



Dagvattenutredning del av Parkstaden 1:1, Borås

Borås stad

Slutversion version 2, 2024-02-26

TITEL	Dagvattenutredning del av Parkstaden 1:1, Borås
RAPPORTNUMMER	2023-1967-A
BESTÄLLARE	Borås Stad
UPPDRAGSANSVARIG	Tova Forkman Fahlgren, WRS
FÖRFATTARE	Jacob Källbom, WRS
GRANSKNING	Linus Halvarsson, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion version 2
DATUM	2024-02-26
OMSLAGSBILD	Tengbom AB (2023)

Sammanfattning

Borås Stad utreder möjligheten att exploatera en del av fastigheten Parkstaden 1:1. Planområdet ligger i södra delen av Sinnenas park mellan Alingsåsvägen, Parkgatan och Almåsgatan.

Exploateringen omfattar ett större flerfamiljshus med verksamhetslokaler i bottenplan. Intill huvudbyggnaden planeras en upphöjd innergård med parkeringshus under.

WRS har på uppdrag av Borås stad genomfört en dagvattenutredning med syfte att bedöma hur dagvattnet kan hanteras efter exploatering baserat på bland annat behov av åtgärder för rening och fördröjning av dagvatten. Dessa behov utgår ifrån Borås stads riktlinjer för dagvattenhantering och föreslagna riktvärden för dagvattenföroreningar till recipienten Viskan. Utredningsområdets recipient är en del av Viskan som av Vattenmyndigheterna bedöms ha en god ekologisk status med avseende på kvalitetsfaktorerna övergödning och särskilt förorenande ämnen. Den aktuella exploateringen ska uppnå en tillräckligt bra dagvattenrening så att dessa kvalitetsfaktorer inte äventyras. Området ligger även vid en lokal lågpunkt i Borås och en del av planområdet översvämmas med ett vattendjup mellan 10 och 40 centimeter vid ett 100-årsregn enligt Swecos skyfallskartering. Dagvattenutredningen har därför utrett den planerade exploaterings lämplighet med avseende på skyfallsproblematiken och vilka åtgärder som behöver genomföras vid en exploatering.

Efter den planerade exploateringen bedöms hårdgörningsgraden att öka från 0,58 till 0,68. Detta tillsammans med ett förändrat klimat leder till att dagvattenflödena ökar från fastigheten jämfört med nuläget. Borås stads riktlinjer säger att 10 mm av den nederbörd som faller på hårdgjorda ytor ska fördröjas. Efter exploatering krävs därför en total magasinvolym på cirka 16 m³ inom planområdet. Även om föroreningshalterna uppskattas minska något efter exploateringen uppfyller de inte Borås stads riktvärden för föroreningshalter och åtgärder för rening av dagvatten från planområdet är därför motiverat.

För att uppnå Borås stads riktlinjer för fördröjning och rening av dagvatten föreslår WRS åtgärder i form av gröna tak, magasin på bjälklag, genomsläpplig beläggning och träd i skelettjord. Med föreslagna åtgärder uppfylls kravet på magasinvolym för dagvatten och samtliga föroreningshalter från planområdet beräknas ligga under Borås stads riktvärden för dagvattenföroreningar. Förutsättningarna bör därför vara goda för att ytvattnet som leds från exploateringen till recipienten Viskan inte ska påverka möjligheten att uppnå beslutade miljö kvalitetsnormer negativt. Samma sak bör även gälla för den delen av dagvattnet som infiltrerar och når grundvattnet om ett tillräckligt säkerhetsavstånd till grundvattennivån kan uppnås inom planområdet.

Delar av planområdet riskerar att översvämmas vid skyfall och vid ett 100-årsregn uppskattas översvämningsytan att ligga på en nivå på cirka +136,3 meter. Den lägsta marknivån i planområdet i dagsläget är ungefär +135,8 meter vilket betyder att man behöver ta hänsyn till de aktuella översvämningsriskerna om verksamhetslokaler planeras i bottenplan längs Alingsåsvägen. Översvämningsytan i lågpunkten som planområdet ligger i avtappas endast av dagvattennätet. Detta innebär att de lågpunkter som byggs bort i samband med exploateringen riskerar att leda till att översvämningsituationen försämras för kringliggande bebyggelse.

