

ÖSTERSUNDS KOMMUN

BRUNFLO-VIKEN 2:25

DAGVATTENUTREDNING

2024-06-04



BRUNFLO-VIKEN 2:25

Dagvattenutredning

KUND

Östersunds kommun

KONSULT

WSP Sverige AB

Box 13033

412 50 Göteborg

Besök: Fabrikstorget 1

Tel: +46 10 7225000

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

www.wsp.com

KONTAKTPERSONER

Per Norberg, 010-722 70 77

per.norberg@wsp.com

Fatemeh Shayan, 010-721 02 45

fatemeh.shayan@wsp.com

Jirí Navrátil, 070 975 9407

jiri.navratil@wsp.com

Anna Synderå

anna.syndera@ostersund.se

UPPDRAGSNAMN

Dagvattenutredning Brunflo-viken
2:25

UPPDRAGSNUMMER

10356341

FÖRFATTARE

Fatemeh Shayan- Jirí Navrátil

DATUM

2023-11-14

ÄNDRINGSDATUM

2024-06-04

GRANSKAD AV

Per Norberg

GODKÄND AV

INNEHÅLL

1	SAMMANFATTNING	5
2	BAKGRUND	6
2.1	SYFTE	6
3	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING	7
3.1	LISTA ÖVER ERHÅLLET UNDERLAG	7
3.1.1	Dokument, rapporter m.m.	7
3.1.2	Filer från beställaren	7
3.2	RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING	7
3.3	ÖVERSIKTSPLAN 2040	8
3.4	VATTENPLAN FÖR STORSJÖN	8
3.5	PROJEKTSPECIFIKA KRAV	8
4	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	9
4.1	ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING	9
4.2	TOPOGRAFI	10
4.3	GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	10
4.4	FÖRORENAD MARK	12
4.5	HYDROLOGI OCH GRUNDVATTEN	12
4.6	BEFINTLIGT AVRINNINGSOMRÅDE	13
4.6.1	Flödesvägar och instängda område	14
4.6.2	Befintliga ledningar och dagvattenanläggningar	15
4.7	RECIPIENT OCH RECIPIENTSTATUS	16
4.8	MARKAVVATTNINGSFÖRETAG/OMRÅDESSKYDD	16
4.9	OBSERVATIONER VID PLATSBESÖK	17
5	FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN	20
5.1	PLANERADE FÖRÄNDRINGAR	20
6	BERÄKNINGAR	20
6.1	DIMENSIONERANDE FLÖDEN	20
6.1.1	Planområde	21
6.1.2	Kvartersmark	22
6.2	ERFODERLIGA FÖRDRÖJNINGSVOLYMER	22
6.2.1	Fördröjningsbehov för kvartersmark	23
6.2.2	Fördröjningsbehov för hela planområdet	23
6.3	DAGVATTNETS FÖRORENINGSSINNEHÅLL	24
7	FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING	26
7.1	SYSTEMLÖSNING	26
7.1.1	Delområde 1	27
7.1.2	Delområde 2	27
7.1.3	Delområde 3	28

7.1.4	Delområde 4	28
7.1.5	Delområde 5	28
7.2	TEKNISKA LÖSNINGAR	29
7.2.1	Dike	29
7.2.2	Upphöjda eller nedsänkta växtbäddar	30
7.3	SLÄCKVATTENHANTERING	32
7.4	HANTERING AV DAGVATTEN UNDER BYGGPROCESSEN	33
7.5	DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL EFTER RENING	33
7.6	SKYFALL	35
8	KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER	37
9	SLUTSATSER	37
10	REFERENSER	38

1 SAMMANFATTNING

Denna dagvattenutredning har tagits fram för en ny detaljplan i Brunflo strax söder om Östersund. Syftet med den nya detaljplanen är att pröva områdets lämplighet för att möjliggöra byggnation av bostäder inom ett befintligt grönområde. Syftet med dagvattenutredningen är att säkerställa en hållbar dagvattenhantering i enlighet med gällande krav och riktlinjer. Utredningens utgångsläge är att fördröja och rena 2-årsregn inom kvartersmark och att uppnå fördröjning av 20-årsregn och säker bortledning av skyfall.

Dagvattenhantering i kvartersmark vid 2-årsregn, både fördröjning och rening, föreslås ske i växtbäddar med ett ytanspråk på ca 170 m² enligt nuvarande förutsättningar och antaganden. Växtbäddar föreslås därmed anläggas så att de kan fördröja en volym upp till ungefär 41 m³.

Planerad området beräknas medföra ökade dagvattenflöden inom kvartersmark, från 37 l/s i befintlig situation till 101 l/s i planerad situation vid ett 20-årsregn, om inga åtgärder för fördröjning skulle genomföras. För att kunna behålla dagvattenflöden på befintlig nivå vid ett 20-årsregn inom planområdet krävs en fördröjningsvolym om totalt 46 m³. Dagvattenhantering har uppdelats in i fem delområden med olika förslag. Sådana förslag omfattar en svackzon, vall, ett dike samt infiltration till marken.

Släckvatten kan endera hanteras i växtbäddar (upp till 41 m³) och i förslagen svacka (upp till 34 m³) som placeras längs planområdets södra del. Totalt 75 m³ kan hanteras inom växtbäddar samt svackzonen. Viktigt då att släckvattnet inte kan spridas därifrån till allmänna ledningar. Innan anslutning till den allmänna dagvattenanläggningen vid Sjövägen behöver förslagen dagvattenanläggning (ledningsnät) även utformas med avstängningsventil för att förhindra att föroreningar sprids med dagvattnet till ledningsnätet och stängas vid händelse av brand eller olycka.

Enligt underlag finns Jämtkrafts elledningar samt VA-ledningar längs södra gränsen av kvartersmarken. Elledningar ligger på ca 0,5 m djup. Förslagen placering av svackzon i söder är anpassade så att det inte ligger för tätt angränsande mot befintliga ledningar. Detta behöver även beaktas i fortsatt arbete med planen.

Den planerade exploateringen bedöms inte medföra någon påverkan på statusen för Storsjön. Föreslagna dagvattenåtgärder beräknas minska belastningen för flertalet ämnen.

För att inte byggnader eller viktig infrastruktur ska skadas vid extrema regn behöver höjdsättningen inom planområdet utföras så att skyfall avrinner i låglinjer. Entréer behöver höjdsättas så att färdig golvnivå ligger högre än nivån på omgivande mark. Planområdet bedöms inte påverkas av översvämningsrisk, detta förutsätter dock en väl planerad höjdsättning.

2 BAKGRUND

Östersunds kommun planerar för en ny detaljplan i Brunflo som ligger mot sydost från centrala Östersund och utgör en del av tätorten Östersund. Syftet med den nya detaljplanen är att planlägga för bostäder i flerbostadshus i ett centralt läge i Brunflo. Planen ska skapa en boendemiljö för många människor med en fysisk struktur som ger underlag för en trygg miljö samt en känsla av samhörighet och en halvprivat sfär. I samband med detta har WSP fått i uppdrag av kommunen att ta fram en dagvattenutredning för planområdet.

Planområdet är ca 7 500 kvadratmeter stort och beläget i Brunflo, utmed Mariebyvägen, se figur 1. I dagsläget utgörs området av i huvudsak grönytor.

I samband med detaljplanändringen anger Östersunds kommun även följande punkter:

- Grönstråket utmed Mariebyvägen såväl som utmed bäcken ska bevaras för de gröna värdena, ekosystemtjänster samt för upplevelsen av parkmiljö. Utsiktsläget ska tas tillvarata som boendekvalitet.
- Befintlig parkmark ska kompenseras med förhöjd kvalitet eftersom befintlig parkyta försvinner.
- Andelen hårdgjord yta begränsas för infiltration, reglering av dagvatten samt temperaturreglering.



Figur 1. Planområdets läge i Brunflo markerat med svart polygon (Lantmäteriet, 2023).

2.1 SYFTE

Dagvattenutredningen har till syfte att säkerställa en hållbar dagvattenhantering inom planområdet, i enlighet med gällande riktlinjer från Östersunds kommun samt branschstandard enligt Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Utredningens utgångsläge är att fördröja och rena ett 2-årsregn inom fastigheten. Totalt sett inom planområdet ska fördröjning av 20-årsregn och säker bortledning av skyfall kunna uppnås. Vid flödesberäkning inkluderas klimatfaktor 1,25 för att ta hänsyn till ökade flöden i ett förändrat klimat. Dagvatten från planområdet ska omhändertas med öppna/infiltrerbara dagvattenlösningar i så stor utsträckning som möjligt, med huvudsakligt syfte att rena vattnet innan det släpps ut till Storsjön. Detta för att undvika negativ påverkan på sjön.

3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

3.1 LISTA ÖVER ERHÅLLET UNDERLAG

3.1.1 Dokument, rapporter m.m.

- Sweco, 2021. PM Geoteknik GU Brunflo 2:25. 2021-05-21 [hämtat 2023-05-11]
- Östersunds kommun, 2020. Riktlinjer för dagvattenhantering. 2020-10-20 [hämtat 2023-05-11]
- Östersunds kommun, 2022. Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten. Vattenförekomster inom Östersunds kommun. 2022-09-07 [hämtat 2023-05-11]
- Östersunds kommun, 2023. Riktlinje. Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient. [hämtat 2024-01-25]

3.1.2 Filer från beställaren

- Exploateringskiss. Brunflo-Viken 2:25. Östersund (PDF och DWG). 2023-09-15 [hämtat 2023-10-10]
- Illustrationskarta Brunflo-Viken 2:25 m fl. 2022-10-12 [hämtat 2023-05-11]
- Illustrationskarta med justerad GC-väg [hämtad 2023-10-27]
- Plankarta. Detaljplan för Brunflo-Viken 2:25. Bostäder. 2022-10-12 [hämtat 2023-05-11]
- Plankarta. Detaljplan för Brunflo-Viken 2:25. Bostäder (PDF och DWG). 2022-10-12 [hämtat 2023-10-10]
- VA ledningar Brunflo-Viken 2;25 Model (PDF), VA ledningar Brunflo-Viken 2;25 (DWG), Dagvattenutredning Brunflo-Viken 2_25 mfl_ (mailkommunikation med kommunens VA) [hämtat 2023-05-23]

3.2 RIKTLINJER FÖR DAGVATTENHANTERING

Enligt Östersunds kommuns riktlinjer för dagvattenhantering (Östersunds kommun, 2020) gäller följande för nya detaljplaner inom kommunen:

- Öppna dagvattenlösningar ska prioriteras framför slutna lösningar. Detta för att skapa bättre rening, ökad kapacitet, översvämningssutjämnning, bättre grundvattenbildning vid ökad infiltration samt bidra till ett grönare samhälle.
- Inom planområdet ska rekommendationer enligt Svenskt Vatten P110 gälla för fördröjning av dagvatten. Detta innebär att dagvattnet ska fördröjas motsvarande 10-årsregn för gles bostadsbebyggelse, 20-årsregn för tät bostadsbebyggelse och 30-årsregn för centrum- och affärsområden.
- Inom varje fastighet ska minst ett 2-årsregn renas och fördröjas.
- Den fysiska planeringen ska genomföras så att ny bebyggelse och nya anläggningar ej påverkar omkringliggande bebyggelse, infrastruktur och markområden negativt vid normala eller kraftiga regnhändelser (100-årsregn).

- En klimatfaktor på 1,25 ska användas vid samtliga regnscenarier för att ta hänsyn till framtida regnhändelser.
- Vid genomförande av detaljplaner ska dagvattnet minst renas ner till befintlig situation inom planområdet idag.
- Hänsyn ska tas till platsspecifika förutsättningar i samtliga riktlinjer ovan.

Ny Riktlinje för riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient (Östersunds kommun, 2024) kompletterar ovanstående med riktvärden för föroreningshalter av utvalda ämnen. De här riktvärdena presenteras och jämförs med befintlig situation i planområdet, läget efter den föreslagna exploateringen utan rening av dagvatten samt läget efter exploatering med rening av dagvatten enligt föreslagna åtgärder.

3.3 ÖVERSIKTSPLAN 2040

Följande ställningstaganden gällande dagvatten finns i kommunens översiktsplan för år 2040 (Östersunds kommun, 2014):

- När kommunalt avloppsvatten och dagvatten är renat och släpps till sjöar och vattendrag ska det vara så rent så att recipienten kan nå god ekologisk och kemisk status enligt EU:s vattendirektiv.
- Klimatförändringarna innebär ökad dagvattenmängd. Detta behöver man ta om hand i öppna system och fördröjande lösningar.
- Man ska eftersträva att minska andelen hårdgjorda ytor i tät bebyggelse.
- Alla nya eller reviderade detaljplaner ska säkerställa att det finns tillräckligt med grönytor (naturliga eller skapade) för ett lokalt omhändertagande av dagvatten. Det gäller både kvartersmark och allmän plats.
- Ansvar för dagvattenhanteringen delas av fastighetsägare och Miljö- och samhällsnämnden.

3.4 VATTENPLAN FÖR STORSJÖN

Följande ställningstaganden gällande dagvatten finns i Länsstyrelsens Vattenplan för Storsjön (Länsstyrelsen, 2016):

- Vid planering och lovhantering ska för hållbart omhändertagande av dagvatten 100-årsregn vara dimensionerande.
- Både i befintliga miljöer och vid nyexploatering ska möjlighet för kontrollerad ytavrinning och ett hållbart omhändertagande av dagvatten skapas.
- Den fysiska planeringen ska samverka till att skapa sammanhängande stråk för öppen dagvattenhantering och koppla samman dessa med planeringen av gröna strukturer (mångfunktionella ytor).
- Kommunerna bör sträva efter att rena förorenat dagvatten innan det släpps ut till känslig recipient.
- Identifiera och avsätta lämpliga markområden där dagvattensystemet tillfälligt kan bräddas vid översvämningar.

