

Dagvattenutredning för planprogram Frösö-Berge 21:195 m.fl.



UPPRÄTTAD: 2022-06-28

SAMRÅDSHANDLING

Upprättad av: Rickard Olofsson

Granskad av: Christoffer Eriksson

Sammanfattning

Rubricerad utredning beskriver möjlig dagvattenhantering för kommunens planprogram där möjligheten till att ändra markanvändningen inom före detta Frösö Zoo och närliggande fastigheter till kvartersmark för bostäder och offentlig service. Förslaget till dagvattenlösning är framtaget utifrån kravställande från kommunen och gällande branschstandard samt erhållna underlag för den aktuella planen. Utredningsarbetet har utförts genom genomgång och hantering av underlag, utredning och beräkningar samt i dialog med beställaren och dess olika teknikområden. Inledande skissmöte gällande dagvattenhanteringen har hållits med kommunen, arkitekter och sökande.

Förväntade dagvattenflöden har studerats för ett 2-årsregn och för ett 20-årsregn (utifrån dagvattenkrav för kvartersmark respektive för hela planområdet). För efterläget har en klimatfaktor på 1,25 ansatts.

Utredningsarbetet har delats in i 5 delområden. Som en följd av den planerade exploateringen ökar dagvattenflödena för 2-årsregnet från 68 l/s till 170 l/s i delområde 1, från 70 l/s till 140 l/s i delområde 2, från 90 l/s till 91 l/s i delområde 3, från 180 l/s till 400 l/s i delområde 4 och från 64 l/s till 180 l/s i delområde 5. För 20-årsregnet från 150 l/s till 370 l/s i delområde 1, från 150 l/s till 300 l/s i delområde 2, från 190 l/s till 200 l/s i delområde 3, från 380 l/s till 850 l/s i delområde 4 och från 140 l/s till 380 l/s i delområde 5.

För att fördröja 2-årsregnet (fördröjning på kvartersmark) ned till flöden motsvarande flöden för nuläget krävs en erforderlig fördröjningsvolym (våtvolum) på 68 m³ för delområde 1, 41 m³ för delområde 2, 6,5 m³ för delområde 3, 130 m³ för delområde 4 och 75 m³ för delområde 5.

För att fördröja 20-årsregnet (fördröjning på allmän platsmark) ner till flöden motsvarande flöden för nuläget krävs en erforderlig fördröjningsvolym (våtvolum) på 140 m³ för delområde 1, 88 m³ för delområde 2, 15 m³ för delområde 3, 290 m³ för delområde 4 och 160 m³ för delområde 5.

En god dagvattenhantering bedöms kunna lösas inom planen genom bland annat uppsamlade åtgärder, översilning, infiltration, planerad höjdsättning, växtbäddar, svackdiken och fördröjningsvolymmer.

Den planerade exploateringen som sådan bedöms inte kritiskt ur ett skyfallsperspektiv men en planerad höjdsättning är en förutsättning för att minimera riskerna vid en skyfallssituation. Vid en extrem regnhändelse (över dimensionerande regn) avrinner dagvattnet ytligt (likt nuläget) i nordöstlig riktning och vidare mot Storsjön. Däremot finns en identifierad befintlig skyfallsproblematik nedan planområdet som tas upp i utredningen. Översiktliga förslag för att uppnå säkrare avrinning ned mot recipienten utanför planen vid ett skyfall presenteras.

Gällande reducering av föroreningar når vi utifrån genomförd modellering en god rening för samtliga redovisade föroreningar för 2-årsregnet. Föroreningssituationen för efterläget med rening påvisar en föroreningssituation motsvarande nuläget eller bättre.

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	2
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	3
1. INLEDNING	5
1.1 <i>Bakgrund och Syfte</i>	5
1.2 FÖRUTSÄTTNINGAR	6
1.2.1 <i>Allmänt om dagvatten</i>	6
1.2.2 <i>Riktlinjer, dagvatten</i>	6
1.2.3 <i>Skyddade områden</i>	6
1.3 UNDERLAG	8
2. BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	9
2.1 OMRÅDESBESKRIVNING	9
2.2 MARKMILJÖ	13
2.3 GEOTEKNIK OCH GRUNDVATTEN	13
2.4 BEFINTLIGA LEDNINGAR	15
2.5 BEFINTLIG AVVATTNING	15
3. BERÄKNADE FLÖDEN FÖR NULÄGET	20
3.1 MARKANVÄNDNING	20
3.2 FLÖDESBERÄKNING FÖR NULÄGET	21
4. FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN	22
4.1 MARKANVÄNDNING	22
4.2 FLÖDESBERÄKNINGAR	25
4.3 FÖRORENINGSBERÄKNING	26
4.3.1 <i>Delområde 1, delområdet norr om Bergsgatan med bland annat småhus, LSS-boende och eventuell icke störningskänslig verksamhet.</i>	27
4.3.2 <i>Område 2, delområdet norr om Bergsgatan med bland annat planerat vårdboende och LSS-boende.</i>	27
4.3.3 <i>Område 3, Bergsgatan med G/C-väg, svackdiken och trädplanteringar</i>	27
4.3.4 <i>Område 4, delområdet längst väster ut söder om Bergsgatan med bland annat radhusområde och parkområden</i>	28
4.3.5 <i>Område 5, delområdet längst öster ut söder om Bergsgatan med bland annat planerade radhus och flerbostadshus</i>	28
4.4 FÖRDRÖJNINGSVOLYMER	29
5. DAGVATTENHANTERING	30
5.2 FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER	32
5.2.1 <i>Översilning, infiltration och genomsläppliga material</i>	32
5.2.2 <i>Planerad höjdsättning</i>	32
5.2.3 <i>Växtbäddar och trädgropar</i>	33
5.2.4 <i>Överdämningsytor (torra dammar)</i>	34
5.2.5 <i>Svackdiken och/eller makadamdiken med erosionsskydd och energidämpare</i>	34
5.2.6 <i>Fördröjning av 20-årsregnet</i>	35
5.2.8 <i>Bergsgatan</i>	35
5.2.3 <i>Underjordiska magasin</i>	37
5.2.4 <i>Skyfallshantering</i>	37
5.2.5 <i>Övriga dagvattenåtgärder</i>	39
6. BEDÖMNING AV PÅVERKAN PÅ RECIPIENT	39

6.1 SLÄCKVATTEN	39
6.2 OMHÄNDERTAGANDE AV DAGVATTEN UNDER BYGGTIDEN	39
6.3 DRIFT OCH SKÖTSEL	40
7. BILAGOR	40

1. Inledning

1.1 Bakgrund och Syfte

Ett planprogram är under framtagande som syftar till att undersöka möjligheten att ändra markanvändningen till kvartersmark för bostäder inom före detta Frösö Zoo (Frösö-Berge 21:195). Även följande fastigheter som angränsar till "Zoo-fastigheten" är föremål för denna prövning i planprogrammet: Frösö-Berge 21:112, 21:216 och 19:24. På dessa fastigheter finns idag den gamla parkeringen till Zoot och nuvarande Frösö Hästgård. Förutom att kommunen utreder lämpligheten ändrad markanvändning till bostadsmark så är det även aktuellt att studera möjligheten till någon form av offentlig service såsom förskola.

Mot bakgrund av detta har Arcstan AB på uppdrag av Östersunds kommun tagit fram rubricerad utredning vilken ska fungera som underlag och planeringsverktyg för det fortsatta arbetet med planen.

Detaljplanprocessen föregås av ett planprogramarbete eftersom området är av större omfattning och utvecklingen bedöms vara av stort allmänintresse. Rubricerad dagvattenutredning utgör ett av underlagen för Östersunds kommuns planprogram över området.

Höjdskillnaden inom planområdet är relativt stort, cirka 30 meter. Området sluttar åt norr och vidare ned mot Storsjön som är planområdets recipient.

En grön struktur ska uppmuntras och andelen hårdgjorda ytor ska minimeras så långt som möjligt. Befintliga naturstråk i området ska bevaras.

I rubricerad utredning presenteras de övergripande principerna som ska gälla för dagvattenhanteringen. Dessa principer har i utredningen använts som kravställanden för dagvattenhanteringen.

I analysen har nuvarande och planerad markanvändning översiktligt studerats för att se hur avrinningsmönstret inom planområdet förändras som en följd av planerad exploatering och vilka dagvattenflöden som kan förväntas genereras. Utifrån detta har sedan erforderliga fördröjningsvolymmer och föroreningsituation beräknats. Vid val av de dagvattenhanterande åtgärdsförslagen har hänsyn tagits utifrån de givna platspecifika förutsättningarna.

1.2 Förutsättningar

1.2.1 Allmänt om dagvatten

Dagvatten är tillfälliga flöden som uppträder vid exempelvis regn, snösmältning eller tillfälligt framträngande grundvatten. Dagvattnets sammansättning och flöden avspeglas av det aktuella områdets markanvändning och terrängförhållanden. Hårdgjorda branta ytor ger en snabb och plötslig dagvattenavrinning medan flacka och vegetationsrika områden ger upphov till trög avrinning. Vid en exploatering förändras dagvattnets avrinningsmönster och plötsligare flödestoppar kan bli resultatet om andelen hårdgjorda ytor ökar. Uppförande av exempelvis fler byggnader, anläggande av nya vägar och parkeringsytor samt eventuella förändringar av naturliga avrinningsstråk (diken och bäckar) med mera påverkar också hur dagvattnet rinner av från området.

Dagvattenflödet kan på sin väg orsaka problem som dämning, översvämning och erosionskador. Dagvattnet kan även utgöra en miljörisk i och med att föroreningar och sediment riskerar att följa med dagvattnet ut i recipienten. Det föreligger också en större risk för transport av sediment innan den nyanlagda marken hunnit "sätta sig" och vegetation etablerats.

För att minimera risken för påverkan på recipient, dämning och/eller markskada ska därför en robust och uthållig platsspecifik dagvattenhantering framarbetas.

1.2.2 Riktlinjer, dagvatten

Utifrån utredningens avrop ska utredningen göras enligt nedanstående kravspecifikation för programområdet. Utöver detta ska förutsättningar och åtgärder för säker avledning av vatten vid skyfall utredas och analyseras för hela det område som programområdet påverkar ner mot Storsjön.

- 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, översvämningstjämnings och en grönare stad.

1.2.3 Skyddade områden

Det hanterade dagvattnet kommer via det intilliggande avrinningsstråket att avrinna till Storsjön som därigenom utgör områdets recipient. Storsjön är en vattenförekomst och omfattas därför av miljö kvalitetsnormer.

