en högstadieskola med tillhörande idrottshallar, parkering, nya GC-vägar med mera. Prostgatan planeras fortsatt att vara en väg med asfalterad parkering invid och Fredsgatan planeras att bli en torgyta.

I samband med arbetet av den framtida högstadieskolan har en ny höjdsättning tagits fram för utredningsområdet, dock inte för Prost- och Fredsgatan. Dessa gator kommer troligtvis fortsatt att ha befintliga marknivåer även i framtiden. Utifrån ny och befintlig höjdsättning, befintliga och nya föreslagna anslutningspunkter samt hur dagvattnet kan hanteras inom olika delar av utredningsområdet, har framtida tekniska avrinningsområden arbetats fram, se Figur 16.



Figur 16. Avrinningsområden inom det framtida utredningsområdet.

En del av utredningsområdet anses vara markanvändningen "Skolområde". För de framtida avrinningsområdena som anses inneha markanvändningen "Skolområde" har en viktad avrinningskoefficient beräknats fram utifrån total area och total reducerad area. Den viktade avrinningskoefficienten används därefter med markanvändningen "Skolområde" vid beräkning av dagvattenflöden och föroreningar i dagvatten. Övriga ytor inom utredningsområdet har den markanvändning som visas i Figur 17 och där används standardavrinningskoefficienter enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016) vid beräkningar.



Figur 17. Planerat utredningsområde, där en stor del av området anses vara markanvändningen "Skolområde".

Markanvändningen fallskydd, sedumtak, torg, betongstensyta, barkflis, stensmjöl och träyta har inga standaravrinningskoefficienter. Av denna anledning har en antagen avrinningskoefficient använts vid beräkning av reducerad area, se Tabell 9.

Tabell 9. Planerad markanvändning inom respektive avrinningsområde i hektar, standardavrinningskoefficient vid 5- och 20-årsregn, avrinningskoefficient vid 100-årsregn samt den reducerade och totala arean. Beräknad viktad avrinningskoefficient redovisas för avrinningsområde 1–3 och 6. Avrinningsområde 1–3 har föreslagits avledas till Dalälven och avrinningsområde 4–6 till Siljan.

Markanvändning	Area (ha)	Avrinningskoefficient (5- och 20-årsregn)	Reducerad area (ha)	Avrinningskoefficient (100-årsregn)	Reducerad area (ha)
Avrinningsområde 1					
Tak	0,25	0,9	0,23	1,0	0,25
Väg/GC-väg	0,13	0,8	0,10	1,0	0,13
Parkering	0,01	0,8	0,01	1,0	0,01
Betongstensyta	0,04	0,8	0,03	1,0	0,04
Blandat grönområde	0,15	0,1	0,02	0,75	0,11
Totalt*	0,58	0,67	0,39	0,93	0,54
Avrinningsområde 2					
Tak	0,23	0,9	0,21	1,0	0,23
Betongstensyta	0,14	0,8	0,11	1,0	0,14
Stensmjöl	0,07	0,7	0,05	1,0	0,07
Sedumtak	0,19	0,5	0,10	1,0	0,19
Trä	0,03	0,5	0,02	1,0	0,03
Barkflis	0,02	0,4	0,01	1,0	0,02
Blandat grönområde	0,10	0,1	0,01	0,75	0,08
Totalt*	0,78	0,65	0,51	0,97	0,76
Avrinningsområde 3					
Fallskydd	0,01	1,0	0,01	1,0	0,01
Tak	0,10	0,9	0,09	1,0	0,10
Väg/GC-väg	0,02	0,8	0,02	1,0	0,02
Asfalt	0,06	0,8	0,05	1,0	0,06
Betongstensyta	0,11	0,8	0,09	1,0	0,11
Stensmjöl	0,04	0,7	0,03	1,0	0,04
Blandat grönområde	0,03	0,1	0,003	0,75	0,02
Totalt*	0,37	0,78	0,29	0,97	0,36
Avrinningsområde 4					
Väg/GC-väg	0,11	0,8	0,09	1,0	0,11
Parkering	0,05	0,8	0,04	1,0	0,05
Blandat grönområde	0,004	0,1	0,0004	0,75	0,003
Avrinningsområde 5					
Torg	0,05	0,8	0,04	1,0	0,05
Avrinningsområde 6					
Parkering	0,01	0,8	0,01	1,0	0,01
Asfalt	0,02	0,8	0,02	1,0	0,02
Betongstensyta	0,09	0,8	0,07	1,0	0,09
Stensmjöl	0,01	0,7	0,01	1,0	0,01
Blandat grönområde	0,02	0,1	0,002	0,75	0,01
Totalt*	0,15	0,73	0,11	0,96	0,14
GC-väg	0,20	0,8	0,16	1,0	0,20
Blandat grönområde	0,21	0,1	0,02	0,75	0,16
Hela utredningsområdet	2,50		1,65		2,37
Till Dalälven	1,73		1,19		1,66
Till Siljan	0,77		0,46		0,71

*Beräkning av viktad avrinningskoefficient.

Markanvändningens area multipliceras med en standardavrinningskoefficient eller en antagen avrinningskoefficient för att få fram reducerad area. Den reducerade arean är den del av ett avrinningsområde som medverkar till avrinningen. Beroende på vald avrinningskoefficient för respektive markanvändning, kommer den reducerade arean bli högre eller lägre, vilket påverkar avrinningen.

Den totala reducerade arean som avleds till Dalälven vid befintlig situation är 0,51 hektar och till Siljan 0,90 (se Tabell 8). Den totala reducerade arean som föreslagits

avledas till Dalälven efter exploatering är 1,19 hektar och till Siljan 0,46 (se Tabell 9). Den reducerade arean till Dalälven ökar för planerat område gentemot befintligt medan den i stället minskar till Siljan. Detta kommer medföra till en ökad respektive minskad avrinning för planerad situation, vilket även påverkar föroreningsmängden i dagvattnet.

6 Dagvattenberäkningar

I detta kapitel redovisas beräknade dagvattenflöden och föroreningar i dagvatten för hela det befintliga utredningsområdet och det planerade. Föroreningshalter redovisas som µg/l och föroreningsmängder som kg/år.

6.1 Dagvattenflödesberäkningar

Översiktliga dagvattenflödesberäkningar för befintlig situation har utförts enligt ekvationer i avsnitt 3.1.1 samt reducerade ytor enligt Tabell 8. Regnintensiteten har beräknats med specifikt flöde för ett 5-, 20- och 100-årsregn med en regnvaraktighet på 10–14 minuter, se Tabell 10.

Tabell 10. Respektive avrinningsområdes varaktighet samt regnintensitet vid 5-, 20- och 100-årsregn.

ARO	Varaktighet (min)	Regnintensitet 5-årsregn (l/s)	Regnintensitet 20-årsregn (l/s)	Regnintensitet 100-årsregn (l/s)
1	13	157	247	421
2	14	150	237	403
3	12	164	259	411
4	10	181	287	489
5	11	172	272	464

Dagvattenflöden har beräknats utan klimatfaktor för befintlig situation. Resultatet för respektive avrinningsområdes dagvattenflöde, totalt dagvattenflöde för hela utredningsområdet samt totalt till Dalälven respektive Siljan redovisas i Tabell 11.

Tabell 11. Dagvattenflöden för respektive avrinningsområde vid befintlig situation, totalt dagvattenflöde för hela utredningsområdet och totalt dagvattenflöde till Dalälven respektive Siljan.

Avrinningsområde	Varaktighet (min)	5-årsregn (l/s)	20-årsregn (l/s)	100-årsregn (l/s)
1	13	77	120	330
2	14	27	43	120
3	12	62	97	330
4	10	11	18	51
5	11	47	74	230
Totalt flöde		224	352	1 061
Totalt till Dalälven	13	77	120	330
Totalt till Siljan	47	147	232	731

Översiktliga dagvattenflödesberäkningar för planerad situation har utförts enligt ekvationer i avsnitt 3.1.1, reducerade ytor enligt Tabell 9 samt med en klimatfaktor på 1,25. Regnintensiteten har beräknats med specifikt flöde för 5-, 20- och 100-årsregn med en regnvaraktighet på 10 minuter. Planerad situation innebär mer hårdgjorda ytor och därmed en snabbare avrinning, vilket ger en kortare varaktighet.

- $i_{5\text{-årsregn},10\text{min}} * 1,25 = 227 \text{ l/s, ha}$
- $i_{20\text{-årsregn},10\text{min}} * 1,25 = 358 \text{ l/s, ha}$
- $i_{100\text{-årsregn},10\text{min}} * 1,25 = 611 \text{ l/s, ha}$

Resultatet för respektive avrinningsområdes dagvattenflöde för planerad situation, totalt dagvattenflöde för hela utredningsområdet samt totalt till Dalälven respektive Siljan redovisas i Tabell 12.

Tabell 12. Dagvattenflöden för respektive avrinningsområde vid planerad situation, totalt dagvattenflöde för hela utredningsområdet och totalt dagvattenflöde till Dalälven respektive Siljan.

Avrinningsområde	Varaktighet (min)	5-årsregn (l/s)	20-årsregn (l/s)	100-årsregn (l/s)
1	10	88	140	330
2	10	110	180	460
3	10	65	100	220
4	10	29	46	100
5	10	9	14	31
6	10	66	100	310
Totalt flöde		367	580	1 451
Totalt till Dalälven	30	263	420	1 010
Totalt till Siljan	30	104	160	441

Vid jämförelse mellan Tabell 11 och Tabell 12 ökar dagvattenflödet för hela det planerade utredningsområdet för alla årsregn. Att dagvattenflödet ökar beror troligtvis på klimatfaktorn, detta då hårdgöringsgraden inte ökar nämnvärt inom planerat området. Vid jämförelse till respektive recipient så ökas det planerade dagvattenflödet till Dalälven och till Siljan minskar i stället dagvattenflödet.

6.1.1 Behov av utjämning

Kapaciteten i befintligt dagvattenledningsnät är i dagens skede okänd, vilket innebär att utredningen inte har ett maximalt dagvattenutsläpp att utgå ifrån. Beslut har i stället tagits om att de första 20 mm av ett regn per reducerad m² ska fördröjas inom utredningsområdet innan vidare avledning.

Tabell 13 redovisar den yta som bör reserveras inom respektive avrinningsområde för att uppnå fördröjning om 20 mm inom det planerade utredningsområdet. Beräkningarna har utförts i enlighet med formler och antaganden i avsnitt 3.1.1.

Tabell 13. Respektive avrinningsområdes reducerade area och den fördröjningsvolym som behövs för att uppnå fördröjning om 20 mm.

Avrinningsområde	Reducerad area (m ²)	Fördröjningsvolym (m ³)
1	3 900	78
2	5 100	102
3	2 900	58
4	1 300	26
5	400	8
6	2 900	58
Totalt	16 500	330

6.2 Föroreningsberäkningar

För denna utredning har 14 föroreningsämnen beräknats i StormTac, de 10 standardämnena samt ytterligare fyra föroreningsämnen som påverkar Dalälven och Siljans MKN. Standardämnena är fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), suspenderad substans (SS) och bens(a)pyren (BaP). De föroreningsämnen som påverkar recipienterna är kvicksilver (Hg) och pentabromodiphenyl 47/99/209 (PBDE 47/99/209).