3.5 PROJEKTSPECIFIKA KRAV

Utöver krav och riktlinjer i avsnitt 3.2–3.4 gäller följande för det aktuella planområdet (enligt uppdragsförfrågan):

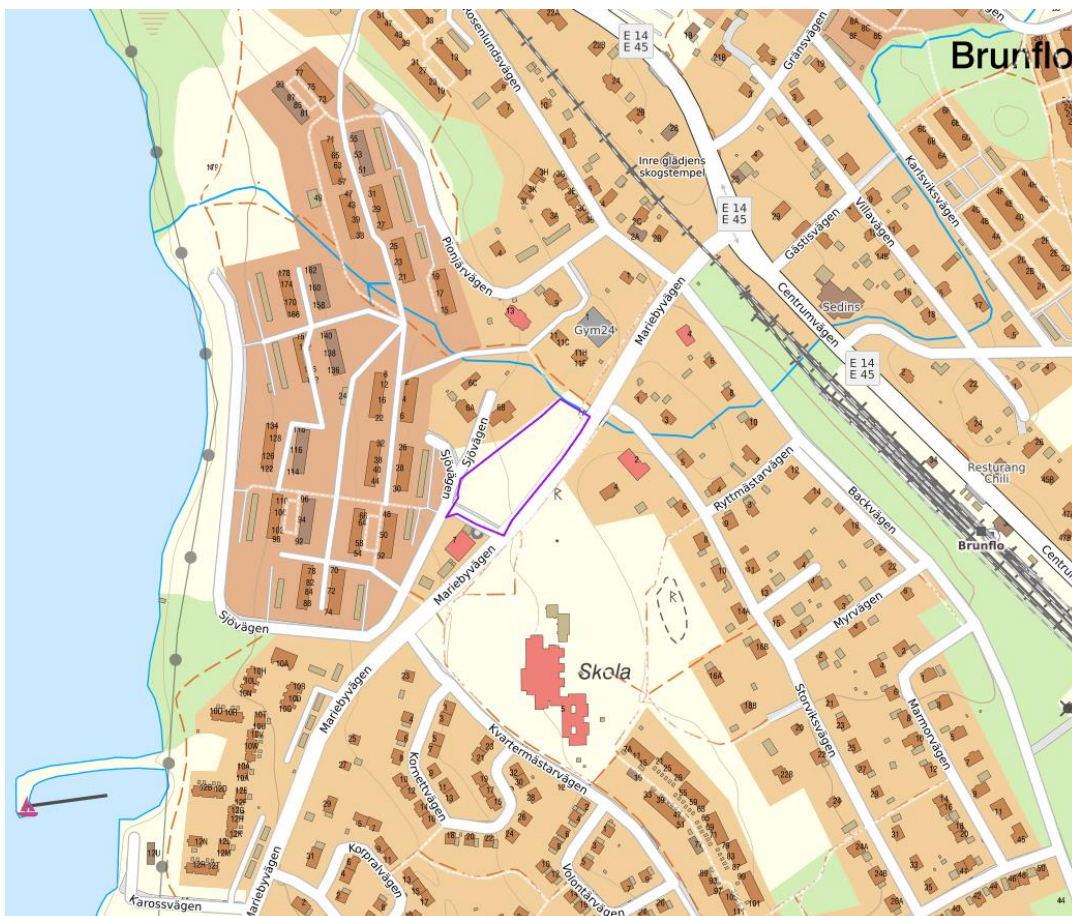
- Utgångsläget är att 2-årsregn ska fördröjas och renas inom varje fastighet och 20-årsregn fördröjas på allmän platsmark.

- Vid ett genomförande av detaljplanen ska dagvattnet minst renas ned till befintlig situation inom planområdet idag.
- Vid flödesberäkningar ska klimatfaktor 1,25 användas.
- I möjligaste mån ska öppna/infiltrerbara dagvattenlösningar användas istället för slutna för att skapa bättre rening, ökad kapacitet, översvänningsutjämning och en grönare stad.
- Dagvattenutredningen ska redovisa bedömning av påverkan på MKN för Storsjön, med särskilt fokus på de ämnen vars gränsvärden enligt VISS överskrids eller riskerar att överskridas.
- Möjlig hantering av släckvatten inom planområdet ska redovisas, med hänsyn till markanvändning, recipientens känslighet och rinnvägar.
- Förslag på lösningar för hur dagvatten kan omhändertas under byggskedet ska redovisas.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

4.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING

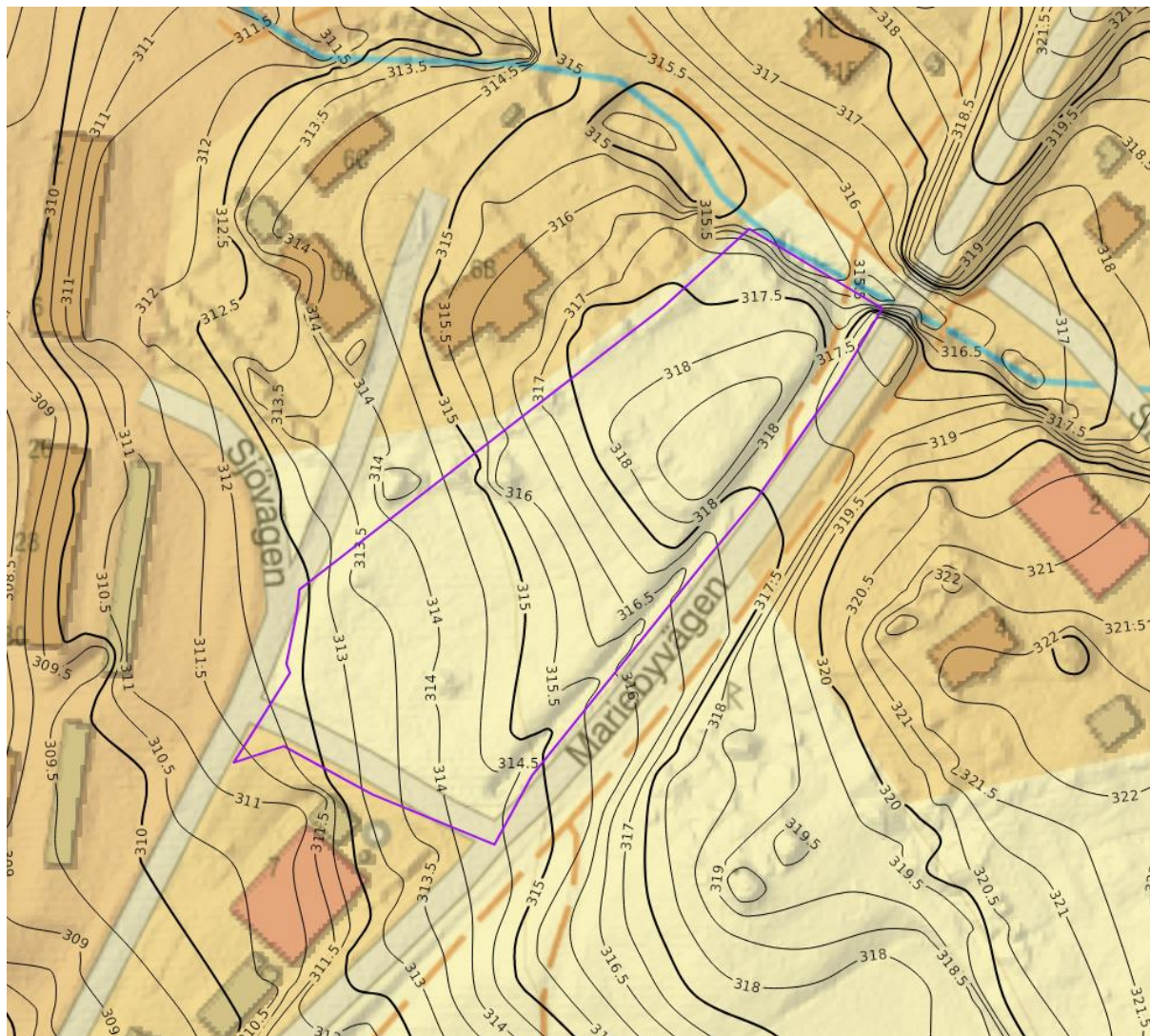
Området är centralt beläget i Brunflo, utmed Mariebyvägen. Arealen är ca 7 500 kvadratmeter. Mariebyvägen ligger i öster, panncentralen i söder och hyreslängor i två plan i riktning mot Storsjöns sluttning i väster. I norr finns äldre gårdsmiljö. Planområdet gränsar till Gustabäcken i norr. I dagsläget består planområdet av grönytor, se Figur 2 (OpenStreetMap, 2023).



Figur 2. Planområdets läge i Brunflo, med dess gräns markerad med lila linje (OpenStreetMap, 2023).

4.2 TOPOGRAFI

Marknivåer inom planområdet sträcker sig mellan 312 m ö.h. och 318,5 m ö.h. (Figur 3). Planområdet lutar generellt mot områdets sydvästligaste hörn (i riktning mot Storsjön) men nordöstra delen av planområdet lutar mot nordost mot Gustabäcken. Det finns också ett dike vid södra halvan av planområdets gräns mot Mariebyvägen. Diket följer den generella lutningen mot sydväst, se Figur 3.



Figur 3. Topografi inom och omkring planområdet (SCALGO, 2023). Planområdet är markerat med lila linje.

4.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

I maj 2021 utfördes en geoteknisk undersökning (Sweco, 2021) inom området med syftet att utgöra underlag till ny detaljplan för planområdet. Rapporten räknar med byggnation av flerfamiljshus om max fyra våningsplan.

Rapporten anger att jordprofilen i planområdet utgörs överst av tunt ytskikt av mulljord som är ca 0,3–0,6 m mäktigt (Sweco, 2021). Under ytskiktet finns naturlig lagrad morän som utgörs främst av siltmorän med varierande innehåll av lera. Slitmoränens fasthet bedöms som relativt låg till medelhög. Under slitmoränen finns bottenmorän utgjord av sandmorän med olika fraktioner av lera, sand och grus. Bottenmoränens fasthet bedöms som fast. Bergöverytan uppmätts ca 1,7 m under markytan (Sweco, 2021).

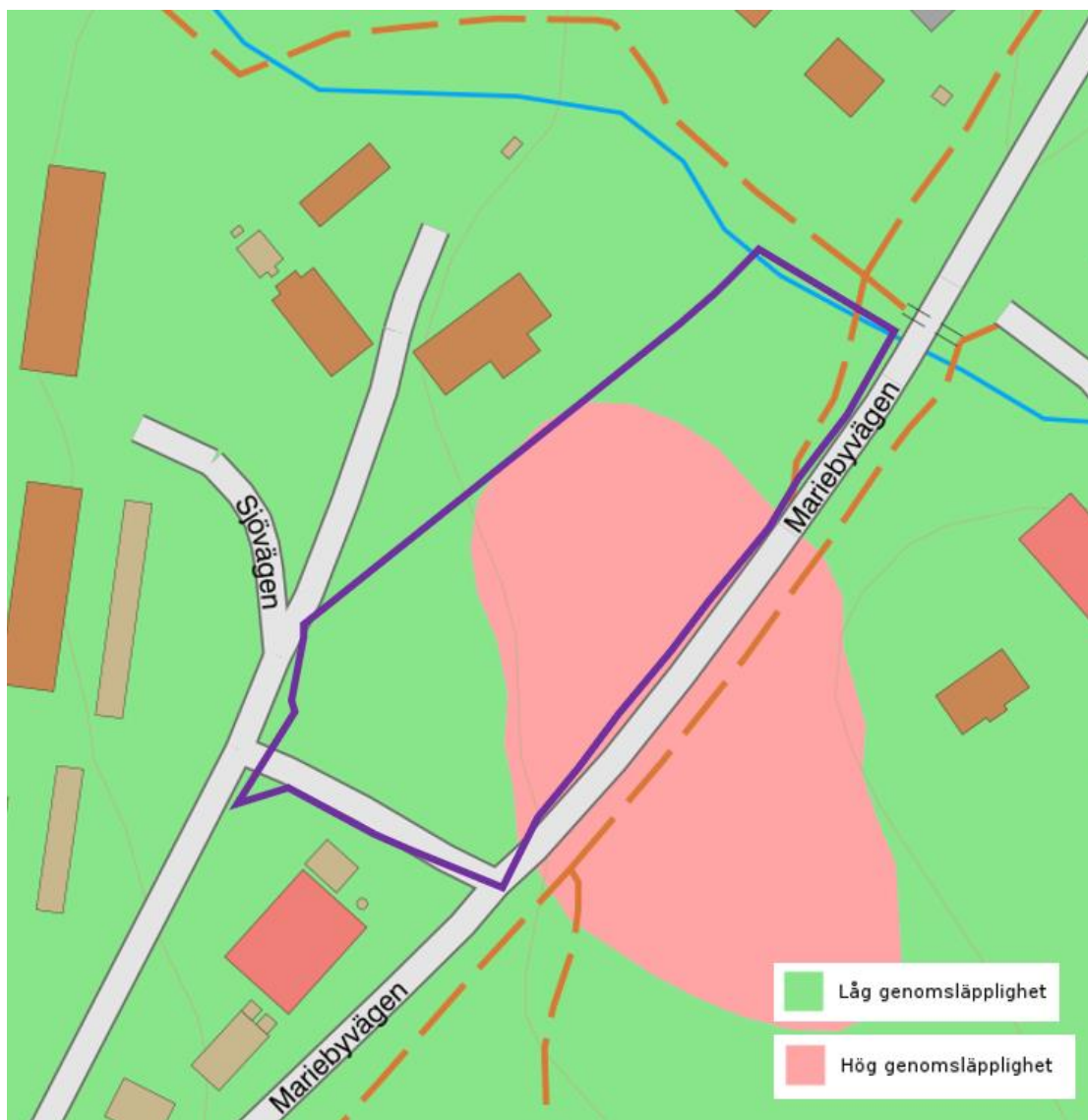
Området klassas som normalradonmark (Sweco, 2021).