Sveriges länsstyrelser statusklassificerar Sveriges sjöar och vattendrag med avseende på ekologisk och kemisk status. Dessa normer anger vilken status vattenförekomsten ska ha och när det senast ska ha uppnåtts.

Den ekologiska statusen bedöms utifrån en femgradig skala som hög, god, måttlig, otillfredsställande eller dålig. Kemisk status klassas som god eller uppnår ej god. Gällande den kemiska statusklassningen

finns undantag för kvicksilver, kvicksilverföreningar samt bromerad difenyleter då gränsvärdet för dessa ämnen överskrids i alla Sveriges ytvattenförekomster.

I det webbaserade verktyget VISS¹ (VatteninformationsSystem Sverige) finns dessa klassningar och kartor över alla Sveriges större sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten. Alla större vatten är indelade i enheter som benämns som vattenförekomster. Förvaltningen av VISS ligger idag hos Länsstyrelsen i Jönköping. Storsjön är uppförd i VISS som en vattenförekomst med identifikation SE702172-143255.

Förutom ekologisk status och kemisk ytvattenstatus gällande miljö kvalitetsnormer så är Storsjön en dricksvattentäkt. Nedanstående text är hämtad från Vattenplan för Storsjön²

Kommunerna och Länsstyrelsen ska genomföra bedömningar av dricksvattenkvalitet och andra ekologiska aspekter. Miljö kvalitetsnormer enligt vattendirektivet medför högre krav på vattenkvalitet än vad som ofta gäller för dricksvattenkvalitet för enskild förbrukning.

Vattendirektivet har två huvudfokus

- att värna ett naturligt växt- och djurliv i våra vatten, samt
- säkerställa tillgången till rent vatten för dricksvattenproduktion.

Miljö kvalitetsnormer är ett juridiskt styrmedel som används för att ange den kvalitet som ett vatten ska ha utifrån dessa två huvudfokus. Normerna tar sikte på tillståndet i miljön och vad den tål och ska därför avspegla den lägsta godtagbara miljö kvaliteten eller önskat miljö tillstånd för att skydda eller avhjälpa skador på växt- och djurlivet eller människors hälsa. Det akvatiska ekosystemet är ofta känsligare för störningar än vad människan är och därför ställer miljö kvalitetsnormerna i många fall högre krav på vattnets kvalitet än vad som ställs utifrån ett dricksvattenperspektiv.

I tabell 1 har en sammanställning gjorts för statusklassningen av Storsjön utifrån VISS. Sammanställningen redovisar beslutad klassning 2021-12-20 (förvaltningscykel 3 2017-2021) och för risk 2021-06-01 (förvaltningscykel 3 2017-2021).

Tabell 1. Sammanställning av nuvarande statusklassning för Storsjön, senast beslutade miljö kvalitetsnorm att uppnå samt bedömd risk att MKN inte uppfylls.

Storsjön	Ekologisk status	Kemisk status	Risk
Bedömd status	Måttlig	Uppnår ej god status	En bedömd risk föreligger för att MKN för ekologisk status och kemisk status (till 2027) samt morfologiska förändringar inte ska kunna uppnås.
Senast beslutade miljö kvalitetsnorm att uppnå	God ekologisk status 2039	God kemisk ytvattenstatus undantag (mindre strängt krav) för kvick-silver och PBDE.	

¹ viss.lansstyrelsen.se

² Vattenplan för Storsjön, Jämtlands län 2016

Riskbedömningen baseras på en analys per miljöproblem av betydande påverkandekällor och dess förväntade utveckling samt klassificering av status av relevanta kvalitetsfaktorer, dess tillförlitlighet och säkerhet.

Gällande den kemiska statusklassningen finns undantag för kvicksilver, kvicksilverföreningar samt bromerad difenyleter då gränsvärdet för dessa ämnen överskrids i alla Sveriges ytvattenförekomster. Men statusklassningen grundar sig också på att det finns mätvärden för detta i den aktuella vattenförekomsten. Riskbedömningen baseras på att det finns en risk att god status inte uppnås till 2027. Även för PFOS finns en risk att god status inte uppnås till 2027.

Kända påverkandekällor för Storsjön är punktkällor såsom reningsverk, industri, transport och infrastruktur, gammal industrimark och atmosfärisk deposition.

Påverkan från diffusa källor från urban markanvändning är inte klassad i VISS men närheten till Östersunds stad medför en risk för påverkan av föroreningar ibland annat dagvatten. Detta är också känt utifrån nuvarande kunskapsläge gällande föroreningar i dagvatten. Rening av dagvatten blir också särskilt viktigt med tanke på att Storsjön är en dricksvattentäkt.

1.3 Underlag

Följande underlag har använts vid upprättande av denna rapport:

- Dagvattenutredning upplägg, mall för dagvattenrapporter, Östersunds kommun.
- Övergripande principer för kravställande dagvatten (avrop), Östersunds kommun.
- PM Geoteknisk utlåtande, Förstudie Frösö-Berge 21:195 m.fl. (Frösö Zoo) med bilagor. Sweco Sverige avd geoteknik Sundsvall/Östersund. Sweco 2021-11-16.
- Utkast plankarta med översiktliga markanvändningar, Östersunds kommun.
- Plan och sektion, ÅWL Arkitekter 2022-05-05.
- Grundkarta, Östersunds kommun.
- Ledningskarta dagvatten, Östersunds kommun.
- Utdrag Skyfallsanalys, Östersunds kommun.
- Vatteninformationssystem Sverige (VISS), webbaserat verktyg (viss.lansstyrelsen.se).
- Vattenplan för Storsjön, Jämtlands län 2016.
- Avledning av dag-drän- och spillvatten. Svenskt Vatten publikation P110, Januari 2016.
- Hållbar dag- och dränvattenhantering. Svenskt Vatten publikation P105, Augusti 2011.
- Personlig kontakt med Östersunds kommun, plan och VA.
- Naturvärdesinventering, Väg och Miljö AB, 2021-10-27.

- Miljöteknisk markundersökning avseende fastigheterna Frösö-Berge 21:195 m.fl., Östersunds kommun. Lektus 2022-01-28.

2. Befintliga förhållanden

2.1 Områdesbeskrivning

Planområdet är drygt 18 ha och är beläget på Frösön, cirka 4 kilometer nordväst om Östersunds centrum. Området utgörs av före detta Frösö Zoo och delar av dess närområde. För orientering se figur 1.



Figur 1. Orientering av planområdet med plangränsen illustrerad med röd linje.

Väg och Miljö AB har tagit fram en naturvärdesinventering för området³ Området utgörs i huvudsak av bebyggelse med inslag av produktionsskog och jordbruksmark som idag står under träda. Stora delar av områdets östra delar består av kalhuggen skogsmark medan de mer centrala delarna utgörs av öppen gräs- och jordbruksmark. Historiska ortofoton från sextioalet visar att området tidigare bestod av mer skogsmark samt aktivt brukad jordbruksmark. I inventeringsområdet avgränsades totalt tre naturvärdesobjekt med påtagligt naturvärde (klass 3). Dessa objekt utgörs samtliga av naturtypen skog

³ Naturvärdesinventering, Väg och Miljö AB, 2021-10-27

och träd. Inga objekt med högsta naturvärde eller högt naturvärde (klass 1 och 2) har identifierats. För att få en uppfattning av hur området ser ut i dagsläget se figur 2-7.



Figur 2. Nulägessituation, vy norr ut över området söder om Bergsgatan, Östersunds kommun.



Figur 3. Nulägessituation över dåvarande zoo, området söder om Bergsgatan, Östersunds kommun.



Figur 4. Nulägessituation över dåvarande zoo, området söder om Bergsgatan, Sweco geoteknik.



Figur 5. Nulägessituation över dåvarande zoo, området söder om Bergsgatan, Östersunds kommun.



Figur 6. Vy norr ut. Ställvisa träd och hygge ned mot Frösö-Berge 21:121, Sweco geoteknik.



Figur 7. Nulägesituation, vy i nord östlig riktning. Befintlig parkeringsyta norr om Bergsgatan. Vall kring parkering synlig, Sweco geoteknik.

2.2 Markmiljö

En markmiljöundersökning⁴ har framarbetats av Lektus. Förekommande markföroreningar såsom arsenik, nickel, kobolt och kadmium ligger marginellt över riktvärdena för känslig markanvändning. Det förs dock ett resonemang i markmiljörapporten om att detta är naturligt förhöjda bakgrundshalter. Därav har inga vidare anpassningar av dagvattenåtgärderna (exempelvis täta lösningar) utifrån ett markföroreningsperspektiv förts fram i rubricerad utredning.

2.3 Geoteknik och grundvatten

Ett PM med geoteknisk utlåtande har tagits fram av Sweco Sverige – Avdelning geoteknik Sundsvall/Östersund⁵. Enligt SGU:s jordartskarta består marken till stor del av ett tunt eller osammanhängande ytjordlager ovan berg (rött område). Utanför denna zon ligger större områden med lermorän till ett jorddjup enligt SGU på 1-3 meter (lila område), se figur 8.

4 Miljöteknisk markundersökning avseende fastigheterna Frösö-Berge 21:195 m.fl., Östersunds kommun. Lektus 2022-01-28.
5 PM Geotekniskt Utlåtande. Förstudie Frösö-Berge 21:195 m.fl. (Frösö Zoo). Sweco Sverige – Avdelning geoteknik Sundsvall/Östersund, 2021-11-16.

\\arctan-FS01\Projekt\2021\21312\09ARBETSMATERIAL_DOC\Slutlig leverans 2022-06-28\Dagvattenutredning fd Frösö Zoo 2022-06-28.doc



Figur 8. Jordartskarta från SGU över aktuellt område, PM Geotekniskt utlåtande Sweco.

Området söder om Bergsgatan

Vid undersökningstillfället har bekräftats att jorden inom området i samtliga undersökningpunkter varit av lösare karaktär de översta 0,5 till 1 m under markytan. Ställvisa inslag av ytblock i hela den nordöstra delen av området. Inga av de utförda sonderingarna har kunnat utföras till djupare än maximalt en meter. Nordost om aktuellt område (Frösö-Berge 21:121) där mer detaljerade undersökningar utförts kan konstateras att marken där ytligt består av 0,1-0,3 m organiskt ytskikt med underliggande siltig lerig morän med låg relativ fasthet den översta metern och med högre relativ fasthet mot djupet. Under moränen påträffades berget på mellan 1 – ca 8 meters djup. Motsvarande observation är noterad i fastigheten Frösö-Berge 19:26, väster om och intill Byvägen, dock med mindre djup till förmodat berg – ca 2 meter som djupast. Inom området har berg i dagen påträffats på tre platser. Brunnsgataarkiv påvisar två platser där brunnar grävts/borrats att djupet till berg varit 1,2 respektive 1,5 meter, detta i området västra del.