Tabell 14 redovisar den beräknade föroreningshalten ($\mu\text{g/l}$) och Tabell 15 redovisar beräknad föroreningsmängd ($\text{kg}/\text{år}$) för den del av utredningsområdet som avleds till Dalälven.

Tabell 14. Beräknad föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$) i dagvatten för respektive ämne för den del av befintligt och planerat utredningsområde som avleds till Dalälven. Rödmarkerade siffror överskrider befintlig situation.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	97	280
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1 600	1 600
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	9,3	13
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	22	25
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	67	92
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,34	0,63
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	8,1	11
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	4,3	8,5
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,047	0,028
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	54 000	64 000
Bens(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,031	0,045
Pentabromodiphenyl eter 47 (PBDE 47)	$\mu\text{g/l}$	0,00018	0,00018
Pentabromodiphenyl eter 99 (PBDE 99)	$\mu\text{g/l}$	0,00023	0,00023
Pentabromodiphenyl eter 209 (PBDE 209)	$\mu\text{g/l}$	0,015	0,015

Tabell 15. Beräknad föroreningsmängd ($\text{kg}/\text{år}$) i dagvatten för respektive ämne för den del av befintligt och planerat utredningsområde som avleds till Dalälven. Rödmarkerade siffror överskrider befintlig situation.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	$\text{kg}/\text{år}$	0,39	2,4
Kväve (N)	$\text{kg}/\text{år}$	6,7	14
Bly (Pb)	$\text{kg}/\text{år}$	0,038	0,12
Koppar (Cu)	$\text{kg}/\text{år}$	0,092	0,22
Zink (Zn)	$\text{kg}/\text{år}$	0,27	0,82
Kadmium (Cd)	$\text{kg}/\text{år}$	0,0014	0,0055
Krom (Cr)	$\text{kg}/\text{år}$	0,033	0,096
Nickel (Ni)	$\text{kg}/\text{år}$	0,017	0,075
Kvicksilver (Hg)	$\text{kg}/\text{år}$	0,00019	0,00025
Suspenderad substans (SS)	$\text{kg}/\text{år}$	220	570
Bens(a)pyren (BaP)	$\text{kg}/\text{år}$	0,00013	0,0004
Pentabromodiphenyl eter 47 (PBDE 47)	$\text{kg}/\text{år}$	0,00000075	0,0000016
Pentabromodiphenyl eter 99 (PBDE 99)	$\text{kg}/\text{år}$	0,00000093	0,000002
Pentabromodiphenyl eter 209 (PBDE 209)	$\text{kg}/\text{år}$	0,000061	0,00013

Vid jämförelse mellan befintligt och planerat i Tabell 14 ökar alla föroreningsämnen halter för planerad situation till Dalälven, bortsett från N, Hg, PBDE 47, PBDE 99 och PBDE 209. Resultatet i Tabell 15 visar att samtliga föroreningsämnen mängd ökar för det planerade gentemot befintligt, vilket beror på att Dalälvens tillrinningsområde har blivit större.

Tabell 16 redovisar beräknad föroreningshalt och Tabell 17 redovisar beräknad föroreningsmängd för den del av utredningsområdet som avleds till Siljan.

Tabell 16. Beräknad föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$) i dagvatten för respektive ämne för den del av befintligt och planerat utredningsområde som avleds till Siljan. Rödmarkerade siffror överskrider befintlig situation.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	120	130
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1 600	1 600
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	13	8,5
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	28	18
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	92	49
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,35	0,37
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	11	8,6
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	5,0	5,3
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,062	0,045
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	91 000	42 000
Bens(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,044	0,029
Pentabromodiphenyl eter 47 (PBDE 47)	$\mu\text{g/l}$	0,00018	0,00018
Pentabromodiphenyl eter 99 (PBDE 99)	$\mu\text{g/l}$	0,00023	0,00022
Pentabromodiphenyl eter 209 (PBDE 209)	$\mu\text{g/l}$	0,015	0,015

Tabell 17. Beräknad föroreningsmängd (kg/år) i dagvatten för respektive ämne för den del av befintligt och planerat utredningsområdet som avleds till Siljan. Rödmarkerade siffror överskrider befintlig situation.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	kg/år	1,0	0,48
Kväve (N)	kg/år	14	5,7
Bly (Pb)	kg/år	0,11	0,03
Koppar (Cu)	kg/år	0,24	0,066
Zink (Zn)	kg/år	0,79	0,17
Kadmium (Cd)	kg/år	0,003	0,0013
Krom (Cr)	kg/år	0,095	0,031
Nickel (Ni)	kg/år	0,042	0,019
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00053	0,00016
Suspenderad substans (SS)	kg/år	780	150
Bens(a)pyren (BaP)	kg/år	0,00038	0,0001
Pentabromodiphenyl eter 47 (PBDE 47)	kg/år	0,0000016	0,00000064
Pentabromodiphenyl eter 99 (PBDE 99)	kg/år	0,0000019	0,0000008
Pentabromodiphenyl eter 209 (PBDE 209)	kg/år	0,00013	0,000054

Vid jämförelse mellan befintligt och planerat i Tabell 16 ökar endast föroreningshalterna för ämnena P, Cd och Ni. Tabell 17 visar att samtliga ämnens föroreningsmängd till Siljan blir lägre för planerad situation gentemot befintligt. Detta beror på att Siljans tillrinningsområde har blivit mindre.

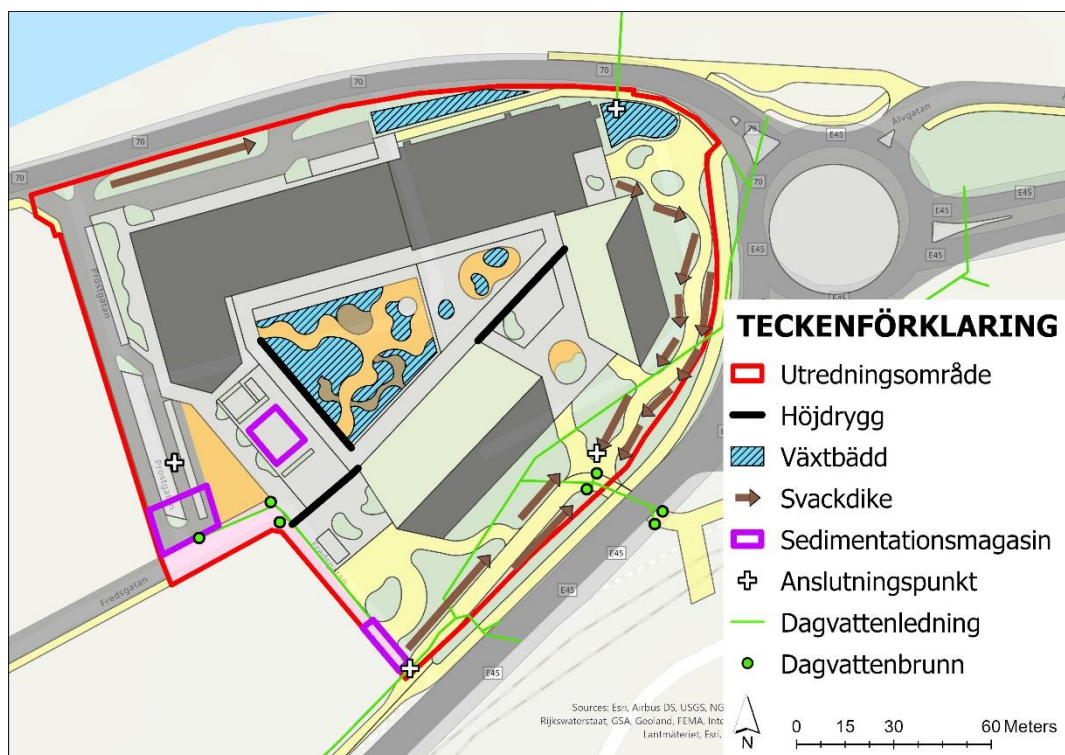
Då utredningsområdet behöver omhänderta 20 mm innan vidare avledning samt för att inte påverka recipienternas MKN negativt rekommenderas det att anläggningar för dagvatten anläggs inom området. Dessa anläggningar kan både rena och fördröja dagvattnet innan vidare avledning.

7 Förslag till dagvattenhantering

Föreslagen systemlösning har baserats på i dagsläget tillgänglig information om planerad utformning, ny och befintlig höjdsättning, befintliga och nya föreslagna anslutningspunkter, riktlinjer och krav samt lokala förutsättningar för fördröjning och rening av dagvatten. Då den planerade utformningen ännu 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.

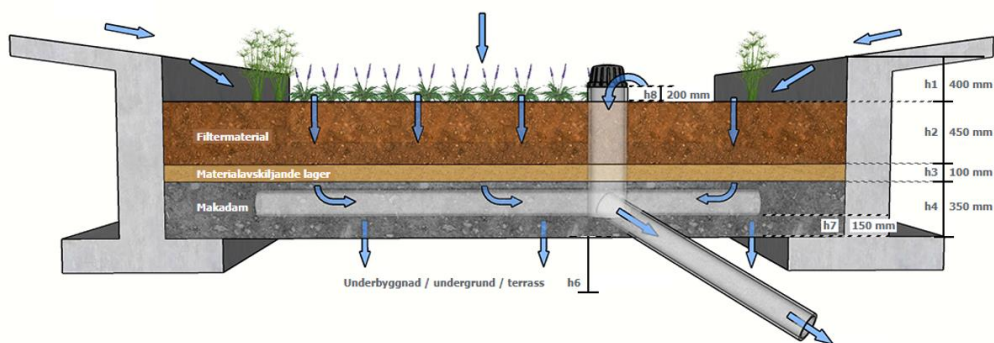
Enligt den översiktliga miljötekniska utredningen (AFRY, 2024b) finns förhöjda halter inom utredningsområdet. Där halter för riktvärden över KM påträffats, utgår utredningen från att dessa har sanerats och kan vid behov användas för hantering av dagvatten. Om mark inte saneras behöver dagvattenanläggningar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

Föreslagen dagvattenhantering har utgått från AFRY:s avrinningsområden i Figur 16 från avsnitt 5.1, som baseras på befintlig och ny höjdsättning samt föreslagna anslutningspunkter. Olika typer av anläggningar har föreslagits inom utredningsområdet och Figur 18 redovisar översiktligt den föreslagna dagvattenhanteringen. Observera att markanvändningen fallskydd, betongstensyta, asfalt, trä och parkering fått en gemensam färg gentemot tidigare samt att samtliga markanvändningar har tonats ned. Detta för att tydliggöra hanteringen av dagvatten.



Figur 18. Översiktlig dagvattenhantering inom det planerade utredningsområdet. Observera att markanvändningarna fallskydd, betongstensyta, asfalt och parkering fått en gemensam färg gentemot tidigare samt att all markanvändning har tonats ned (se Figur 17).

Föreslagna dagvattenanläggningar har dimensionerats för att kunna omhänderta 20 mm nederbörd. Vid beräkning är föreslagna växtbäddar först nedsänkta 0,4 m och därefter kommer ett filtermaterial på 0,45 m med porositet 30%, materialavskiljande lager på 0,1 m samt makadam på 0,35 m. Detta har gett ett totalt anläggningsdjup på 1,3 m, se Figur 19. Hur växtbäddarna dimensioneras påverkar reningseffekt samt tillgänglig volym i anläggningen. Beroende på platsspecifika krav och andra förutsättningar kan föreslagna växtbäddar dimensioneras på annat sätt.

