WRS
Water Revival Systems

Dagvattenutredning Hopparen 6,7 & 15, Sala

Sala City Apartments AB

Slutversion 1.0, 2022-06-03

TITEL	Dagvattenutredning Hopparen 6, 7 & 15, Sala
RAPPORTNUMMER	2022-1696-A
BESTÄLLARE	Sala City Apartments AB
UPPDRAGSANSVARIG	Jonathan Arnlund, WRS
FÖRFATTARE	Tove Gannholm, WRS
GRANSKNING	Daniel Stråe, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion
DATUM	2022-06-03
OMSLAGSBILD	Tove Gannholm

Sammanfattning

Sala City Apartments AB planerar att bygga två nya flerbostadshus på fastigheterna Sala Hopparen 6, 7 och 15 i Sala kommun. Planområdet omfattar knappt 0,4 ha. I detaljplaneprocessen för området krävs att man visar hur dagvatten kan hanteras. WRS har på uppdrag av Sala City Apartments AB utfört en dagvattenutredning med syfte att visa hur dagvattnet kan hanteras för att klara kommunens krav på dagvattenhantering.

I nuläget är platsen nästintill helt bebyggd och hårdgjord och markanvändningen utgörs till stor del av tak och asfalterad parkering. Ett delområde har sanerats från föroreningar från en tidigare drivmedelsstation. Marken i området består av glacial lera och fyllnadsmassor av okänd kvalitet. I dagsläget avrinner dagvattnet från större delen av området mot norr, i det befintliga lokala dagvattennätet mot de kommunala förbindelsepunkterna för dagvatten. Dagvattnet rinner sedan via kommunala dagvattenledningar i Norrbygatan och Långgatan vidare till recipienten Sagån.

Den planerade exploateringen innebär en minskning av hårdgörningsgraden i området då nya bevuxna ytor planeras. Till följd av förväntade klimatförändringar beräknas ändå de dimensionerande flödena att öka. Genom att fördröja och rena 10 mm nederbörd och ett dimensionerande 20-årsregn enligt kommunens krav kommer flödesbelastningen från området att minska. För att uppfylla kravet på åtgärdsnivå för rening av 10 mm regn behövs fördröjningsvolymer i LOD-lösningar på totalt 26 m^3, vilket föreslås inrymmas i nedsänkta växtbäddar och under ytor med genomsläpplig beläggning. Fördröjningen som erhålls i LOD-åtgärderna räcker inte riktigt för att uppfylla fördröjningskravet för ett 20-årsregn. För att flödet inte ska öka jämfört med ett 20-årsregn idag behövs ytterligare 6 m^3 fördröjningsvolym.

Åtgärdsförslagen beräknas reducera föroreningsbelastningen jämfört med idag för samtliga beräknade dagvattenföroreningar. En markmiljöundersökning bör kontrollera utredningsområdets föroreningsgrad så att relevanta åtgärder kan vidtas för att minska risken för föroreningsspridning via dagvattnet.

Det är viktigt att höjdsättningen av området görs så att vatten vid skyfall kan rinna bort från byggnader mot avsedda fördröjningsytor och mot den sekundära avrinningsvägen längs Långgatan. Den södra områdesgränsen bör höjdsättas så att dagvatten från planområdet inte förvärrar översvämningsproblematiken i villaområdet söder om utredningsområdet. Det tycks finns möjlighet att genom höjdsättning av uppfartsvägen skapa en skyfallsväg genom planområdet, något som exploatören tillsammans med Sala kommun bör studera närmare och ta ställning till.

Innehåll

1 Inledning 5
1.1 Uppdrag och syfte 5
1.2 Tillgängligt underlag 6
2 Förutsättningar 6
2.1 Nuvarande och historisk markanvändning 6
2.2 Topografi och geologi 7
2.2.1 Markföroreningar 9
2.3 Ytvattenrecipient 9
2.4 Hydrologi och grundvattenförekomst 11
2.5 Nuvarande dagvattenhantering 11
2.5.1 Markavvattningsföretag 13
2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering 13
2.6.1 Sala kommuns policy för dagvattenhantering 13
2.7 Planerad exploatering 13
3 Flödes- och föroreningsberäkningar 14
3.1 Markanvändning 14
3.2 Flöden nuläge och framtid 16
3.3 Magasinsbehov 17
3.3.1 Millimeterkrav 17
3.3.2 Krav om att flödet inte får öka vid ett 20-årsregn 18
3.4 Skyfall och översvämningsrisker 18
3.5 Närsalts- och föroreningsberäkningar 19
4 Förslag på dagvattenhantering 20
4.1 Dagvatten inom kvartersmark 21
4.2 Dagvatten från takytor på byggnader utan förgårdsmark 22
4.3 Skyfall och åtgärder mot översvämning 23
4.4 Översiktlig teknisk beskrivning av föreslagna dagvattenåtgärder ... 24
4.4.1 Nedsänkta växtbäddar 24
4.4.2 Öppen avledning 26
4.4.3 Genomsläpplig beläggning 26
4.4.4 Makadammagasin 27
5 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder 28
5.1 Ytbehov, magasinering och avrinning 28
5.2 Närsalts- och föroreningsbelastning 28
5.3 Behov av ytterligare åtgärder 29
6 Slutsatser 29
Referenser 30

1 Inledning

Sala City Apartments AB planerar att exploatera fastigheterna Sala Hopparen 6, 7 och 15 med flerfamiljshus. Fastigheterna är belägna i centrala Sala (Figur 1). En detaljplan ska upprättas och planarbete pågår. I samband med den nya exploateringen och detaljplaneprocessen behöver en dagvattenutredning tas fram för att visa på hur dagvattnet ska hanteras för att flödet och föroreningarna i dagvattnet från fastigheten inte ska öka.

Figur 1. Översiktskarta över utredningsområdet. Ortofoto: Google Satellite, 2022.

1.1 Uppdrag och syfte

WRS har fått i uppdrag av Sala City Apartments AB att klarlägga förutsättningarna och ge förslag till dagvattenhantering efter exploateringen på fastigheterna Sala Hopparen 6, 7 och 15. Förslagen ska vara i överensstämmelse med Sala kommuns policy för dagvattenhantering och säkerställa att förutsättningarna för att uppnå miljökvalitetsnormer i mottagande recipient(er) inte försämras. I uppdraget ingår att:

- Beskriva och visa hur avrinningsområdet ser ut idag utifrån ett dagvattenperspektiv.
- Beräkna fördröjningsvolymer utifrån åtgärdsnivån 10 millimeter och föroreningsbelastning efter planerad exploatering samt kompletterande magasinsbehov för ett oförändrat flöde vid ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,25.
- Utreda om planerad bebyggelse riskerar att skadas av skyfall (100-årsregn med klimatfaktor 1,25) eller om det finns risk för negativ påverkan på omkringliggande byggnader och infrastruktur. Bedömning görs utifrån resultat i modelleringsverktyget Scalgo.
- Ta fram förslag till dagvattenhantering.

1.2 Tillgängligt underlag

Följande underlag har varit tillgängliga för utredningen

- *Ansökan om detaljplaneuppdrag - Del av kvarteret Hopparen, Sala* (Sala kommun, 2021a)
- *Policy för dagvattenhantering* (Sala kommun, 2020)
- *Förtydligande om dagvatten vid frimärksplanering* (Sala kommun, 2022a)
- Arbetsmaterial planritning *Hopparen grundkarta med footprint nya byggnader*, DWG (Sala City Apartments AB, 2021)
- *Hopparen grundkarta*, DWG (Sala kommun, 2021b)
- Illustrationsplan *Kv Hopparen Analys 2021-10-29* (Semrén & Månsson, 2021)
- Sanering av förorenad mark inom utredningsområdet
    - *Saneringskontroll i samband med avetablering av norsk hydros bensinstation på norrbygatan 18 i Sala Anl. 99846* (D-Miljö AB, 2008)
    - *Kontrollprovtagning av grundvatten efter sanering av petroleumförorenad jord vid Norsk Hydros före detta drivmedelsstation i Sala* (D-Miljö AB, 2009)
    - *Beslut med anledning av avhjälpande åtgärd med anledning av föroreningsskada på fastigheten HOPPAREN 6 och 7, Sala kommun* (Sala kommun, 2009)
- *Hopparen 6,7,15 förbindelsepunkter VA*, PDF (Sala kommun, 2022b)
- Utredningsområdet ligger i anslutning till de områden som utreds i *Östra kvarteren och Silvervallen – Dagvattenutredning* (WSP, 2016). Utredningsområdet berörs dock endast delvis av den utredningen.
- *Dimensionering av dagvattendamm kvarteret Löparen* (Sweco, 2016)

2 Förutsättningar

2.1 Nuvarande och historisk markanvändning

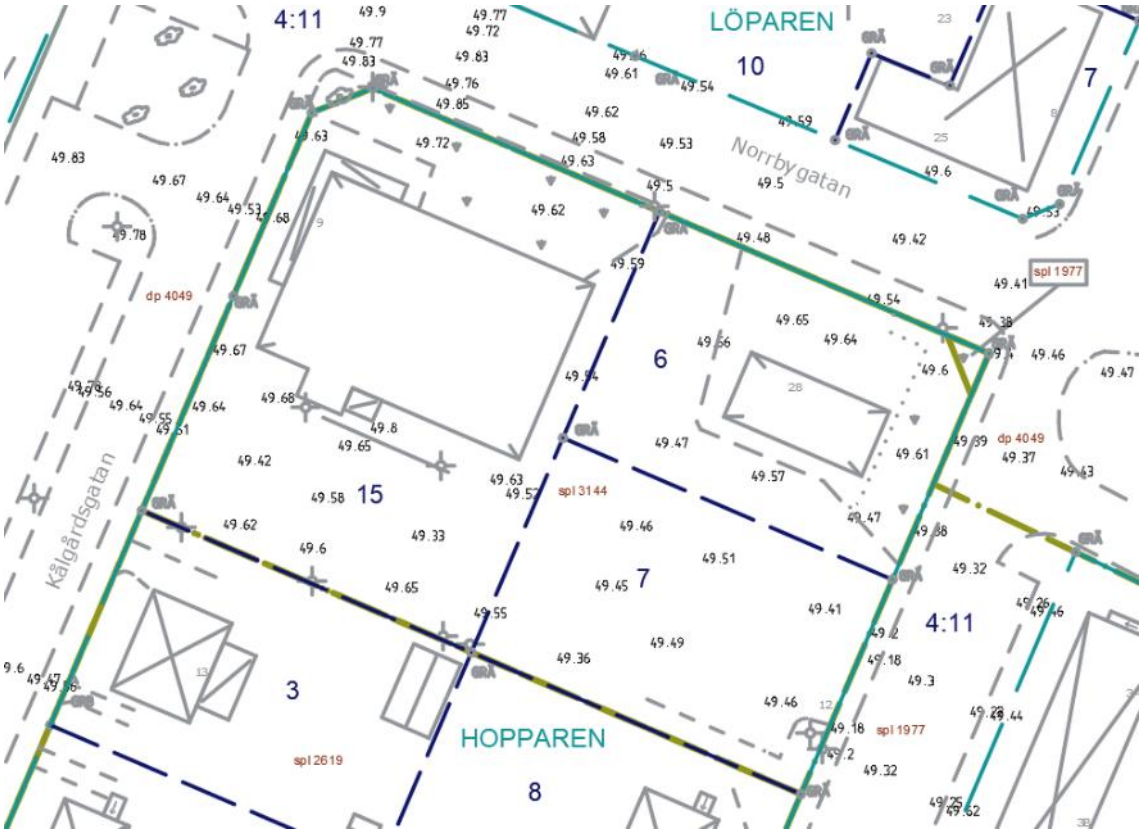
Utredningsområdet är beläget i centrala Sala och avgränsas av Kålgårdsgatan, Norrbygatan och Bergslagsgatan (Figur 2). Utredningsområdet utgör knappt 0,4 ha och består i nuläget till stor del av bebyggda och hårdgjorda ytor (Figur 3). På fastigheterna finns en elektronikbutik, en pizzeria samt parkeringsplatser. Det har tidigare funnits en drivmedelsstation på fastigheten. Platsen för de planerade byggnaderna kan ses i Figur 2.