Med erfarenheter från intilliggande undersökningar, det nyligen utförda platsbesöket och brunnsgata är det rimligt att anta att jorden i aktuellt område är av liknande karaktär som vid Frösö-Berge 21:121, vilket dock måste bekräftas med platsspecifika undersökningar. Osäkerhet på jordens mäktighet finns och det finns anledning att anta en större jordmäktighet med hänsyn till rådande topografi. Även i områdets norra del som angränsar till Bergsgatan kan större jordmäktigheter förekomma.

Området norr om Bergsgatan

Detta område har inte kunnat handsonderas i någon rimlig omfattning vid platsbesöket bland annat p.g.a. de hårdgjorda ytorna vid parkeringen. Området ligger något längre från de av SGU konstaterade ytliga bergområdena, vilket gör att jordmäktigheten kan vara större än vid området söder om Bergsgatan.

Norr om parkeringen återfanns ett mindre våtmarksområde just norr om vallen norr om parkeringen. Det finns en möjlighet att det området skulle kunna vara föremål för förekomst av lösare jordarter, gyttja/lera etc. I övrigt har det under platsbesöket för Swecos undersökning inte uppmärksammats något som skulle innebära att jordlagren i större delen av området norr om Bergsgatan består av siltig lermorän eller liknande.

2.4 Befintliga ledningar

Inom området som helhet finns inga befintliga dagvattenledningar med undantag för den dagvattenledning som går från entrébyggnaden för f.d. Frösö Zoo. Denna ledning fortsätter ned mot den nuvarande parkeringen norr om Bergsgatan för att sedan vika av öster ut mot bostadsområdet längs Daltorpsvägen. Övrig markförlagt infrastruktur har inte studerats inom ramen för dagvattenutredningen. Det bedöms dock finnas en hel del markförlagd infrastruktur i mark som i god tid ska märkas ut inför att markarbeten påbörjas.

2.5 Befintlig avvattning

Utifrån utförd Scalgoanalys kan det konstateras att området söder om Bergsgatan avrinner på bred front norr ut mot Bergsgatan. Dagvattnet samlas upp längs Bergsgatan och avrinner vidare i nordöstlig riktning. Något mer framträdande avrinningsstråk (bäckar) kan inte konstateras men utifrån Scalgoanalysen kan något mer koncentrerade avrinningsvägar inom planen konstateras i området söder om nuvarande tropikhus. En vattendelare kan till viss del konstateras längs planprogrammets sydöstra del, i mötet mot den befintliga jordbruksmarken. Viss dämning kan konstateras på några platser inom planområdet, mest framträdande dämning kan konstateras på ytan för den nuvarande grusparkeringen. Detta eftersom parkeringen är invallad. Området norr om Bergsgatan avrinner i sin helhet i nordostlig riktning. Avrinningen för området norr om Bergsgatan fortsätter genom och på vardera sida om bostadsområdet längs Daltorpsvägen. Nedan Daltorpsvägen går avrinningsstråken samman i naturliga dalgångar ned mot Storsjön vid Hjälmatorpet. Se figur 9-11.



Figur 9. Avrinningsanalys i Scalgo med rinnvägar och dämningssområden.



Figur 10. Scalgoanalys med rinnvägar och planområdesgräns. Avrinningsmönstret har förtydligats med ljusblå linjer med avrinningsriktningar.

Avrinningen från planen ingår i samma avrinningsområde och rinner samman samt når till slut samma recipient Storsjön vid Hjälmatorpet. I figur 11 redovisas hur del av avrinningsområdet ser ut ned mot Storsjön (grönt område). I figuren har också de mer framträdande rinnvägarna ned mot Storsjön markerats med blå linjer (punkterna 1 och 3), förutom den konstaterade rinnvägen via Daltorpsvägen (punkt 2).



Figur 11. Övergripande rinnmönster och redovisning av del av det identifierade avrinningsområdet ned mot Storsjön. Blå linjer (punkterna 1 och 3) illustrerar mer definierade rinnstråk ned mot Storsjön, cyan linje (punkt 2) illustrerar kritisk rinnväg genom bostadsområde (Daltorpsvägen) utifrån kommunens skyfallsmodellering. Blå linjer centralt inom planområdet visar mer framträdande rinnvägar söder om Bergsgatan.

Kommunen har låtit ta fram en skyfallsmodellering vilket påvisar en problematik med bla en skyfallsväg längs Daltorpsvägen (cyan linje nordöst om punkt 2). Längs Daltorpsvägen ligger ett antal tomter med bostadshus och infartsvägar med trumgenomföringar. Enligt skyfallsanalysen rör sig skyfallet längs Daltorpsvägen och dämmer upp delar av bostadsområdet. Längs ned längs Daltorpsvägen påvisas även att skyfallsvägen går över en tomterna nära ett av bostadshusen, se figur 12. Under avsnittet för dagvattenåtgärder beskrivs översiktligt ett par olika alternativ för att i samband med omvandlingen av det aktuella planområdet förbättra skyfallsproblematiken nedan planen.



Figur 12. Utdrag skyfallsanalys, Östersunds kommun. Daltorpsvägen är markerad.

3. Beräknade flöden för nuläget

3.1 Markanvändning

De nuvarande förhållandena har översiktligt studerats utifrån kartbilder, grundkarta samt övriga erhållna underlag som därigenom givit en bild av området. I tabell 2 redovisas karterade markanvändningar, avrinningskoefficienter och yta för respektive markanvändning för nulägessituationen.

För analysen av planprogramområdet ur ett dagvattenperspektiv har planen delats in i 5 st delavrinningsområden. Indelningen har gjorts utifrån en sammanvägd bedömning av nuvarande topografi, nuvarande struktur samt utifrån nuvarande avrinningsmönster men också utifrån den planerade exploateringen. Genom att området delats in i delområden kan områdets dagvattensituation analyseras mer ingående och mer anpassat till avgörande givna förutsättningar såsom topografi och planerad struktur. De identifierade delavrinningsområdena redovisas i figur 13 tillsammans med ortofoto.



Figur 13. Redovisning av planområdets identifierade delavrinningsområden 1-5 och nuvarande markanvändning (ortofoto i bakgrunden).

I tabell 2 redovisas den nuvarande markanvändningen inom respektive delområde med avrinningskoefficienter och yta per markanvändning. I tabellen redovisas också den sammanvägda avrinningskoefficienten och den totala ytan för varje delområde.

Tabell 2. Nuvarande markanvändning inom respektive delområde med avrinningskoefficienter och yta per markanvändning. Även reducerad avrinningskoefficient och total yta är redovisat.

Område	Markanvändning	Avrinningskoefficient	ha
Delområde 1 Nuläge	Gård vid jordbruksmark	0,15	1,30
	Takyta	0,90	0,18
	Gräsyta	0,10	0,54
	Parkering (grus)	0,40	0,24
	Sammanvägda avrinningskoefficient, total yta för delområdet.	0,27	2,30
Delområde 2 Nuläge	Parkering (grus)	0,40	1,17
	Blandat grönområde	0,10	0,54
	Sammanvägda avrinningskoefficient, total yta för delområdet.	0,59	1,70
Delområde 3 Nuläge	Bergsgatan (asfalt)	0,80	0,84
	Sammanvägda avrinningskoefficient, total yta för delområdet.	0,80	0,84
Delområde 4 Nuläge	Blandat grönområde	0,10	9,18
	Taktytor	0,90	0,45
	Sammanvägda avrinningskoefficient, total yta för delområdet.	0,16	9,60
Delområde 5 Nuläge	Blandat grönområde	0,10	3,53
	Taktytor	0,90	0,14
	Sammanvägda avrinningskoefficient, total yta för delområdet.	0,15	3,70

3.2 Flödesberäkning för nuläget

För beräkningar av förväntade flöden för nuläget har den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac Web (v22.2.3) använts. Ytorna för respektive karterade markanvändningar har i modellen bearbetats tillsammans med dimensionerande regn. För flödesberäkningen för kvartersmark har ett 2 års regn med 10 min varaktighet använts. För planen som helhet har ett 20 års regn med 10 min varaktighet använts. Nedan anges beräknade flöden för nuläget, se tabell 3.

Tabell 3. Beräknat dimensionerande flöden för respektive delområde för nuläget för 2-årsregn respektive ett 20-årsregn.

Område	Flöde nuläge 2-årsregn (l/s) (exkl. klimatfaktor)	Flöde nuläge 20-årsregn (l/s) (exkl. klimatfaktor)
1	68	150
2	70	150
3	90	190
4	180	380
5	64	140

Områdets topografi, nuvarande och planerad struktur samt Bergsgatan avskärande egenskaper innebär givna förutsättningar som påverkar möjligheten att betrakta planprogrammet som en enhet. Det dagvatten som genereras inom planen kan inte hanteras i endast ett läge utan behöver fördelas ut i flera lägen.

Beräknade flöden i StormTac ger väldigt exakta resultat. Med bakgrund av att indatat grundar sig i tidiga layouter och beräkningarna bygger på schabloner föreslås att när resultaten ska användas i det fortsatta arbetet med planen ska resultaten avrundas uppåt.

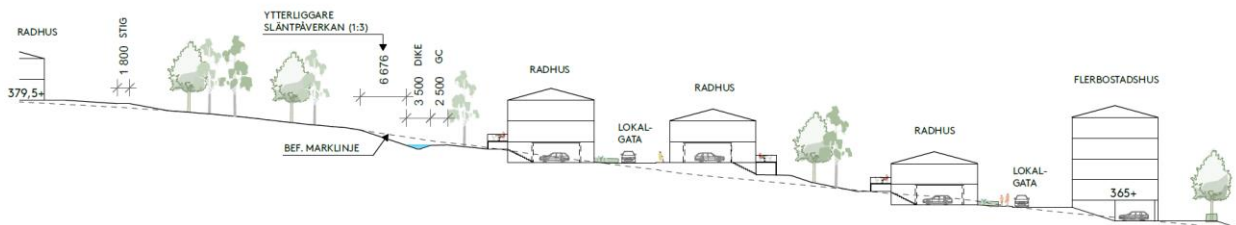
4. Framtida förhållanden

4.1 Markanvändning

Området planeras för kvartersmark för bostäder, park och naturmark, torgytor och offentlig service. För illustration av den planerade utbyggnaden se Figur 14 och figur 15. Observera att layouten sträcker sig utanför planområdesgränsen.