Den enligt topografikartan (Figur 3) högst belägna området består enligt SGU:s jordartskarta av isälvsediment medan resten av området av moränlera eller lerig morän, se Figur 4.



Figur 4. Jordarter inom planområdet (SGU, 2023). Planområdet är markerat med lila linje.

Enligt SGU:s genomsläpplighetskarta (SGU, 2023) bedöms genomsläppligheten att vara låg i södra och norra delen av planområdet och hög i centrala delen av planområdet. Detta motsvarar precis indelningen av två olika jordarter; området bestående av isälvsediment har hög genomsläpplighet medan det övriga området bestående av moränlera eller lerig morän har låg genomsläpplighet, se Figur 5.



Figur 5. Genomsläpplighet inom och kring planområdet. Planområdet markerat med lila linje (SGU, 2023).

4.4 FÖRORENAD MARK

Enligt Länsstyrelsens EBH-karta så finns inga potentiellt förorenade områden inom planområdet (Länsstyrelsen, 2023).

En översiktlig mätning av markradon har utförts i en punkt. Mätvärdet visade lågradonmark, men då Storsjöbygden generellt har normalhögradonmark och förutsättningarna vid undersökningstillfället endast möjliggjorde en mätning klassas marken som normalradonmark (Sweco, 2021).

4.5 HYDROLOGI OCH GRUNDEVATTEN

Enligt Länsstyrelsens EBH-karta sammanfaller hela planområdet med området som klassificeras som *viktig grundvattenresurs i jord* (Länsstyrelsen, 2023).

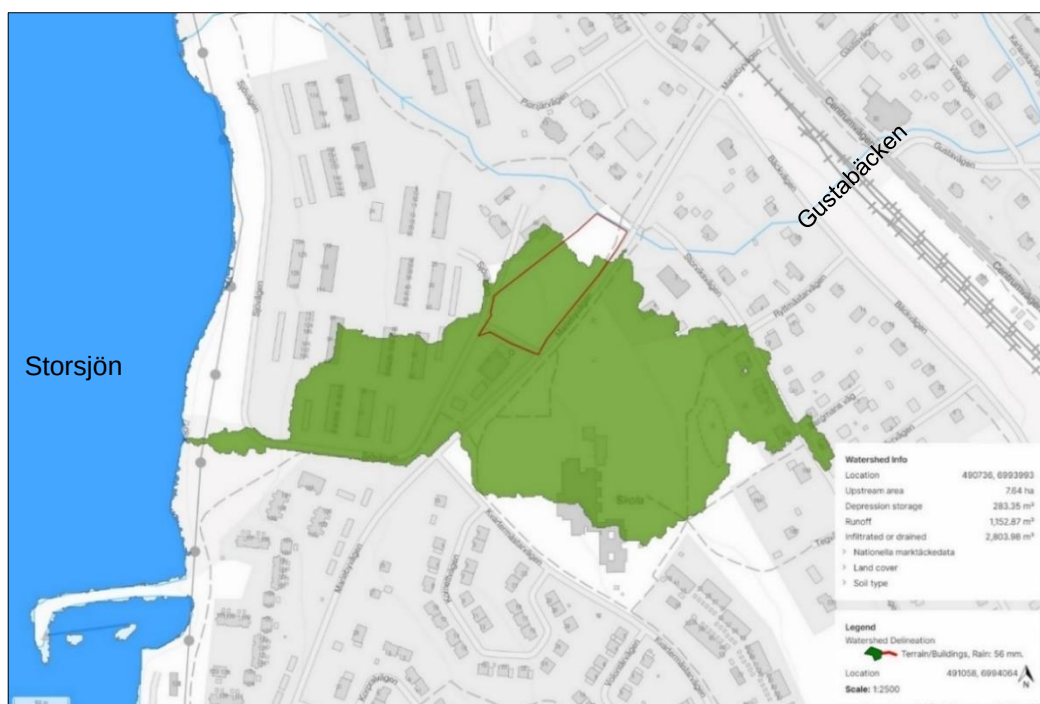
I samband med den geotekniska undersökningen (Sweco, 2021) har ett grundvattenrör installerats inom planområdet. Grundvattennivåer lästes av i detta vid ett tillfälle veckan efter installationen (6 maj 2021). Grundvattennivån observerades 1,96 m under markytan (Sweco, 2021). Det anges att stor variation i grundvattennivåer kan förväntas med årstider i planområdet (Sweco, 2021).

4.6 BEFINTLIGT AVRINNINGSOMRÅDE

En analys har utförts med modellen Scalgo Live för att identifiera befintliga flödesvägar inom och runtom planområdet. Programmet visualiserar och beräknar flödesvägar och lågpunkter utifrån terrängmodeller. Som underlag i Scalgo Live används Lantmäteriets senaste nationella laserskanning med en upplösning på 1x1 m. Nederbörds mängden som använts i detta fall är 56 mm, vilket motsvarar ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och en klimatfaktor på 1,25 (Svenskt Vatten, 2016).

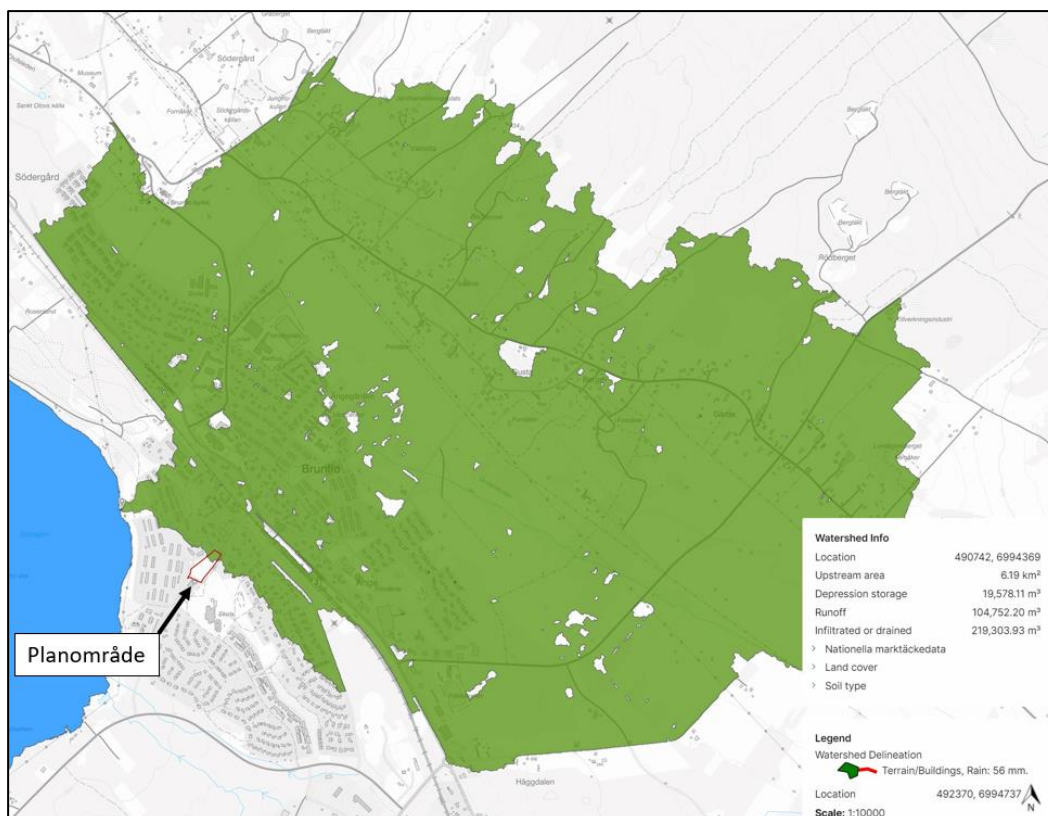
I programvaran observerades att finns två delavrinningsområden uppströms planområdet varifrån dagvatten avrinner till planområdet och vidare till Storsjön, se gröna områden i Figur 6 och Figur 7.

Avrinningsområdet som avrinner i södra delen av planområdet (figur 6) har en uppströms area på ca 7,64 ha. Större delen av planområdet och hela den framtida kvartersmarken (81%) rinner i detta avrinningsområde mot sydväst.



Figur 6. Avrinningsområde som berör södra delen av planområdet (som är markerat med röd polygon).

Det avrinningsområde som berör norra delen av planområdet har en uppströms area på ca 6,19 km², se Figur 7. Ca 19% av planområdet som idag, och även efter exploatering, är naturmark avvattnas norrut och omhändertas i ett befintligt vattendrag (Gustabäcken). Vattendraget avvattnar inte bara ytor i norr om planområdet utan även stora ytor utanför planområdet och rinner vidare till Storsjön.



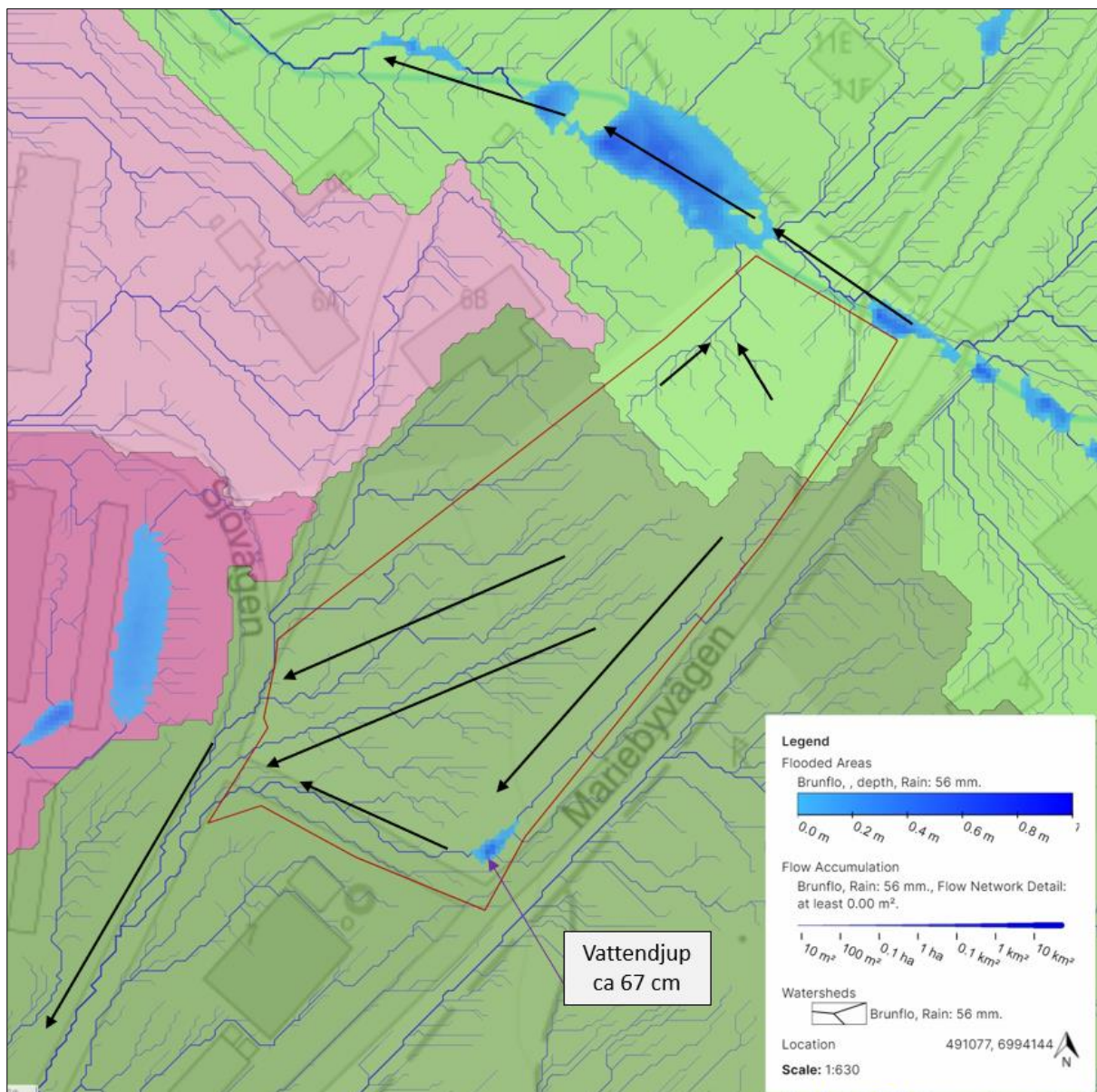
Figur 7. Avrinningsområde som berör norra delen av planområdet (som är markerat med röd polygon).

4.6.1 Flödesvägar och instängda område

I Figur 8 visas delavrinningsområden samt vattendjup vid 56 mm nederbörd.

Planområdets mellersta och södra delar sluttar svagt söderut och vatten från dessa ytor avrinner naturligt längs Sjövägen och vidare västerut mot Storsjön. I planområdets norra del avrinner vatten naturligt norrut till vattendraget Gustabäcken.

Enligt analysen finns en lågpunkt inom planområdet i befintlig situation. Lågpunkter visas med ljusblå markeringar i Figur 8. Det största vattendjupet i lågpunkten inom planområdet är ca 67 cm. Denna lågpunkt är Mariebyvägens vägdikey, och vid denna plats finns en trumma under Sjövägen som leder ytvattnet vidare längs Mariebyvägen. Vid den planerade exploateringen bör marken höjdsättas så att inga instängda områden skapas.