Figur 2. Utredningsområdet med planerade byggnader. Ortofoto: Google Satellite, 2022.

Figur 3. Utredningsområdet vid platsbesöket 2021-12-15. Från Bergsslagsgatan t.v. och från Långgatan t.h.

2.2 Topografi och geologi

Utredningsområdet är platt, med höjdskillnader mellan +49,8 m och +49,2 m (höjdsystem RH2000) (Sala kommun, 2021b), se Figur 4. Området lutar generellt mot öster, från Kålgårdsgatan mot Bergslagsgatan. Jordarten inom utredningsområdet är enligt SGU:s jordartskarta glacial lera (SGU, 2022a), se Figur 5. Jorddjupet är 5-20 meter där det grundare jorddjupet påträffas i den nordvästra delen av planområdet (SGU, 2022b). I den sydöstra delen av planområdet har ett saneringsarbete utförts (D-Miljö AB, 2008) och där finns fyllnadsmassor av okänd kvalitet (Figur 5).



Figur 4. Nuvarande byggnader och markhöjder (svarta siffor; RH2000). Källa: Sala kommun, 2021.

Figur 5. Marken i utredningsområdet utgörs av glacial lera. Prickat område markerar ungefärlig utbredning av sanerat område. Källa: SGU, 2022 och D-Miljö AB, 2008. Ortofoto: Google Satellite, 2022.

Enligt Lantmäteriets topografiska kartunderlag som studerats via programmet Scalgo finns flera lågpunkter i anslutning till utredningsområdet (SCALGO, 2022). Två av lågpunkterna återfinns på parkeringen, där det idag finns rännstensbrunnar till det lokala dagvattenledningsnätet. Det finns även lågpunkter på gatorna väster och öster om fastigheten, Kålgårdsgatan och Bergslagsgatan. Precis söder om utredningsområdet, i villaområdet inom kvarteret Hopparen finns ytterligare en lågpunkt. Vid platsbesöket stod det vatten i lågpunkten i villaområdet.

2.2.1 Markföroreningar

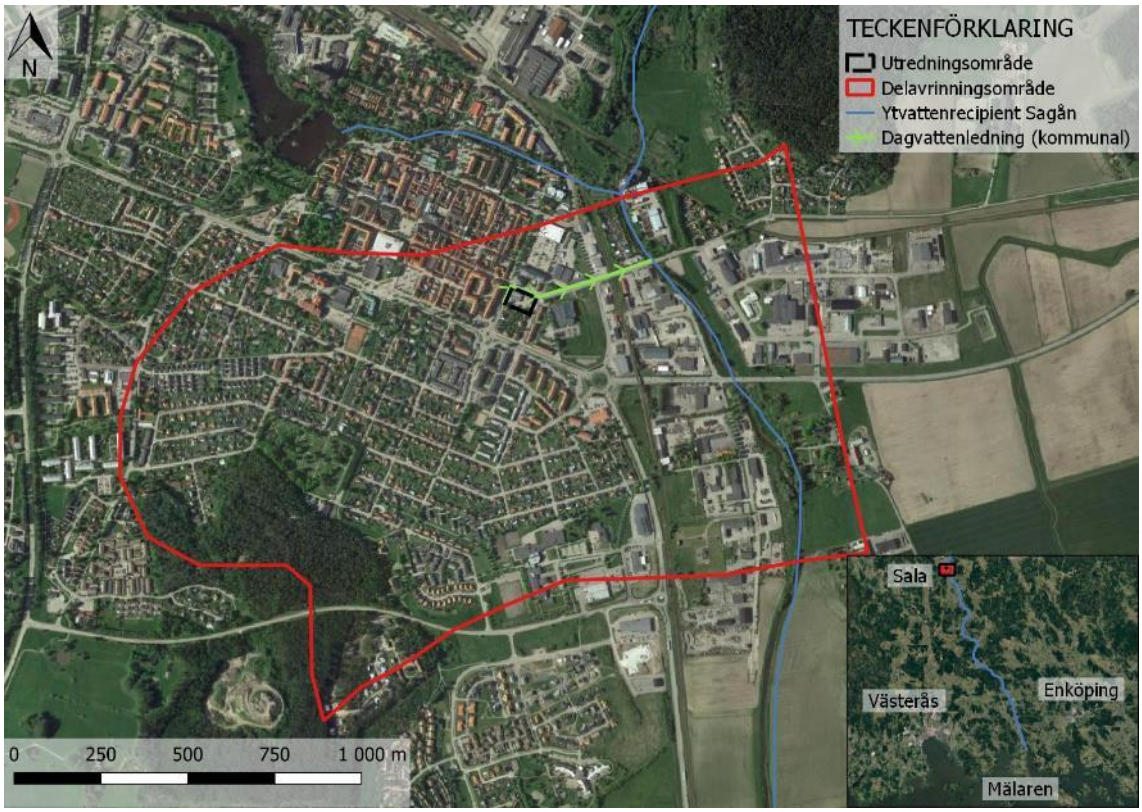
Tidigare låg det en drivmedelsstation i utredningsområdet och ett saneringsarbete utfördes 2008 (D-Miljö AB, 2008) och kontrollerades 2009 (D-Miljö AB, 2009). Se ungefärlig utbredning av det sanerade området i Figur 5. Marken bedöms som färdigsanerad efter kontrollprogrammets slut (Sala kommun, 2009). Föroreningar kan eventuellt finnas kvar i andra delar av fastigheten samt under befintliga byggnader och att detta ska tas i beaktning vid rivning (Sala kommun, 2021a). Detta bör också tas i beaktning vid framtida projektering av dagvattenanläggningar. Till exempel kan tät botten användas som försiktighetsåtgärd, om det finns risk att föroreningar sprids med dagvattnet.

2.3 Ytvattenrecipient

Utredningsområdets ytvattenrecipient är vattenförekomsten *Sagån: mellan "Sala flygplats" och mynningen till Lillån* (Figur 6). Enligt VISS har vattenförekomsten måttlig ekologisk status (VISS, 2022a). Sagån ska uppnå god ekologisk status till 2033 men kvalitetsfaktorn näringsämnen ska uppnå god status 2027 (VISS, 2022a). Miljökvalitetsnormen för god kemisk status är uppnådd, med undantag för de överallt överskridande ämnena kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE)[1] (VISS, 2022a). Sagån mynnar i Oxfjärden i Mälaren, se Figur 6.

Dagvatten från utredningsområdet leds via kommunens dagvattenledningar mot Sagån (Figur 6). Ledningsmynningen i Sagån kan ses i Figur 7. Vid platsbesöket den 15:e december 2021 syntes en tydlig plym av grumligt dagvatten i ytvattenrecipienten Sagån nedströms mynningen på den kommunala dagvattenledningen.

[1] Kvicksilver och polybromerade difenyletrar är så kallade ”överallt överskridande prioriterade ämnen”. För dessa antags gränsvärdena överskridas i alla Sveriges vattenförekomster (VISS, 2022b).



Figur 6. Ytvattenrecipient Sagån och Mälaren i förhållande till utredningsområdet. Delavrinningsområdet enligt VISS samt huvudledning för dagvatten från utredningsområdet till recipienten. Ortofoto: Google Satellite, 2022.

Figur 7. Vid platsbesöket den 15:e december 2021 syntes en tydlig plym av grumligt dagvatten där den kommunala dagvattenledningen mynnar i ytvattenrecipienten Sagån. Foto taget norr om Långgatan, mot Sala centrum och utredningsområdet.

2.4 Hydrologi och grundvattenförekomst

Enligt Vattenkartan ligger utredningsområdet inte i anslutning till någon grundvattenförekomst eller inom ett tillrinningsområde för grundvattenförekomster (VISS, 2022c). Då utredningsområdet ligger inom VA- huvudmannens verksamhetsområde antas intresse för grundvattenuttag generellt saknas.