Figur 14. Tidig skiss över planområdet efter exploatering, ÅWL Arkitekter 2022-05-05.



Figur 15. Tidig sektion som visar på områdets karaktär, ÅWL Arkitekter 2022-05-05.

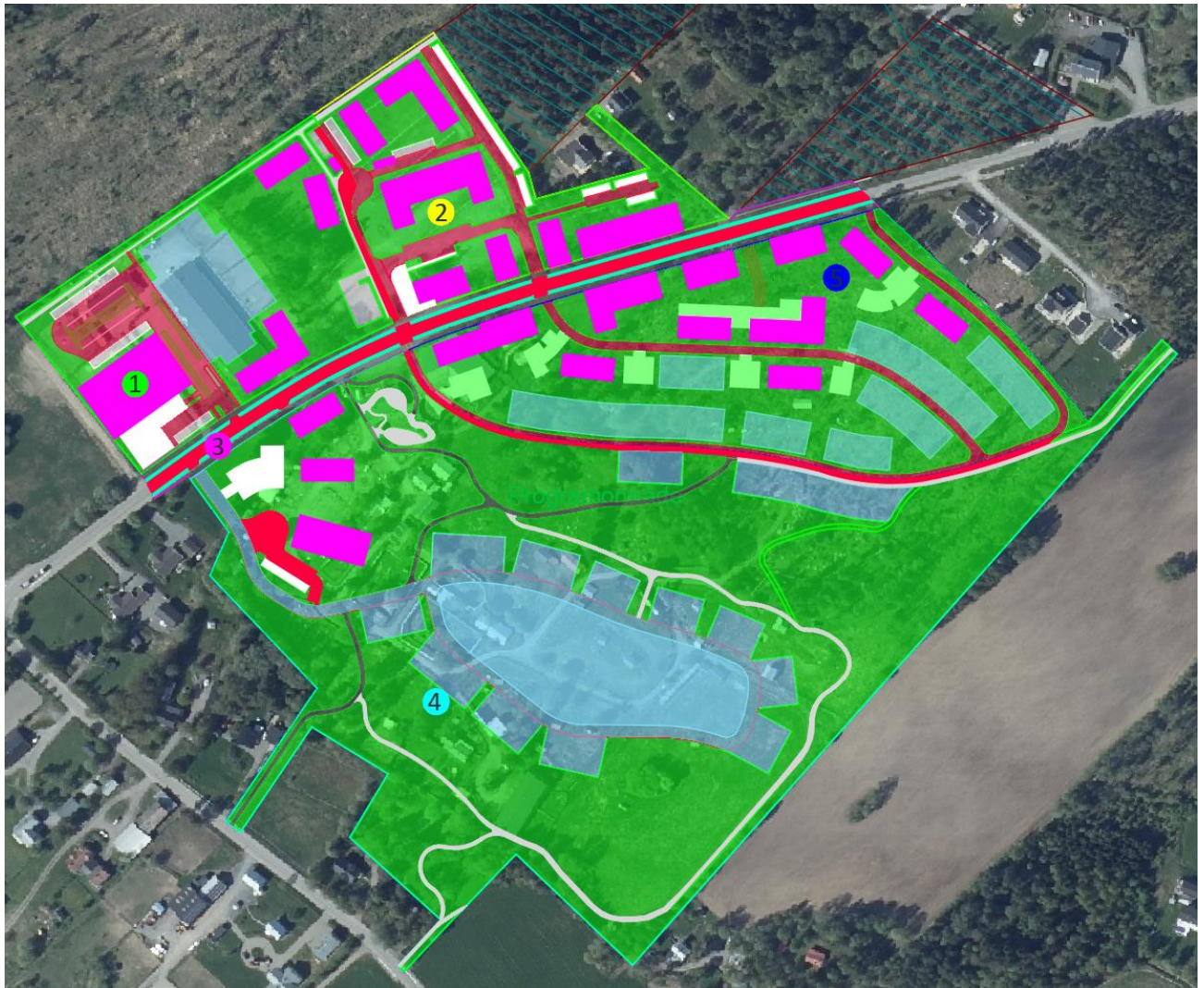
De framtida förhållandena har översiktligt studerats och ytor för respektive markanvändning har karterats utifrån tillhandahållet underlag. Detta för att beräkna förväntade flödesförändringar mellan nuläget och efterläget samt för att kunna beräkna erforderliga fördröjningsvolym och föroreningsituation.

I tabell 4 redovisas markanvändningar, avrinningskoefficienter och yta per markanvändning för efterläget.

Tabell 4. Planerad markanvändning inom respektive delområde med avrinningskoefficienter och yta per markanvändning. Även sammanvägd avrinningskoefficient och total yta är redovisat.

Område	Markanvändning	Avrinningskoefficient	ha
Delområde 1 Efterläge	Väg (asfalt)	0,80	0,27
	Parkering (asfalt)	0,80	0,11
	Flerfamiljshusområde	0,45	0,38
	Takyta	0,90	0,35
	Blandat grönområde	0,10	0,66
	Gräsyta	0,10	0,30
	Asfaltsytor	0,80	0,19
	Reducerad avrinningskoefficient, total yta för delområdet	0,46	2,30
Delområde 2 Efterläge	Väg (asfalt)	0,80	0,31
	Parkering (asfalt)	0,80	0,11
	Takyta	0,90	0,45
	Blandat grönområde	0,10	0,85
	Reducerad avrinningskoefficient, total yta för delområdet	0,49	1,70
Delområde 3 Efterläge	Väg (Bergsgatan)	0,80	0,30
	Gräsyta (svackdiken)	0,10	0,17
	Asfaltsyta (G/C-väg)	0,80	0,36
	Reducerad avrinningskoefficient, total yta för delområdet	0,66	0,83
Delområde 4 Efterläge	Väg (asfalt)	0,80	0,64
	Parkering (asfalt)	0,80	0,08
	Radhusområde	0,40	1,95
	Takyta	0,90	0,16
	Blandat grönområde	0,10	6,38
	G/C-väg (grus)	0,40	0,27
	G/C-väg (asfalt)	0,80	0,14
	Reducerad avrinningskoefficient, total yta för delområdet	0,24	9,60
Delområde 5 Efterläge	Väg (asfalt)	0,40	0,39
	Parkering	0,10	0,24
	Radhusområde	0,10	0,83
	Blandat grönområde	0,45	2,20
	Reducerad avrinningskoefficient, total yta för delområdet	0,28	3,70

För att tydliggöra vilka markanvändningar som använts för efterläget har nedanstående figur tagits fram, se figur 16.



Figur 16. Kartering markanvändning för efterläget och indelning av delområden (1-5). Ortofoto i bakgrunden. Gröna ytor är vegetation, röda ytor är asfaltsvägar, grå och svarta ytor är gång- och cykelvägar (grus och asfalt), magenta är takytor, cyan ytor är samlade markanvändningar för radhus och flerfamiljhusområden. Ljusgröna ytor längs Bergsgatan är svackdiken med trädgropar.

4.2 Flödesberäkningar

För att beräkna framtida flöden och erforderliga fördröjningsvolymmer har motsvarande metod som för nulägesituationen använts. Samma indelning av delområden har använts för att kunna göra en jämförelse mellan nuläget och efterläget. Hänsyn har tagits till förväntad klimatförändring för efterläget genom att dimensionerande flöden räknats upp med en klimatkfaktor på 1,25. I tabell 5 anges beräknade flöden efter exploatering för 2-årsregnet och för 20-årsregnet.

Tabell 5. Beräknat dimensionerande flöde för planområdet efter exploatering.

Område	Flöde efterläge 2-årsregn (l/s) (inkl. klimatfaktor)	Flöde efterläge 20-årsregn (l/s) (inkl. klimatfaktor)
1	170	370
2	140	300
3	91	200
4	400	850
5	180	380

Beräknade flöden i StormTac ger väldigt exakta resultat. Med bakgrund av att indata grundar sig i tidiga layouter och beräkningarna bygger på schabloner föreslås att när resultaten ska användas i det fortsatta arbetet med planen ska resultaten avrundas uppåt.

4.3 Föroreningsberäkning

Även föroreningsberäkningarna har modellerats i den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac Web (v22.2.3). I modellen finns statistiskt underlag för respektive markanvändnings förväntade föroreningstransport. Redovisade föroreningsberäkningar har delats upp för delområde 1 - 5 för 2-årsregnet.

Ytterligare föroreningar (Antracen, Tributyltenn, Benso(ghi)perylene och Kvicksilver) har lagts till utifrån synpunkter från Länsstyrelsen för den aktuella planen. Även PFOS och PBDE har efterfrågats men dessa finns inte tillgängliga för modellering i StormTac.

Förväntad reducering av föroreningar har i StormTac modellerats genom att genomförbara dagvattenåtgärder för respektive delområde lagts in i modellen.

Observera att anläggningarna som ingår i beräkningarna är valda för att i möjligaste mån efterlikna de dagvattenåtgärder som beskrivits under avsnitt "Foreslagna dagvattenåtgärder" och som förmodas byggas i området. Åtgärderna kan vara benämnda annorlunda i beräkningsunderlaget (bilagor). Detta eftersom antalet reningsanläggningar där effekten av reningsåtgärderna som går att modellera i StormTac är begränsat.

Resultaten i StormTac ska ej betraktas som absoluta utan dessa ger en översiktlig bild av områdets föroreningssituation då underliggande data är schablonmässiga och karteringar har gjorts utifrån erhållna illustrationer. Även anläggningarna som lagts in i beräkningarna bedöms motsvara en övergripande bild av effekten av reningsåtgärderna. De reningssteg som lagts in i modellen visar därav mest troligt en konservativ bild av förväntad reduceringsgrad. Det viktiga är att modelleringsresultatet ger en bild av om reningskravet kan uppnås. Därav har framförallt åtgärder som med stor sannolikhet blir implementerade i respektive delområde lagts in som en lägsta nivå för utredningsarbetet. Omfattningen av åtgärder som ger ytterligare reducering av föroreningar kommer mest troligt bli aktuellt vilket då ger bättre reningsgrader i praktiken.

Även positiva effekter av exempelvis viss dämning genom upphöjda kupolbrunnar och/eller trumögon samt ytterligare översilning/fastläggning som i praktiken kommer att ske i flera lägen har inte lagts in i modellen.

4.3.1 Delområde 1, delområdet norr om Bergsgatan med bland annat småhus, LSS-boende och eventuell icke störningskänslig verksamhet.