Figur 8. Flödesvägar, avrinningsområden och instängda områden med risk för översvämning i befintlig situation baserat på ett simulerat 100-årsregn (56 mm). Röd polygon markerar planområdet. Svarta pilar markerar avrinningsväg.

4.6.2 Befintliga ledningar och dagvattenanläggningar

Enligt information från beställaren (erhållen 2024-01-25) ligger hela planområdet inom verksamhetsområde för dricks-, spill- och dagvatten i dagsläget. Befintliga dagvattenledningar finns vid Sjövägen sydväst om planområdet. Dagvatten från planområdet kan anslutas till dagvattennätet i Sjövägen. Kvarvarande kapacitet i ledningen är okänd men kan uppskattas till ca 50 l/s (pga begränsningar nedströms).

Dagvatten från norra delen av planområdet, omhändertags lokalt inom planområdet och avrinner till vattendrag (se Figur 13). I planområdets utkanter intill den omgivande vägen Mariebyvägen finns ett befintligt vägdikey som avleder dagvatten från vägarna till en trumma under Sjövägens infart i Storsjön. Se foton av diket på Mariebyvägens nordvästra sida och trumman under Sjövägens infart i Figur 10 och Figur 11. Trumman har innerdimension 500 mm och är i betong, enligt observationer under platsbesök (se avsnitt 4.9).

4.7 RECIPIENT OCH RECIPIENTSTATUS

Slutlig recipient för planområdets dagvatten är vattenförekomsten Storsjön (MS_CD: WA54917789) som även utgör dricksvattentäkt i Östersunds kommun. Storsjön redovisas här som den enda recipient eftersom Gustabäcken som avvattnar norra delen av planområdet (se avsnitt 4.6.1) inte har sin egen klassificering av status i VISS och mynnar slutligen ändå till Storsjön bara ca 350 m nordväst om planområdet. I tabell 1 sammanfattas aktuell status och miljö kvalitetsnormer för Storsjön. Enligt beslutad miljö kvalitetsnorm (förvaltningscykel 3, år 2017 – 2021) är den ekologiska statusen *måttlig* och den kemiska statusen *uppnår ej god* för Storsjön.

Kvalitetskraven är god kemisk ytvattenstatus för vattenförekomsten och god ekologisk status till år 2039 för Storsjön. Utöver mindre stränga krav för de överallt överskridande ämnena bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar så finns undantag i form av tidsfrister och senare målår för vissa ämnen. I Storsjön överskrider gränsvärdet för PFOS som har ett senare målår 2027 (VISS, 2023).

Tabell 1. Miljö kvalitetsnormer samt klassificerade kvalitetsfaktorer för Storsjön (WA54917789) enligt VISS, 2023.

Aktuell status	Kvalitetskrav	Kvalitetsfaktorer		Klassificering
Måttlig ekologisk status	God ekologisk status 2039	Biologiska	Fisk	Måttlig
		Fysikalisk-kemiska	Näringsämnen	Hög
			Särskilda förorenande ämnen	Måttlig
		Hydromorfologiska	Konnektivitet i sjöar	Dålig
			Hydrologisk regim i sjöar	Måttlig
		Morfologiskt tillstånd i sjöar	Måttlig	
Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus	Prioriterade ämnen	Diuron	God
			Pentaklorbensen	God
			Antracen	Uppnår ej god
			Bromerad difenyleter	Uppnår ej god
			Kloroalkaner	God
			Bly och blyföreningar	Uppnår ej god
			Kvicksilver och kvicksilverföreningar	Uppnår ej god
			Fluoranten	Uppnår ej god
			Hexabromcyklododekaner	God
			Hexaklorbensen	God
			PFOS	Uppnår ej god
			Tributyltenn föreningar	Uppnår ej god

4.8 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG/OMRÅDESSKYDD

Enligt SLUs dikeskartor finns det ett dike innanför planområdet i södra halvan av planområdet utmed Mariebyvägen. Det finns ingen information om eventuella markavvattningsföretag inom planområdet.



Figur 9. Diken inom och kring planområdet. Diken markerade med gröna linjer, planområdet markerat med lila linje (SCALGO, 2023).

Enligt Naturvårdsverket, 2022, finns inga skyddade områden inom planområdet.

4.9 OBSERVATIONER VID PLATSBESÖK

Ett platsbesök utfördes (av Åsa Söderqvist, WSP, Östersund) den 6 november 2023. Vid tillfället för platsbesöket var det relativt mycket snö på platsen vilket gjorde det svårt att se bl a höjdskillnader, dagvattenbrunnar och rinnvägar.

Trots snön så syntes diket på Mariebyvägens sydvästra sida tydligt, se Figur 10. Inloppet och utloppet till trumman som är belägen under infarten till Sjövägen från Mariebyvägen grävdes fram under snön, se foton i Figur 10 och Figur 11. Trummans innerdimension uppmättes till 500 mm och den är i betong. I trummans utlopp, på den södra sidan om Sjövägen, fanns relativt mycket grus (till ca hälften av trummans höjd) vilket ses i Figur 11.



Figur 10. Till vänster: befintligt dike på Mariebyvägens nordvästra sida, fotat från korsningen mellan Sjävägen och Mariebyvägen mot nordost. Till höger: befintlig trumma BTG 500 mm under Sjävägen, fotat från diket mot sydväst (trummans inlopp, dess läge är markerat med röd pil i vänster foto). Foton från platsbesök 2023-11-06.



Figur 11. Till vänster: befintligt dike på Mariebyvägens nordvästra sida, fotat mot nordost på den södra sidan om korsningen mellan Sjävägen och Mariebyvägen. Till höger: befintlig trumma BTG 500 mm under Sjävägen, fotat från diket mot nordost (trummans utlopp, dess läge är markerat med röd pil i vänster foto). Trummans utlopp var fyllt till ca hälften med grus/sediment, vilket ses i höger foto. Foton från platsbesök 2023-11-06.

Av de tre dagvattenbrunnar som finns på Sjävägen strax sydost om planområdet så kunde endast en observeras vid platsbesöket, eftersom de andra två var översnöade. Den dagvattenbrunn som

observerades är den som ligger på Sjävägens västra sida, intill en nedstigningsbrunn som också observerades (se foto i Figur 12).



Figur 12. Dagvattenbrunn på Sjävägens västra sida, strax sydväst om planområdet. Mellan dagvattenbrunnen och skyltarna i fotot ses även en nedstigningsbrunn. Foton från platsbesök 2023-11-06.

De rinnvägar och vattendelare som ses i analysen från Scalgo Live (se Figur 8) bedöms stämma med verkligheten utifrån markens lutning. Dock var det något svårt att bedöma lutningen vid platsbesöket till följd av snötäcket. Några eventuella lokala lågpunkter kunde inte observeras på grund av snön. Flödet i bäcken norr om planområdet bedömdes vara relativt lågt vid tillfället för platsbesöket, vattendjupet uppskattades till några decimeter (se foto i Figur 13).



Figur 13. Befintlig bäck norr om planområdet, där den passerar under Mariebyvägen (fotat mot sydost). Foton från platsbesök 2023-11-06.

5 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

5.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR

En illustrationsplan och plankarta för planerad byggnation inom planområdet redovisas i Figur 14. Området föreslås bebyggas med två flerbostadshus i 4 våningar, tillfartsväg och parkeringar. I tillgängligt underlag har ingen höjdsättning av framtida mark och byggnader gjorts. I resterande delar av planområdet i norr ska befintlig naturmark bevaras och delarna av Sjövägen som ingår i planområdet förblir oförändrade. Enligt beställare ska diket längs Mariebyvägen ersättas med ett dike och en trädrad med ca. 2,5 m bredd utmed vägen. Trafikverket planerar att bygga en ny GC-väg med en bredd på 2 meter längs söder och öster om kvartersgränsen till busshållplatsen, se Figur 14.



Figur 14. Plankarta över planområdet och illustrationsplan för detaljplanen.

6 BERÄKNINGAR

Samtliga beräkningar har utförts enligt tillvägagångssätt i Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016).

6.1 DIMENSIONERANDE FLÖDEN

För att avgöra hur planerad exploatering beräknas påverka dagvattenflöden har flöden för både befintlig och planerad markanvändning beräknats för ett 2-, 20- och 100-årsregn. De dimensionerande flödena är beräknade genom rationella metoden enligt Ekvation 1.

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

där

$q_{d \text{ dim}}$ = dimensionerande flöde (l/s)

A = avrinningsområdets area (ha)

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördintensitet (l/s, ha), (t_r) = regnets varaktighet

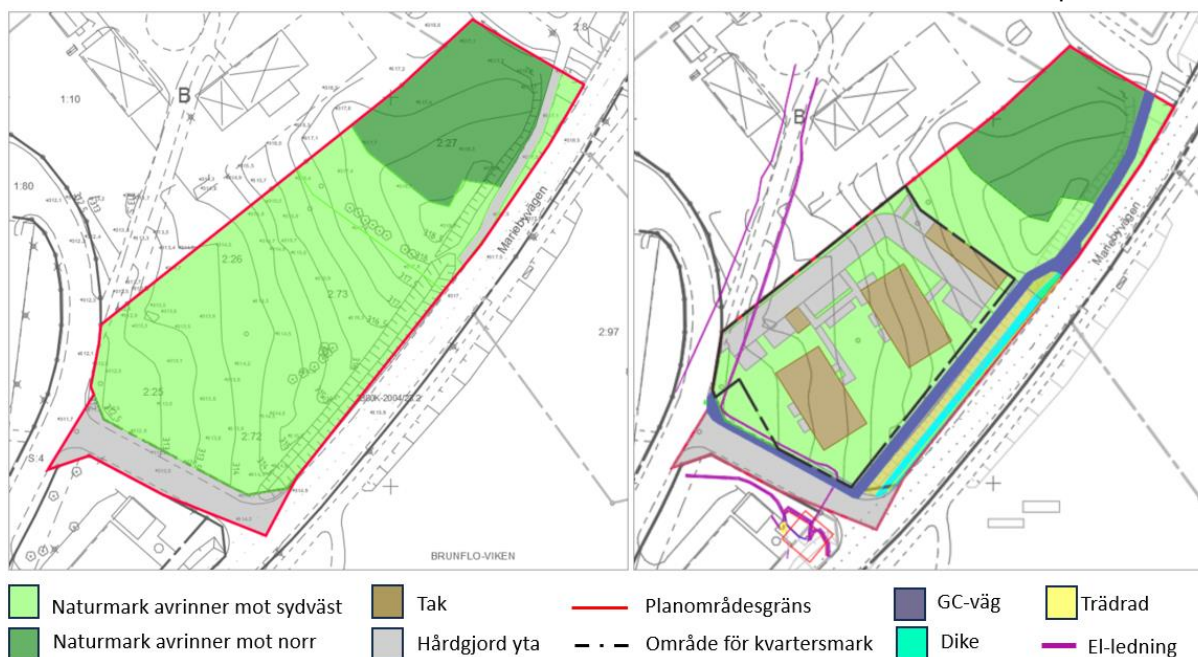
φ = avrinningskoefficient

kf = klimatfaktor

Blockregnsvaraktigheten för regnen är vald utifrån en beräknad rinntid på 10 minuter i både befintlig och planerad situation. För att ta höjd för framtida ökade flöden till följd av klimatförändring har flöden i

planerad situation multiplicerats med en klimatfaktor på 1,25. De avrinningskoefficienter som använts i beräkningarna är enligt Svenskt Vatten P110.

Ytkarteringen som flödesberäkningarna utgår ifrån baseras på grundkarta för befintlig situation. För planerad situation utgår den från illustrationsplanen i Figur 14. I beräkningarna har det antagits att uppfarterna som tillhör flerfamiljshusområde utgörs av asfalt för att räkna utifrån största möjliga hårdgörandegrad. Det är däremot fördelaktigt om de i stället anläggs med grus eller annan genomsläpplig beläggning för att minska avrinningen från uppfarterna. I Figur 15 redovisas ytkarteringen för befintlig och planerad situation. I den planerade situationen har ytkarteringen delats upp i två delområden; området för kvartersmark och resterande del av planområdet.



Figur 15. Ytkartering i befintlig och planerad situation. Området för kvartersmark är markerat med svart streckad linje.

Baserat på fördröjningskravet som anger att ett 2-årsregn ska renas och fördröjas inom kvartersmark och ett 20-årsregn ska fördröjas inom planområdet så har flödesberäkningar utförts dels för hela planområdet (20-årsregn) och dels för endast kvartersmarken (2-årsregn).

6.1.1 Planområde

I Tabell 2 redovisas areor för de olika markanvändningarna inom planområdet (enligt Figur 15) samt avrinningskoefficienter och beräknade flöden för befintlig situation. Detsamma för planerad situation redovisas i Tabell 3.

Tabell 2. Markanvändning och dimensionerande flöden för planområdet i befintlig situation, exkluderande klimatfaktor.

Markanvändning	Avrinningskoefficient [-]	Area [ha]	Reducerad area [ha]	20-årsregn [l/s]	100-årsregn [l/s]
Naturmark avrinner mot norr	0,1	0,14	0,01	3	7
Naturmark avrinner mot sydväst	0,1	0,53	0,05	15	25
Hårdgjord yta/GC-väg	0,8	0,08	0,06	19	30
Tak	0,9	-	-		
Totalt	0,17	0,75	0,13	37	62

Tabell 3. Markanvändning och dimensionerande flöden (inkl klimatkfaktor 1,25) för planområdet i planerad situation.