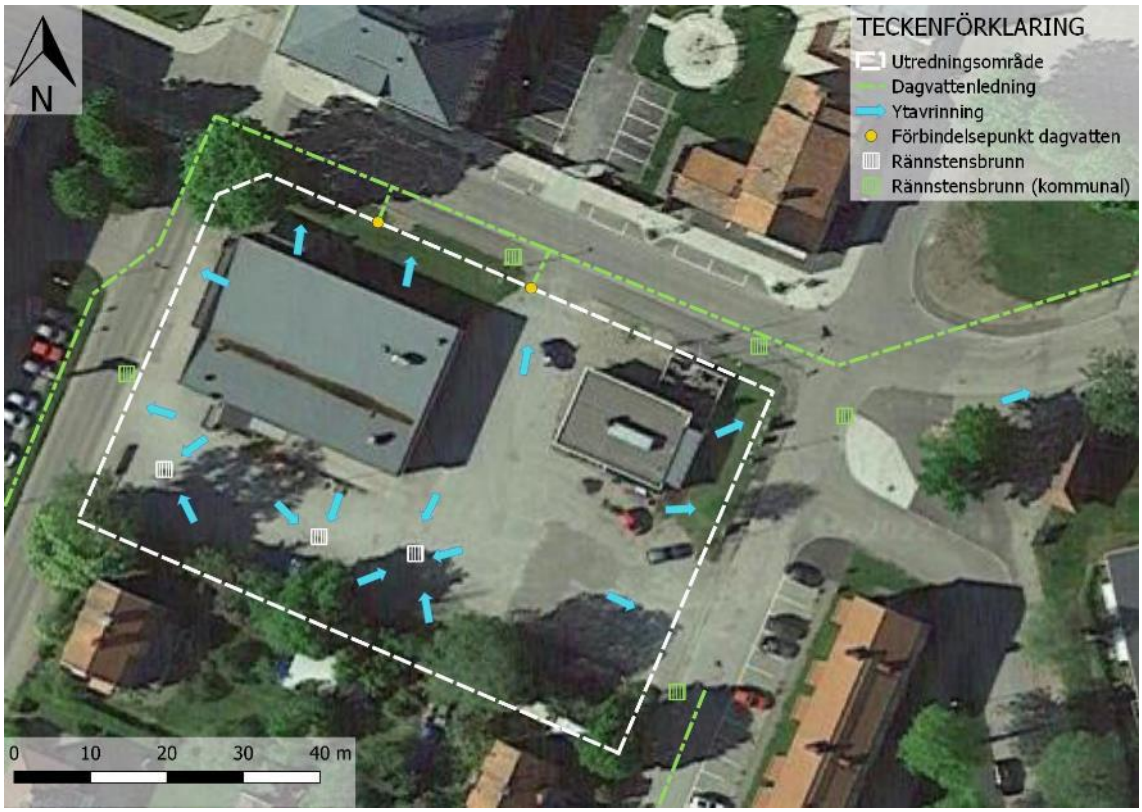
2.5 Nuvarande dagvattenhantering

Det finns ett befintligt dagvattensystem i utredningsområdet som ansluter till det kommunala dagvattensystemet (Figur 8). Utredningsområdet har två förbindelsepunkter för dagvatten längs Norrbygatan (Sala kommun, 2022b). Det är okänt exakt hur vattnet avleds inom utredningsområdet, men rännstensbrunnar ger indikationer på var det lokala ledningsnätet är lokaliserat.

Dagvatten från större delen av utredningsområdet avleds ytledes till det lokala dagvattensystemet och sedan vidare via det kommunala dagvattenledningsnätet i Norrbygatan och Långgatan mot recipienten Sagån. En del av dagvattnet avleds ytledes direkt mot kommunala rännstensbrunnar. Från den sydöstra delen av utredningsområdet avleds dagvattnet ytledes mot de kommunala rännstensbrunnarna i Bergslagsgatan och vidare söderut mot Sagån.

Enligt Scalgo sker ytavrinning vid skyfall från utredningsområdet österut, längs med Långgatan och vidare mot Sagån via Fabriksgatan (Scalgo, 2022), se Figur 9.

Delen av Sala där utredningsområdet är lokaliserat är väldigt platt och det finns en känd översvämningsproblematik. Nyligen har det kommunala dagvattenledningsnätet byggts om för att öka ledningskapaciteten (Sala kommun, 2021c, muntl. ref.). Inom utredningsområdet finns ingen känd översvämningsproblematik.



Figur 8. Dagvatten från tak och parkeringsytor avleds i nuläget via rännstensbrunnar och lokala ledningar till två förbindelsepunkter norr om fastigheten. En del av de nordvästra och östra delarna av fastigheten avvattnas ytledes till kommunala rännstensbrunnar i gatan. Källa: Sala kommun, 2022. Ortofoto: Google Satellite, 2022.

Figur 9. Flödesväg för ytavrinning vid skyfall enligt Scalgo Live. Ortofoto: Google Satellite, 2022.

2.5.1 Markavvattningsföretag

Det finns inget registrerat markavvattningsföretag inom utredningsområdet (Länsstyrelserna, 2022).

2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering

För detta uppdrag har specifika krav på dagvattenhantering ställts. Dimensionerande flöden med återkomsttiden 20 år får inte öka efter exploatering (inklusive klimatfaktor på 1,25) (Sala kommun, 2021c) och avrinnande dagvatten från 10 mm nederbörd ska kunna utjämnas och renas (Sala kommun, 2022c). Inte heller föroreningsbelastningen får öka i jämförelse med idag. Utöver detta finns Sala kommuns framtagna policy för dagvattenhantering att förhålla sig till, vilken kort sammanfattas nedan.

2.6.1 Sala kommuns policy för dagvattenhantering

Sala kommun har en policy för hantering av dagvatten som antogs 2020 (Sala kommun, 2020). Policyn grundas bland annat på kraven från EU:s ramdirektiv för vatten och fastställda miljökvalitetsnormer. Syftet med dagvattenpolicyn är att beskriva Sala kommuns gemensamma förhållningssätt till hantering av dagvatten som uppkommer inom kommunen och att klargöra ansvarsfrågan. Policyn ligger till grund för det fortsatta arbetet med kommunens handlingsplan för dagvatten. Denna handlingsplan är i nuläget inte färdigställd.

Målen med policyn är att Sala ska kunna växa samtidigt som ökade dagvattenflöden omhändertas och minskade belastning på recipienter uppnås.

För att uppnå målet med policyn bör varje fastighet lokalt, inom fastigheten, omhänderta dagvatten från mindre regn, det vill säga regn upp till 10 mm baserat på reducerad yta (Sala kommun, 2022a). Dagvatten bör användas som en resurs till bevattning eller grundvattenbildning och på så vis renas genom naturliga processer.

2.7 Planerad exploatering

Området planeras att bebyggas med två nya byggnader, med fasad i fastighetsgränsen, utan förgårdsmark. På innergården planeras en parkering samt en innergård med gångstråk in mot Sala centrum. Se illustration över föreslagen planerad exploatering i Figur 10 (Semrén & Månsson, 2021). Med planerat förslag kommer andelen grönytor i utredningsområdet öka efter exploatering.

Figur 10. Illustration över föreslagen exploatering. Källa: Semrén & Månsson, 2021.

3 Flödes- och föroreningsberäkningar

Avrinningen från planområdet före och efter exploatering har beräknats enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Sala kommun har även ställt krav på att flöden och magasinsbehov ska beräknas utifrån ett 20-årsregn och utifrån en åtgärdsnivå för rening på 10 millimeter. Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts genom modellering i Stormtac (v22.1.1).

3.1 Markanvändning

Området består i dag av två byggnader (elektronikaffär och pizzeria) samt parkeringar. Det finns också små grönytor. Utanför pizzerian är ytbeläggningen i nuläget marksten. Enligt planerad exploatering kommer framtida markanvändning bestå av flerfamiljshus, parkeringar med uppfartsväg och en innegård med grönytor och genomsläppliga gångvägar. För beräkningarna antogs att marksten planerar användas på markytan närmast centrum. Ytorna med olika markanvändningar som har använts för flödesberäkningar kan ses i Tabell 1 samt i Figur 11 och Figur 12.

Med planerad exploatering förväntas hårdgörningsgraden i området att minska från en avrinningskoefficient (φ) på 0,71 till 0,65. Avrinningskoefficienten anger hur stor andel av nederbörden som avrinner som dagvatten och är indirekt ett mått på hur hårdgjort ett område är. Avrinningskoefficienterna har antagits från P110 (Svenskt Vatten, 2016) där marksten har bedömts motsvara kategorin *stensatt yta med grusfogar*; grönyta har bedömts motsvara kategorin *gräsyta* och grusytor har bedömts motsvara kategorin *grusplan och grusad gång*. Den reducerade arean (A_{red}) fås genom att multiplicera area (A) med avrinningskoefficienten.

Tabell 1. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning i nuläget samt efter exploatering.

Markanvändning	**Area [m²]**	**Avr. koeff [-]**	**Reducerad area [m²]**
Nuläge			
Asfalt	2200	0,8	1700
Grönyta	650	0,1	65
Marksten	150	0,7	110
Tak	970	0,9	870
Summa nuläge	3900	0,71*	2800
Efter exploatering			
Asfalt	1500	0,8	1200
Grusyta	300	0,2	60
Grönyta	730	0,1	73
Marksten	290	0,7	200
Tak	1200	0,9	1100
Summa efter exploatering	3900	0,65*	2600

*Områdets sammanvägda avrinningskoefficient

Figur 11. Befintlig markanvändning. Ortofoto: Google Satellite, 2022.

Figur 12. Planerad markanvändning. Ortofoto: Google Satellite, 2022.

3.2 Flöden nuläge och framtid

För beräkning av dimensionerande dagvattenflöden har den så kallade rationella metoden använts (Ekvation 1) enligt branschstandard i publikation 110 (Svenskt Vatten, 2016). Rationella metoden är en överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 20 hektar) med liknande rinntider inom området. Areor (A) och avrinningskoefficienter (φ) har använts enligt Tabell 1.

Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde.

Q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]
A = avrinningsområdets area [ha]
φ = avrinningskoefficient [-]
$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid (T) och dimensionerande varaktighet (t_r)
kf = klimatfaktor [-]

$$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf$$

Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området, som har satts till 10 minuter för nuläget och 10 minuter efter exploatering. Rinntiden används i rationella metoden för att få den dimensionerande varaktigheten för regnet. Även om rinntiden i verkligheten är kortare än 10 min rekommenderas inte användning av en kortare rinntid enligt publikation 110 (Svenskt Vatten, 2016).

Nederbördsintensiteten beror också på återkomsttiden (T), som anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrids ett enskilt år. Ett 20-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 20. Här har dimensionerande flöden

beräknats för regn med 5, 20 och 100 års återkomsttid enligt branschstandard och Sala kommuns krav.

Slutligen används en klimatfaktor (kf) i den rationella metoden för att ta hänsyn till nederbördens ökade mängder och intensitet i framtiden. I Svenskt Vattens P110 (2016) rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med kortare varaktighet än en timme.

I Tabell 2 redovisas resultaten av flödesberäkningar för nutida och framtida markanvändning, för 5-, 20- och 100-årsregn. Det dimensionerande dagvattenflödet förväntas öka från 80 l/s till 92 l/s, vilket motsvarar en ökning med 15 %. Eftersom hårdgörningsgraden planeras minska beror ökningen i flöde på klimatfaktorn 1,25, det vill säga en ökad regnintensitet till följd av förväntade klimatförändringar.

Tabell 2. Dimensionerande dagvattenflöde i nuläget och efter planerad exploatering utan införda åtgärder.