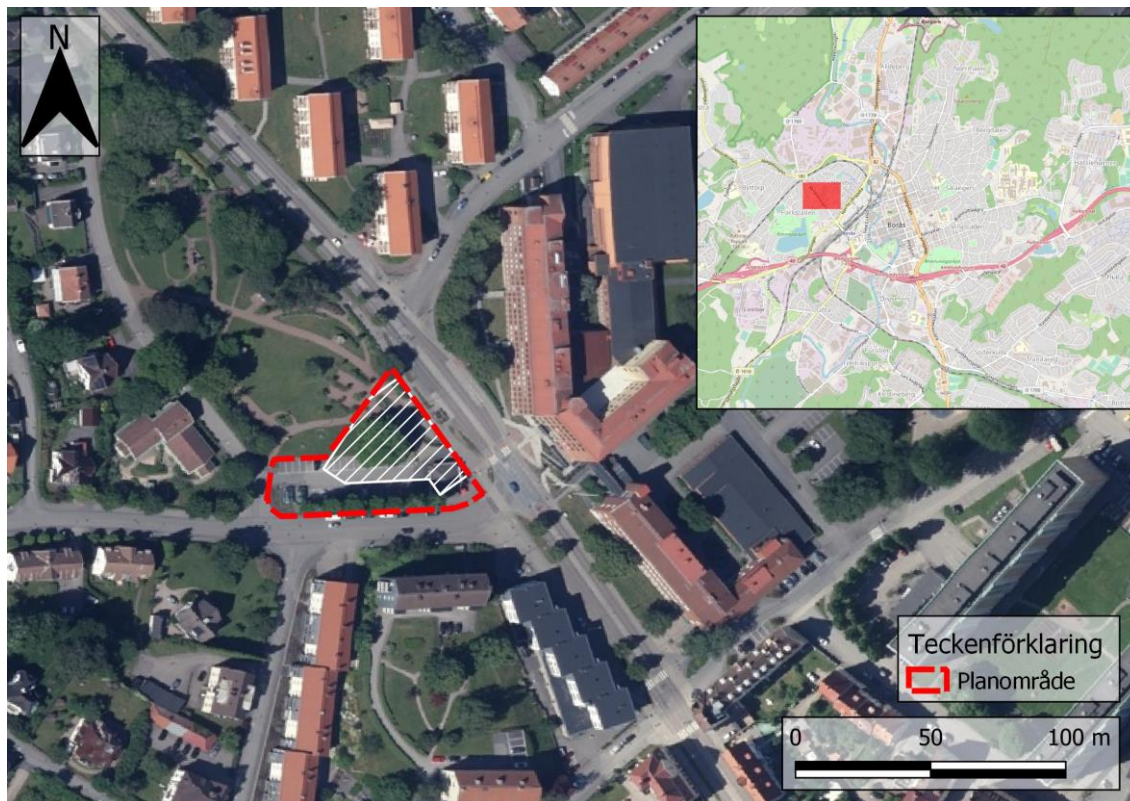
Om hänsyn tas till nödvändiga åtgärder är planerad exploatering möjlig ur ett dagvatten- och skyfallsperspektiv. Kommunen behöver göra en bedömning om planerad markanvändning är den mest lämpade för platsen, för att genomföra den bedömningen bör hänsyn även tas till Swecos pågående skyfallsutredning.

Innehåll

1	Inledning	5
1.1	Uppdrag och syfte	5
2	Förutsättningar	5
2.1	Nuvarande och historisk markanvändning.....	5
2.2	Geologi och topografi	7
2.2.1	Markföreningar.....	8
2.3	Ytvattenrecipient	8
2.4	Hydrologi och grundvattenförekomst.....	9
2.5	Nuvarande dagvattenhantering	9
2.5.1	Markavvattningsföretag.....	10
2.6	Riktlinjer för dagvattenhantering	10
2.6.1	Förslag på riktvärden för dagvattenutsläpp.....	11
2.7	Planerad exploatering	11
2.8	Bedömning om område ska ingå i verksamhetsområde för dagvatten	12
3	Flödes- och föroreningsberäkningar	13
3.1	Markanvändning	13
3.2	Flöden nuläge och framtid	15
3.3	Magasinsbehov.....	16
3.4	Skyfall och översvämningsrisk.....	16
3.5	Närsalts- och föroreningsberäkningar	18
4	Förslag på dagvattenhantering.....	19
4.1	Dagvatten inom kvartersmark.....	20
4.2	Skyfall och åtgärder mot översvämning.....	21
4.2.1	Påverkan på nedströms fastigheter.....	22
4.2.2	Förslag på vidare skyfallsarbete	23
4.3	Översiktlig teknisk beskrivning av åtgärdsförslag.....	23
4.3.1	Träd i skelettjord.....	23
4.3.2	Gröna tak.....	24
4.3.3	Magasin på bjälklag	26
4.3.4	Genomsläpplig beläggning	27
5	Bedömda effekter av föreslagna åtgärder	28
5.1	Ytbehov, magasinering och avrinning	28
5.2	Närsalts- och föroreningsbelastning	28
6	Slutsatser	30
	Referenser	32