Markanvändning	Avrinnings- koefficient [-]	Area [ha]	Reducerad area [ha]	20-årsregn [l/s]	100-årsregn [l/s]
Naturmark avrinner mot norr	0,1	0,14	0,01	4	6
Naturmark avrinner mot sydväst	0,1	0,32	0,03	11	18
Hårdgjord yta/GC-väg	0,8	0,20	0,16	57	98
Takyta	0,9	0,09	0,08	29	50
Totalt	0,38	0,75	0,28	101	172

Den sammantagna reducerade arean för planområdet beräknas öka från 0,13 till 0,28 i och med planerad exploatering. En ökning av hårdgörandegraden och inkludering av klimatkfaktor i planerad situation medför ökade flöden för planerad situation i jämförelse med befintlig.

6.1.2 Kvartersmark

I Tabell 4 redovisas areor för de olika markanvändningarna inom delen av planområdet som planeras bli kvartersmark, samt avrinningskoefficienter och beräknade flöden för befintlig situation. Detsamma för planerad situation redovisas i Tabell 5.

Tabell 4. Markanvändning och dimensionerande flöden för kvartersmarken i befintlig situation.

Markanvändning	Avrinnings- koefficient [-]	Area [ha]	Reducerad area [ha]	2-årsregn [l/s]	20-årsregn [l/s]	100-årsregn [l/s]
Naturmark rinner mot söder	0,1	0,39	0,04			
Hårdgjord yta	-	-	-	5,2	11,2	19
Takyta	-	-	-			
Totalt		0,39	0,04	5,2	11,2	19

Tabell 5. Markanvändning och dimensionerande flöden (inkl. klimatkfaktor 1,25) för kvartersmark i planerad situation.

Markanvändning	Avrinnings- koefficient [-]	Area [ha]	Reducerad area [ha]	2-årsregn [l/s]	20-årsregn [l/s]	100-årsregn [l/s]
Naturmark rinner mot söder	0,1	0,20	0,02			
Hårdgjord yta	0,8	0,10	0,08	29,5	63	107
Takyta	0,9	0,09	0,08			
Totalt		0,39	0,18	29,5	63	107

Vid ett 2-årsregn ökar flödet från området som planeras bli kvartersmark från 5,2 l/s (utan klimatkfaktor) till 29,5 l/s (med klimatkfaktor), om inga fördröjningsåtgärder skulle vidtas. Vid ett 20-årsregn ökar flödet från området som planeras bli kvartersmark från 11,2 l/s (utan klimatkfaktor) till 63 l/s (med klimatkfaktor), om inga fördröjningsåtgärder skulle vidtas.

6.2 ERFORDERLIGA FÖRDRÖJNINGSVOLYMER

Erforderlig volym för att fördröja ett 2-årsregn (med klimatkfaktor 1,25) till befintligt 2-årsregn (utan klimatkfaktor) har beräknats med Ekvation 2.

$$V_f = 3,6 \cdot t \cdot (Q(t) - q \cdot 0,67) \quad (2)$$

där V_f är magasinvolymen (m^3) för fördröjning, t är regnets varaktighet (h) vid den tidpunkt då en största volym uppstår, q är det bestämda utflödet och $Q(t)$ är maxflödet (l/s) som uppstår vid regn med

regnintensitet vid regnvaraktighet av tiden t . För att ta hänsyn till hur magasinet töms används en reducerad tömningsfaktor i beräkningarna. Med självfall ska en reducerad tömningsfaktor på 0,67 på maximala tillåtna utflödet användas vid dimensioneringen eftersom det maximala tillåtna utflödet endast nås då magasinet är fullt, enligt Svenskt Vatten, 2016.

Fördröjningsbehovet i området baseras på att ske i sådan omfattning att dagvattenflödet ut från planområdet inte ska bli större än befintligt flöde.

6.2.1 Fördröjningsbehov för kvartersmark

Beräkningen resulterar i en fördröjningsvolym på totalt ca **16 m³** inom kvartersmarken. Detta baseras på den hårdgörandegraden som planeras i dagsläget och att utflödet från kvartersmarken får vara 5,2 l/s. 2-årsregn dagvatten från kvartersmark fördröjs och renas i växtbäddar.

6.2.2 Fördröjningsbehov för hela planområdet

Fördröjningsvolymerna ska totalt sett kunna hantera ett 20-årsregn inklusive klimatfaktor inom planområdet som helhet. Den här hanteringen ska uteslutande ske på allmän plats.

Vid ett 20-årsregn ökar flödet från planområdet från 37 l/s (utan klimatfaktor) till 101 l/s (med klimatfaktor), om inga fördröjningsåtgärder skulle vidtas, enligt resultat i tabell 2 och 3. Det innebär att ett flöde på 64 l/s behöver fördröjas inom allmän plats för att flödet inte ska öka från planområdet efter exploatering. Det ger en total fördröjningsvolym för hela planområdet på cirka **46 m³** enligt (ekvation 2).

Dock avleds inte allt dagvatten från planområdet mot samma punkt utan avrinning från planområdet sker åt flera håll. Utifrån topografin avleds dagvatten från planområdet enligt Tabell 6, se även flödesriktningen i figur 16:

Tabell 6. Avledning av dagvatten utifrån delområden samt erforderlig fördröjningsvolym (m³) vid 20-årsregn

Nummer på delområdet	Avledning av dagvatten utifrån delområden	Erforderlig fördröjningsvolym (m ³) vid 20-årsregn
1	Dagvatten från naturmark (mörkgröna ytor) i norr, och även befintlig GC-väg avrinner norrut mot Gustabäcken	3
2	Dagvatten från naturmark (ljusgröna ytor) i norr avrinner söderut mot kvartersmark	1
3	Dagvatten från planerade GC-väg i öster rinner mot dike österut	1
4	Dagvatten från planerade GC-väg i söder och vägen mellan Sjövägen och Mariebyvägen i söder, rinner söderut	8
5	Dagvatten från kvartersmark som rinner mot sydväst	34
Total fördröjningsvolym för hela planområdet		46

Dagvattenhantering för olika delområden beskrivs i avsnitt 7.



Figur 16. Indelning av planområdet in till delområden enligt avrinning av dagvatten.

Utöver den erforderliga volymen för att begränsa flödet ut från planområdet så krävs en möjlighet att samla upp släckvatten inom planområdet vid en eventuell brand. En dimensionerande släckvattenvolym på **72 m³** har beräknats utifrån följande:

- Släckvattenflöde från brandpostuttag 10 l/s
- Två timmars släckarbete

Det ska understrykas att detta är en preliminär bedömning och att man i detaljprojekteringsfasen bör göra ytterligare kontroller att få mer tillförlitliga uppgifter.

6.3 DAGVATTNETS FÖRORENINGSSINNEHÅLL

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac (StormTac, v23.3.1). För att uppskatta halter och mängder av föroreningar i dagvatten som kommer från planområdet används schablonhalter för specifika typer av markanvändning. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten). Beräknade värden bör ses som en uppskattning av föroreningssituationen i planområdet, snarare än exakta värden.

Enligt SMHI:s metoder har en årsnederbörd på 574 mm använts i beräkningarna, vilket är en korrigerad årsmedelnederbörd (korrektionsfaktor 1,14) (SMHI, 2003) baserad på den uppmätta nederbördsvolymen på 503 mm/år för närliggande mätstation Östersund-Frösön Flygplats (SMHI, 2023).

Föroreningsberäkningar har utförts för befintlig och planerad markanvändning, samt planerad markanvändning efter rening. I detta avsnitt redovisas beräknade värden utan rening, värden där reningsanläggningar inkluderas redovisas i avsnitt 7.5. I

Tabell och 9 visas föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten inom planområdet före och efter exploatering.

Tabell visar dessutom riktvärden för totalhalter enligt kommunens dokument *Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient* (Östersunds kommun, 2024). Dessa beräkningar har utförts för planområdet i sin helhet och markanvändningar enligt Tabell har använts. För Befintlig och planerad situation har markanvändningen *Gång & cykelväg*, *Väg med ÅDT 1000* använts för Sjövägen, *Blandat grönområde* använts för naturmark och *Flerfamiljshusområde* använts för kvartermarken i planerad situation.

Tabell 7. Markanvändningar som använts i föroreningsberäkningarna.

Markanvändning i StormTac	Area [ha]	
	Befintlig situation	Planerad situation
Flerfamiljshusområde	0	0,39
Väg med ÅDT 1000	0,06	0,06
Blandat grönområde	0,67	0,26
Gång och cykelväg	0,02	0,04
Totalt	0,75	0,75

Tabell 8. Beräknade föroreningshalter före och efter exploatering (utan rening). Gulmarkerade ämnen är ämnen som inte finns med som standard i StormTac-beräkningar men som har inkluderats eftersom de har gränsvärden som enligt VISS överskrider eller riskerar att överskridas. Föroreningshalter som överskrider Riktvärden för Storsjön enligt (Östersunds kommun, 2024) är rödmarkerade. Notera att för en del ämnen överskrider föroreningshalter riktvärdena redan i befintligt läge.

Ämnen	Befintlig situation (µg/l)	Planerad situation UTAN rening (µg/l)	Ökar/Minskar	Riktvärden för Storsjön enligt (Östersunds kommun, 2024) (µg/l)
P	87	180	Ökar	70
N	1200	1700	Ökar	1250
Pb	4,4	10	Ökar	5
Cu	10	21	Ökar	20
Zn	25	65	Ökar	60
Cd	0,23	0,48	Ökar	0,08
Cr	5,2	9,4	Ökar	8
Ni	3	6,8	Ökar	15
Hg	0,029	0,031	Ökar	0,07
SS	35000	67000	Ökar	25000
BaP	0,021	0,038	Ökar	0,00017
ANT	0,0082	0,0097	Ökar	0,1
FLUO	0,09	0,049	Minskar	0,0063
PBDE 47	0,00015	0,00017	Ökar	
PBDE 99	0,00018	0,00022	Ökar	
PBDE 209	0,015	0,015	-	
TBT	0,0016	0,0018	Ökar	0,0002

Tabell 9. Beräknade föroreningsmängder före och efter exploatering (utan rening). Gulmarkerade ämnen är ämnen som inte finns med som standard i StormTac-beräkningar men som har inkluderats eftersom de har gränsvärden som enligt VISS överskrider eller riskerar att överskridas.

Ämnen	Befintlig situation (kg/år)	Planerad situation UTAN rening (kg/år)	Ökar/Minskar
P	0,095	0,35	Ökar
N	1,3	3,3	Ökar
Pb	0,0048	0,019	Ökar
Cu	0,011	0,042	Ökar
Zn	0,027	0,13	Ökar
Cd	0,00025	0,00093	Ökar
Cr	0,0057	0,018	Ökar
Ni	0,0033	0,013	Ökar
Hg	0,000032	0,000061	Ökar
SS	38	130	Ökar
BaP	0,000023	0,000073	Ökar
ANT	0,0000089	0,000019	Ökar
FLUO	0,000098	0,000096	Minskar
PBDE 47	0,00000016	0,00000034	Ökar
PBDE 99	0,0000002	0,00000042	Ökar
PBDE 209	0,000016	0,000029	Ökar
TBT	0,0000018	0,0000034	Ökar

Resultaten i Tabell 8 och 9 visar på en ökad mängd av samtliga beräknade ämnen utom fluoren och en ökad halt för de flesta beräknade ämnen i och med planerad exploatering, om inga reningsåtgärder skulle vidtas. Således krävs rening av dagvattnet.

7 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

7.1 SYSTEMLÖSNING

Dagvattenhanteringen inom planområdet kan utformas på olika sätt och med flera möjliga kombinationer av dagvattenlösningar. Föreslagen systemlösning i denna utredning syftar till att visa ett exempel på dagvattenlösningar. I ett senare skede, när planområdets utformning planeras mer detaljerat, bör föreslagen dagvattenhantering utredas vidare.

Dagvattenhanteringen inom planområdet behöver uppnå följande:

- Fördröjning och rening (2-årsregn) av 16 m³ för kvartersmarken
- Möjlighet att samla upp 72 m³ släckvatten vid en eventuell brand
- Fördröjning av 46 l/s (20-årsregn) inom planområdet

I Figur 17 redovisas en skiss av föreslagen dagvattenhantering inom planområdet och efter figuren följer en beskrivning av de olika delarna av dagvattensystemet.



Figur 17. Föreslagen systemlösning för planområdet.

Exploateringen av kvartersmark kommer att innebära en ökning av dagvattenflöden, samt en risk för marginellt ökad förorenings spridning via dagvattnet. För att motverka detta föreslås åtgärder som både fördröjer och renar dagvattnet inom kvartersmark. Dessutom bör det nya dagvattensystemet utformas så att bräddning kan ske utan att skada bebyggelse eller infrastruktur.

Storleken på fördröjningsvolymen baseras på jämförelse mellan framtida dagvattenflöde och till befintligt flöde med 2-årsregn. För att fördröja dagvattnet från de hårdgjorda ytorna inom kvartersmarken krävs en total fördröjningsvolym på 16 m³. Inom kvartersmark föreslås växtbäddar.

7.1.1 Delområde 1

Delområde 1 består av den nordligaste delen av planområdet, dvs. allmän platsmark som lutar norrut mot Gustabäcken (se Figur 16). Ingen exploatering eller förändring planeras på denna del av planområdet. Ökningen av flöden i detta delområde beror uteslutande på klimatfaktorn. Därför bedöms det att ingen särskild fördröjningsåtgärd behöver anläggas för detta delområde. En del av dagvatten förväntas infiltrera och en del ska avrinna mot Gustabäcken som i dagsläget. Eventuell ökning av flödet som tas emot av Gustabäcken bedöms vara inom beräkningsmarginal och förhållandevis väldigt litet för hela Gustabäckens avrinningsområde.