Reningssteg som ingår i beräkningarna för delområde 1 är översilning (naturmark) och överdämningsytor/dagvattendammar. Beräkningarna av delområdets förväntade föroreningsituation är gjorda för ett 2-års regn och efterläget med klimatfaktor 1,25. Se tabell 6 för förväntad föroreningstransport med och utan rening samt förväntad reduceringsgrad.

Tabell 6. Föroreningshalter utan rening, med rening och förväntad reduceringsgrad.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP	ANT	TBT	BgP	Hg
Nuläge utan rening	150	1800	11	18	63	0.38	5.3	5.6	59000	0.028	0,019	0,0019	0,052	0,025
Efterläge utan rening	140	1500	6.6	18	41	0.46	6.4	5.5	47000	0.020	0,012	0,0018	0,039	0,034
Summa föroreningshalt efter rening (µg/l)														
Efterläge med rening	67	570	1.7	5.4	11	0.15	1.6	1.8	5700	0.0050	0,0014	0,00050	0,0050	0,021
Förväntad reduceringsgrad (%)														
	53	62	75	70	73	68	75	67	88	75	88	72	87	38

4.3.2 Område 2, delområdet norr om Bergsgatan med bland annat planerat vårdboende och LSS-boende.

Reningssteg som ingår i beräkningarna för delområde 2 är översilning och underjordiskt fördröjningsmagasin. Beräkningarna av delområdets förväntade föroreningsituation är gjorda för ett 2-års regn och efterläget med klimatfaktor 1,25. Se tabell 7 för förväntad föroreningstransport med och utan rening samt förväntad reduceringsgrad.

Tabell 7. Föroreningshalter utan rening, med rening och förväntad reduceringsgrad.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP	ANT	TBT	BgP	Hg
Nuläge utan rening	130	2200	26	36	120	0.40	13	13	120000	0.053	0,043	0,0019	0,051	0,070
Efterläge utan rening	140	1500	5.5	15	32	0.49	5.3	5.1	49000	0.014	0,011	0,0018	0,041	0,032
Summa föroreningshalt efter rening (µg/l)														
Efterläge med rening	130	740	3.7	8.5	28	0.16	3.0	2.5	8900	0.0084	0,0013	0,00050	0,0050	0,020
Förväntad reduceringsgrad (%)														
	47	53	72	68	70	74	73	70	86	82	88	72	88	38

4.3.3 Område 3, Bergsgatan med G/C-väg, svackdiken och trädplanteringar

Reningssteg som ingår i beräkningarna för delområde 3 är svackdiken och skelettkonstruktion. Beräkningarna av delområdets förväntade föroreningsituation är gjorda för ett 2-års regn och efterläget

med klimatfaktor 1,25. Se tabell 8 för förväntad föroreningstransport med och utan rening samt förväntad reduceringsgrad.

Tabell 8. Föroreningshalter utan rening, med rening och förväntad reduceringsgrad.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP	ANT	TBT	BgP	Hg
Nuläge utan rening	140	1900	2.9	20	12	0.25	6.6	5.5	70000	0.0096	0,021	0,0016	0,015	0,077
Efterläge utan rening	110	1800	2.9	20	16	0.25	6.4	4.4	36000	0.016	0,011	0,0016	0,018	0,058
Summa föroreningshalt efter rening (µg/l)														
Efterläge med rening	130	1500	3.7	18	25	0.11	5.1	1.9	22000	0.0090	0,0025	0,00050	0,0050	0,024
Förväntad reduceringsgrad (%)														
	22	14	62	22	64	77	37	69	51	72	78	68	73	59

4.3.4 Område 4, delområdet längst väster ut söder om Bergsgatan med bland annat radhusområde och parkområden

Reningssteg som ingår i beräkningarna för delområde 4 är översilning och överdämningsytor/dammar. Beräkningarna av delområdets förväntade föroreningsituation är gjorda för ett 2-års regn och efterläget med klimatfaktor 1,25. Se tabell 9 för förväntad föroreningstransport med och utan rening samt förväntad reduceringsgrad.

Tabell 9. Föroreningshalter utan rening, med rening och förväntad reduceringsgrad.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP	ANT	TBT	BgP	Hg
Nuläge utan rening	110	1000	4.0	9.3	22	0.32	2.0	1.7	31000	0.0080	0,0078	0,0018	0,034	0,0072
Efterläge utan rening	130	1400	6.0	16	37	0.33	4.1	3.9	42000	0.019	0,0083	0,0018	0,034	0,028
Summa föroreningshalt efter rening (µg/l)														
Efterläge med rening	82	400	1.5	3.9	8.8	0.17	0.93	1.8	5200	0.0050	0,0015	0,00060	0,0050	0,020
Förväntad reduceringsgrad (%)														
	55	71	84	80	86	63	79	66	87	86	82	66	85	29

4.3.5 Område 5, delområdet längst öster ut söder om Bergsgatan med bland annat planerade radhus och flerbostadshus

Reningssteg som ingår i beräkningarna för delområde 5 är översilning över naturmark och i svackdiken samt fördröjningsåtgärder. Beräkningarna av delområdets förväntade föroreningsituation är gjorda för ett 2-års regn och efterläget med klimatfaktor 1,25. Se tabell 10 för förväntad föroreningstransport med och utan rening samt förväntad reduceringsgrad.

Tabell 10. Föroreningshalter utan rening, med rening och förväntad reduceringsgrad.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	BaP	ANT	TBT	BgP	Hg
Nuläge utan rening	110	1000	4.1	9.4	22	0.31	1.9	1.6	31000	0.007	0,0077	0,0018	0,033	0,0073
Efterläge utan rening	140	1600	9.6	21	52	0.34	6.0	5.9	62000	0.026	0,013	0,0018	0,034	0,041
Summa föroreningshalt efter rening (µg/l)														
Efterläge med rening	92	720	2.0	5.5	14	0.17	1.4	1.8	8100	0.0050	0,0022	0,00061	0,0050	0,026
Förväntad reduceringsgrad (%)														
	49	47	77	70	76	60	68	63	78	84	83	66	85	37

4.4 Fördröjningsvolym

I tabell 11 och 12 har erforderliga fördröjningsvolym redovisats för kvartersmark och för allmän platsmark. Dessa volymer krävs för att en flödesneutralitet ska uppnås (mellan nuläge och efterläge). I den första kolumnen i tabellerna är en våtvolum redovisad där hela volymen finns tillgänglig i magasinet. Fördröjningsmagasinens utformning ska dock ta hänsyn till den slutgiltiga tekniska lösningen och vilket material magasinet fylls med. I andra kolumnen i tabellerna har ett ytanspråk redovisats i ett scenario där magasinen anläggs med ett krossmaterial med en porvolym på 40 % samt ett djup på 1 m.

Tabell 11. Erforderliga volym för fördröjning av 2-års regn inom kvartersmark.

Område	Magasinsbehov (m ³)	Magasinsbehov (m ²). Antaget en porvolym på 40% samt 1 m djupt magasin.
1	68	170
2	41	102,5
3	6,5	16,25
4	130	325
5	75	187,5

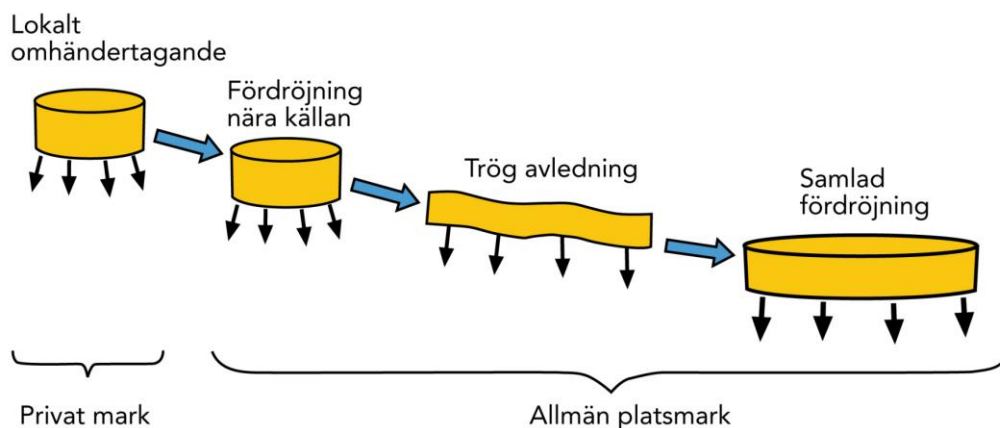
Tabell 12. Erforderliga volym för fördröjning av 20-års regn inom allmän platsmark.

Område	Magasinsbehov (m ³)	Magasinsbehov (m ²). Antaget en porvolym på 40% samt 1 m djupt magasin.
Delområde 1	140	350
Delområde 2	88	220
Delområde 3	15	37,5
Delområde 4	290	725
Delområde 5	160	400