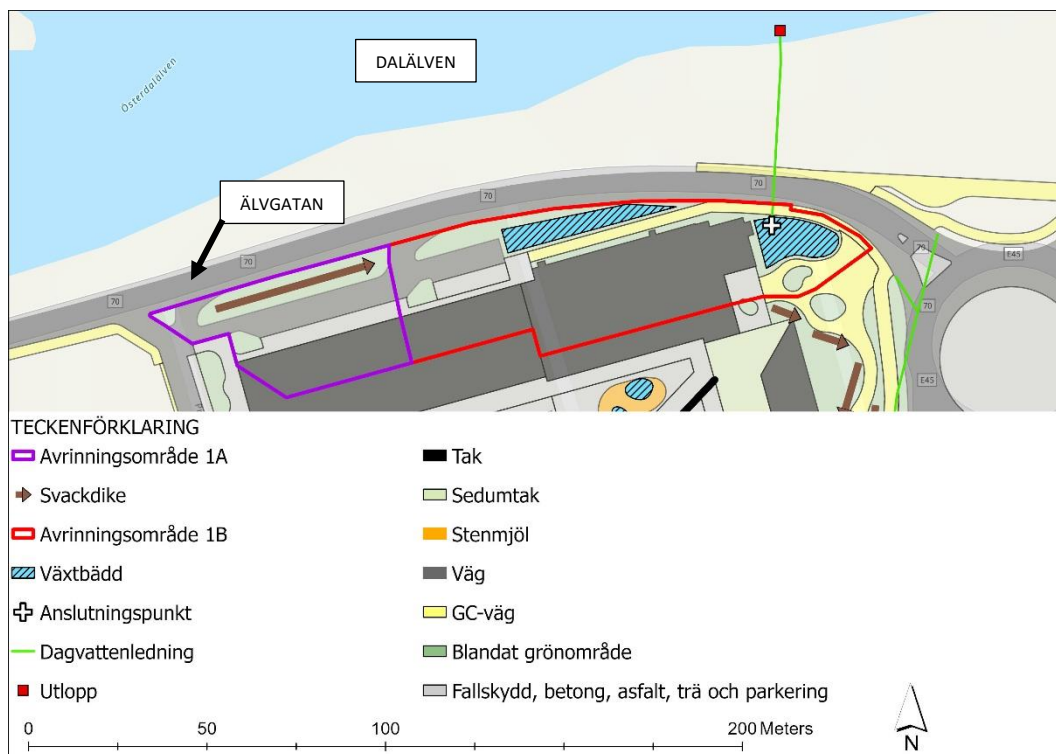


Figur 19. Uppbyggnaden av en växtbädd (StormTac, 2024).

Efterföljande delkapitel redovisar respektive avrinningsområde mer ingående.

7.1 Avrinningsområde 1

Avrinningsområde 1 har delats upp i delområde A och B. Anledningen till detta är för att befintliga ledningar (med okänt djup) finns inom delområde 1A, som går under blandat grönområde och en del av Älvgatan, mot nordöst. Detta medför att en anläggning inom delområdet inte kan anläggas för djupt och därför har ett svackdike föreslagits, se Figur 20. Inom delområde 1B har nedsänkta växtbäddar föreslagits. Dagvattnet kan avledas till växtbäddarna genom ytavrinning eller olika brunnstyper. Efter svackdike och växtbäddar kan dagvattnet avledas till anslutningspunkt och därefter via dagvattenledning mot Dalälven.



Figur 20. Dagvattenhantering inom avrinningsområde 1. Observera att markanvändningen har tonats ned för att hanteringen av dagvatten ska förtydligas.

Dagvattnet som avleds via svackdiket kan avledas på en separat dagvattenledning till anslutningspunkt eller avledas till växtbäddarna för ytterligare rening och fördröjning. Hur dagvattnet från svackdiket ska avledas vidare mot anslutningspunkten rekommenderas att studeras vidare vid en detaljprojektering.

Beräknat dagvattenflöde vid ett framtida 20-årsregn till svackdiket är 43 l/s. Svackdiket har dimensionerats för att omhänderta 20 mm och Tabell 18 visar indata till hur svackdiket har dimensionerats upp vid beräkning av rening.

Tabell 18. Indata och dimensionering av föreslaget svackdike inom delområde 1A.

20-årsregn (l/s)	Reducerad tillrinningsarea (m ²)	Fördröjningsvolym (m ³)	Area anläggning (m ²)	Djup (m)	Släntlutning (-)	Tillgänglig volym (m ³)
43	1 200	24	160	0,3	1:3	24

Beräknat dagvattenflöde vid ett framtida 20-årsregn till föreslagna växtbäddar är 97 l/s. Växtbädden har dimensionerats för att omhänderta 20 mm och Tabell 19 visar indata till hur anläggningen har dimensionerats upp vid beräkning av rening.

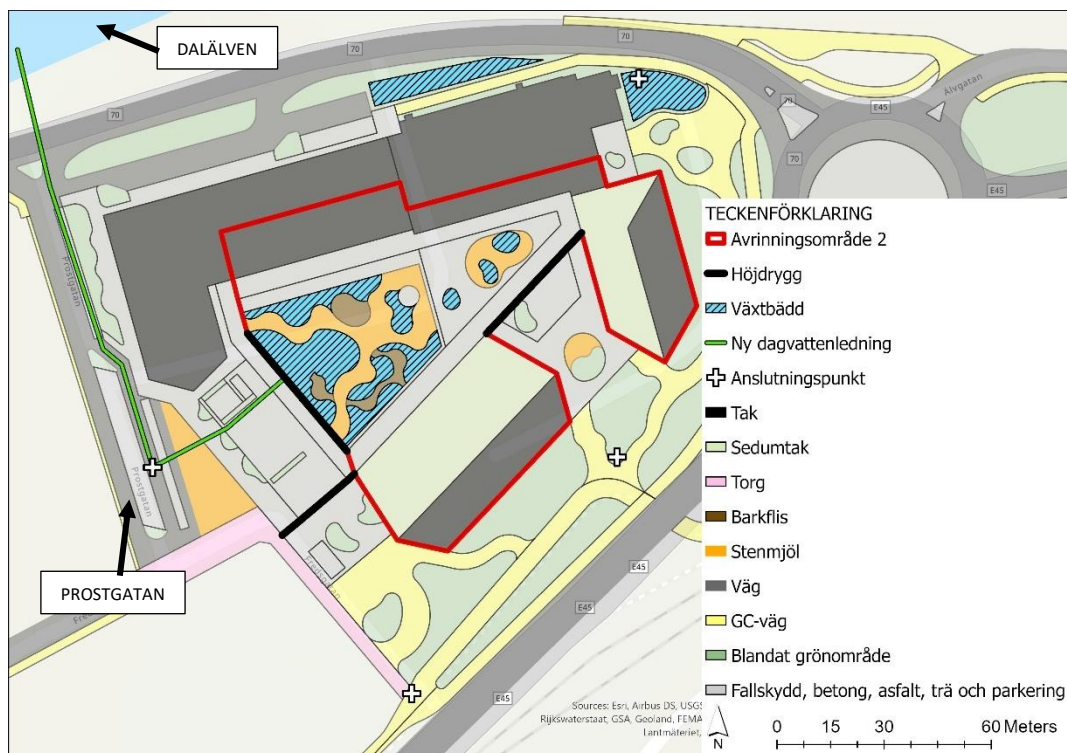
Tabell 19. Indata och dimensionering av föreslagna växtbäddar inom delområde 1B.

20-årsregn (l/s)	Reducerad tillrinningsarea (m ²)	Fördröjningsvolym (m ³)	Area anläggning (m ²)	Djup (m)	Porositet (%)	Tillgänglig volym (m ³)
97	2 700	54	80	1,3	30	54

Den befintliga dagvattenledningens kapacitet, som ska avleda dagvattnet från avrinningsområde 1 till Dalälven, rekommenderas att studeras vidare vid en detaljprojektering. Beroende på vilken kapacitet dagvattenledningen har, kan föreslagna dagvattenanläggningar komma att behöva dimensioneras upp och omhänderta mer än 20 mm.

7.2 Avrinningsområde 2

Inom avrinningsområde 2 kan dagvattnet avledas till föreslagna växtbäddar som är nedsänkta. Föreslagna höjdryggar är till för att avleda en del av skolområdets markytor mot växtbäddarna. Från växtbäddarnas botten kan en dräneringsledning anläggas som avleder dagvattnet västerut mot ny anslutningspunkt i Prostgatan, se Figur 21. Därefter kan dagvattnet avledas mot Dalälven.



Figur 21. Dagvattenhantering inom avrinningsområde 2. Observera att markanvändningen har tonats ned för att hanteringen av dagvatten ska förtydligas.

Beräknat dagvattenflöde vid ett framtida 20-årsregn till föreslagna växtbäddar är 180 l/s. Växtbädd har dimensionerats för att omhänderta 20 mm och Tabell 20 visar indata till hur anläggningen har dimensionerats upp vid beräkning av rening.

Tabell 20. Indata och dimensionering av föreslagna växtbäddar inom avrinningsområde 2.

20-årsregn (l/s)	Reducerad tillrinningsarea (m ²)	Födröjningsvolym (m ³)	Area anläggning (m ²)	Djup (m)	Porositet (%)	Tillgänglig volym (m ³)
180	5 100	102	160	1,3	30	110

7.3 Avrinningsområde 3

Underjordiskt sedimentationsmagasin har föreslagits inom avrinningsområde 3, se Figur 22. Med hjälp av en fungerande höjdsättning och dagvattenbrunnar kan dagvattnet avledas till magasinet. I denna utredning har dagvattnet föreslagits att avledas åt väst, till ny anslutningspunkt och därefter vidare mot Dalälven. Beroende på magasinets lokalisering inom avrinningsområdet och hur det dimensioneras kan det behöva avledas söderut i stället. Detta rekommenderas att studeras vidare vid en detaljprojektering.



Figur 22. Föreslagen dagvattenhantering inom avrinningsområde 3. Observera att markanvändningen har tonats ned för att hanteringen av dagvatten ska förtydligas.