1 Inledning

Borås Stad utreder möjligheten att exploatera en del av fastigheten Parkstaden 1:1. Planområdet planeras bebyggas med flerfamiljshus med verksamhetslokaler i markplan. Området ligger centralt i Borås strax nordväst om resecentrum och utgörs idag av en mindre del parkyta samt ett gatukök med parkering. Projektet är planerat att ha samråd under slutet av kvartal ett 2024.



Figur 1. Översiktsskarta över utredningsområdet. Bakgrundskarta: © Lantmäteriet (2021), © Openstreetmaps bidragsgivare (u.å.).

1.1 Uppdrag och syfte

WRS har fått i uppdrag av Borås stad att göra en dagvattenutredning för att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhanteringen inom fastigheten efter exploatering. Utredningens huvudsyfte är att ta reda på om den planerade exploateringen är lämplig ur ett skyfallsperspektiv med utgångspunkt i PBL 2 kap. 5§. Förslagen ska vara i överensstämmelse med Borås stads riktlinjer för dagvattenhantering och säkerställa så att förutsättningarna för att uppnå miljö kvalitetsnormer i mottagande recipient inte försämras.

2 Förutsättningar

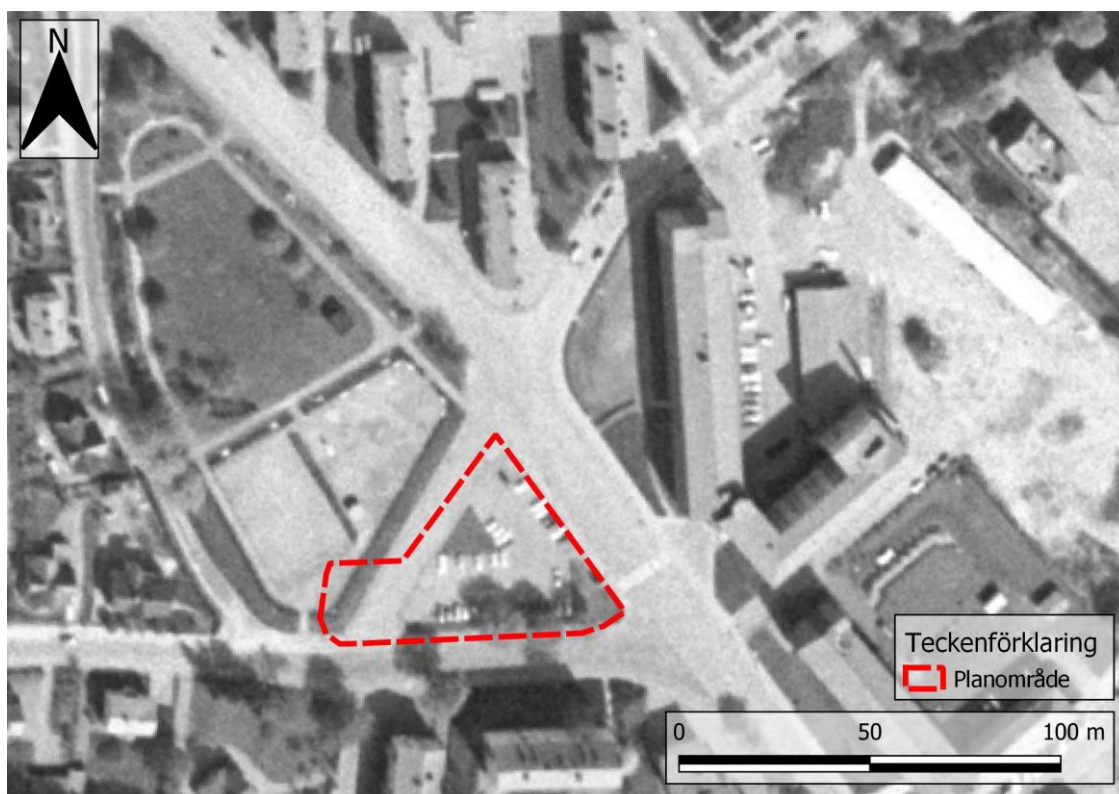
2.1 Nuvarande och historisk markanvändning