	Kf	Varaktighet	5-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
Nuläge	1,00	10 min			
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			180	287	490
Flöde Q [l/s)			51	80	140
Efter exploatering	1,25	10 min			
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			230	360	610
Flöde Q [l/s)			58	92	160

3.3 Magasinsbehov

Sala kommun ställer både krav på en åtgärdsnivå för rening på 10 millimeter samt att utgående flöde inte får öka vid ett 20-årsregn. Vi har beräknat magasinsbehovet både utifrån att all alstrad nederbörd vid 10 mm regn ska utjämnas för att genomgå rening, samt utifrån att flödet inte får öka efter exploatering jämfört med idag. Beräkningarna redogörs i följande avsnitt. Sammanfattningsvis motsvararar millimeterkravet ett magasinsbehov för LOD-anläggningar inom planområdet på cirka 26 m^3. Fördröjningsbehovet för 20-årsregn, med åtgärdsnivån 10 mm inräknad, är cirka 6 m^3.

3.3.1 Millimeterkrav

Enligt Sala kommun ska 10 mm regn fördröjas och renas. Det bedöms möjliggöra fördröjning och rening av cirka 75 % av all nederbörd på ett år (Svenskt Vatten, 2011). Behovet av fördröjningsvolym har beräknats enligt Ekvation 3.

Ekvation 3. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym.

U_i = erforderlig fördröjningsvolym [m^3]
d_r = regnvolym som ska hanteras inom kvarteret (ex. 10 mm) [m]
A_i = avrinningsområdets area [m^2]
φ_i = markanvändningsspecifik avrinningskoefficient [-]

$$U_i = d_r \cdot \varphi_i \cdot A_i$$

Beräkningar ger en erforderlig magasinsvolym på ungefär 26 m^3 för planområdet (Tabell 3). Takytor och asfaltsytor bidrar mest till den erforderliga magasinsvolymen.

Tabell 3. Erforderlig fördröjningsvolym utifrån planerad bebyggelse och 10 mm fördröjning.

Yta	A [m²]	Φ_i [-]	Erforderlig magasinsvolym [m³]
Asfalt	1500	0,8	12
Grusyta	300	0,2	0,6
Grönyta	730	0,1	0,7
Marksten	290	0,7	2
Tak	1200	0,9	11
Summa			**26**

3.3.2 Krav om att flödet inte får öka vid ett 20-årsregn

Flödet får i framtiden inte öka jämfört med dagens flöde vid ett 20-årsregn. Fördröjningen som erhålls av åtgärdsnivån 10 mm är inte tillräcklig för att uppfylla fördröjningskravet för ett 20-årsregn. Magasinsberäkningar utifrån detta krav har beräknats enligt ekvation 9.1 i publikation 110 (Svenskt Vatten, 2016) med det specifika magasinsbehovet redovisat i Tabell 4 (Ekvation 2). Eftersom fullt tappflöde inte kan förväntas i dagvattenanläggningarna multipliceras en så kallad reducerad flödesfaktor (vanligen 0,67) med maxtappflödet. En minskning av maxtappflödet ger i sin tur ett större erforderligt magasinsbehov. I tabell 3 redovisas magasinsbehovet inklusive reducerad flödesfaktor.

För att ta hänsyn till fördröjningen som uppstår på grund av åtgärdsnivån 10 mm ökades rinntiden. För ett 20-årsregn motsvarar 10 mm cirka 3 minuter tidsfördröjning. Rinntiden valdes därför till 13 minuter.

Ekvation 2. Magasinsvolym beräknat med rationella metoden (ekvation 9.1 i P110).

V = specifik magasinsvolym [m³/ha$_{red}$]
i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet [l/s, ha]
t_{regn} = regnvaraktighet [min]
t_{rinn} = rinntid [min]
K = specifik avtappning från magasinet [l/s, ha$_{red}$]
C = reducerad flödesfaktor = 0,67

$$V = 0{,}06\left(i_{regn} \cdot t_{regn} - K \cdot t_{regn} - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 t_{rinn}}{i_{regn}}\right) \cdot C$$

För att flödet vid ett 20-årsregn inte ska öka jämfört med idag krävs en utjämningskapacitet på 6 m³ (Tabell 4).

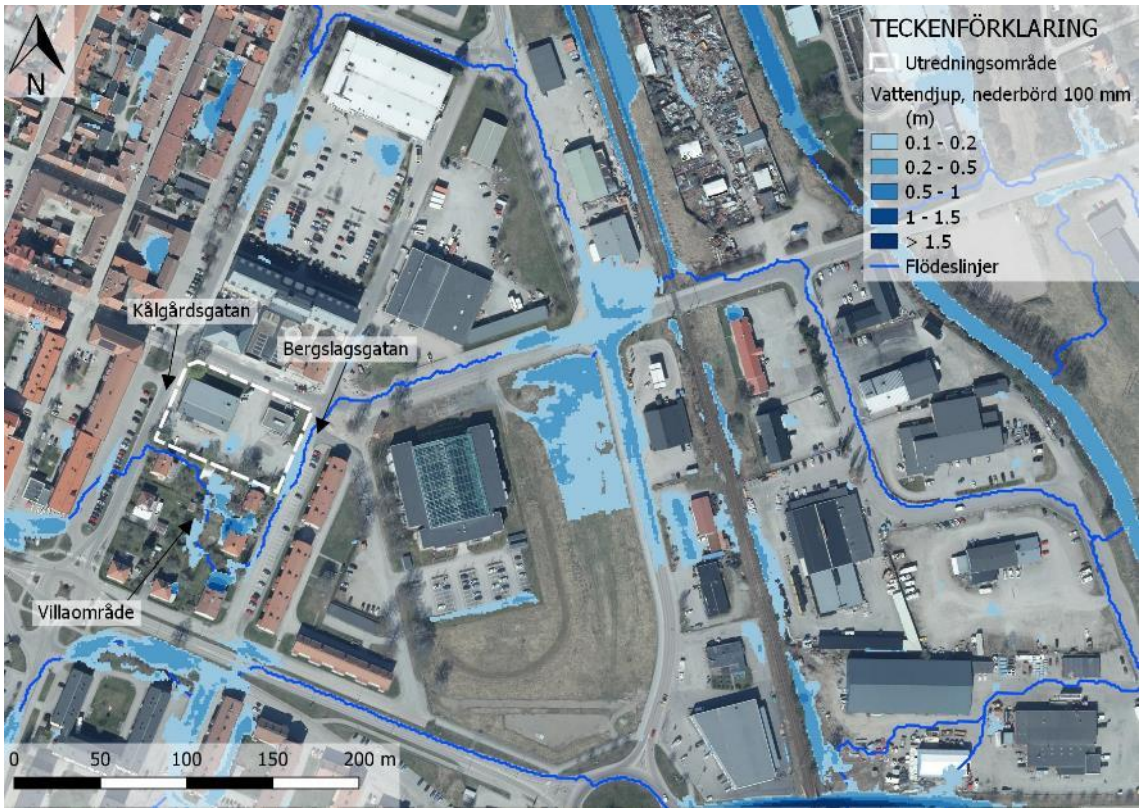
Tabell 4. Erforderlig magasinsvolym vid 20-årsregn inklusive reducerad flödesfaktor, för att flödet ej ska öka jämfört med idag, med och utan 10 mm åtgärdsnivå.

Återkomsttid regn [år]	Magasinsvolym utredningsområde [m³]	Magasinsvolym utredningsområde med 10 mm åtgärdsnivå [m³]
20	9	6

3.4 Skyfall och översvämningsrisker

En lågpunktskartering i Scalgo med modellerad nederbördsvolym på 100 mm – vilket motsvarar alstrad volym vid ett 100-årsregn efter 12 timmar (exklusive klimatfaktor och ca 4 timmar

inklusive klimatfaktor) – visar på flera lågpunkter i anslutning till utredningsområdet. Två mindre lågpunkter visas inne i utredningsområdet men dessa avvattnas av det befintliga lokala dagvattensystemet. Både Kålgårdsgatan och Bergslagsgatan rymmer lågpunkter/rinnvägar. Enligt Scalgo avleds skyfall från Kålgårdsgatan mot Bergslagsgatan via villaområdet i kvarteret Hopparen, precis söder om utredningsområdet. I villaområdet finns även en lågpunkt där det stod vatten vid platsbesöket den 15:e december 2021.



Figur 13. Lågpunktskartering från Scalgo. En lågpunkt ses inom utredningsområdet och en i villaområdet söder om utredningsområdet. Källa: Scalgo, 2022.

3.5 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (v22.1.1). Beräkningarna i verktyget görs utifrån indata i form av markanvändningsslag och årsmedelnederbörd. Modellen använder sig av markanvändningsspecifika avrinningskoefficienter och schablonhalter för ett flertal markanvändningsslag och vanligt förekommande dagvattenföroreningar. Detta gör att resultaten inte bör avläsas i exakta tal utan snarare ses som en indikation på föroreningsbelastning då både beräkningsverktyget och indata inhyser både osäkerheter och variationer.

I beräkningarna har den korrigerade årliga nederbörden 627 mm använts (SMHI, 2022; Alexandersson, 2003). För kategorisering av markanvändningsslag har den nuvarande markanvändningen asfalt bedömts motsvara kategorin *parkering* i Stormtac och marksten bedömdes motsvara kategorin *marksten med fogar*. För den framtida markanvändningen valdes samma kategorier i Stormtac.

Beräknade mängder av nio vanliga dagvattenföroreningar (P, N, Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, SS) redovisas i Tabell 5 som intervall (resultat ± osäkerhet). Osäkerheten i beräkningarna reflekterar osäkerheten i både indata och modellberäkningar och beräknas av Stormtac baserat på data från

litteraturstudier och en studie av Stormtacs databas (Stormtac, 2020). Osäkerheten för de nio redovisade parametrarna är omkring 30 %.

Mängderna av samtliga redovisade föroreningar kommer enligt beräkningarna att minska i dagvattnet från området utan att reningsåtgärder vidtas, men minskningen ligger inom osäkerhetsintervallet. Minskningen beror på att hårdgörningsgraden minskar och att ytorna totalt sett är mindre förorenade efter exploatering. Med hänsyn till Sala kommuns krav på en åtgärdsnivå för rening på 10 millimeter, kommer reningsåtgärder ändå krävas och föroreningsbelastningen från området kommer därför minska jämfört med idag.