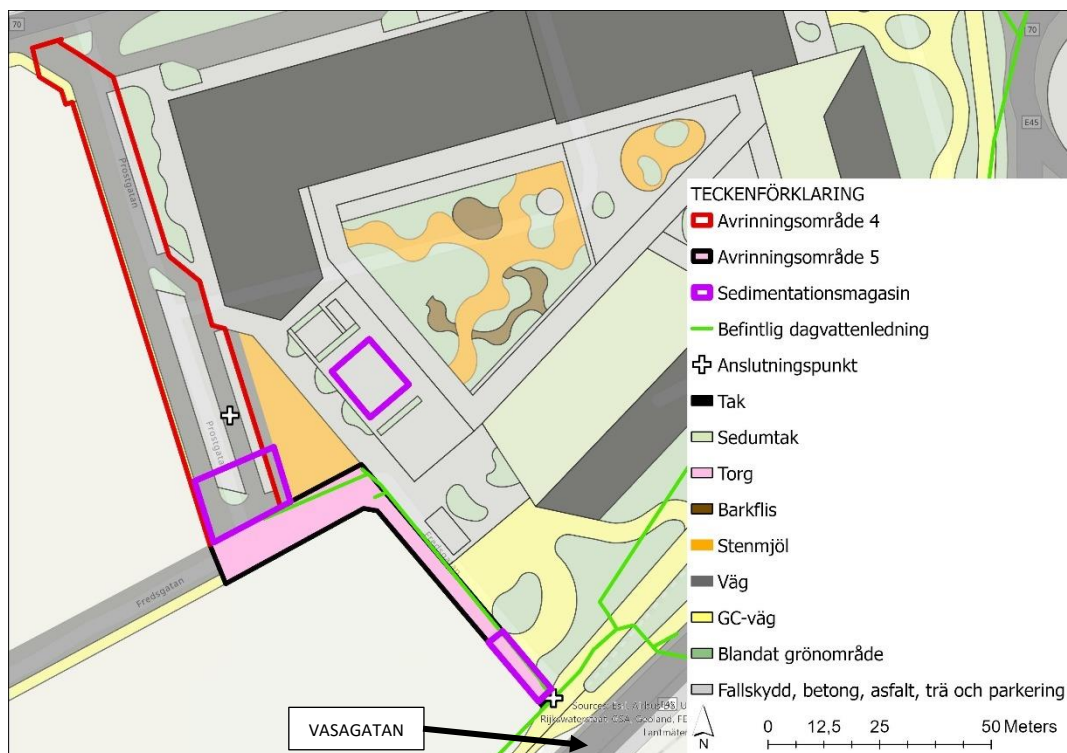
Beräknat dagvattenflöde vid ett framtida 20-årsregn till föreslaget magasin är 100 l/s. Sedimentationsmagasinet har dimensionerats för att omhänderta 20 mm och Tabell 21 visar indata till hur magasinet har dimensionerats upp vid beräkning av rening.

Tabell 21. Indata och dimensionering av föreslaget sedimentationsmagasin inom avrinningsområde 3.

20-årsregn (l/s)	Reducerad tillrinningsarea (m ²)	Fördröjningsvolym (m ³)	Area anläggning (m ²)	Djup (m)	Tillgänglig volym (m ³)
100	2 900	58	58	1,0	58

7.4 Avrinningsområde 4 och 5

Avrinningsområde 4 planeras bestå av väg, parkering samt mindre blandade grönområden och avrinningsområde 5 planeras bli ett torg. Då stora delar av avrinningsområdena är hårdgjorda föreslår denna utredning att underjordiska sedimentationsmagasin kan anläggas inom respektive avrinningsområde, se Figur 23. Dagvattnet kan därefter avledas vidare via befintliga dagvattenledningar mot Siljan.



Figur 23. Föreslagen dagvattenhantering inom avrinningsområde 4 och 5. Observera att markanvändningen har tonats ned för att hanteringen av dagvatten ska förtydligas.

Då befintliga marknivåer troligtvis kommer bevaras inom dessa områden är den ytliga flödesriktningen söderut, mot Vasagatan. Av denna anledning har föreslagna sedimentationsmagasin föreslagits i de södra delarna men magasinerna kan även utformas som avlånga rörmagasin, från norr mot söder.

Beräknat dagvattenflöde för avrinningsområde 4 är vid ett framtida 20-årsregn 46 l/s och 14 l/s för avrinningsområde 5. Sedimentationsmagasinen har dimensionerats för att omhänderta 20 mm och Tabell 22 visar indata till hur magasinerna har dimensionerats upp vid beräkning av rening.

Tabell 22. Indata och dimensionering av föreslagna sedimentationsmagasin inom avrinningsområde 4 och 5.

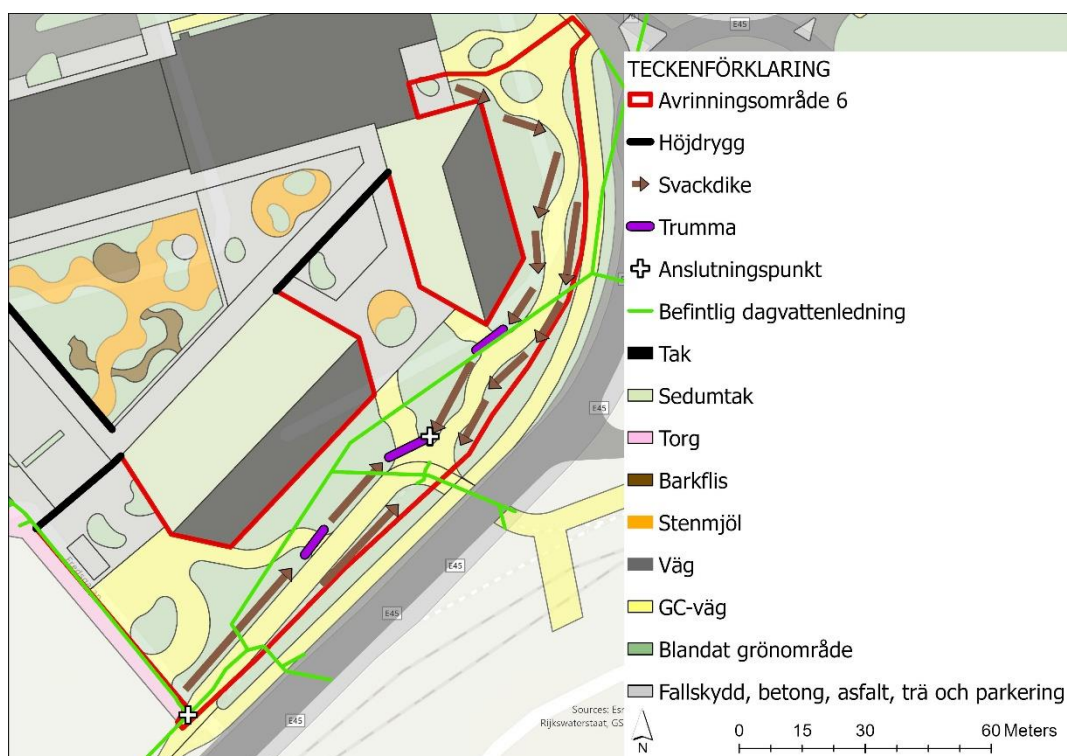
Avrinningsområde	20-årsregn (l/s)	Reducerad tillrinningsarea (m ²)	Fördröjningsvolym (m ³)	Area anläggning (m ²)	Djup (m)	Tillgänglig volym (m ³)
4	46	1 300	26	26	1,0	26
5	14	400	8	8	1,0	8

Befintligt dagvattenledningsnät finns uppströms och nedström för dessa avrinningsområden. Beroende på vad befintligt ledningsnät för dagvatten har för kapacitet kan dessa områden behöva omhänderta mer än 20 mm, om det visar sig vara brist på kapacitet. Detta rekommenderas att studeras vidare vid en detaljprojektering.

7.5 Avrinningsområde 6

Inom detta avrinningsområde finns GC-väg som sträcker sig ned mot GC-porten under Vasagatan. Markens nivåskillnad är ganska stor från skolområdet och ned mot GC-vägen, vilket medför att slänterna mot GC-vägen blir relativt branta. Utredningen har föreslagit att svackdiken kan anläggas mellan slänternas slut och GC-vägen, för att fördröja och rena dagvattnet, se Figur 24. Då slänterna kan komma att bli branta finns dock risk för

erosion i föreslagna svackdiken då dagvattnet kan komma att avrinna för snabbt. Av denna anledning rekommenderas det att föreslagna slänter anläggs som "terrasser", med nivåskillnader som medför att dagvattnet kan hinna stanna upp och inte avrinna för snabbt.



Figur 24. Föreslagen dagvattenhantering inom avrinningsområde 6. Observera att markanvändningen har tonats ned för att hanteringen av dagvatten ska förtydligas.

Mellan svackdikessträckorna kan trummor anläggas för att avleda dagvattnet mot en ny anslutningspunkt. Anslutningspunkten kan därefter ansluta till befintlig ledning för dagvatten och avledas mot utloppet i Siljan. Som tidigare nämnts behöver befintligt dagvattenledningsnät ses över, utifall det är brist på kapacitet nedströms.

Beräknat dagvattenflöde för avrinningsområde 6 är vid ett framtida 20-årsregn 100 l/s. Svackdiket har dimensionerats för att omhänderta 20 mm och Tabell 23 visar indata till hur svackdiket har dimensionerats upp vid beräkning av rening.

Tabell 23. Indata och dimensionering av föreslaget svackdike inom avrinningsområde 6.

20-årsregn (l/s)	Reducerad tillrinningsarea (m ²)	Fördröjningsvolym (m ³)	Area anläggning (m ²)	Djup (m)	Släntlutning (-)	Tillgänglig volym (m ³)
100	2 900	58	320	0,3	1:3	59

7.6 Resultat av föreslagen dagvattenhantering

7.6.1 Dagvattenflödesberäkningar och fördröjningsbehov

Föreslagna anläggningar har dimensionerats för att omhänderta 20 mm nederbörd. När fördröjningsanläggningarna är fullt utnyttjade kommer dagvattnet att behöva avledas ytligt på marken eller via bräddledningar från området. Fyllnadstiden för en anläggning är den regnvaraktighet som motsvarar det regndjup som ska omhändertas inom utredningsområdet och beror på vald dimensionerande återkomsttid för regn.

Fyllnadstiden för ett framtida 5-årsregn är cirka 27 minuter och för ett 20-årsregn cirka 9 minuter enligt bilaga 1 från Stockholms stads Dagvatten PM beräkningsmetodik (2017). Respektive avrinningsområdes rinntid kan därefter adderas med fyllnadstiden för anläggningen som ska omhänderta 20 mm, detta för att få fram dimensionerande regnvaraktighet, även kallat förlängd rinntid. För respektive avrinningsområde blir regnvaraktigheten vid ett 5-årsregn 37 minuter och för ett 20-årsregn 19 minuter. Anläggningarnas infiltrationsförmåga har dock inte inkluderats i dessa beräkningar då infiltrationshastigheten för respektive anläggning är okänd. Vid ett 100-årsregn har det antagits att det inte blir någon förlängd rinntid, detta då anläggningarna kommer fyllas upp snabbt.

Utifrån den nya dimensionerande regnvaraktigheten kan regnintensiteter och dagvattenflöden för de olika årsregnen beräknas. Dagvattenflöden efter föreslagen dagvattenhantering vid ett 5- och 20-årsregn redovisas i Tabell 24. Dagvattenflödena är presenterade för respektive framtida avrinningsområde.

- $i_{5\text{-årsregn},37\text{ min}} * 1,25 = 100 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{20\text{-årsregn},19\text{ min}} * 1,25 = 245 \text{ [l/s, ha]}$

Tabell 24. Dagvattenflöden efter föreslagen dagvattenlösning.