Planområdet omfattar i dagsläget ett gatukök med parkeringsplats samt en del parkmark i Sinnenas park. Parkmarken ligger i norra delen av planområdet och omfattar både gräsytor och grusbelagda gångstråk. I den södra delen av planområdet är största delen hårdgjord. Planområdet avgränsas av Alingsåsvägen i öster, Almåsgatan i väst samt Parkgatan i söder.



Figur 2. Utredningsområde med ungefärlig omfattning av planerad exploatering. Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).

Enligt Lantmäteriets historiska ortofoton bestod största delen av planområdet av en parkeringsplats med enstaka mindre grönytor år 1960 (Figur 3).

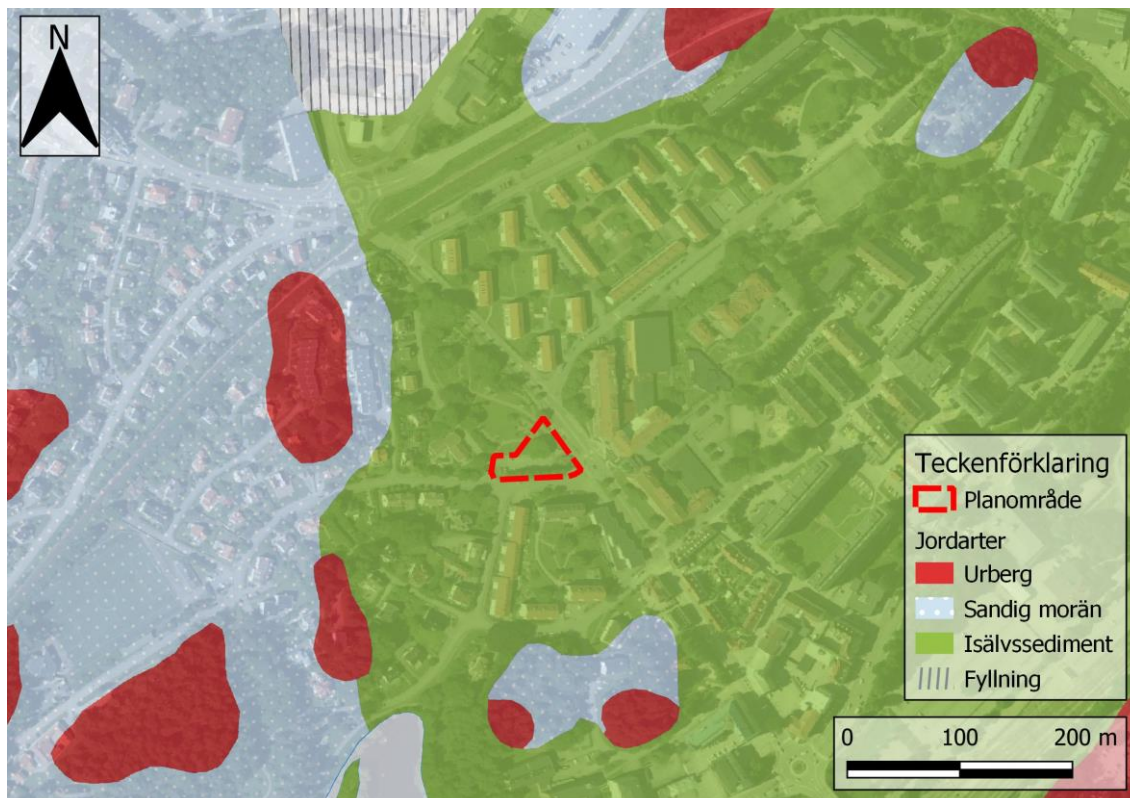


Figur 3. Historisk markanvändning vid utredningsområdet år 1960. Ortofoto: © Lantmäteriets historiska ortofoton (u.å.).