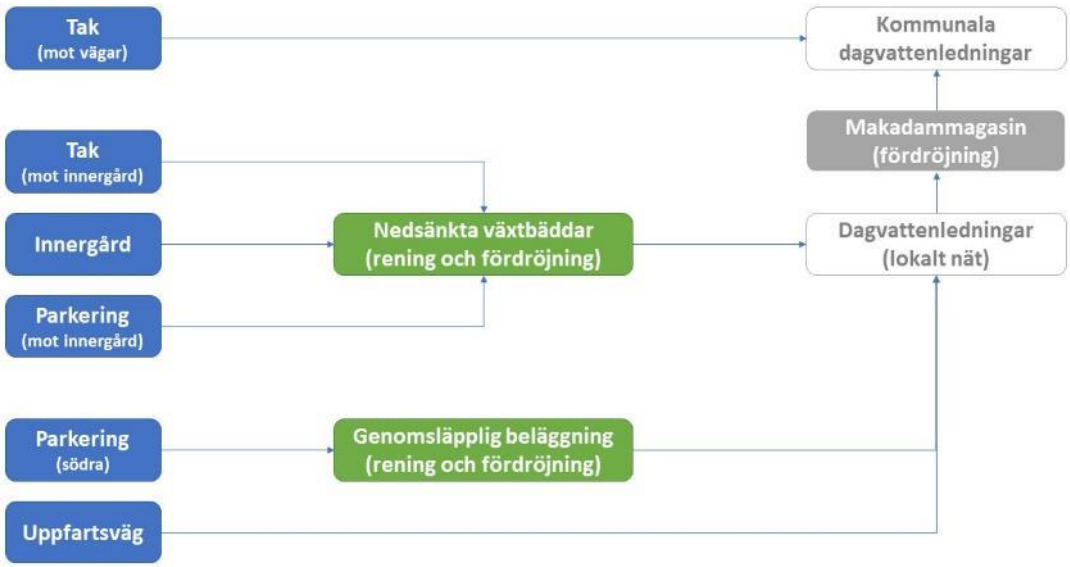
Tabell 5. Beräknad närings- och föroreningsbelastning (mängd ± osäkerhet) för hela området innan och efter exploatering utan åtgärder.

Ämnen	Innan exploatering	Efter exploatering	Förändring efter exploatering	Reningsbehov* [%]
P [g/år]	270 ± 81	240 ± 73	- 30 ± 150	0
N [kg/år]	3,6 ± 1,1	3,2 ± 0,95	- 0,40 ± 2,1	0
Pb [g/år]	35 ± 11	25 ± 7,7	- 10 ± 19	0
Cu [g/år]	51 ± 16	39 ± 12	- 12 ± 28	0
Zn [g/år]	180 ± 54	130 ± 41	- 50 ± 95	0
Cd [g/år]	0,96 ± 0,30	0,90 ± 0,28	- 0,060 ± 0,58	0
Cr [g/år]	19 ±5,9	14 ± 4,4	- 5,0 ± 10	0
Ni [g/år]	19 ± 6,0	14 ± 4,5	- 5,0 ± 11	0
SS [kg/år]	170 ± 53	130 ± 39	- 40 ± 92	0

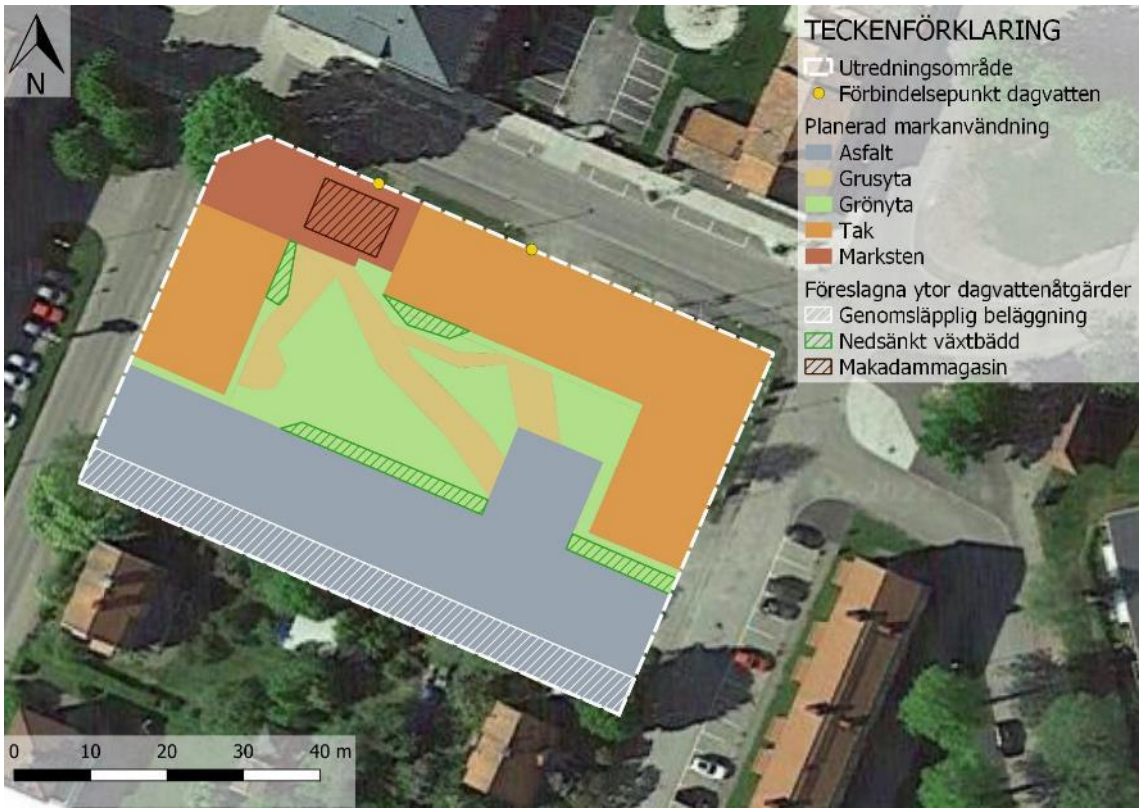
* För att föroreningsbelastningen inte ska öka jämfört med innan detaljplaneläggning.

4 Förslag på dagvattenhantering

För dagvattenhantering i utredningsområdet föreslås en kombination av olika dagvattenåtgärder, där fokus är LOD-anläggningar (lokalt omhändertagande av dagvatten). Se principiell uppbyggnad av systemet i Figur 14. LOD-anläggningarnas föreslagna placering kan ses i Figur 15. LOD-anläggningarna som föreslås är nedsänkta växtbäddar, genomsläpplig beläggning och makadammagasin.



Figur 14. Principiell systemuppbyggnad för förslag på dagvattenhantering.



Figur 15. Föreslag till placering av dagvattenåtgärder. Ortofoto: Google Satellite, 2022.

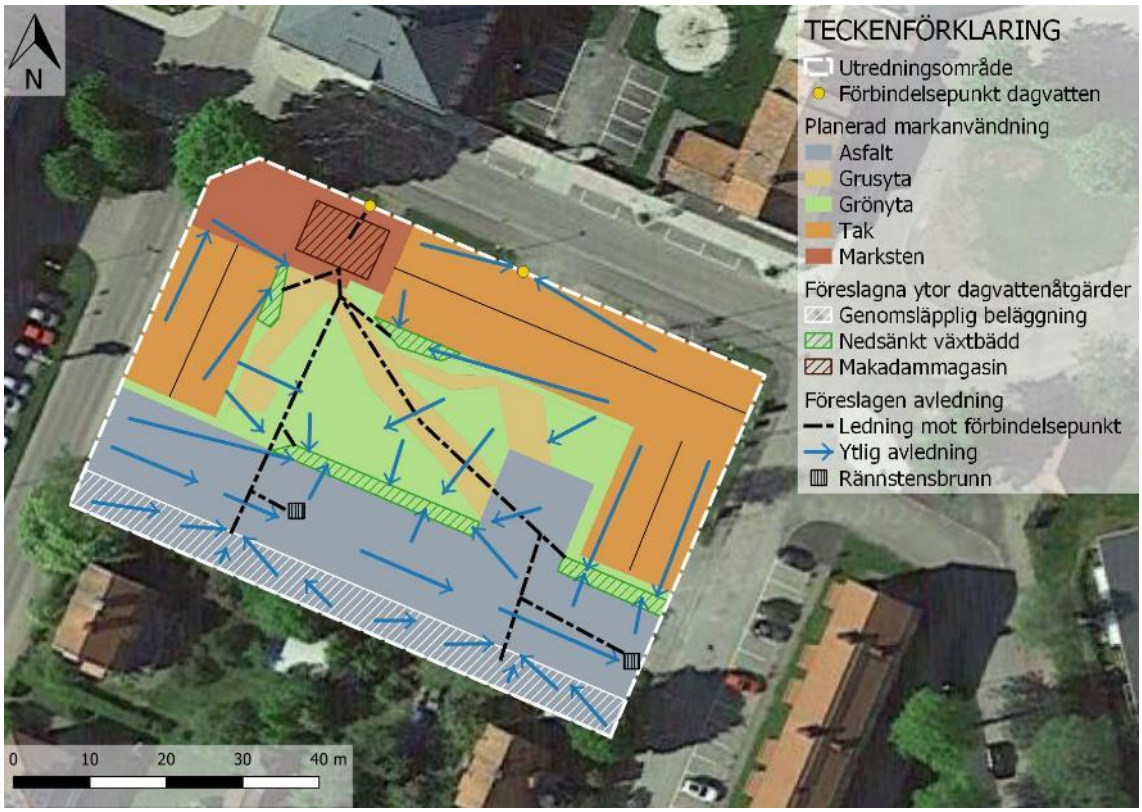
4.1 Dagvatten inom kvartersmark

Föreslagna LOD-åtgärders magasinsbehov och dimensionering kan ses i Tabell 6. Ytbehovet finns tillgängligt inom markerade ytor i Figur 15. Observera att växtbäddarnas ytbehov är baserat på ett antagande om 15 cm magasindjup. Större magasindjup, d.v.s. högre kant på växtbädden, kan minska ytbehovet.

Tabell 6. Dagvattenåtgärders placering, magasinsbehov, ytbehov och dimensionering. För nedsänkta växtbäddar avser porositeten ytligt magasin, ej filtermaterialets porositet.

LOD-åtgärd	Var?	Magasins-behov [m³]	Ytbehov [m²]	Magasin-djup [cm]	Porositet [%]	Magasins-kapacitet [m³]
Nedsänkta växtbäddar	Innergård	18	120	15	100	18
Genomsläpplig beläggning	Under parkerings-platserna	8	390	7	30	8
Avsättnings-magasin	Innergård	6	50	40	30	6
		Magasinsbehov: 26 + 6 m³				Magasinskapacitet: 26 + 6 m³

Höjdsättning bör utföras så att det inte kan rinna in dagvatten från utredningsområdet till villaområdet söder om utredningsområdet, se Figur 16. Byggnader ska vara upphöjda i förhållande till gator och övrig mark. Ytliga avledningsvägar kan skapas över innergården. En mer detaljerad utformning av dagvattenanläggningar, inklusive ledningsdragningar och höjdsättning av avledningsvägar, måste utredas vid projektering av planområdet.