Avrinningsområde	5-årsregn (l/s)	20-årsregn (l/s)
1	39	95
2	51	120
3	29	70
4	13	31
5	4	10
6	29	71
Totalt flöde	165	397
Totalt till Dalälven	119	285
Totalt till Siljan	46	112

Med dagvattenlösningar som omhändertar 20 mm minskar det totala dagvattenflödet ut från området jämfört med planerat område utan åtgärder. Dagvattenlösningarna medför minskat dagvattenflöde till Siljan gentemot befintlig situation medan dagvattenflödet till Dalälven ökar. Detta beror dock på att det reducerade tillrinningsområdets storlek är större för planerad situation jämfört med befintligt samt att en klimatfaktor används vid beräkning av dagvattenflöden för planerad situation.

7.6.2 Föroreningsberäkningar

Tabell 25 redovisar den beräknade föroreningshalten och Tabell 26 redovisar beräknad föroreningsmängd för den del av utredningsområdet som avleds till Dalälven vid befintlig situation samt planerad situation utan och med rening.

Tabell 25. Beräknad föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$) i dagvatten för respektive ämne för den del av befintligt och planerat utredningsområde utan samt med rening som avleds till Dalälven. Rödmarkerade siffror överskrider befintlig situation.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan rening	Planerad situation med rening
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	97	280	73
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1 600	1 600	720
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	9,3	13	2,8
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	22	25	8,3
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	67	92	22
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,34	0,63	0,12
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	8,1	11	4,5
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	4,3	8,5	2,2
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,047	0,028	0,014
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	54 000	64 000	17 000
Bens(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,031	0,045	0,011
Pentabromodiphenyl eter 47 (PBDE 47)	$\mu\text{g/l}$	0,00018	0,00018	0,000094
Pentabromodiphenyl eter 99 (PBDE 99)	$\mu\text{g/l}$	0,00023	0,00023	0,00012
Pentabromodiphenyl eter 209 (PBDE 209)	$\mu\text{g/l}$	0,015	0,015	0,0077

Tabell 26. Beräknad föroreningsmängd (kg/år) i dagvatten för respektive ämne för den del av befintligt och planerat utredningsområdet utan samt med rening som avleds till Dalälven. Rödmarkerade siffror överskrider befintlig situation.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan rening	Planerad situation med rening	Reduktion (%)*
Fosfor (P)	kg/år	0,39	2,4	0,65	73
Kväve (N)	kg/år	6,7	14	6,4	54
Bly (Pb)	kg/år	0,038	0,12	0,025	79
Koppar (Cu)	kg/år	0,092	0,22	0,073	67
Zink (Zn)	kg/år	0,27	0,82	0,2	76
Kadmium (Cd)	kg/år	0,0014	0,0055	0,001	82
Krom (Cr)	kg/år	0,033	0,096	0,04	58
Nickel (Ni)	kg/år	0,017	0,075	0,02	73
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00019	0,00025	0,00012	52
Suspenderad substans (SS)	kg/år	220	570	150	74
Bens(a)pyren (BaP)	kg/år	0,00013	0,0004	0,000098	76
Pentabromodiphenyl eter 47 (PBDE 47)	kg/år	0,00000075	0,0000016	0,00000083	48
Pentabromodiphenyl eter 99 (PBDE 99)	kg/år	0,00000093	0,000002	0,0000010	50
Pentabromodiphenyl eter 209 (PBDE 209)	kg/år	0,000061	0,00013	0,000068	48

*Avser reduktion från planerad situation utan rening till planerad med rening.

Med föreslagen dagvattenlösning minskar alla föroreningshalter till Dalälven för planerad situation så att de är under befintlig situation. Föroreningsmängden minskar också, dock inte helt för P, Cr, Ni, PBDE 47, PBDE 99 och PBDE 209. Hårdgöringsgraden för befintlig avrinningsområde till Dalälven har beräknats vara cirka 38 % och för planerade avrinningsområden (1–3) cirka 29 %, vilket innebär att det inte är hårdgöringsgraden som medför till ökningen. I stället beror ökningen på att Dalälvens totala reducerade tillrinningsområde är större för planerad situation gentemot befintligt och som påverkar att föroreningsmängden blir högre.

Tabell 27 redovisar beräknad föroreningshalt och Tabell 28 redovisar beräknad föroreningsmängd för den del av utredningsområdet som avleds till Siljan vid befintlig situation samt planerad utan och med rening.

Tabell 27. Beräknad föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$) i dagvatten för respektive ämne för den del av befintligt och planerat utredningsområde utan samt med rening som avleds till Siljan. Rödmarkerade siffror överskrider befintlig situation.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan rening	Planerad situation med rening
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	120	130	79
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1 600	1 600	1 100
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	13	8,5	2,5
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	28	18	7,3
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	92	49	17
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,35	0,37	0,13
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	11	8,6	3,2
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	5,0	5,3	2,5
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,062	0,045	0,026
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	91 000	42 000	14 000
Bens(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,044	0,029	0,011
Pentabromodiphenyl eter 47 (PBDE 47)	$\mu\text{g/l}$	0,00018	0,00018	0,000097
Pentabromodiphenyl eter 99 (PBDE 99)	$\mu\text{g/l}$	0,00023	0,00022	0,00012
Pentabromodiphenyl eter 209 (PBDE 209)	$\mu\text{g/l}$	0,015	0,015	0,0081

Tabell 28. Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) i dagvatten för respektive ämne för den del av befintligt och planerat utredningsområdet utan samt med rening som avleds till Siljan. Rödmarkerade siffror överskrider befintlig situation.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation utan rening	Planerad situation med rening	Reduktion (%)*
Fosfor (P)	kg/år	1,0	0,48	0,28	42
Kväve (N)	kg/år	14	5,7	3,9	32
Bly (Pb)	kg/år	0,11	0,03	0,0091	70
Koppar (Cu)	kg/år	0,24	0,066	0,026	61
Zink (Zn)	kg/år	0,79	0,17	0,062	64
Kadmium (Cd)	kg/år	0,003	0,0013	0,00045	65
Krom (Cr)	kg/år	0,095	0,031	0,011	65
Nickel (Ni)	kg/år	0,042	0,019	0,0088	54
Kvicksilver (Hg)	kg/år	0,00053	0,00016	0,000094	41
Suspenderad substans (SS)	kg/år	780	150	49	67
Bens(a)pyren (BaP)	kg/år	0,00038	0,0001	0,000041	59
Pentabromodiphenyl eter 47 (PBDE 47)	kg/år	0,0000016	0,00000064	0,00000035	45
Pentabromodiphenyl eter 99 (PBDE 99)	kg/år	0,0000019	0,0000008	0,00000043	46
Pentabromodiphenyl eter 209 (PBDE 209)	kg/år	0,00013	0,000054	0,000029	46

*Avser reduktion från planerad situation utan rening till planerad med rening.

Siljans totala reducerade tillrinningsområde blir mindre för planerad situation gentemot befintligt, vilket medför att föroreningsbelastningen i dagvattnet till recipienten är mindre både utan och med rening.

7.7 Den planerade utformningens påverkan på recipientens status

Länsstyrelsen Stockholm (2023) har tagit fram en checklista för granskning med avseende på miljö kvalitetsnormer för vatten. Detta för att kontrollera om ett exploaterat område påverkar möjligheten att berörd vattenförekomst kan följa miljö kvalitetsnormer för vatten. Beroende på verksamhetens karaktär behöver olika aspekter beaktas och en bedömning av vilka kvalitetsfaktorer som är relevanta bör genomföras. Dagvattenutredningen behöver redovisa hur den mottagande vattenförekomsten kommer att påverkas av den nya utformningen av utredningsområdet. Enligt Länsstyrelsen Stockholms checklista får vattenförekomstens

statusklassning inte försämras och koncentrationer av ämnen i sämsta klassen får inte öka i recipienten.

Dalälven har otillfredsställande ekologisk status och Siljan har måttlig. Den kemiska statusen uppnår inte god status för någon av recipienterna. En beräkning behöver därför utföras för att bedöma om det planerade utredningsområdet kan komma att påverka recipienternas statusklassning negativt.

Data kan laddas ned från SMHI:s Vattenwebb, där total stationskorrigerad vattenföring (m^3/s) kan hämtas och omvandlas till liter per år. Den totala föroreningsbelastningen för respektive ämne, som blir för det planerade utredningsområdet efter rening, kan omvandlas från kg per år till mikrogram per år. För att få fram haltbidraget till recipienten från det planerade utredningsområdet divideras det planerade utredningsområdets belastning ($\mu\text{g}/\text{år}$) med korrigerad total vattenföring ($\text{l}/\text{år}$). Den nya halten adderas därefter till den observerade halten för respektive ämne, som hämtas från VISS (VISS, u.å). För beräkning av ny ekologisk kvot divideras bakgrundhalten (som även hämtas från VISS) med summan av den nya halten och den observerade halten. För näringsämnen ska den nya beräknade ekologiska kvoten jämföras mot Tabell 29, där exempelvis ett EK-värde större eller lika med 0,7 är fortsatt hög status.

Tabell 29. Statusklassificering av tot-P i sjöar (Havs- och vattenmyndigheten, 2019). Det beräknade värdet för ekologisk kvot ger status för näringsämnen enligt tabellen.

Status	EK-värde
Hög	$0,7 \leq \text{EK}$
God	$0,5 \leq \text{EK} < 0,7$
Måttlig	$0,3 \leq \text{EK} < 0,5$
Otillfredsställande	$0,2 \leq \text{EK} < 0,3$
Dålig	$\text{EK} \leq 0,2$

Övriga föroreningsämnen ska i stället jämföras mot maximal tillåten koncentration och årsmedelvärdet för recipienten, som kan hämtas från HVMFS 2019:25 (2019). Maximal tillåten koncentration är ett gränsvärde som varnar för att ämnet förekommer i akuttoxiska halter. Maximal tillåten koncentration får aldrig överskridas i en vattenförekomst. Årsmedelvärdet är ett gränsvärde som varnar för att ämnet förekommer i en halt som kan orsaka kronisk toxicitet på känsliga organismer i vattenförekomsten (Miljösamverkan Sverige, u.å). Den nya beräknade halten som adderats med den observerade halten får inte överskrida gränsvärdena.

Det planerade utredningsområdets påverkan på hydromorfologiska och biologiska kvalitetsfaktorer har även bedömts i enlighet med Länsstyrelsen Stockholms checklista. De faktorer som beaktats är bottenfauna, fisk, konnektivitet i sjöar, hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd.

7.7.1 Planerade utredningsområdets påverkan på Dalälven

Dalälven bedöms ha otillfredsställande ekologisk status i dagens skede, detta beror dock inte på näringsämnen utan på morfologiskt tillstånd samt hydrologisk regim. Dalälvens statusklassning är i dag hög för näringsämnen men för att vara säker på att planerat utredningsområde inte påverkar Dalälvens statusklassning för näringsämnen har en ekologisk kvot (EK) beräknats fram för befintlig situation samt för planerad, när området har exploaterats. Statusklassning av kvalitetsfaktorn näringsämnen baseras på

observerad halt totalfosfor och bakgrundshalt som hämtats från VISS (2023a), se Tabell 30.

Tabell 30. Observerad halt totalfosfor, bakgrundshalt totalfosfor och ekologisk kvot för kvalitetsfaktorn näringsämnen som är baserad på totalfosfor (VISS, 2023a).