2.2 Geologi och topografi

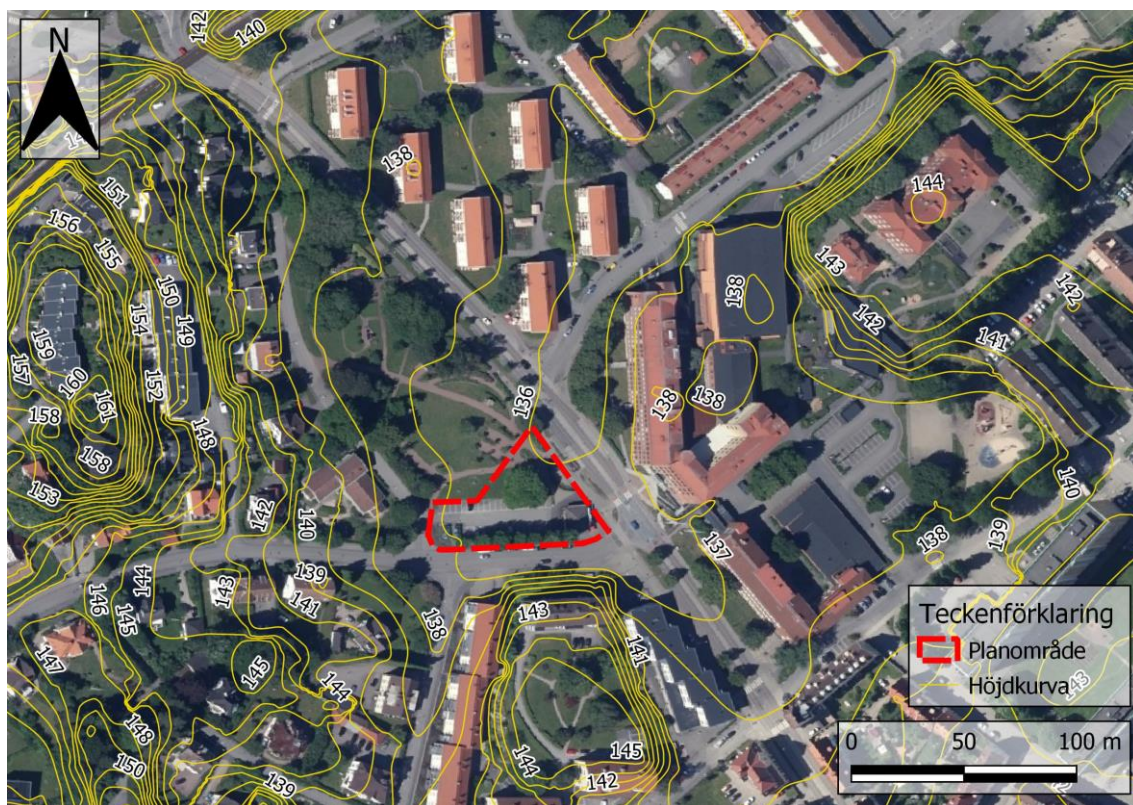
SGU anger att grundlagret för jordarten inom planområdet endast består av isälvssediment (Figur 4). Öster om planområdet går grundlagret över till sandig morän med mindre områden urberg (SGU, 2022). Jordlagren i planområdet har hög genomsläpplighet (SGU, 2023).

En tidigare geoteknisk undersökning genomförd av COWI (2022) anger att jordlagerföljden är fyllning och naturligt lagrad sand på ett lager friktionsjord med sten och block. Jorddjupet inom området har mätts till mellan 13 och 20 meter.



Figur 4. Jordarter inom utredningsområdet. Källa: © SGU (u.å.). Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).

Markhöjderna inom utredningsområdet varierar mellan ca +136 och +137 (RH 2000). I jämförelse med kringliggande terräng ligger planområdet i en sänka tillsammans med bebyggelse norr om Alingsåsvägen (Figur 5).



Figur 5. Topografin för utredningsområdet (RH2000). Källa: © Lantmäteriet (2022).
Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).