Figur 16. Föreslagen avledning och höjdsättning. Observera att ledningsdragning och ytavrinning endast illustrerar behovet, exakt utformning görs vid projektering. Ortofoto: Google Satellite, 2022.

4.2 Dagvatten från takytor på byggnader utan förgårdsmark

Fördröjning av takdagvatten från de delar av taken som lutar ut mot gatan är svårt eftersom förgårdsmark saknas. När dagens situation jämförs med framtida situation ses i princip ingen skillnad gällande momentana flöden från detta takdagvatten. Takdagvattnet leds idag direkt till ledningar i mark och ut till anslutningspunkt i gatan. Övriga ytor är asfalterade och har också korta rinntider. Om det inte finns ett känt problem med takdagvattnet idag bör det inte heller finnas ett problem efter planerad exploatering.

Enligt Lagen om allmänna vattentjänster (LAV) har kommunen (VA-huvudmannen) en skyldighet att ta emot dagvatten från fastighet inom verksamhetsområde för dagvatten. Den enskilde fastighetsägaren har dock en skyldighet att dagvatten från fastigheten som inte kan infiltrera i marken ”avvattnas till den förbindelsepunkt som verksamhetsområdets huvudman har anvisat” (Boverket, 2022). Enligt Plan- och bygglagen (PBL) (2010:900) 8 kap. 9 § gäller att ”Inom detaljplanelagt område, som omfattas av verksamhetsområde för dagvatten enligt LAV, kan den enskilde fastighetsägaren inte ges något ansvar utöver sådant som gäller avvattningen av den egna fastigheten. Krävs det tekniska anläggningar eller installationer som fördröjningsmagasin eller pumpar för att ta hand om och leda bort dagvattnet är det va-huvudmannens ansvar att dessa kommer till stånd och fungerar.”

Sammanfattningsvis rekommenderas att det takvatten som inte utan större åtgärder kan ledas till innergården och föreslagna fördröjningsanläggningar, i framtiden får ledas till dagvattennätet på samma sätt som det görs idag. Detta illustreras i Figur 16 av ytavrinningspilar direkt mot förbindelsepunkter.

Om fastighetsägaren/exploatören frivilligt vill fördröja detta takdagvatten finns följande lösningar:

- Hängrännor ut mot gatan leds runt kortsidan av byggnaden och leds via utkastare till innergården.
    - Genomförbarheten av denna lösning kan vara svår då hängrännor riskerar att bli långa, det kräver större underhåll och det finns risk för isbildning. Dessutom kan rännorna hamna i vägen för fönster etc. eftersom rännorna måste ha tillräcklig lutning. Denna lösning påverkar även fastighetens design och uttryck.
- Byggnaderna flyttas in för att skapa förgårdsmark där fördröjning kan anläggas.
    - Denna lösning kan påverka andra delar av planområdet negativt, till exempel gällande friytor m.m. Detta kan heller inte krävas av VA-huvudmannen.
- Servitut skapas utanför fastigheten för fördröjning av takdagvattnet på kommunens mark.
    - Genomförbarheten av denna lösning är osäker då det med stor sannolikhet finns för lite utrymme i marken för att skapa fördröjningsmagasin där, eftersom det är ett känt ledningsstråk (Sala kommun, 2022d, muntl. ref.).
- Ledningar dras under husgrund som leder dagvattnet mot innergården.
    - Denna lösning är svår att drifta och rekommenderas inte.
- Ny lutning av taket, där större delar av taket lutar ”inåt” mot fastigheten.
    - Ny design och kan vara svår att passa in med omgivande gestaltning. Arkitektonisk och byggnadsteknisk fråga.

Notera att de dimensionerande flödena från hela fastigheten, d.v.s. 20-årsregn inklusive klimatfaktor enligt P110 inte kommer att öka efter exploatering med de föreslagna åtgärderna i denna rapport.

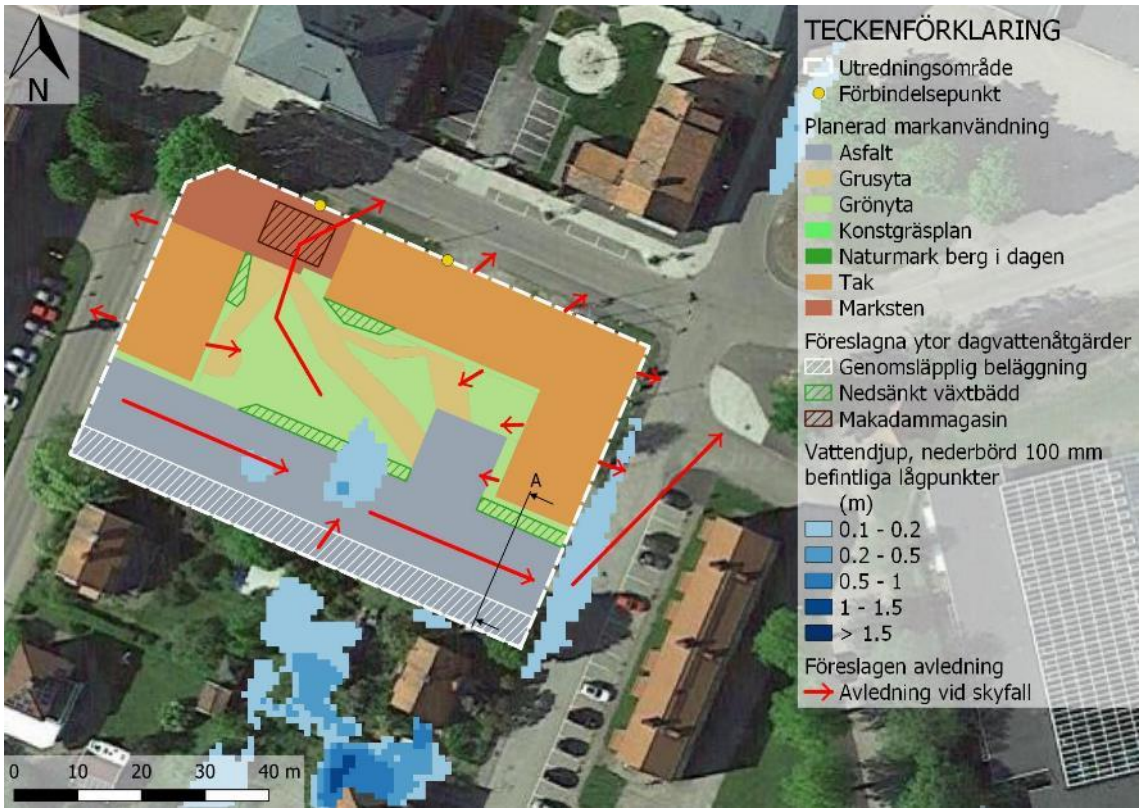
4.3 Skyfall och åtgärder mot översvämning

Enligt Scalgo avrinner dagvatten från Kålgårdsgatan till Bergslagsgatan via villaområdet söder om utredningsområdet där det även finns en lågpunkt med ett maxdjup på ca 1,5 meter. I och med exploateringen av Sala Hopparen 6,7 och 15 finns en möjlighet att skapa en alternativ skyfallsväg förbi villaområdet. Detta genom höjdsättning av uppfartsvägen som skär genom utredningsområdet (Figur 17). Det är då viktigt att höjdsätta innergården så att vattnet inte leds in på innergården.

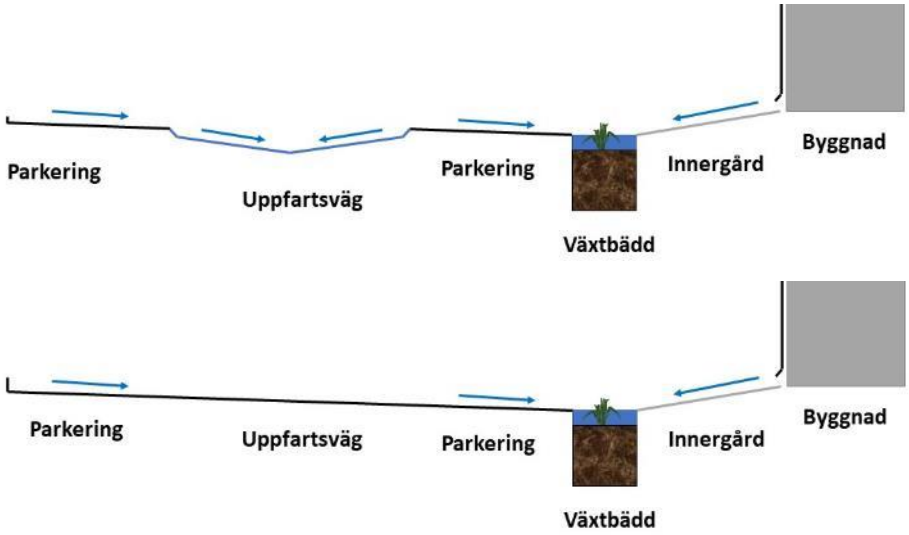
Denna skyfallsåtgärd inom planområdet bedöms inte avhjälpa de översvämningsrisker som finns söder om planområdet. Dock kommer åtgärden ge bättre förutsättningar för Sala kommun att minska riskerna för översvämning vid skyfall i framtiden. Detta förutsätter dock flera skyfallsåtgärder nedströms, utanför planområdet, eftersom det finns strukturer som dämmer upp nedströms. Exploatören och Sala kommun bör tillsammans ta ställning till denna möjlighet.

Om uppfartsvägen inte används som skyfallsväg kan dagvatten från uppfartsvägen avledas ytligt till de nedsänkta växtbäddarna (Figur 18). Detta hade förbättrat rening och fördröjning av dagvattnet från planområdet ytterligare.

För att identifiera och konkretisera skyfallsåtgärder i ett större perspektiv rekommenderas kommunen att ta fram en dynamisk hydraulisk skyfallsmodellering över Sala tätort.



Figur 17. Föreslagen avledning vid skyfall. Ortofoto: Google Satellite, 2022.



Figur 18. Tvärsektion A (Figur 17) med illustration över relativa höjdsättningar (ej skalenliga). Överst med uppfartsväg som skyfallsväg och nederst med uppfartsvägen som avleds mot växtbädd.