5. Dagvattenhantering

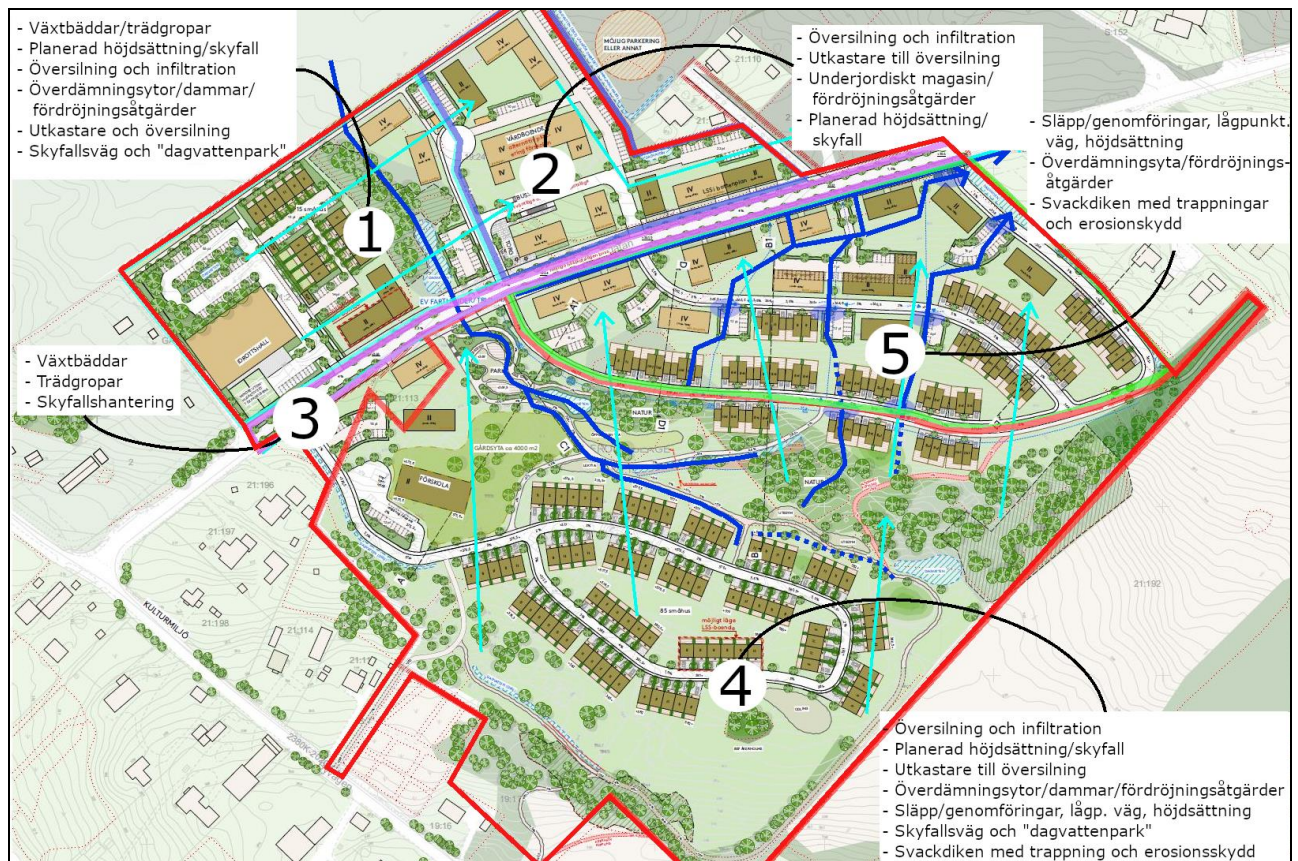
Lämpliga dagvattenåtgärder för den aktuella planen har valts och anpassats utifrån de givna platsspecifika förutsättningarna, föreslagen struktur från ÅWL Arkitekter samt uppställda krav från kommunen och aktuell branschstandard. För de platsspecifika förutsättningarna har topografi, geotekniskt underlag också varit styrande. Öppna robusta dagvattenåtgärder som också kan bidra till ett mervärde har primärt föreslagits. Dagvattenhanteringen har som målsättning om att nyttja lokalt omhändertagande med fördröjning så nära källan som möjligt, trög och robust avledning och samlad fördröjning i lågpunkter fördelat i flera lägen inom den allmänna platsmarken.

Dagvattenåtgärderna har stämts av och arbetats in tillsammans med ÅWL Arkitekter för att i möjligaste mån skapa goda förutsättningar i kommande arbete med planen. Principen om att fördela dagvattenåtgärderna inom planen som helhet bedöms viktigt eftersom planområdet är stort. Vidare ska fördröjningsbehovet för 20-årsregnet minimeras i planområdets lägsta lågpunkter genom att fördela ut volymerna. Se figur 17 för principen om öppna dagvattenlösningar och uppdelning mellan privat mark (kvartersmark) och allmän platsmark.



Figur 17. Illustration av olika kategorier av öppna dagvattenlösningar, Svenskt Vatten.

I figur 18 presenteras en översiktlig systembild för dagvattenhanteringen. I figuren redovisas delområdena (1-5). Blå linjer illustrerar rinnvägar för 20-årsregnet och skyfallet. Cyan linjer illustrerar översiktligt avrinningsmönstret idag. De åtgärder som bedöms lämpliga redovisas i textrutor kopplade till respektive delområde. De åtgärder som har bedömts som lämpliga för planen är återkommande i flera av delområdena.



Figur 18. Systembild dagvatten.

För att förtydliga vilka åtgärder som föreslås på kvartersmark respektive på allmän platsmark sammanställs dessa i nedanstående punktlista.

Kvartersmark

- Växtbäddar/trädgröpar
- Planerad höjdsättning/skyfallsperspektiv
- Översilning och infiltration
- Svackdiken (trappningar erosionsskydd i branta pertier)
- Utkastare till översilning
- Fördröjningsåtgärder

Allmän platsmark

- Planerad höjdsättning/skyfallsperspektiv
- Översilning och infiltration
- Svackdiken (trappningar erosionsskydd i branta pertier)
- Överdämningsytor/dammar
- Skyfallsväg och "dagvattenpark"
- Släpp/genomföringar i väg (planerad höjdsättning och lågpunkter i väg samordnat med trumgenomföringar).
- Fördröjningsåtgärder

Nedanstående avsnitt avseende föreslagna åtgärder läses med fördel tillsammans med figur 18.

5.2 Föreslagna åtgärder

De identifierade dagvattenlösningarna för den aktuella planen beskrivs översiktligt i nedanstående avsnitt. Slutligt val med detaljerad utformning och exakta placeringar av åtgärder måste bestämmas i samband med kommande mer detaljerad utformning av planen och kommande detaljprojekteringar. Detta när faktorer såsom slutgiltig höjdsättning, vägutformningar, trumgenomföringar och detaljer såsom stuprörplaceringar samt gestaltning av exempelvis torg och parkområden med mera tagits fram.

5.2.1 Översilning, infiltration och genomsläppliga material

Generellt ska en trög och ren avrinning inom planen som helhet eftersträvas i stället för snabbt och smutsigt. Detta uppnås genom att så långt som möjligt låta dagvatten genom en planerad höjdsättning avrinna över vegetationsytor. Genom detta skapas också andra positiva mervärden genom att vegetation så långt som möjligt bibehålls vilket uppmuntrar till att både nya och befintliga gröna ytor och genomsläppliga material väljs framför hårdgjorda ytor. Detta är positivt både ur ett dagvattenperspektiv och för trivsel samt rekreation för de boende och andra som rör sig genom området. För illustration av översilningsyta, se figur 19.



Figur 19. Illustration översilning, illustration Rickard Olofsson.

Parkeringsytor kan helt eller delvis anläggas med genomsläppligt material som tillåter viss infiltration och i förlängningen en lägre avrinningsfaktor. Detta bidrar generellt till en minimering av flödena inom området. Om andelen hårdgjorda ytor minimeras i större uträkning kan även de erforderliga fördröjningsvolymerna minskas och bättre marginaler skapas efter exploatering. Det ger också ett ekonomiskt incitament om anläggningarnas omfattning kan minskas.

Lokalisering i planen

Generellt kan översilning nyttjas i väldigt många lägen inom områden där grönytor ligger intill hårdgjorda ytor. Exempel på detta är vägar, G/C-vägar, parkeringar och takytor som avvattas till den intilliggande vegetationsytan. Principen för översilning bedöms även uppnås i föreslagna de föreslagna svackdikena. I praktiken kommer även översilning ske över de naturområden där vegetation planeras att bevaras likt nuläget.

5.2.2 Planerad höjdsättning

Höjdsättningen av området är avgörande för en god dagvattenhantering och för skyfallshantering. Utgångspunkten för höjdsättning utgår oftast från hur den befintliga topografin ser ut. Justeringar av marken kommer dock bli aktuellt men målsättning bör vara att följa nuvarande höjdsättning så långt som möjligt för att uppnå massbalans inom området.

Ur ett dagvattenperspektiv ska höjdsättningen skapa förutsättningar för att efterlikna nuvarande avrinningsmönster så långt som möjligt och skapa en spridning av dagvattnet i många punkter. Vidare ska höjdsättningen anpassas på "lokal" nivå (exempelvis höjdsättning av vägar, innergårdar, parkeringsytor

med mera) för att nå föreslagna dagvattenåtgärder samt för att skydda byggnader och övriga anläggningar.

Höjdsättningen närmast byggnader ska planeras så att ytvärrinnande dagvatten avrinner från byggnaden. Inga instängda områden ska tillskapas genom lågpunkter. Höjdsättningen ska även ta hänsyn till områdets skyfallshantering, se vidare avsnitt "Skyfallshantering".

Lokalisering i planen

Principen om höjdsättning gäller generellt inom hela planen.

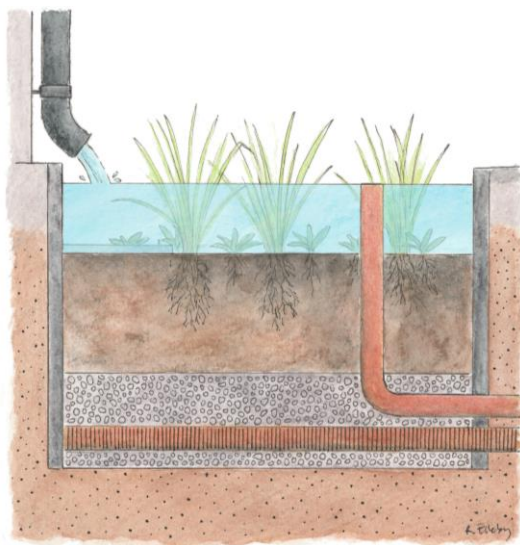
5.2.3 Växtbäddar och trädgropar

Som ett komplement eller alternativ till fördröjningsmagasin för 2-årsregnet kan även växtbäddar anläggas. I dessa uppnås både fördröjning och rening. Växtbäddar är ett samlingsnamn för dagvattenåtgärd i kombination med växtlighet som också kan benämnas som raingardens eller biofilter. Den vanligaste lösningen är trädgropar i kombination med skelettjord. Dessa kan utformas flexibelt och anpassas till området strukturer.

En god funktion dagvatten- och växtmässigt ställer höga krav på att växtbädden blir rätt utformad. Det viktiga med en växtbäddslösning är att goda betingelser även skapas för vegetationen (ex. träd, buskar, perenner) man tänker sig ska användas. Det får ej bli stående vatten över längre tid i växtjorden och det ska finnas ett effektivt syrgasutbyte. Vald vegetation ska snarare vara tålig mot uttorkning än att den är vattentålig då anläggningen genom valda material riskerar att bli för dränerande. Materialet i växtbädden måste väljas omsorgsfullt med egenskaper som god dränering men också i viss mån vätskehållande egenskaper samt bidra till viss uppehållstid.

Detta kan exempelvis anordnas med luftningsbrunnar, luftigt bärlager och uppsamlade dränering till utloppsledning och utloppsbrunn. Ingående brunnar kan kombineras för att förutom ha en funktion som intagsbrunn eller utloppsbrunn också fungera som luftningsbrunn och/eller brunn med bräddfunktion.