Ämne	Observerad halt (µg/l)	Bakgrundshalt (µg/l)	Ekologisk kvot (EK)
Näringsämnen	5,002777778	9,038838994	1,80676

I Tabell 31 redovisas den indata som använts vid beräkningarna samt resultatet av ny ekologisk kvot. Belastning från utredningsområdet har beräknats med hjälp av StormTac.

Tabell 31. Indata till beräkning av ny ekologisk kvot för näringsämnen efter exploatering med rening. Halter och mängder är för totalfosfor förutom vattenföringen.

Ämne	Belastning från utredningsområdet (µg/år)	Korrigerad total vattenföring (l/år)	Ny halt för utredningsområdet (µg/l)	Ny halt + observerad halt (µg/l)	Ny ekologisk kvot (EK)
Näringsämnen	0,65*10 ⁹	2,97151*10 ¹²	0,00021874	5,00299652	1,80668

Den nya beräknade ekologiska kvoten för näringsämnen ska därefter jämföras mot tidigare Tabell 29, där ett EK-värde större eller lika med 0,7 fortsatt är hög status. Detta innebär att utredningsområdets exploatering inte påverkar klassningen av kvalitetsfaktorn näringsämnen i Dalälven.

Den ekologiska statusen har bedömts som otillfredsställande på grund av hydrologisk regim och morfologiskt tillstånd. Anledningen till bedömningen är för att växter och djurs naturliga livsmiljöer har försvunnit på grund av mänskliga verksamheter samt vattendragets närområde. Det planerade utredningsområdet är ej belägen i direkt anslutning till Dalälven och området är även mindre hårdgjort vid planerad situation gentemot befintlig. Området ska även omhänderta 20 mm innan vidare avledning vilket innebär att dagvattnet fördröjs och att dagvattenflödet ut från området blir mindre. Av dessa anledningar har det bedömts att planerat utredningsområde inte kommer att påverka vattenförekomstens hydrologiska regim eller morfologiskt tillstånd negativt.

Den kemiska statusen uppnår inte god på grund av ämnena Hg och PBDE. Då dessa är i den sämsta statusklassen får ingen försämring ske. Cr, Ni, PBDE 47, PBDE 99 och PBDE 209 har fortsatt högre föroreningsmängd för planerad situation med rening gentemot befintligt och behöver därför bedömas gällande dess påverkan på Dalälven. Observerade halter finns inte för något av dessa ämnen vilket medför att beräkning och jämförelse av dessa ämnen mot maximal tillåten koncentration samt årsmedelvärdet för recipienten inte kan utföras. I stället gäller försiktighetsprincipen om att planerat utredningsområde efter rening inte får överskrida befintlig situation.

För ämnet PBDE finns osäkerheter i StormTac resultatet då beräkningsunderlaget saknar referensdata gällande mätvärden. PBDE är ett bromerat flamskyddsmedel som används för att fördröja och minska risken för att en brand ska spridas. Ämnet tillsätts oftast i brandfarliga material som till exempel plast och textilier. PBDE är inte lösligt i vatten utan sprids via partiklar och dess spridningsväg är främst via atmosfärisk deposition.

Gränsvärden för Hg och PBDE överskrider i alla Sveriges ytvattenförekomster på grund av atmosfärisk deposition. Detta medför att samtliga ytvatten i Sverige klassificeras till uppnår ej god kemisk status med avseende på Hg och PBDE. Den planerade

skolverksamheten kommer inte tillföra högre mängder av PBDE i dagvattnet utan har bedömts komma från storskalig spridning på grund av historisk användning i samhället. Av denna anledning bedöms ökningen av PBDE inte vara mätbar i vattenförekomsten och därmed inter heller äventyra uppnåendet av god kemisk status.

För ämnena Cr och Ni finns också osäkerheter i StormTac resultatet. Cr och Ni är metaller som främst är kopplade till trafik men förekommer även i byggnadsmaterial. För utredningsområdet är det därför av vikt att välja material som inte innehåller något av ämnena, för att minska en ökad spridning till recipienten.

Beräkningarna i StormTac av ämnena Cr och Ni ger förhöjd föroreningsmängd till vattenförekomsten efter exploatering med rening. Detta beror på att det framtida tillrinningsområdet är större. Om man anser att det är nödvändigt att minska mängderna av dessa ämnen till Dalälven kan föreslagna framtida avrinningsområden ses över. Ett av de framtida avrinningsområdena alternativt en del av området som föreslagits avledas till Dalälven kan i stället avledas till Siljan. Detta medför då att Dalälvens tillrinningsområde blir mindre och resulterar i att föroreningsmängden av Cr och Ni blir lägre för planerad situation med rening gentemot befintligt.

7.7.2 Planerade utredningsområdets påverkan på Siljan

Siljan bedöms ha måttlig ekologisk status i dagens skede, detta beror dock inte på näringsämnen utan på bottenfauna, fisk, konnektivitet och hydrologisk regim. Siljans statusklassning är i dag hög för näringsämnen men för att vara säker på att planerat utredningsområde inte påverkar Siljans statusklassning för näringsämnen har en ekologisk kvot beräknats fram för befintlig situation samt för planerad, när området har exploaterats. Statusklassning av kvalitetsfaktorn näringsämnen baseras på observerad halt totalfosfor och bakgrundshalt som hämtats från VISS (2023b), se Tabell 32.

Tabell 32. Observerad halt totalfosfor, bakgrundshalt totalfosfor och ekologisk kvot för kvalitetsfaktorn näringsämnen som är baserad på totalfosfor (VISS, 2023b).

Ämne	Observerad halt (µg/l)	Bakgrundshalt (µg/l)	Ekologisk kvot (EK)
Näringsämnen	5,08	5,598733626	1,10211

I Tabell 33 redovisas den indata som använts vid beräkningarna samt resultatet av ny ekologisk kvot.

Tabell 33. Indata till beräkning av ny ekologisk kvot för näringsämnen efter exploatering med rening. Halter och mängder är för totalfosfor förutom vattenföringen.

Ämne	Belastning från utredningsområdet (µg/år)	Korrigerad total vattenföring (l/år)	Ny halt för utredningsområdet (µg/l)	Ny halt + observerad halt (µg/l)	Ny ekologisk kvot (EK)
Näringsämnen	0,28*10 ⁹	5,11719*10 ¹²	0,00005472	5,08005472	1,10210

Den nya beräknade ekologiska kvoten för näringsämnen har därefter jämförts mot tidigare Tabell 29, där ett EK-värde större eller lika med 0,7 fortsatt är hög status. Detta innebär att utredningsområdets exploatering inte påverkar klassningen av kvalitetsfaktorn näringsämnen i Siljan.

Den ekologiska statusen har bedömts som måttlig på grund av fisk, bottenfauna, konnektivitet och hydrologisk regim. Anledningen till bedömningen är bland annat att det förekommer vandringshinder för fisk inom eller i anslutning till vattenförekomsten och som påverkar fiskbestånden negativt. Det planerade utredningsområdet är inte

belägen i direkt anslutning till Siljan och området är även mindre hårdgjort gentemot befintlig situation. 20 mm ska omhändertas innan vidare avledning vilket innebär att dagvattnet fördröjs och att dagvattenflödet ut från området blir mindre. Av dessa anledningar bedöms det att planerat utredningsområdet inte kommer påverka dessa kvalitetsfaktorer negativt.

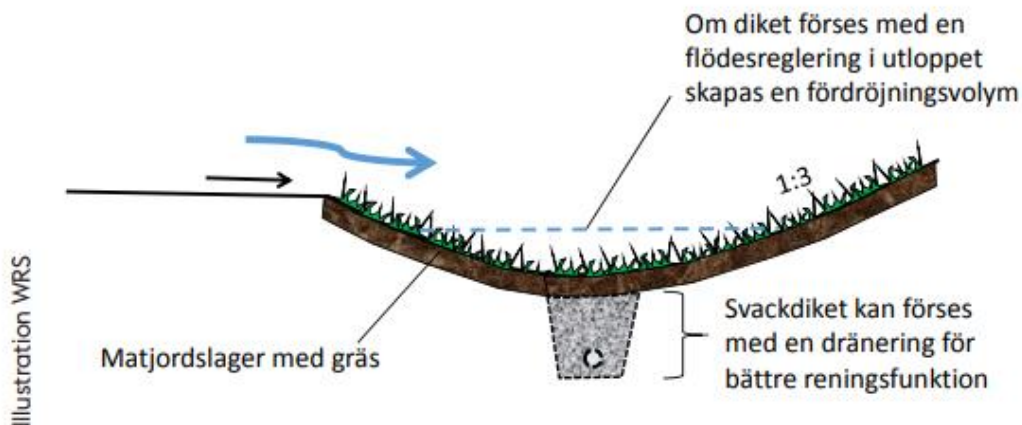
Den kemiska statusen uppnår inte god på grund av ämnena Hg och PBDE. Då dessa är i den sämsta statusklassen får ingen försämring ske. Observerade halter finns inte för något av dessa ämnen vilket medför att beräkning och jämförelse av dessa ämnen mot maximal tillåten koncentration samt årsmedelvärdet för recipienten inte kan utföras. I stället gäller försiktighetsprincipen om att planerat utredningsområde efter rening inte får överskrida befintlig situation. Då planerat utredningsområde efter rening har lägre föroreningshalter och -mängder gentemot befintligt görs bedömning om att Siljans statusklassning ej påverkas av planerat utredningsområde.

7.8 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.

7.8.1 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 25. Svackdikets huvudsakliga uppgift är att avvattna hårdgjorda ytor, framför allt längs med vägar och gator, samt fördröja flödestoppar (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a).



Figur 25. Principskiss av ett svackdike (Stockholm Vatten och Avfall, 2022a).

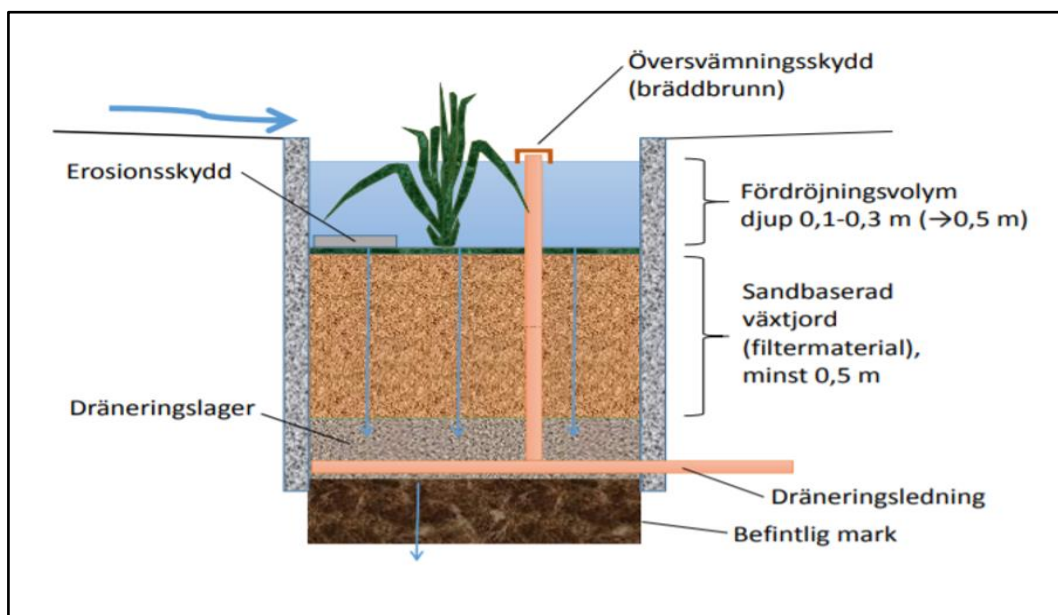
Svackdiken kan ses som ett alternativ eller som en komplettering till dagvattensystemet på grund av låga flödes hastigheter, sedimentation och infiltration (om jordarten tillåter). Svackdiken kan planteras med växter för att förbättra reningseffekten av näringsämnen. För att öka sedimentation samt bibehålla 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 (Stockholms stad, 2021).