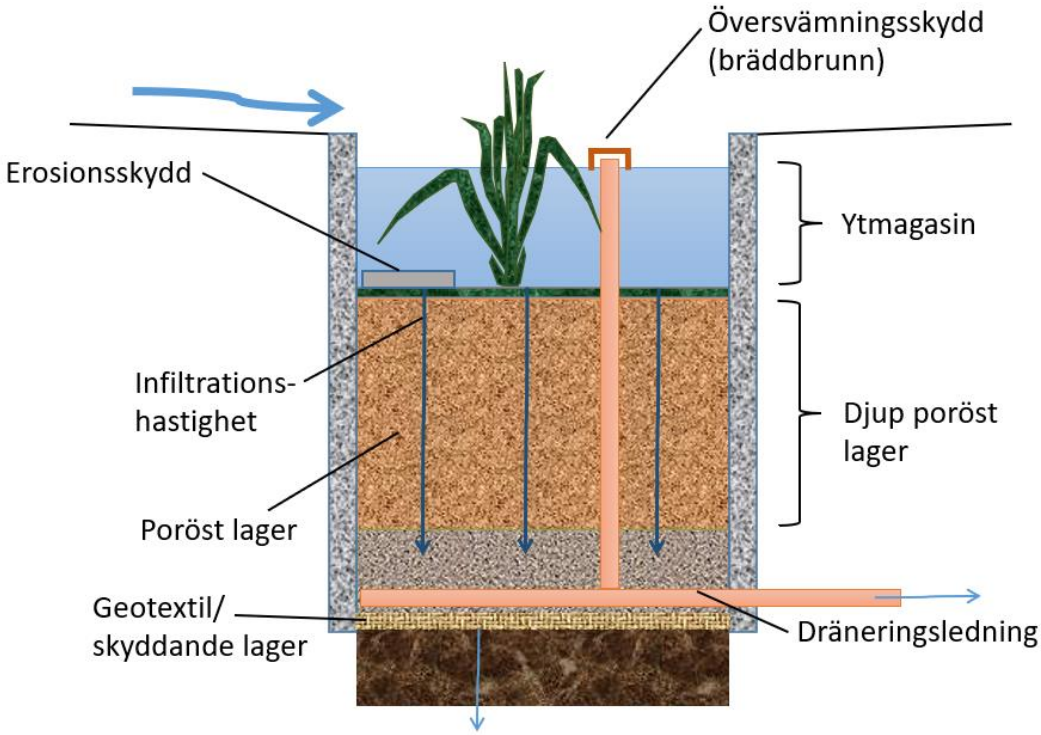
4.4 Översiktlig teknisk beskrivning av föreslagna dagvattenåtgärder

4.4.1 Nedsänkta växtbäddar

Växtbäddar är planteringsytor med förmåga att både fördröja och rena dagvatten. De bidrar också med grönska och biologisk mångfald. Växtbäddarna kan användas i många olika miljöer, exempelvis på bostadsgårdar och i anslutning till vägar och parkeringsytor.

Växtbäddars utformning kan anpassas till platsspecifika förhållanden och önskat utseende, vilket innebär att de kan se väldigt olika ut. Följande beståndsdelar förekommer dock i de flesta anläggningar (i ordning av vattnets väg genom anläggningen); inlopp med erosionsskydd (och eventuellt sandfång), fördröjningszon med bräddbrunn, filtermaterial och dräneringslager, se Figur 19. Fördröjningszonen består av ett ytmagasin som oftast är 10–30 cm högt och gör att dagvatten tillfälligt kan bli stående i bädden innan det infiltrerar. Om fördröjningszonen fylls leds överskottsvattnet till dagvattennätet genom en bräddbrunn som anläggs i höjd med växtbäddens övre kant. Det är viktigt att anlägga bräddbrunnen på rätt nivå, annars försvinner hela fördröjningsvolymen. Det är viktigt att filtermaterialet har tillräcklig infiltrationskapacitet. Rekommenderad infiltrationskapacitet är cirka 100 (50–300) mm/h och filterdjupet bör vara minst 500 mm.

För att hantera dagvatten från tak, innergård och parkeringar föreslås att nedsänkta växtbäddar anläggs (se Figur 15). I Figur 19 visas den principiella uppbyggnaden av växtbäddar. Om växtbädden ska ha tät eller öppen botten beror på om det finns förorenad mark i området. Om inga markföroreningar identifieras eller om förorenad jord tas bort kan det vara en öppen botten. Bäddarna bör förses med en lätt upphöjd kant mot gångbana för att lättare upptäckas med käpp av personer med synvariation.



Figur 19. Principiell uppbyggnad av en växtbädd.

Under etablering av växtbädden krävs regelbunden bevattning. Kontroll av växtlighetens etablering bör ske under de första ett till två åren. Löpande underhåll innefattar ogräsrensning och växtskötsel samt inspektion och rensning av inlopp och bräddavlopp. Efter hand kommer filtermaterialets genomsläpplighet att minska. För att åtgärda detta behöver ytlagret antingen luckras upp eller bytas ut. Den senare åtgärden minskar risken för att de föroreningar som bundits i ytan frisätts genom nedbrytning av organiskt material. Ett sandfång i inloppet till växtbädden minskar risken för igensättning.

Växtligheten bidrar delvis med rening men har som huvudsaklig funktion att upprätthålla infiltrationskapaciteten. Exempel på lämpligt växtmaterial är starr, gräsarter och örter som trivs i fuktängar. Det är också möjligt att plantera träd i nedsänkta växtbäddar.

4.4.2 Öppen avledning

Dagvatten från takytor kan ledas till växtbäddarna via öppen avledning i till exempel ränndalar, se Figur 20. Ränndalar bör höjdsättas med självfall och de bör utformas så att gångvägar är tillgänglighetsanpassade. De bör utformas med en erosionstålig ytbeläggning närmast utkastaren så att höjdsättningen upprätthålls även vid kraftiga regn. En öppen avledning av dagvatten bidrar med estetiska värden till dagvattenhanteringen.

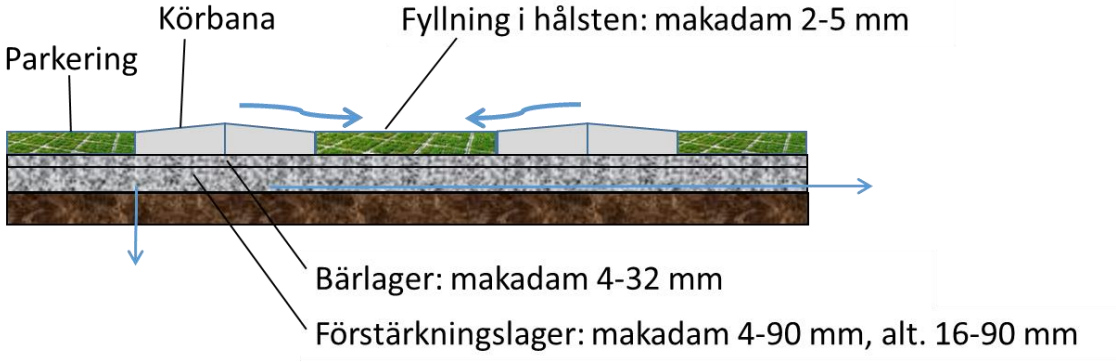
Figur 20. Exempelbild med ränndalar för öppen avledning av dagvatten över innergård. Foto: Uppsalahem.

4.4.3 Genomsläpplig beläggning

En genomsläpplig beläggning kan användas som alternativ till traditionell asfalt eller annan hårdgjord yta. Tekniken kan bidra med både flödesutjämning och rening av dagvatten. Den används ofta på parkeringsplatser, gång- och cykelvägar och lokalgator. Se exempelbilder i Figur 21.

Figur 21. Exempelbilder genomsläpplig beläggning för parkeringsytor. Foto: WRS

Det finns flera olika slags genomsläppliga beläggningar; grus, hålstensbeläggning, beläggningar med genomsläppliga fogar och genomsläpplig asfalt är några exempel. Utformningen måste anpassas efter platsens förutsättningar och tänkt användning. För att en yta med genomsläpplig beläggning ska tåla belastningen från motorfordon krävs en konstruktion med ett bärlager under den genomsläppliga beläggningen, som förslagsvis kompletteras med ett förstärkningslager, se Figur 22. Bärlager och förstärkningslager får inte innehålla nollfraktion för att upprätthålla en god porositet. Bärlagret kan exempelvis bestå av makadam 4–32 mm och förstärkningslagret av makadam 4–90, alternativt 16–90 mm, som trycks samman för att minska risken för förskjutningar. Dessa makadamlager utgör därmed ett magasin för att fördröja dagvattenavrinningen. I konstruktionens botten installeras dräneringsrör som ansluts till dagvattennätet. Anslutningen sker lämpligen via en brunn med flödesstrypning för att säkerställa en trög dränering som ökar föroreningsavskiljningen i konstruktionen.



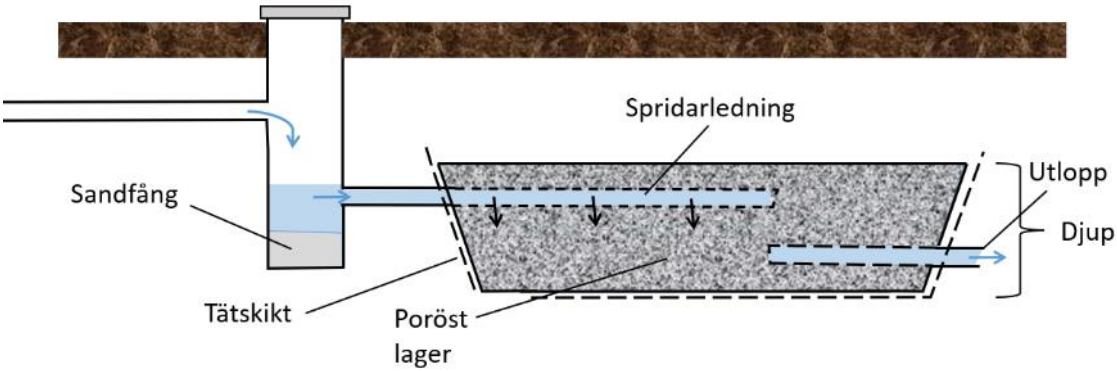
Figur 22. Principskiss för genomsläpplig beläggning. Ytan byggs upp med ett förstärkningslager med grov makadam, överlagrat av ett bärlager. Överst läggs ett slitlager, i detta exempel gräsarmerande betonghålsten.

Vald beläggning styr drift och skötselbehovet. Exempelvis kan gräs behöva klippas, ogräs rensas, högtryckstvätt och vakuumsugning genomföras eller byte av igensatt fogmaterial. Vid rengöring med högtrycksspolning är det viktigt att samla upp eventuella föroreningar som frigörs. Vintertid bör sandning ske med fraktion som ej innehåller nollfraktion. Rekommenderad sandfraktion är 4–8 mm för att inte sätta igen ytan. Salt bör undvikas då det kan leda till igenslamning.