7.1.2 Delområde 2

Delområde 2 består av den södra delen av allmän platsmark, norr om kvartersmark (i ljusgrönt i Figur 16). Dagvatten inom detta delområde rinner mot kvartersmarken. En vall föreslås strax norr om kvartersmarken, se Figur 16. Detta för att säkerställa att dagvatten från norr om fastigheterna hanteras inom allmän platsmark och hindrar flöden att ställa sig mot den nya bebyggelsens norra fasad (så att inget vatten rinner in i kvartersmarken från norr). Vallen ska utformas även längs planområdets västra

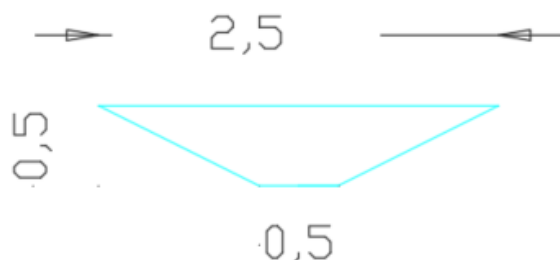
gräns just norr om gränsen till kvartersmark för att säkerställa att flöden inte rinner till grannfastigheten väster om planområdet. Naturmarksområdena är små och ger inga stora flöden. Genomsläpplighet inom detta delområde är hög (se avsnitt 4.3), vilket ger god möjlighet för infiltration. Fördröjningsvolym för detta planområde är bara 1 m³ och tillgänglig grönyta för vallen är ca 600 m², vilket innebär en höjd på bara ca 0,2 cm för vallen. Därmed bedöms att denna fördröjningsvolym kan infiltrera till marken och behöver inte fördröjas av vallen.

Däremot ska vallen ha en funktion för skyfallshantering i att hindra skyfallsflöden från att rinna in till kvartersmarken samt grannfastigheten väster om planområdet.

7.1.3 Delområde 3

Delområde 3 består av den planerande GC-vägen öster om kvartersmarken längs Mariebyvägen (GC-vägen ska vara en del av allmän platsmark).

Enligt beställaren ska det befintliga diket längs Mariebyvägen ersättas med ett nytt dike ca. 2,5 m bredd utmed vägen, i enlighet med skissen i Figur 17 föreslås vattnet avledas ytligt från GC-väg i östra gränsen med dimensioner enligt **Fel! Hittar inte referenskälla.** 18, med 2,5 meter bredd och 1:2 släntlutning.



Figur 18. Principkis dike längst Mariebyvägen

Diket har en tvärsnittsarea motsvarande 0,75 m² och är 75 m långt. Det innebär att diket ska ha kapacitet att ta emot ca 56 m³ (0,75*75). Totalt erforderlig fördröjningsvolym för GC-vägen är 1 m³. Resten av kapaciteten används för att transportera dagvatten från Mariebyvägen.

7.1.4 Delområde 4

Delområde 4 består av den planerade GC-vägen i söder samt vägen mellan Sjövägen och Mariebyvägen i söder. Dagvattnet från delområdet föreslås hanteras på samma sätt som i dagsläget, dvs. ytlig avrinning söderut. Det bedöms att ingen negativ påverkan uppstår nedströms. Det rekommenderas dock ett brunnsfilter för att rena det dagvatten som uppkommer inom delområdet innan anslutning till det allmänna dagvattennätet.

7.1.5 Delområde 5

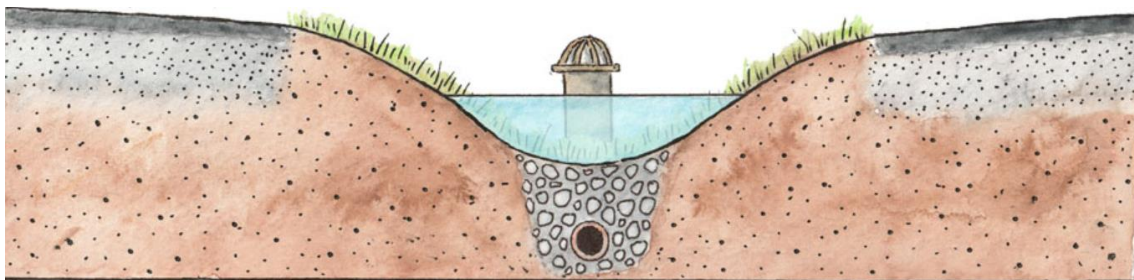
Delområde 5 omfattar all kvartersmark. Vid ett 20-årsregn ökar flödet från området som planeras bli kvartersmark från 11,2 l/s (utan klimatfaktor) till 63 l/s (med klimatfaktor), om inga fördröjningsåtgärder skulle vidtas, se avsnitt 6.1.2.

För att kunna behålla dagvattenflöden på befintlig nivå vid ett 20-årsregn inom kvartersmark krävs en fördröjningsvolym om totalt 34 m³. Det har undersökts om ett dike eller en svacka i grönytan i planområdets sydvästra del skulle kunna rymma denna volym. Det behövs en upphöjd kupolbrunn i svackzonen för att avleda dagvattnet på ett säkert sätt till ledningen. Kapaciteten i ledningen från brunnen behöver då begränsas så att den inte överskrider kvarvarande kapacitet i befintlig ledning.

I figur 17 visas ca 140 m² tillgänglig grönyta i sydvästra hörnet mellan Sjövägen och kvartersmarksgården. Den ytan ska bli allmän platsmark.

För att få plats med 34 m³ vatten skulle en sådan svacka behöva vara ca 25 cm djup. Istället för att skapa en svacka kan en vall anläggas på denna plats.

Dagvatten från delområde 5 ska i vanliga fall fördröjas i växtbäddar vid 2-års regn. Vid händelse av 20-årsregn kan det vatten som bräddar från delområde 5 fördröjas i svackan eller innanför vallen för att öka säkerhet mot nedströms översvämning.



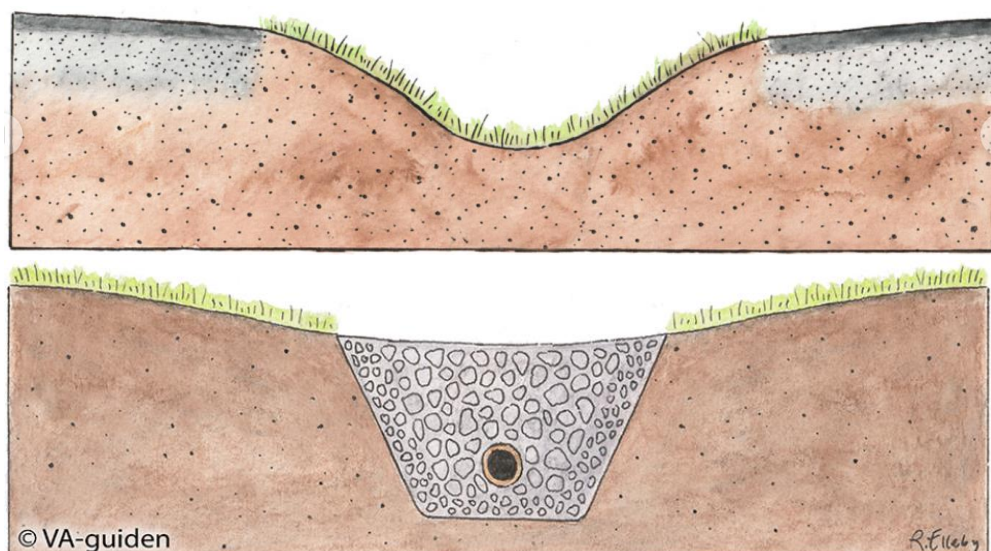
Figur 19. Principskiss svackzon

Bräddning kan skapas via upphöjda kupolbrunnar och ledningsnät. Vid platser där ingen uppsamling av dagvattnet sker är det viktigt att samordning sker mellan landskapsarkitekter och huskonstruktörer/VVS för att säkerställa att stuprörspacering sammanfaller med planteringar och bräddningsvägar. Höjdsättning behöver ske på ett sådant sätt som inte skapar instängda områden och/eller lågpunkter.

7.2 TEKNISKA LÖSNINGAR

7.2.1 Dike

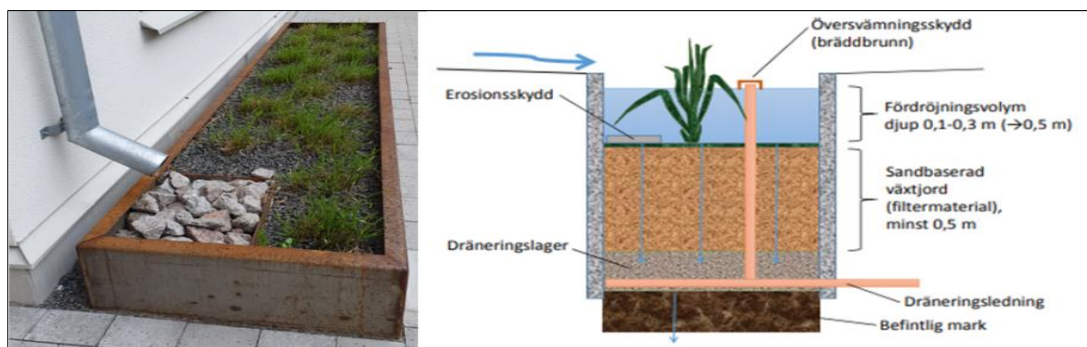
Ett dike kan utföras som öppna eller makadamfyllda. Ett öppet dike har större kapacitet men kräver att släntlutningen anpassas så att diket kan underhållas. Släntlutning och utformning är även viktigt av säkerhetsskäl. När det gäller underhåll kan nämnas att ett gräsdike behöver klippas regelbundet för att kapaciteten ska kunna bibehållas. Det är dock en fördel om gräset är något högre än en klippt gräsmatta eftersom mer fastläggning av partiklar då sker samt att avrinningen blir trögare. En släntlutning på 1:3 eller flackare är att föredra för öppna diken, detta beror även på hur djupt diket är. I ett makadamfyllt dike kan en dräneringsledning läggas i botten för att säkerställa att diket töms mellan regntillfällena. Kapaciteten i ett makadamdike uppgår till ca 30% av fyllningsvolymen eftersom vattenvolymen utgörs av hålrummen i makadamfyllningen. Ovanpå diket kan gräsytor anläggas om genomsläpplig matjord används. Diket kan även förses med brunnsintag vid sidan och högre än dikesbotten. Brunnen fungerar då som bräddintag när diket går fullt. Principskiss för ett enkelt dike syns i Figur 20. Makadamen kläs med geotextil för att inte den dränerande förmågan i krossmaterialet ska minska. Med tiden, beroende på belastning kan dock delar av makadamlagret behöva grävas om eftersom den hydrauliska förmågan avtar gradvis.



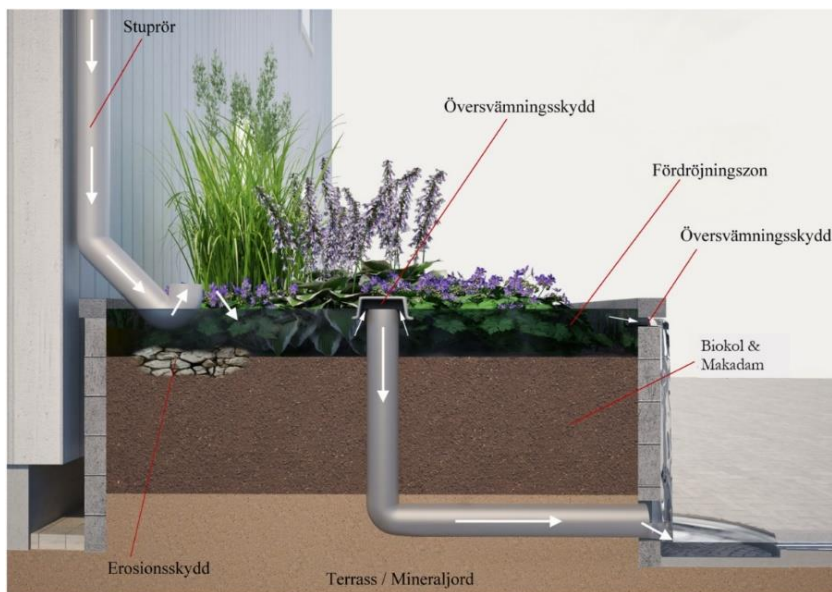
Figur 20. Principskiss för dike Illustration: VA-guiden

7.2.2 Upphöjda eller nedsänkta växtbäddar

En växtbädd är en planteringsyta med fördröjnings- och översvämningsszon där dagvatten tillåts infiltrera och renas. Växtbäddar kan anläggas som upphöjda eller nedsänkta. Den nedsänkta växtbädden kan vara en rabatt där växtjorden ligger några centimeter under markytan, eller vara mer påtagligt nedsänkt. Växtbädden kan också anläggas i en upphöjd planteringslåda. Ovanpå växtbädden skapas en fördröjningsvolym. Vattnet kan ledas till bädden genom ytavrinning, via stuprör med utkastare, eller via brunnar och ledningar. Växterna tar upp vatten, näringsämnen och tungmetaller, vilket bidrar med både en fördröjning och en renande effekt. Växtvalet behöver vara anpassat till det valda filtermaterialet, som är viktigare för reningseffekten än växter, och inte tvärtom. Generellt gäller att växtvalet behöver respektera det lokala klimatet och bli anpassat till att klara av de växelvis våta och torra förhållandena som uppstår i växtbädden. De valda växterna behöver dessutom vara salttåliga (Blecken, 2018). Starr, gräsväxter och örter som trivs i fuktängar är exempel på växter som brukar beskrivas som lämpligt växtmaterial. Under planteringen anläggs ett dräneringslager. Botten på växtbädden kan utformas som tät eller öppen. Om underliggande terrass inte medger god infiltration behövs dränering i bottenstrukturatet. Växtbädden förses med bräddbrunn som leder vattnet direkt till ledning i det fall vattennivån stiger för högt. Uppbyggnad av bädden visas i Figur 21 och Figur 22.