Svackdiken i sig är sällan ett komplett reningssystem utan de fungerar ofta som ett förbehandlingssteg för andra reningssystem. 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 vegetationsperioden 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 diket slänter bör kontrolleras för erosionsrisker (Stockholms stad, 2021).

7.8.2 Växtbädd

Växtbäddar används för att fördröja, infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med regn. Reningen uppstår när dagvattnet passerar växtbäddens filtermaterial. Växterna i en växtbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etcetera. Med en välkomponerad växtmix får man en växtbädd som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Ytterligare fördelar med växtbäddar är växternas förmåga att avdunsta vatten vilket bidrar till ett ännu effektivare omhändertagande av dagvattnet (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).

När de naturligt förekommande jordlagren har en begränsad infiltrationskapacitet ska en ledning kopplas från växtbädden till befintligt dagvattensystem. Ledningen bör ha en liten dimension för att fördröja dagvattnet men den ska säkerställa att vattnet kan dräneras inom 12–24 timmar, för att uppnå god rening. Det bör även installeras en bräddledning eller brunn för att undvika översvämningar vid kraftigare regn. Vid anläggning av växtbäddar i gata är det viktigt att det utformas så att vatten kan ledas in i växtbädden via exempelvis nedsänkt kantsten eller speciella brunnar. Figur 26 visar en principskiss över en växtbädd och Figur 27 visar exempel på nedsänkt växtbädd.



Figur 26. Principskiss på växtbädd (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).

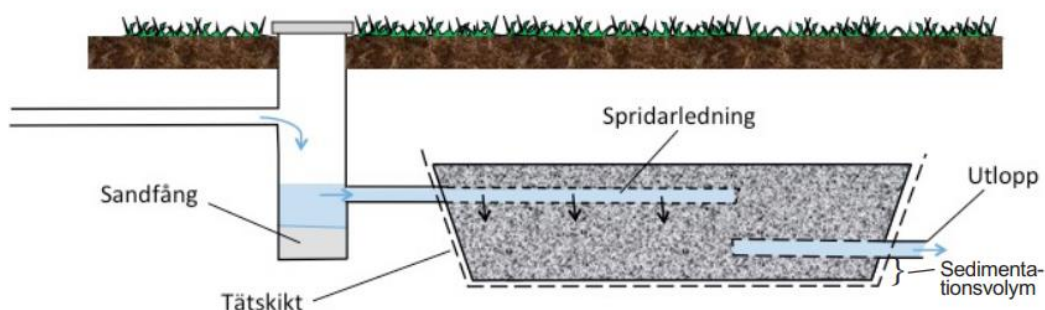


Figur 27. Exempel på nedsänkt växtbädd (Solna Stad, 2017).

Vid lägre temperaturer, tex 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 frysrisken ska minimeras (Stockholm Vatten och Avfall, 2022b).

7.8.3 Sedimentationsmagasin

Sedimentationsmagasin är underjordiska magasin som kan användas för att utjämna och rena dagvatten på ungefär samma sätt som en slamavskiljare. Magasinet har en tät botten. Efter passage genom magasinet leds vattnet vidare till en dagvattenledning eller ett öppet dike, se Figur 28. Reningseffekten uppstår främst genom att suspenderat material och partikelbundna föroreningar sedimenterar i magasinet (Stockholm Vatten och Avfall, 2022c).



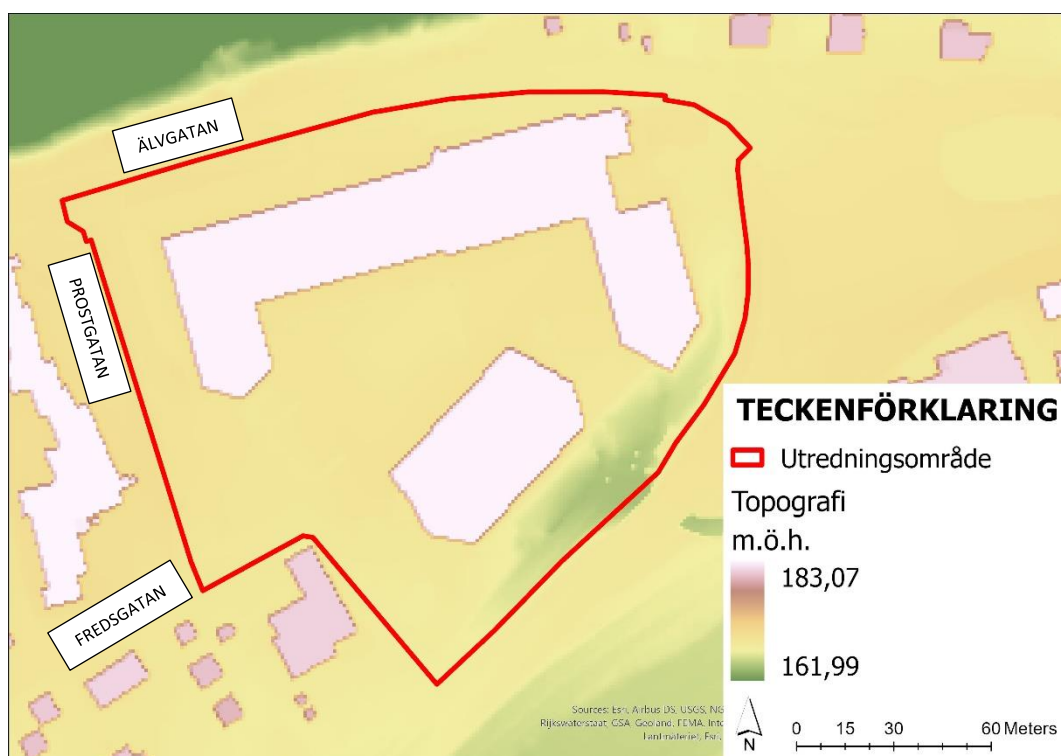
Figur 28. Dagvatten avleds via brunnar och ledningar till ett magasin under jorden (Stockholm Vatten och Avfall, 2022c).

För att minska risken för igensättning bör ett sandfång eller annat intagsfilter placeras vid magasinets inlopp. Tekniken för att tömma magasinerna kan utformas på olika sätt. Magasinen kan vara konstant vattenfylld och fungerar då som en underjordisk damm och avtappning sker i samband med att ny nederbörd rinner till. Magasinen kan även fyllas och tömmas satsvis, genom pumpning. Pumparna startar när vattnet når en förutbestämd nivå eller efter en förutbestämd tid och pågår tills magasinet är tomt. En del magasin är utrustade med ett strypt utlopp, vilket innebär att det töms kontinuerligt. Kan magasinerna tömmas på sediment ökar livslängden. Ett sedimentationsmagasin har en längre livslängd än ett makadammagasin och går att drifta kontinuerligt (Stockholm Vatten och Avfall, 2022c).

7.9 Skyfall för den framtida utformningen

För att undersöka konsekvenserna för det planerade utredningsområdet efter exploatering, det vill säga hur förändringar av markytor kan påverka översvämningssituationen vid skyfall, utfördes en modellering av det planerade området i SCALGO Live.

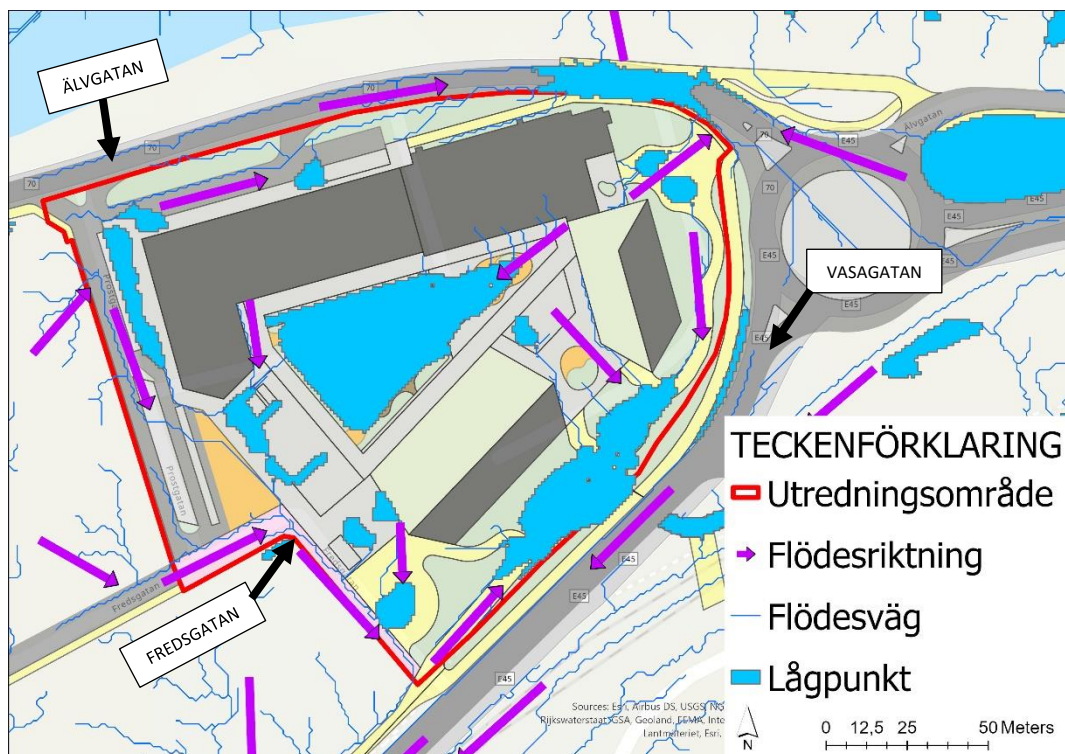
Den befintliga skolbyggnaden inom utredningsområdet ska bevaras för planerat område. De nya byggnaderna inom utredningsområdet har därför höjts upp så att det har samma nivå som den befintliga byggnaden (cirka 179 m.ö.h). Övriga ytor har höjdsatts utifrån illustrationsplan och bygghandlingar. Mindre blandade grönområden inom området har sänkts 10 cm för att skapa lågpunkter inom området. Prost- och Fredsgatan har ej justerats utan har befintliga marknivåer och även det blandade grönområdet som är invid Älvgatan. Topografin efter modellering kan ses i Figur 29.



Figur 29. Befintlig och ny topografi inom det planerade utredningsområdet.

Efter den ändrade höjdsättningen utfördes en simulering för att visa översvämningssituationen vid ett framtida 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 och med

en varaktighet på 6 timmar. Figur 30 visar resultatet av simuleringen inom utredningsområdet, med flödesvägar och -riktning samt lågpunkter.