4.4.4 Makadammagasin

För att säkerställa fördröjning även vid kraftiga regn kan makadammagasin användas som kompletterande lösning. Magasinet utgörs av porvolymen i det material som används. De kan utformas på flera sätt och anläggs ofta i anslutning till gator och vägar eller under grönytor. Tekniken passar i områden där det är brist på utrymme. Täckta makadammagasin kan exempelvis utformas enligt principskiss i Figur 23. Reningseffekten uppstår främst genom att suspenderat material och partikelbundna föroreningar sedimenterar i magasinet.

Vattnet som leds till ett makadammagasin bör renas på något sätt innan det leds in i magasinet eftersom det annars riskerat att sätta igen snabbare än nödvändigt. En sådan rening kan antingen vara att låta vattnet passera ett sandfång i en brunn som avskiljer de största partiklarna och/eller att reningsåtgärder finns uppströms magasinet.



Figur 23. Principskiss för makadammagasin.

5 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

Åtgärdernas syfte är att fördröja och rena dagvatten från 10 mm nederbörd över utredningsområdet samt att fördröja flödet vid ett dimensionerande 20-årsregn med klimatfaktor så att flödet inte ökar jämfört med idag. Med de föreslagna dagvattenåtgärderna uppfylls dessa mål. I avsnitt 5.1 och 5.2 beskrivs åtgärdernas effekt på dimensionerande flöden respektive föroreningsbelastning på recipienten.

5.1 Ytbehov, magasinering och avrinning

Hårdgörningsgraden minskar efter exploatering medan flödet från utredningsområdet väntas öka. Detta beror framförallt på förväntade klimatförändringar och klimatfaktorn 1,25 som använts i utredningen. Vi föreslår en rad åtgärder som gör att flödet inte ökar. I Tabell 6 redovisas vilka magasinsvolymer som krävs utifrån de olika kraven samt vilka magasinsvolymer som kan skapas i de föreslagna åtgärderna.

Dessa anläggningar kan inte ta emot dagvatten från hela planområdet men utjämningskapaciteten som skapas i dessa anläggningar kompenserar för det flöde som uppstår från de ytor som leds direkt till anslutningspunkten.

5.2 Närsalts- och föroreningsbelastning

Närsalts- och föroreningsbelastningen från området har beräknats med Stormtac. Åtgärdernas reningseffekt har beräknats genom att växtbäddar har angivits som reningsanläggning för innergården och del av parkeringsytorna (500 m^2) och takytorna. Reningseffekten för genomsläpplig beläggning beräknades genom att sänka avrinningskoefficienterna för markanvändningstypen *parkering* till 0,4, enligt förslag i Stormtacs guide (Stormtac, 2020).

För reningsberäkningar har vi antagit att 600 m^2 av takvattnet inte renas inom utredningsområdet, eftersom det saknas förgårdsmark där dagvatten kan renas för ungefär hälften av takytorna. För beräkningarna antas också att uppfartsvägen inte renas. Eftersom makadammagasinets huvudsakliga syfte är fördröjning och inte rening, har reningseffekten för denna inte inkluderats i beräkningen.

Som väntat visade beräkningen på en minskning av samtliga föroreningar efter reningsåtgärder jämfört med innan exploatering, se Tabell 7. Notera att beräkningarna i Stormtac rymmer osäkerheter i både indata och modell. Osäkerheten i reningen är generellt runt 40 % för de använda anläggningarna. Trots detta visar resultatet att det för flera ämnen blir en tydlig förbättring med föreslagna åtgärder jämfört med nuläget, när hänsyn tas till osäkerheter i

beräkningarna. Med nedsänkta växtbäddar och genomsläpplig beläggning kan alltså föroreningsbelastningen minska jämfört med idag. De är enkla dagvattenåtgärder som förutom att klara åtgärdsnivån på 10 mm också bidrar med en attraktiv grön gestaltning i området.

Tabell 7. Beräknad närings- och föroreningsbelastning (mängd ± osäkerhet) för hela utredningsområdet innan och efter exploatering samt med åtgärd.

Ämnen	Innan exploatering	Efter exploatering med åtgärd	Uppskattad förändring efter åtgärd	Vidare reningsbehov* (%)
P [g/år]	270 ± 81	130 ± 44	- 140 ± 120	0
N [kg/år]	3,6 ± 1,1	1,9 ± 0,62	- 1,8 ± 1,7	0
Pb [g/år]	35 ± 11	13 ± 4,2	- 22 ± 15	0
Cu [g/år]	51 ± 16	21 ± 6,3	- 30 ± 22	0
Zn [g/år]	180 ± 54	69 ± 22	- 110 ± 76	0
Cd [g/år]	0,96 ± 0,30	0,49 ± 0,16	- 0,47 ± 0,46	0
Cr [g/år]	19 ±5,9	9,0 ± 2,5	- 10 ± 8,4	0
Ni [g/år]	19 ± 6,0	8,1 ± 2,6	- 11 ± 8,6	0
SS [kg/år]	170 ± 53	70 ± 22	- 100 ± 75	0

* För att föroreningsbelastningen inte ska öka jämfört med innan detaljplaneläggning.

5.3 Behov av ytterligare åtgärder

En markmiljöundersökning bör genomföras för att kontrollera fyllningsmaterial och markföroreningar. Upptäcks föroreningar vid markmiljöundersökning efter rivning bör vidta relevanta åtgärder. Till exempel kan det tänkas finnas behov av ytterligare sanering eller att anlägga dagvattenanläggningar med tätskikt i botten på bärlagret.

6 Slutsatser

- Den planerade exploateringen innebär att markanvändningen ändras från befintliga byggnader och parkering till flerbostadshus med parkering och innergård. Trots en minskad hårdgörningsgrad ger klimatfaktorn på 1,25 en ökad flödesbelastning. Exploateringen medför en minskad föroreningsbelastning på recipienten Sagån.
- För att begränsa det ökade flödet från området föreslås genomsläpplig beläggning, nedsänkta växtbäddar och makadammagasin.
- Höjdsättningen inom hela området bör utformas så att vatten avrinner från byggnader och ytor till de avsedda fördröjningsytorna.
- Den södra områdesgränsen höjdsätts för att förhindra flöde från utredningsområdet in i villaområdet söderut.
- Föroreningsbelastningen från området väntas minska efter exploatering även utan reningsåtgärder, men med föreslagna reningsåtgärder blir minskningen större.
- En markmiljöundersökning bör göras för att kontrollera fyllnadsmaterialet i saneringsområdet samt föroreningar inom det resterande utredningsområdet.
- Med föreslagen höjdsättning finns en möjlighet att skapa en ny skyfallsväg genom utredningsområdet utmed uppfartsvägen. Exploatören och Sala kommun bör tillsammans ta ställning till denna möjlighet.

Referenser

ALEXANDERSSON, H., 2003. *Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik*. Norrköping: SMHI, Nr. 111, 2003.

BOVERKET, 2022. Ansvar för dagvatten i detaljplan, PBL kunskapsbanken - en hanbok om plan- och bygglagen [internet]. *Boverket*. Tillgängligt: https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/ansvar-for-dagvatten-i-detaljplan/ [Hämtad 2022-3-2].

D-MILJÖ AB, 2008. *Saneringskontroll i samband med avetablering av norsk hydros bensinstation på norrbygatan 18 i Sala Anl. 99846*.

D-MILJÖ AB, 2009. *Kontrollprovtagning av grundvatten efter sanering av petroleumförorenad jord vid Norsk Hydros före detta drivmedelsstation i Sala*.

LÄNSSTYRELSERNA, 2022. GeodataKatalogen [internet]. Tillgängligt: https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/ [Hämtad 2022-2-15].

SALA CITY APARTMENTS AB, 2021. 211117 Hopparen grundkarta med footprint nya byggnader.

SALA KOMMUN, 2009. Beslut med anledning av avhjälpande åtgärd med anledning av föroreningsskada på fastigheten HOPPAREN 6 och 7, Sala kommun.

SALA KOMMUN, 2020. Policy för dagvattenhantering.

SALA KOMMUN, 2021a. Ansökan om detaljplaneuppdrag - Del av kvarteret Hopparen, Sala.

SALA KOMMUN, 2021b. Hopparen grundkarta.

SALA KOMMUN, 2021c. Startmöte dagvattenutredning Sala Hopparen 6, 7 & 15. Muntligen 2021-11-30.

SALA KOMMUN, 2022a. Förtydligande om dagvatten vid frimärksplanering.

SALA KOMMUN, 2022b. Hopparen 6,7,15 förbindelsepunkter VA.

SALA KOMMUN, 2022c. Krav för dagvatten. Mejlkonversation 2020-03-03.

SALA KOMMUN, 2022d. Avstämningsmöte lösningsförslag dagvattenutredning Sala Hopparen 6, 7 & 15. Muntligen 2022-02-16.

SCALGO, 2022. SCALGO Live [internet]. Tillgängligt: https://scalgo.com/live/sweden?res=2048&ll=15.993575%2C62.444473&lrs=lantmateriet_topowebb_nedtonad&tool=zoom [Hämtad 2022-1-31].

SCALGO, 2022. Scalgo Live [internet]. Tillgängligt: https://scalgo.com/live/ [Hämtad 2022-1-18].

SEMRÉN & MÅNSSON, 2021. Kv Hopparen Analys 2021-10-29.

SGU, 2022a. SGUs Kartvisare, Jordarter 1:25000 - 1:100000 [internet]. Tillgängligt: https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html [Hämtad 2022-2-14].

SGU, 2022b. SGUs Kartvisare, Jorddjup [internet]. Tillgängligt: https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html [Hämtad 2022-2-14].

SMHI, 2022. Excelfil med normalvärden för månadsnederbörd för perioden 1991-2020 [internet]. Tillgängligt: https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775 [Hämtad 2022-2-21].

STORMTAC, 2020. *Guide - Stormtac Web*. Stockholm.

SVENSKT VATTEN, 2011. *Publikation P104 - Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*.

SVENSKT VATTEN, 2016. *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten.*

SWECO, 2016. *Dimensionering av dagvattendamm kvarteret Löparen*.

VISS, 2022a. VISS - Sagån: mellan ”Sala flygplats” och mynningen till Lillån SE664356-154589 [internet]. Tillgängligt: http://viss.lansstyrelsen.se [Hämtad 2022-2-16].

VISS, 2022b. Kemisk status [internet]. Tillgängligt: http://extra.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/statusklassning/kemisk-status/Pages/default.aspx [Hämtad 2022-2-1].

VISS, 2022c. Vattenkartan [internet]. Tillgängligt: https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399 [Hämtad 2022-2-25].
WSP, 2016. *Östra kvarteren och Silvervallen - Dagvattenutredning*.