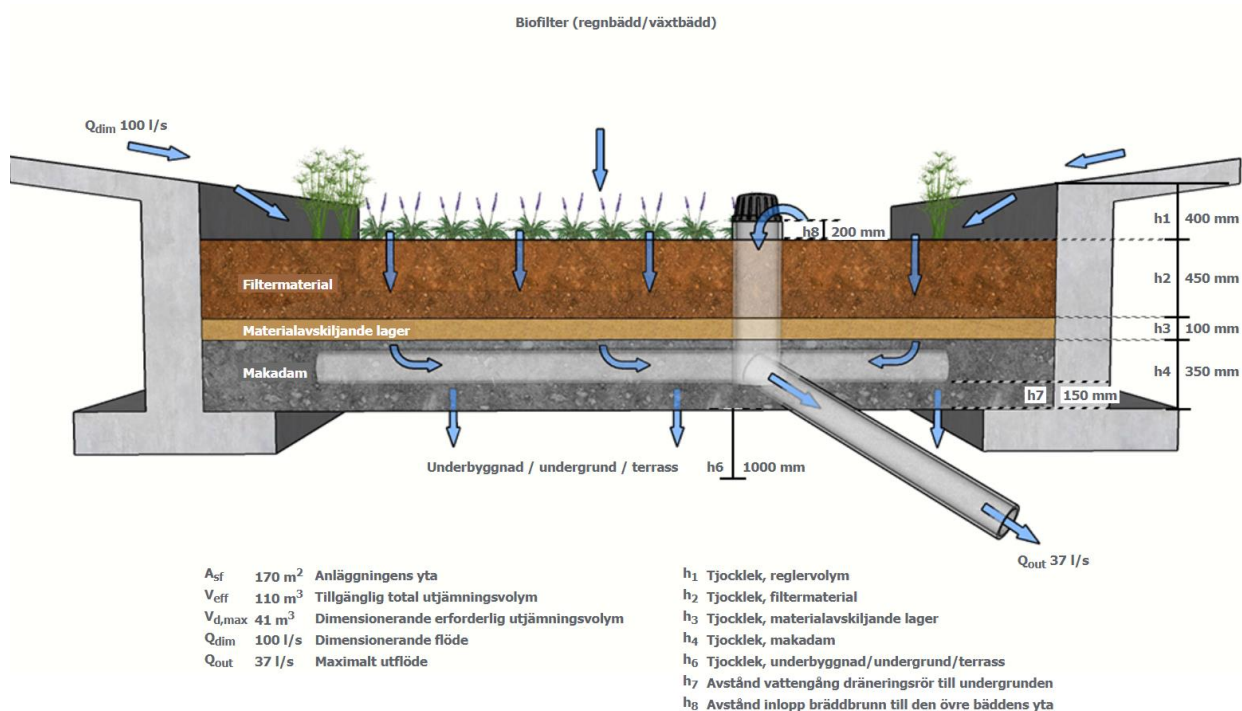


Figur 21. Exempel på upphöjd planteringslåda i anslutning till fasad (t.v.) och principskiss och över nedsänkt växtbädd (t.h.) med dränledning samt brädd kopplat till dränledning.



Figur 22. Principuppbbyggnad för upphöjd växtbädd nära byggnad. Här utan dränledning. Bräddning visas i 2 alternativ. Bildkälla: Tengbomgruppen.

För att uppnå en tillräckligt god rening och fördröjning har totalt ca. 170 m² växtbädd föreslagits för hela planområdet. Ytbehovet har tagits fram i beräkningsverktyget StormTac. Simulerad växtbädd för planområdet visas i Figur 23.



Figur 23. Simulerad växtbädd för planområdet (StormTac, 2023).

Utifrån den föreslagna/antagna uppbyggnaden av växtbäddarna och med en total växtbäddsarea motsvarande 170 m², ger regnbäddarna i detta beräkningsexempel upphov till en dimensionerande fördröjningsvolym om ca 41 m³. Den totala utjämningsvolymen uppgår till 110 m³, se figur 23. Vid 110 m³ används hela underbyggnadens tillgängliga volym. I underbyggnadens makadamlager ryms ca 30 procent av total makadamvolym.

Detta innebär all fördröjning (och rening) av hela planområdet kan ske i växtbäddar. Bedömningen är att det finns goda möjligheter att få plats med detta i planområdet. Se i Figur 17 de föreslagna platserna

för växtbäddar inom planområdet. Det föreslås att takvattnet från flerbostadshuset leds mot växtbäddar i anslutning till stuprören. Växtbäddar kan anläggas också bredvid infart till parkering.

Planteringen förses med erosionsskydd vid utkastare från stuprör eller andra inlopp, samt med dräneringsledning och bräddbrunn. Bräddat dagvatten ska kunna avledas säkert, bort från byggnad. Växtbäddens fördröjningszon kan vara grundare än 0,2 m, vilket då innebär att det krävs mer kvadratmeteryta för att täcka fördröjningsbehovet, men även detta bör kunna lösas inom fastigheten. Dränledningar behöver anslutas till allmän dagvattenledning vid Sjövägen. Alla dräneringsledningar från växtbäddar och kupolbrunnen från svackzonen kan anslutas till dagvattenledningen genom samma punkt. Dräneringsledningar ligger för djupt för att gå till svackzonen. Utflöde från svackzonen och växtbäddar bedöms inte upphöja den tillgängliga kapaciteten på ledningsnätet.

Biologiska renings- och fördröjningslösningar innebär ett kontinuerligt arbete för att inte försämra den hydrauliska och renande funktionen. Det är viktigt att ansvar och förståelse för underhåll av dessa anläggningar klargörs för fastighetsägaren. Driftansvaret behöver därmed tydliggöras. Ifall materialet i bädden sätts igen och planteringar inte underhålls kan fastighetsägaren stå med en bristfällig anläggning när den som mest behövs vid ett regn. Ett exempel på en bristfällig växtbädd kan vara att den har trampats ned eller blivit utsatt för nedskräpning och därmed tappat sin infiltrerande förmåga. Anläggningen behöver extra tillsyn i etableringsfasen. Dess funktion och hydrauliska egenskaper behöver även kontrolleras efter kraftiga regn. Det bör också nämnas att den renande förmågan för växtbäddar varierar beroende på årstid. Under vinterhalvåret sker upptag av näringsämnen i mindre omfattning än under sommaren. För att växtbädden ska klara torka och uppfyllnad av översvämningssonen är det viktigt att växtbädden anläggs med tåliga växter. Grundvattennivån kan påverka infiltrationskapaciteten, särskilt för en växtbädd som är nedsänkt med öppen botten för perkolation. Rätt anläggning och drift av växtbädden är vital för en god funktion. En välkött anläggning kan emellertid både vara estetiskt tilltalande och generera ett renare dagvatten.

7.3 SLÄCKVATTENHANTERING

För att hantera släckvatten vid händelse av en brand behöver släckvattnet (grovt uppskattat: 72 m³) magasineras tillfälligt i stället för att ledas ut till Storsjön där det annars kan sprida föroreningar som kan följa med vattnet.

Släckvatten kan endera hanteras i växtbäddar (upp till 41 m³) och i förslagen svacka (upp till 34 m³) som placeras längs planområdets södra del. Totalt 75 m³ kan hanteras inom växtbäddar samt svackzonen.

Det är viktigt att släckvattnet inte kan spridas därifrån till allmänna ledningar. Innan anslutning till den allmänna dagvattenanläggningen vid Sjövägen behöver förslagen dagvattenanläggning (ledningsnät) även utformas med avstängningsventil för att förhindra att föroreningar sprids med dagvattnet till ledningsnätet. Tillförsel av släckvatten förhindras därmed vid händelse av brand eller olycka.

För att säkerställa att släckvattnet inte ska rinna vidare från svackan eller infiltrera i marken behöver kupolbrunnen täckas och en presenning eller liknande kan eventuellt behöva släckas ut för att förhindra infiltrationen.

Ytterligare ett alternativ kan vara att anlägga ett rörmagasin. Rörmagasinet kan användas som tillfällig uppsamling för släckvatten.

Rörmagasinet diameter beräknas kunna vara max 1600 mm och 40 meter långt. Därmed är rörmagasinet volym tillräcklig för att magasinera 80 m³ släckvatten från området, ($A \cdot L = 2 \cdot 40 = 80$).

Enligt underlag finns Jämtkrafts ledningar längs södra gränsen av kvartersmarken. De ligger på ca 0,5 m djup. Förslagen placering av förslagen svacka eller rörmagasin i söder behöver anpassas så att det inte ligger för tätt angränsade till befintliga ledningar. Jämtkrafts ledningar och allmänna VA-ledningar behöver beaktas i fortsatt arbete med planen.

Det rekommenderas att en separat släckvattenutredning genomförs för planområdet. Detta för att få klarhet i hur stora släckvattenvolymer som måste hanteras.

7.4 HANTERING AV DAGVATTEN UNDER BYGGPROCESSEN

Enligt Östersunds kommun, 2023, bör dagvattnet huvudsakligen hanteras lokalt under byggprocessen. Åtgärder ska vidtas för att åstadkomma effektiv avskiljning av sand, slam, föroreningar och eventuell olja innan vatten släpps ut från byggnadsområdet.

Om fordon kan komma att köra över dagvattenlösningarna är det viktigt att vidta lämpliga åtgärder för att förhindra att dagvattenlösningarna körs sönder eller kompakteras. Det är även viktigt att tänka på att körspår kan skapa tillfälliga rinnvägar vid kraftiga regn.

Några exempel på hur dagvatten kan omhändertas under byggskedet:

- Anlägg de permanenta dagvattenåtgärderna först så dagvattnet omhändertas från början. För att undvika att dagvattenåtgärderna sätts igen under byggskedet kan åtgärderna göras nästan helt färdiga i början av byggskedet och slutföras efteråt. Exempelvis om diken ska anläggas kan översta lagret med matjord och växter anläggas i slutet av byggskedet. Under byggskedet kan detta lager tillfälligt ersättas med en fiberduk.
- Anlägg tillfälliga dagvattenåtgärder i början av byggskedet och ersätt dessa sedan med de permanenta åtgärderna. Exempel på tillfälliga lösningar är sedimentfällor, men troligen är det tillräckligt i detta fall med den fastläggning som sker inom fastigheterna genom översilning.

7.5 DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL EFTER RENING

På samma sätt som för befintlig situation och planerad situation utan rening (se avsnitt 6.3) så har dagvattnets föroreningsinnehåll efter rening beräknats i StormTac. Vid beräkningen av reningseffekter avseende nya anläggningar har jämförelse gjorts mellan nuvarande läge och att rena planområdet via växtbäddar. I tabell 10 och 11 redovisas beräknade halter och mängder av föroreningar efter rening i dessa typer av anläggningar.

Tabell 10. Beräknade föroreningshalter före och efter exploatering (med rening). Gröna siffror markerar en beräknad minskning. Gulmarkerade ämnen är ämnen som inte finns med som standard i StormTac-beräkningar men som har inkluderats eftersom de har gränsvärden som enligt VISS överskrider eller riskerar att överskridas. Föroreningshalter som överskrider Riktvärden för Storsjön enligt (Östersunds kommun, 2024) är rödmarkerade.

Ämnen	Befintlig situation (µg/l)	Planerad situation UTAN rening (µg/l)	Enligt plan efter rening via Växtbädd (µg/l)	Förändring i jämförelse med befintlig situation	Riktvärden för Storsjön enligt (Östersunds kommun, 2024) (µg/l)
P	87	180	51	-41%	70
N	1200	1700	730	-39%	1250
Pb	4,4	10	1,4	-68%	5
Cu	10	21	5,1	-49%	20
Zn	25	65	8,5	-66%	60
Cd	0,23	0,48	0,062	-73%	0,08
Cr	5,2	9,4	3,4	-35%	8
Ni	3	6,8	1,2	-60%	15
Hg	0,029	0,031	0,012	-59%	0,07
SS	35000	67000	11000	-69%	25000
BaP	0,021	0,038	0,0036	-83%	0,00017
ANT	0,0082	0,0097	0,0037	-55%	0,1
FLUO	0,09	0,049	0,019	-79%	0,0063
PBDE 47	0,00015	0,00017	0,000066	-56%	
PBDE 99	0,00018	0,00022	0,000082	-54%	
PBDE 209	0,015	0,015	0,0057	-62%	
TBT	0,0016	0,0018	0,00067	-58%	0,0002

Tabell 11. Beräknade föroreningsmängder före och efter exploatering (med rening). Röda siffror markerar en beräknad ökning och gröna siffror en beräknad minskning. Gulmarkerade ämnen är ämnen som inte finns med som standard i StormTac-beräkningar men som har inkluderats eftersom de har gränsvärden som enligt VISS överskrider eller riskerar att överskridas.