Intag till växtbädden kan exempelvis anläggas via rännदार eller genom urtag/sidobrunnar i kantstenar. En planerad höjdsättning ser till att dagvattnet når anläggningen. För illustration av en nedsänkt växtbädd se figur 20.



© VA-guiden

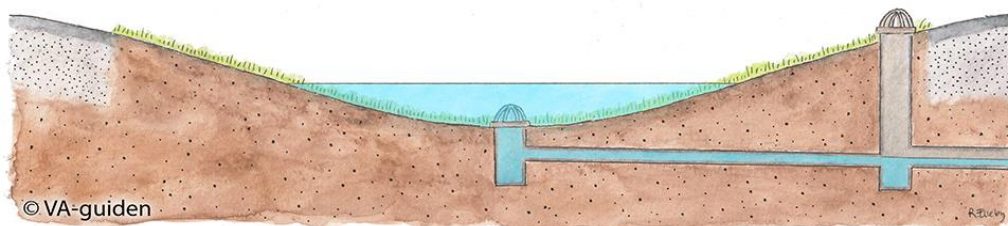
Figur 20. Illustration av nedsänkt växtbädd, VA-guiden.

Lokalisering i planen

Det område som främst bedöms som lämpligt för växtbäddslösningar är de planerade grönytorna intill parkeringar samt som huvudsaklig åtgärd längs gaturummet för Bergsgatan.

5.2.4 Överdämningsytor (torra dammar)

Planen är relativt generöst planerad vad det gäller vegetationsytor men topografin ställer höga krav på lokalisering av denna typ av åtgärd. Dels så ska befintlig naturmark bibehållas, dels planeras det för relativt stora ytor med natur/park. På dessa ytor kan översvämningssytor eller torra dammar med fördel förläggas i flackare områden. Dessa kan användas för fördröjning och till viss del rening. Dessa ytor kan hantera höga flöden, till skillnad från mindre grönytor som främst infiltrerar dagvatten med främst reningsfunktion. I en överdämningsyta kan en tillfällig vattenspiegel uppstå och dagvattnet infiltrerar gradvis genom markprofilen. I de fall underliggande mark har begränsad infiltrationskapacitet anläggs ett definierat utlopp med strypt utflöde. En överdämningsyta kan också kombineras med en permanent vattenspiegel där vegetationsytorna kring den permanenta vattenspegeln utgör överdämningsytan vid nederbörd. För illustration av en överdämningsyta se figur 21.



Figur 21. Illustration av överdämningsyta, VA-guiden.

Lokalisering i planen

Överdämningsytor bedöms mest lämpliga i delområde 1 och 4 eftersom det i dessa områden planeras för stora naturområden, se figur 16. Det har också under utredningsarbetet identifierats en sammankopplat grönstråk via delområde 4 och 1. I detta stråk kan en "dagvattenpark" gestaltas tillsammans med andra funktioner för området.

5.2.5 Svackdiken och/eller makadamdiken med erosionsskydd och energidämpare

I området förordas en öppen avledning och detta ska så långt som möjligt ske i svackdiken. Detta är en relativt enkel åtgärd som skapar förutsättning för infiltration och en trög avrinning. Dikena kan fördröja, hanterat och avleda dagvatten från samtliga i området förekommande hårdgjorda ytor. Ett svackdike är vegetationsbeklätt och har en svag till måttlig slänt- och långsgående lutning. Vid brantare terräng kan diket sektioneras likt terrasser i längdriktningen. För att förstärka funktionen i diket kan botten utgöra ett krossmagasin med dränledning. I valda punkter eller vid ett dikes slut kan en upphöjd kupolbrunn placeras vilket skapar förutsättning för viss fördröjning och sedimentfälla.

Förutom att dikena i möjligaste mån ska vara vegetationstäckta så ska dessa erosionsskyddas i särskilt utsatta lägen såsom branta partier, branta krökar samt vid trumögon (in- och utlopp). Vid markarbeten där vegetationsskiktet skalas av exempelvis i slänter ska erosionsskydd också upprättas. Detta eftersom det föreligger en förhöjd risk för erosion och materialtransport i dessa lägen. Exempel på erosionsskydd kan exempelvis vara återföring av vegetation, stensättningar och armering i de översta marklagren med kokosnät och/eller kompletterande sådd mm.

I branta partier ska energidämpare upprättas. Detta för att minska flödes hastigheten och ta ur energin ur vattnet. Dessa skapar även viss fördröjning och fångar sediment. Enklast anläggs dessa genom att ett

lämpligt stenmaterial läggs i dikesbotten upp till en bestämd nivå. Överkant energidämparen ska ligga med god säkerhetsmarginal till omkringliggande mark. Om tillgången av lämpligt stenmaterial finns inom det aktuella området kan detta med fördel användas.

Lokalisering i planen

Svackdiken bedöms bli aktuella i många lägen intill G/C-vägar och lokalgator. Även längs Bergsgatan (delområde 3) i kombination med trädplanteringar. I delområde 4 finns en inarbetad princip om att avleda dagvatten väster ut genom det gröna stråket i delområde 4 och sedan delområde 1 vilket kan ske i svackdiken. Även inom delområde 5 bedöms svackdiken i kombination med trumgenomföringar till stor del bli aktuellt. Detta där lutningar tillåter en utformning för svackdiken.

5.2.6 Fördröjning av 20-årsregnet

Utifrån kravställandet ska 20-årsregnet fördröjas på allmän platsmark ned till flöden motsvarande nulägesituationen. Volymerna och därigenom tillräckligt stora ytor för detta måste därför tillgodoses. Eftersom planområdet är relativt stort och även avgränsat genom att Bergsgatan skär av planområdet bedöms att hanteringen av 20-årsregnet måste fördelas ut i flera lägen. 20-årsregnet kommer att hanteras i områdets lågpunkter. Eftersom lågpunkterna i delområde 2 (delområde 2 östra spets) och delområde 5 (delområde 5 östra spets) bedöms utgöra lågpunkter samtidigt som den planerade strukturen/verksamheten gör att utrymmet blir relativt begränsat talar också för att volymerna ska fördelas ut.

De erforderliga fördröjningsvolymerna för 20-årsregnet redovisas i tabell 15. I tabellen redovisas även ett ytanspråk vid ett antagande om porvolym på 40 % och 1 m djup. Tillräckliga ytor bedöms utifrån detta scenario finnas inom respektive delområde. Mindre ytanspråk krävs vid exempelvis öppna lösningar och vid användande av åtgärder med stor våtvolymer såsom dagvattenkassetter.

Ett förslag är att sammankoppla hanteringen för 20-årsregnet i delområde 4 och delområde 1. För att avleda det hanterade 20-årsregnet från delområde 4 behöver en genomföring tillskapas genom Bergsgatan i läget omkring nuvarande före detta tropikhus och vidare ut genom delområde 1.

Lokalisering i planen

Främst i respektive delområdes lågpunkter. I delområde 1 i det östra grönstråket, delområde 2 östra spets, centralt i delområde 4 (planerat grönområde/"dagvattenpark") och i delområde 5 östra spets. I delområde 3 bedöms 20-årsregnet kunna hanteras i gaturummets svackdiken.

5.2.8 Bergsgatan

En bedömning har gjorts att merparten av det ytavrinnande dagvattnet i dagsläget avrinner ut mot Bergsgatan. Bergsgatan utgör till stor del även en avskärande barriär mot den norra delen av planen (norr om Bergsgatan). Delar av det ytavrinnande dagvattnet avrinner mest troligt också ut på Bergsgatan vid vissa regnhändelser i flera punkter då Bergsgatan mer eller mindre i dagsläget saknar något definierat vägdike. För att få en uppfattning av hur vägområdet för Bergsgatan ser ut, se figur 22 och figur 23.



Figur 22. Vy väster ut över Bergsgatan upp mot Tropikhuset, google earth.



Figur 23. Vy öster ut i höjd med fd. zoområdets entré, google earth.

Planområdets södra del (söder om Bergsgatan) avrinner i sin helhet i dagsläget norr ut. Eftersom området har stora höjdvariationer så är utgångspunkten att området även fortsättningsvis kommer att ha ett avrinningsmönster som till stor del avleder dagvattnet norr ut.

Bergsgatan bedöms också utgöra en viktig funktion för att transportera det hanterade dagvattnet för framför allt delområde 5 i riktning mot planens nordöstliga hörn.

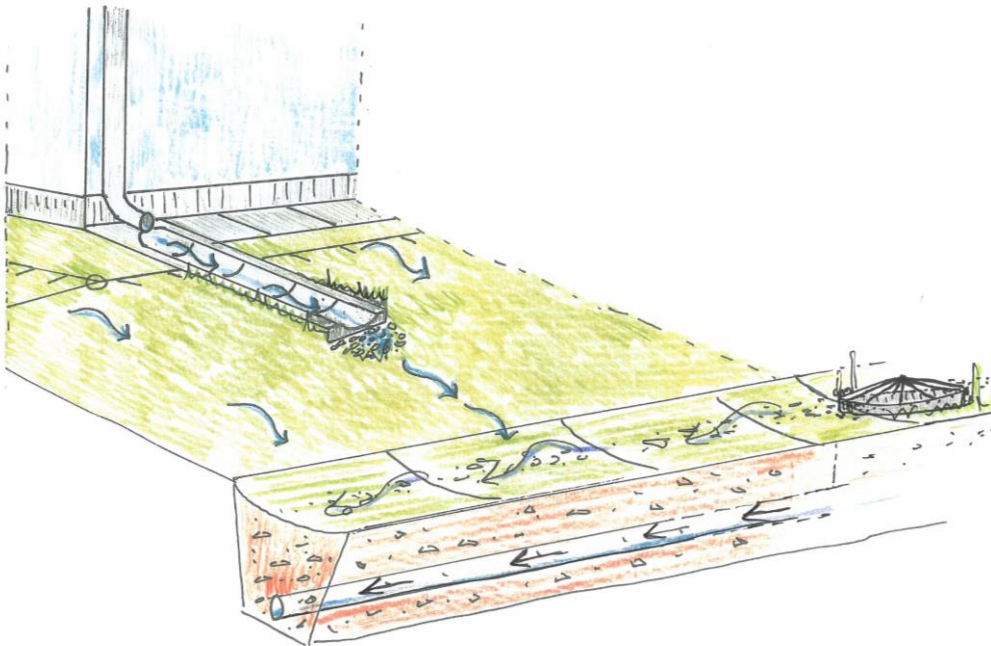
Inom ramen för detta planarbete bör gaturummet för Bergsgatan ses över. Dels utifrån att Bergsgatan idag bedöms ha en bristfällig utformning. Och dels att Bergsgatan går igenom det aktuella planområdet och knyter samman den norra och södra delen av planen. Gaturummet bör utformas med vegetationstäckta svackdiken i kombination med trädplanteringar. En dialog har förts kring detta med

kommunen och arkitekterna och principen är inarbetad i planförslaget. Med bakgrund av detta har Bergsgatan betraktats som ett eget delområde.