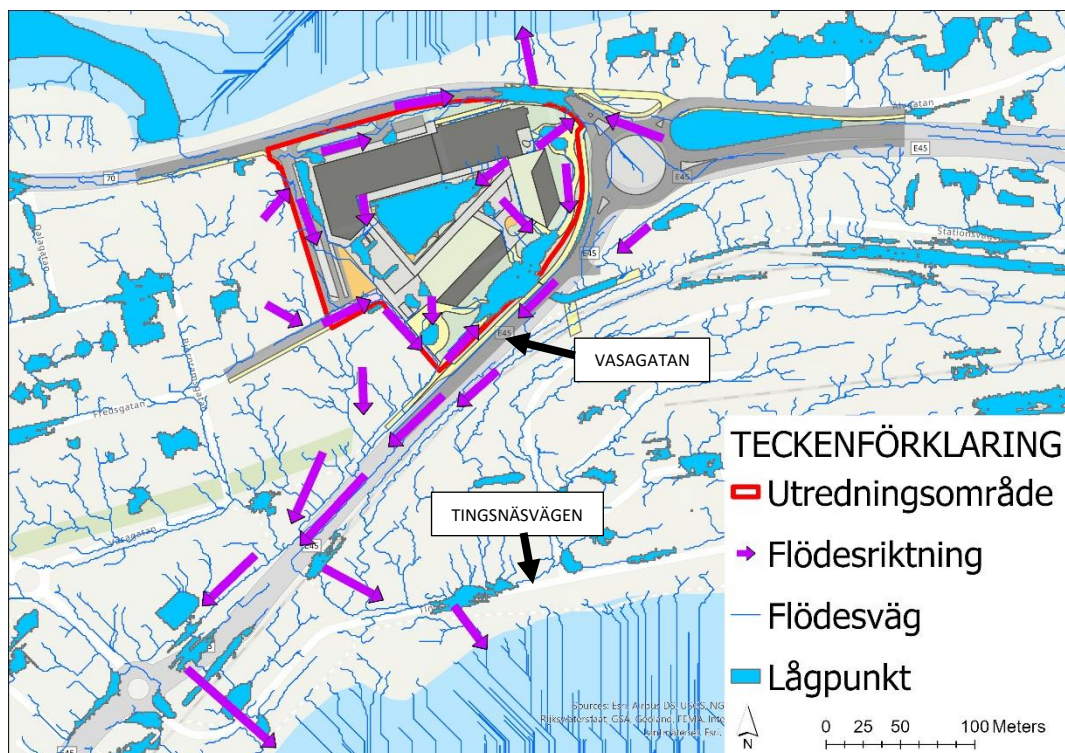


Figur 30. Närbild av utredningsområdets flödesriktning, flödesvägar och lågpunkter vid ett 100-årsregn. Observera att markanvändningen har tonats ned för att hanteringen av dagvatten ska förtydligas.

Lågpunkter skapas i de nedsänka grönytorna och inom skolområdets mitt, mellan nya byggnader. Lågpunkten inom skolområdets mitt beror på att marken höjdsatts med lutning in mot mitten. Lågpunkten bräddar vid cirka 168,10 m.ö.h. och entréer rekommenderas att höjdsättas med cirka 20 cm ovanför detta. Lågpunkten inne på skolområdet avrinner därefter åt sydväst mot Fredsgatan. I söder av området skapas en större lågpunkt som breder ut sig mot GC-vägtunneln och de nya GC-vägarna.

En del av skyfallsvattnet från utredningsområdet avrinner fortsatt åt nordöst, där en lågpunkt skapas på Älvgatan. Lågpunkten finns även där vid befintlig situation och har då en volym om 60 m³. För det planerade området blir lågpunkten i Älvgatan mindre, cirka 37 m³. Lågpunkten avvattnas därefter mot Dalälven.

Figur 31 visar översiktliga lågpunkter, flödesvägar och -riktning inom samt utanför utredningsområdet vid ett 100-årsregn. Skyfallsvattnet har två vägar att avrinna söderut, antingen via Vasagatan som därefter svänger ned mot Tingsnäs vägen och Siljan eller bredvid längs med Vasagatan och därefter mot Siljan.



Figur 31. Lågpunkter, flödesvägar och -riktning vid ett 100-årsregn inom samt utanför utredningsområdet. Observera att markanvändningen har tonats ned för att hanteringen av dagvatten ska förtydligas.

Nedströms planerat utredningsområde sker inga större förändringar. Vasagatan får fortsatt några mindre lågpunkter strax öster om rondell som även finns där vid befintlig situation av området. Älvgatans lågpunktsvolym minskar även för planerat område, då mer skyfallsvatten avleds in mot skolgårdens mitt.

Sammanfattningsvis bedöms det exploaterade utredningsområdet inte medföra till någon försämring av nedströmsliggande områden för den framtida situationen. Lågpunkter som skapas inom det framtida området skapar inte problem för byggnader eller framkomlighet, förutsatt att området höjdsätts och sänks ned enligt höjdsättning från illustrationsplan och bygghandlingar.

8 Slutsats och rekommendationer

Utredningsområdet består av älvsediment som har medelhög genomsläpplighet. Grundvattennivån är även belägen relativt djupt i förhållande till markytan. Detta innebär att det finns förutsättningar för infiltrationslösningar inom området, vilket kan medföra minskad avrinning av föroreningar till området recipienter.

Planerat utredningsområde med högstadieskola resulterar i ökade dagvattenflöden ut från området gentemot befintligt. Detta beror mestadels på klimatfaktorn då hårdgöringsgraden inte ökar nämnvärt inom planerat område. 20 mm ska omhändertas inom området och ytor finns tillgängliga för att en fördröjningsvolym på 330 m³ ska kunna uppnås. Genom att omhänderta 20 mm minskar även dagvattenflödet ut från området, vilket är fördelaktigt då befintligt ledningsnät för dagvatten är okänd och risk kan finnas för bristande kapacitet. Det rekommenderas dock att befintligt ledningsnät för dagvatten kontrolleras.

Efter exploatering ökar föroreningshalter och -mängder gentemot befintlig situation. Recipienterna Dalälven och Siljans tillrinningsområde har även blivit större samt mindre vilket påverkar föroreningsgraden i dagvatten. För att inte äventyra recipienternas MKN rekommenderas rening av dagvatten i svackdiken, sedimentationsmagasin och växtbäddar.

Med föreslagen rening för planerat område minskar föroreningshalter och -mängder till Siljan gentemot befintligt. Därför bedöms det att Siljans MKN inte påverkas negativt av planerat område med rening.

För Dalälven är föroreningsmängden för P, Cr, Ni, PBDE 47, PBDE 99 och PBDE 209 fortsatt högre för planerat område med rening gentemot befintligt. Beräkningsresultatet av föroreningar i dagvatten är dock osäkert då ämnena saknar referensdata och inte är klassade i beräkningsverktyget. Anledningen till att dessa ämnens föroreningsmängd fortsatt är högre efter rening beror på att Dalälvens tillrinningsområde blivit större.

För att se om planerat område kan komma att påverka Dalälvens ekologiska status gällande näringsämnen negativt har beräkning utförts. Beräkningen visar att den ekologiska kvoten varken ökar eller minskar gentemot befintligt och därför görs bedömning om att planerat område inte kommer att påverka Dalälvens ekologiska status. Gällande PBDE har bedömning gjorts om att planerat område inte påverkar Dalälvens kemiska status negativt då PBDE inte tillförs från den framtida skolverksamheten utan kommer från atmosfärisk deposition. När det gäller Cr och Ni, om det anses vara nödvändigt att minska mängderna av dessa ämnen, kan något av de framtida avrinningsområdena alternativt en del av området i stället avledas mot Siljan. Detta medför till minskad föroreningsmängd av Cr och Ni för planerat område med rening gentemot befintligt.

Exploaterat utredningsområde bedöms inte medföra till negativ påverkan på nedströmsliggande områden. De lågpunkter som skapas inom det framtida området skapar inte problem eller framkomlighet för befintlig och nya byggnader. Detta förutsätter dock att området höjdsätts enligt höjdsättning från illustrationsplan och bygghandlingar, samt att nya blandade grönområden sänks ned för att skapa lågpunkter.

9 Referenser

- AFRY. (2024a). *PM Geoteknik*. Falun: ÅF-Infrastructure AB.
- AFRY. (2024b). *Översiktlig miljöteknisk markundersökning för Strandens skolområde, Stranden 51:2 m.fl.* ÅF-Infrastructure AB.
- AFRY. (2024c). *Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/GEO)*. Falun: ÅF-Infrastructure AB.
- Boverket. (den 21 12 2022). *Utgångspunkter för bedömning av översvämningsrisk*. Hämtat från Boverket: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/lansstyrelsens-tillsyn/tillsynsvagledning_naturolyckor/tillsynsvagledning-oversvamnning/riskbedomning/utgangspunkter/
- Havs- och vattenmyndigheten. (den 17 12 2019). *Havs- och vattenmyndighetens författningssamling*. Hämtat från Havochvatten 2024-02-29: <https://www.havochvatten.se/download/18.4705beb516f0bcf57ce1c145/1576576601249/HVMFS%202019-25-ev-pdf>
- Länsstyrelsen Stockholm. (2023). *Checklista för granskning av detaljplaner med avseende på miljökvalitetsnormer för vatten*. Stockholm: Länsstyrelsen Stockholm.
- Miljösamverkan Sverige. (u.å). *Miljögifter*. Hämtat från Miljösamverkan Sverige: <https://www.miljosamverkansverige.se/miljoskydd/mkn-vatten-och-tillsyn-miljofarlig-verksamhet/provtagningsguide/miljogifter/>
- 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/>
- SCALGO. (2023). *SCALGO LIVE*. Hämtat från <https://scalgo.com/live/>
- SGU. (2024a). *Jordarter 1:25000 - 1:00000*. Hämtat från Sveriges geologiska undersökning 2024-03-26: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- SGU. (2024b). *Jorddjup*. Hämtat från Sveriges geologiska undersökning 2024-03-26: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html?zoom=->

1297609.7749675505,5908443.046996093,2477357.7749675503,7861446.9530
03907

SGU. (2024c). *Genomsläpplighet*. Hämtat från Sveriges geologiska undersökning 2024-03-26: <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>

Solna Stad. (2017). *Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna Stad*. Solna: Solna Stad.

Stockholm Vatten och Avfall. (2017). *Dagvatten - PM Beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport*. Stockholm Vatten och Avfall, Version 1.0.

Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 09 2022a). *Svackdike*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall 2023-02-15:
https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/svd_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 09 2022b). *Nedsänkt Växtbädd*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall 2023-02-15:
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/nvb.pdf>

Stockholm Vatten och Avfall. (2022c). *Avsättningsmagasin*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall:
https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/avmag_h.pdf

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. (2024). *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.

VISS. (den 05 05 2023a). *Dalälven*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA75019148>

VISS. (den 05 05 2023b). *Siljan*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA71688194>

VISS. (den 04 05 2023c). *Lillåsen-Mora*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA25354551>

VISS. (den 04 05 2023d). *Orsa sandsten*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA25354551>

VISS. (u.å). *VISS*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige:
<https://viss.lansstyrelsen.se/>