Ämnen	Befintlig situation (kg/år)	Planerad situation UTAN rening (kg/år)	Planerad situation MED rening (kg/år)	Förändring i jämförelse med befintlig situation
P	0,095	0,35	0,1	5%
N	1,3	3,3	1,4	8%
Pb	0,0048	0,019	0,0027	-44%
Cu	0,011	0,042	0,0099	-10%
Zn	0,027	0,13	0,017	-37%
Cd	0,00025	0,00093	0,00012	-52%
Cr	0,0057	0,018	0,0067	18%
Ni	0,0033	0,013	0,0023	-30%
Hg	0,000032	0,000061	0,000023	-28%
SS	38	130	21	-45%
BaP	0,000023	0,000073	0,0000069	-70%
ANT	0,0000089	0,000019	0,0000072	-19%
FLUO	0,000098	0,000096	0,000036	-63%
PBDE 47	0,00000016	0,00000034	0,00000013	-19%
PBDE 99	0,0000002	0,00000042	0,00000016	-20%
PBDE 209	0,000016	0,000029	0,000011	-31%
TBT	0,0000018	0,0000034	0,0000013	-28%

Resultaten Tabell indikerar att föreslagen rening ger en minskad halt av samtliga föroreningar, i jämförelse med befintlig situation. För 11 ämnen blir halterna efter rening under riktvärdena enligt Riktlinjen, Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient (Östersunds

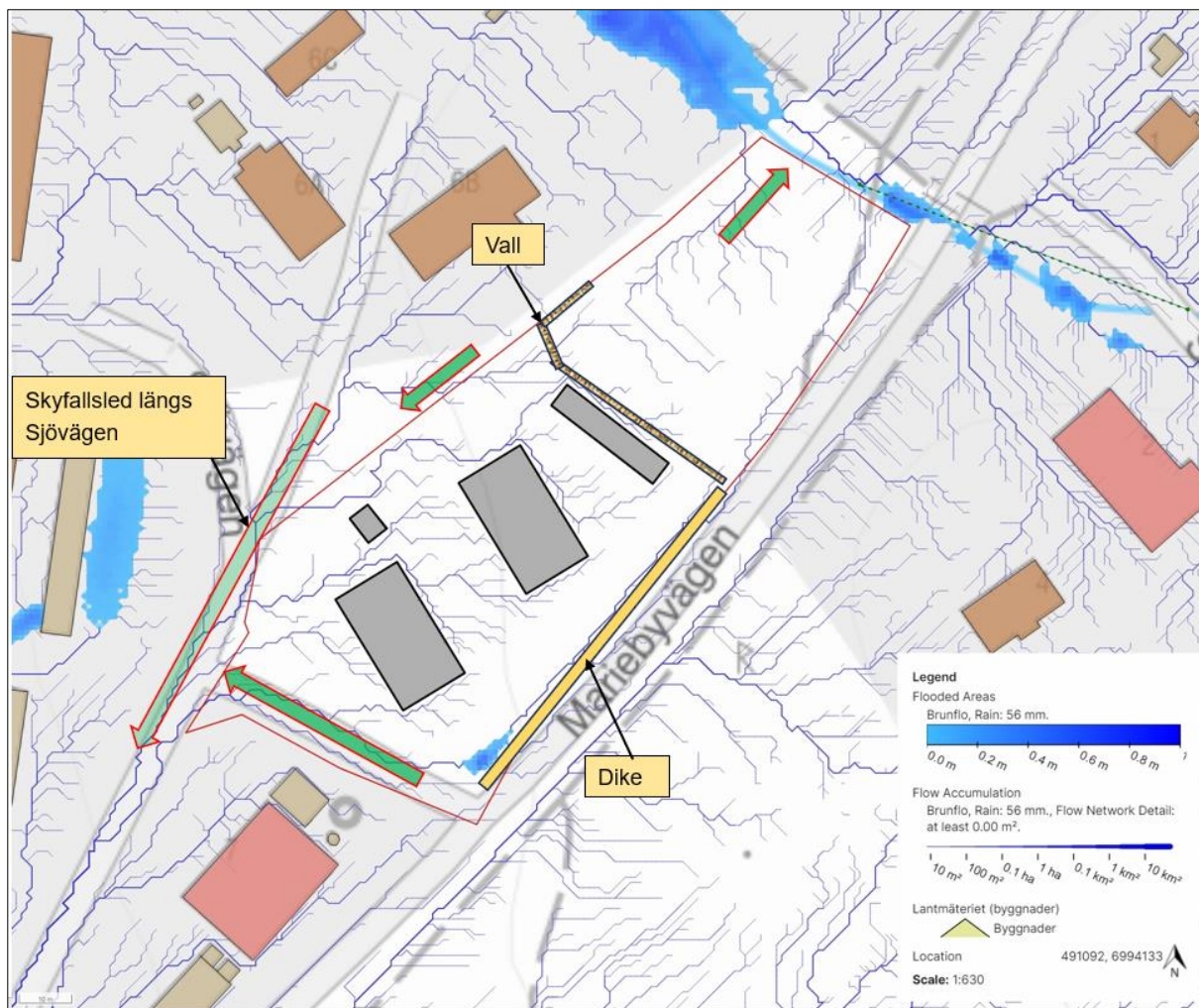
kommun, 2024), medan halterna av 3 ämnen (BaP–benso(a)pyren, FLUO-fluoren och TBT-tributyltenn) ligger över riktvärdena även efter rening. I alla de här tre fallen innebär dock att föreslagen rening att lägre halter än befintligt läge innan exploatering uppnås. Även för tre ytterligare ämnen (P-fosfor, Cd-kadmium och SS-suspenderat material) gäller att befintliga halter (innan exploatering) ligger över riktvärdena, men halterna efter föreslagen rening hamnar under riktvärdena. Det framgår av Tabell att mängd minskar för 14 av ämnena, medan mängden för 3 ämnen ökar. Eftersom planområdet utgörs av naturmark i dagsläget är detta en naturlig följd vid exploatering.

Det är generellt mycket svårt att, trots rening av dagvattnet komma ner i nivåer under befintlig belastning avseende halt och mängd när ett naturmarksområde omvandlas till ett flerbostadsområde. Tabellerna 10 och 11 visar dock att genom att rena dagvattnet via växtbäddar bedöms den ökade föroreningsbelastningen från planområdet hållas på en acceptabel nivå för recipienten. Den planerade exploateringen bedöms inte påverka statusen för Storsjön eller för de ämnen som är utpekade i VISS. Enligt kommunens riktlinjer (se avsnitt 3.2) ska dagvattnet minst renas ner till befintlig situation. Detta uppfylls inte beträffande mängder för samtliga ämnen men halterna för alla ämnen beräknas minska. Om ytterligare rening krävs kommer det bli nödvändigt att skapa ytterligare ett eller flera reningssteg för att sänka mängder. Det bör påpekas att de värden som erhålls från StormTac ska betraktas som indikationer snarare än exakta värden. Reningsanläggningarnas effekt kan variera. Vilken typ av tak som etableras samt typ av hårdgjorda ytor (asfalt-stensatt-grusyta) som uppstår kommer även att påverka graden av föroreningar som förs vidare med dagvattnet. Den planerade exploateringen utgör dessutom en mycket liten yta i förhållande till hela Storsjöns tillrinningsområde, kvartersmarken utgör ca 0,0003% av delavrinningsområdet. Det bör påpekas att reningsberäkningar har gjorts för hela planområdet. Det innebär att vatten från naturmark som rinner norrut och vatten från vägen i söder som rinner söderut ingår i beräkningarna. I praktiken är det bara dagvatten från kvartersmark som renas i växtbäddar och det innebär mindre föroreningar än vad som anges i rapporten. Det skapar en marginal för att uppnå reningskrav samt krav på påverkan på recipient från planområdet som helhet.

7.6 SKYFALL

Alla regntillfällen som överskrider dimensionerande dagvattenflöden och som inte kan omhändertas i dagvattenanläggningar är att betrakta som extrema regn. I praktiken ger den här typen av regnupphov till att skyfall avrinner på markytan och det är viktigt att planera för säker avledning av dessa flöden.

För framtida situation har föreslagen exploatering integrerats i Scalgo-modellen. Figur 24 visar framtida exploatering i förhållande till befintliga höjder. Med hänsyn till framtida exploaterings placering, bedöms det att översvämningssproblematik inom planområdet sannolikt inte kommer uppstå. Framtida taklutningar är okänt för Scalgo, men programmet antar att viss avrinning sker söderut efter exploatering.



Figur 24. Framtida exploatering, ytliga rinnvägar och lågpunkter inom och i anslutning till planområdet (SCALGO, 2023).

Följande är viktigt vid vidare planering av området, för att skyfallsflöden ska avledas säkert utan att skada den planerade byggnationen:

- Nivån på entréer ska utföras med färdig golvnivå som ligger högre än marknivån utanför.
- Inga lågpunkter bör skapas intill byggnader eller viktig infrastruktur.
- Höjdsättning inom bebyggelse måste justeras för att vatten i huvudsak avvattnas i sydlig och riktning mot Sjävägen.
- I norr föreslås att det anläggs en vall för att avleda dagvatten bort ifrån bebyggelse mot befintlig gata väster om planområdet och vidare till Sjävägen.
- Det befintliga vägdiket längs Mariebyvägen som avleder vatten från Mariebyvägen ersätts med ett nytt dike och en trädrad i och med exploateringen. Diket hindrar dagvatten att nå kvartersmarken och vatten leds mot befintlig trumma söder om planområdet och sedan vidare till recipient. Diket fungerar även som skyfallsled.

8 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

De föreslagna dagvattenanläggningarna i form av växtbäddar och diken är öppna anläggningar som bevarar grönytor inom planområdet. Därmed bidrar lösningarna till exempelvis bevarande av biologisk mångfald och rekreativsvärden.

Planerad exploatering bedöms inte påverka statusen för Storsjön eller för de ämnen som är utpekade av VISS.

9 SLUTSATSER

Följande är de huvudsakliga slutsatserna av dagvattenutredningen:

- Planerad exploatering kommer ge en ökad hårdgörandegrad inom planområdet vilket, i kombination med inkludering av klimatfaktor i beräkningarna för planerad situation, resulterar i ökade dagvattenflöden.
- Växtbäddar med dräneringsledningar för fördröjning och rening av dagvatten motsvarande ett 2-årsregn inom kvartersmark (i praktiken kan växtbäddarna fördröja större vattenmängder än ett 2-årsregn)
- Följande dagvattenanläggningar föreslås inom planområdet, med syfte att kunna fördröja 20-årsregn inom planområdet:
 - Ett dike öster om planerad exploatering
 - En vall vid norra gränsen av kvartersmark som kan hantera dagvatten och skyfall inom planområdet (så att inget vatten rinner varken in i kvartersmark från norr eller till grannfastigheten väster om planområdet)
 - En svacka (alternativt en vall) i sydväst för att fördröja 20-årsregn från kvartersmark
- Den planerade exploateringen bedöms inte medföra någon påverkan på ekologisk och kemisk status för Storsjön. Föreslagna dagvattenåtgärder beräknas minska belastningen för flertalet studerade ämnen.
- För att inte byggnader eller viktig infrastruktur ska skadas vid extrema regn behöver höjdsättningen inom planområdet utföras så att skyfall avrinner söderut. Entréer behöver höjdsättas så att färdig golvnivå ligger högre än nivån på omgivande mark.

10 REFERENSER

Blecken, G. (2018). Dimensionering och konstruktion av biofilter/raingardens/växtbäddar för dagvattenrening. Dag&Nät vid Luleå tekniska universitet.

Lantmäteriet, 2023. *Min karta*. <https://minkarta.lantmateriet.se/> [Hämtad 2023-05-16]

Länsstyrelsen, 2023. *Länskarta Jämtlands län*. <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=7676dcf56b5748eebf169a0b021c604d> [Hämtad 2023-05-15]

OpenStreetMap, 2023. *OpenStreetMap*. <https://www.openstreetmap.org/#map=16/63.0769/14.8205> [Hämtad 2023-10-27]

Scalco.com, 2023. Sweden. Scalgo LIVE. https://scalgo.com/live/sweden?res=0.25&ll=14.823499%2C63.076725&lrs=lantmateriet_topowebb%2Csweden%2Fsweden%3A3006%3Adtm%3Adem%3Ase2017%3Bopacity%3D0.5%2Csweden%2Fsweden%3A3006%3Adtm%3Acontours-50%3Ase2017&tool=export&wsinfo=sweden-landuse%2Csweden-landusewebmap.landuse.sweden-landuse.forest%2Csweden-landusewebmap.landuse.sweden-landuse.other-open-land%2Csweden-landusewebmap.landuse.sweden-landuse.built-land%2Csweden-landuse-ml%2Csweden-landuse-mlwebmap.landuse.denmark-landuse-ml.impervious%2Csweden-soil-merged%2Csweden-soil-mergedwebmap.landuse.sweden-soil-merged.berg%2Csweden-soil-mergedwebmap.landuse.sweden-soil-merged.mort%2Csweden-soil-mergedwebmap.landuse.sweden-soil-merged.lert%2Csweden-soil-mergedwebmap.landuse.sweden-soil-merged.fylg%2Csweden-soil-mergedwebmap.landuse.sweden-soil-merged.gyta%2Csweden-soil-mergedwebmap.landuse.sweden-soil-merged.sans%2Chistogram%2Cpath [Hämtad 2023-10-27]

SGU, 2023. *Genomsläpplighet*. <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html> [Hämtad 2023-10-27]

SMHI, 2003. *Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik*.

SMHI, 2023. *Dataserier med normalvärden för perioden 1991 – 2020*.

StormTac, 2023. *StormTac – Stormwater Solutions. Version v23.3.1*. <http://www.stormtac.com/>

Svenskt Vatten, 2016. *Avledning av dag- drän och spillvatten*. Publikation P110.

Sweco, 2021. *PM Geoteknik GU Brunflo 2:25*. 2021-05-21

VISS, 2023. *Vattenkartan*.

VISS, 2023. *Storsjön*.

Östersunds kommun, 2020. *Riktlinjer för dagvattenhantering*. 2020-10-20

Östersunds kommun, 2023. *Riktlinje. Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattensystem och recipient*. [hämtat 2024-01-25]

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 50 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

wsp.com

WSP Sverige AB
Samuel Permans gata 8
83131 Östersund
Besök: Samuel Permans gata 8

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com