5.2.3 Underjordiska magasin

För att tillgodose de erforderliga fördröjningsvolymerna i respektive delområde kan underjordiska magasin upprättas vid behov. Utgångspunkten är dock att den erforderliga fördröjningsvolymen inom respektive delområde som första alternativ ska tillgodoses genom övriga föreslagna åtgärder såsom växtbäddar, krossdiken och överdämningsytor. Den beräknade erforderliga fördröjningsvolymen ska tillgodoses och utloppet ska dimensioneras för att släppa ut flödet motsvarande nuläget.

Till dessa magasin kan dagvatten avledas och hanteras från ytor som i efterläget blir hårdgjorda, exempelvis takytor, väg- och parkeringsytor. För exempel på avledning från takytor via utkastare vidare till översilning och uppsamling i underjordiskt magasin se figur 24.



Figur 24. Illustration utkastare, översilning och uppsamling i magasin via kupolbrunn, illustration Rickard Olofsson.

Hur magasinet slutligen utformas kan variera (exempelvis tomma magasin, makadammagasin eller kassetmagasin). Det viktiga är att den totala fördröjningsvolymen uppnås och att dagvattnet når anläggningarna på ett bra sätt utan hinder. Om den totala fördröjningsvolymen fördelas ut i flera lägen ska volymen anpassas till hur stor andel som avrinner till respektive magasin. Hänsyn måste också tas till rådande grundvattennivåer.

Aspekt som talar mot underjordiska magasin är drift- och skötselaspekten samt att markförlagda magasin kräver att det finns nivåer att arbeta med för att kunna släppa det hanterade dagvattnet ytligt då området saknar något befintligt dagvattennät med logiska anslutningspunkter.

5.2.4 Skyfallshantering

Vid extrema regn kommer inte dagvattensystemet klara av att hantera de flöden som uppstår. Marken blir mättad, ledningar går fulla och anläggningar svämmar över. I ett sådant scenario avrinner dagvattnet ytligt på mark. För att undvika risk för skador vid en sådan situation krävs att marken planeras höjdmässigt så att avledning av dagvatten kan ske på ett säkert sätt. Lågpunkter får inte tillskapas så att

risk för okontrollerade dämningssituationer uppstår. Höjdsättningen ska hela tiden tillse att dagvattnet avrinner från byggnader, detta är särskilt viktigt vid exempelvis entréer och infarter.

Dagvattnet ska kunna ta sig säkert genom området, vidare norrut mot Bergsgatan och ut ur området för vidare transport mot Storsjön.

Eftersom det föreligger en översvämningsproblematik nedan det aktuella planområdet har detta översiktligt studerats för att i möjligaste mån förbättra den problematiken i samband med arbetet med den nu aktuella planen. Som en del i att omhänderta 20-årsregnet fördelat i flera lägen inom planen samt för att avlasta skyfallssituationen ned mot Daltorpsvägen föreslås att stora delar av delområde 4 och delområde 1 avleds via det gröna stråket norr ut (via delområde 4 och vidare genom delområde 1). Detta bedöms kunna tillskapas genom att avskärande åtgärder (framförallt svackdiken) i delområde 4 längs exempelvis G/C-vägar anläggs. Vidare föreslås att farthinder anläggs på Bergsgatan för att i händelse av skyfall kunna avleda detta vatten över Bergsgatan vidare ut genom delområde 1. Genom detta förslag bedöms att en avlastning av skyfallsproblematiken längs Daltorpsvägen kan uppnås. Det gröna stråket via delområde 4 och delområde 1 skulle då utgöra en kombination av hanteringen av 20-årsregnet och en skyfallsväg. Avledningen av skyfallet skulle i detta alternativ sedan ledas samman mot punkt 1 i figur 11.

I programrådets östra del ingår två områden med skog utmed Lövtorpsvägen, där pågår utredning av naturvärden och planprogrammet tar inte ställning till markanvändning eller innehåll på platsen i det här skedet. De områdena ingår inte i dagvattenutredningen i det här skedet. "Om det blir aktuellt bör även dessa områden studeras ur ett skyfallsperspektiv för att om möjligt avlasta Daltorpsvägen, se figur 25.



Figur 25. Möjlig utökning av planområdet (skrafferade ytor). Dessa ytor ingår inte i dagvattenutredningen.

Om skyfallsproblematiken ska förbättras bör dessa förslag studeras vidare i detalj.

Inom delområde 5 kommer lokalgatorna utgöra avskärande åtgärder i händelse av ett skyfall. Lokalgatorna ska höjdsättas utifrån ett skyfallsperspektiv. Med detta avses att strategiska lågpunkter tillskapas där vägen tillåts översvämmas. Vidare ska tillräckligt skyddsavstånd tillskapas i dessa lägen som kan tillåta viss dämning utan att byggnader tar skada. Här blir en planerad höjdsättning avgörande, se illustrerade rinnvägar i figur 16.

5.2.5 Övriga dagvattenåtgärder

Det finns en befintlig dagvattenledning som ligger från entréområdet till zoområdet, genom Bergsgatan och vidare öster ut. Det är inte känt hur stort område som i dagsläget ombesörjs av denna ledning. En möjlig lösning kan vara att avleda delar av det hanterade dagvattnet från delområde 4 via denna ledning. Ledningsdimension och status på ledningen är inte känt men enligt uppgift från Östersunds vatten är kapaciteten mest troligt begränsad.

Om ledningen ska nyttjas måste detta studeras separat genom exempelvis filmning och inmätning av vattengångar samt utredning av vilka ytor som ombesörjs av denna ledning.

6. Bedömning av påverkan på recipient

Genom den analys som gjorts av området utifrån ett dagvattenperspektiv, föreslagna dagvattenåtgärder och redovisade beräkningar bedöms att en god dagvattenhantering uppnås för det aktuella området. Genom att flödesneutralitet har varit styrande bedöms att nedanförliggande områden inte påverkas negativt. När reningsåtgärder moddleras i StormTac för 2-årsregnet uppnås en rening som motsvarar nulägesituationen eller bättre. Området har stor andel gröna ytor även i efterläget och dagvattnet föreslås till stor del avledas ytligt vilket innebär en god robusthet. Även i fördröjningsåtgärderna för 20-årsregnet på allmän platsmark kommer rening uppnås för planområdet som helhet.

Eftersom det genom beräkningar i StormTac kunnat påvisas att tillräcklig rening motsvarande nuläget eller bättre kan uppnås bedöms att den aktuella planen inte kommer att försvåra uppnåelsen av de uppsatta miljö kvalitetsnormerna enligt VISS för recipienten Storsjön. Detta under förutsättning att de föreslagna åtgärderna implementeras i planen samt sköts över tid.

6.1 Släckvatten

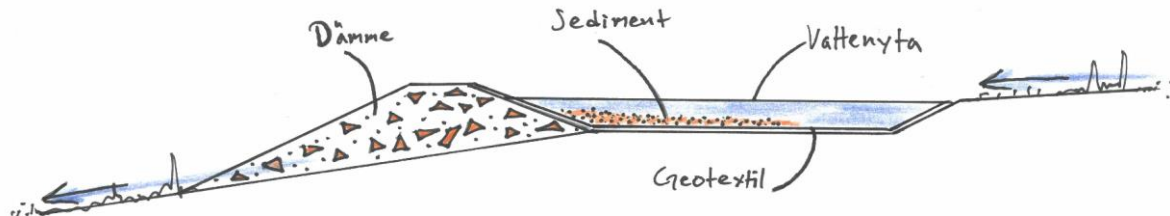
En viktig aspekt ur ett släckvattenperspektiv är att begränsa utbredningen av släckvattnet i händelse av brand. Föreslagna dagvattenåtgärder kan anläggas med möjlighet till avstängning av utlopp för att begränsa släckvattnets utbredning till dess att föroreningar omhändertagits. De översta materialskikten kan då skalas av och ersättas med rent material. Det är en fördel om rutiner för detta upprättas.

6.2 Omhändertagande av dagvatten under byggtiden

I samband med att markarbeten utförs och mark som tidigare varit vegetationstäckta blottläggs så ökar risken för ökade flöden och sedimentationstransport. Under bygg- och etableringsfasen skall därför tillfälliga lokala sedimenteringsfällor anordnas inom planområdet om risk för slamtransport föreligger. Det är positivt om dessa anläggs i flera punkter snarare än endast i en punkt. Det är också positivt om dessa kan placeras där det finns naturliga lågpunkter. Viktiga parametrar är att tillräcklig volym och tillräckligt låg hastighet skapas så att ursköljning av uppsamlat sediment inte sker. I fördjupningen tillskapas en volym och dagvattnet tillåts bromsas upp så att sedimentering blir möjlig. Längd/breddförhållandet är viktigt då en långsträckt anläggning är effektivare.

Det finns också varianter på mer definierad avsedimentering såsom pumpning av länshållningsvatten genom filtermaterial eller till containerlösningar där avsedimentering sker i olika fack.

Dagvattenåtgärder för byggskedet ska planeras, förberedas och placeras ut innan övriga markarbeten påbörjas. För illustration av en enkel sedimentationsfälla se figur 26.



Figur 26. Illustration tillfällig mindre sedimentationsfälla. En vall kan bestå av överblivna vegetationsskikt från markarbeten, illustration Rickard Olofsson.

6.3 Drift och skötsel

Det är positivt ur ett längre perspektiv om drift- och skötselanvisningar arbetas fram för de dagvattenanläggningar som slutligen byggs i området. Detta skapar förutsättningar för god funktion över tid. I denna handling kan också rutiner för släckvatten dokumenteras. I denna dokumentation kan också rutiner för släckvatten arbetas in.

Det är viktigt att samtliga brunnar som ligger direkt uppströms en anläggning förses med sandfång och anläggningar ska även förses med spolbrunnar.

7. Bilagor

Bilaga 1. StormTac Web (v22.2.3), filnamn Frösö Zoo_21312 2-årsregn 2022-05-24.

Bilaga 2. StormTac Web (v22.2.3), filnamn Frösö Zoo_21312 20-årsregn 2022-05-24.