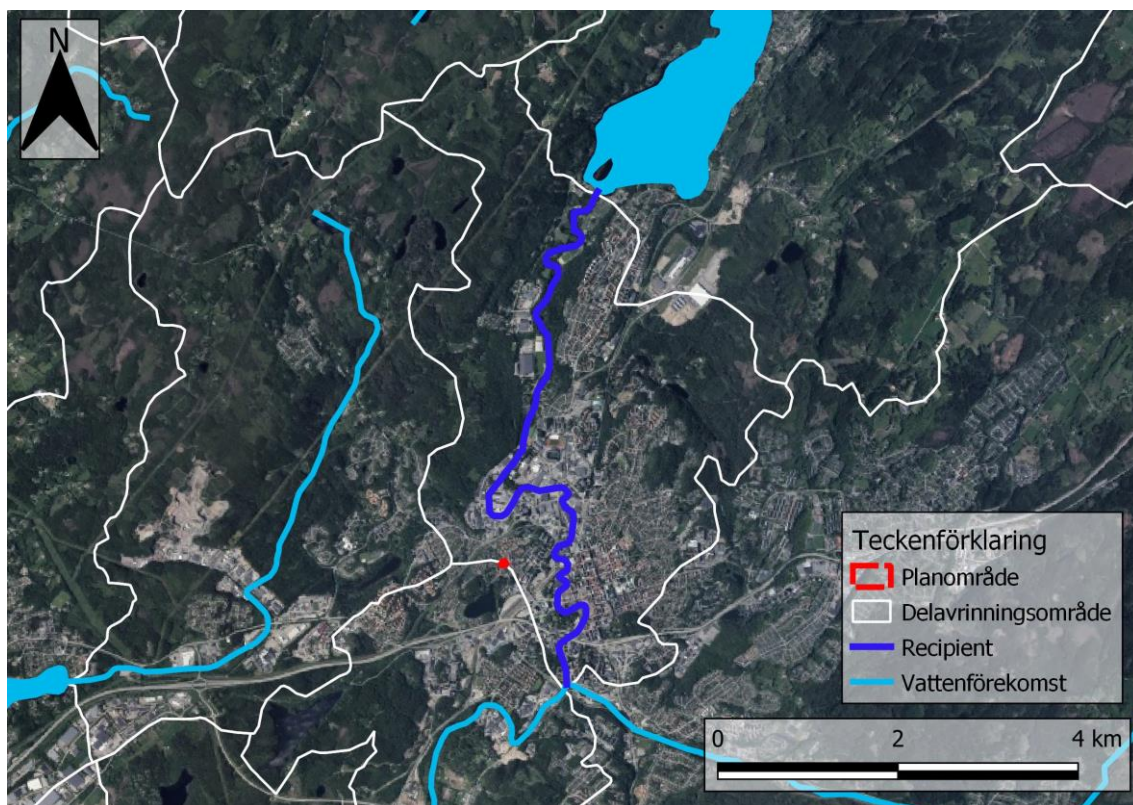
2.2.1 Markföreningar

Inga kända markföreningar eller potentiellt förorenade områden finns inom planområdet (Länsstyrelserna, 2022).

2.3 Ytvattenrecipient

Utredningsområdet ligger på gränsen mellan två delavrinningsområden som båda avvattas till vattendraget Viskan. Då dagvattnet från utredningsområdet leds vidare norrut via dagvattennätet är den huvudsakliga recipienten Viskan sträckan *från Öresjö till centrala Borås* (WA42313180). Den aktuella sträckan av Viskan bedöms ha en måttlig ekologisk status på grund av kvalitetsfaktorn fisk då fiskvandringmöjligheterna är begränsade. Den ekologiska kvalitetsfaktorn för konnektivitet är klassad som dålig i vattenförekomsten, men en tidsfrist för att uppnå miljökvalitetsnormen (MKN) till 2039 är beslutad då vattenkraftverksamheter i recipienten planeras att omprövas 2029 i den nationella prövningsplanen. Vattenkvaliteten bedöms dock vara god med avseende på kvalitetsfaktorerna näringsämnen och särskilt förorenande ämnen.

Viskan uppnår ej god kemisk status då halten av ämnena antracen samt de överallt överskridande ämnena bromerad difenyleter (PBDE) och kvicksilver (Hg) är för höga. Beslutad miljökvalitetsnorm är att uppnå god kemisk ytvattenstatus med tidsfrist till 2027 för antracen och för PBDE och Hg gäller att nuvarande halter (från december 2015) inte får öka.



Figur 6. Aktuell administrativ sträcka av Viskan tillsammans med andra vattenförekomster. Planområdet ligger på gränsen mellan två delavrinningsområden. Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).

2.4 Hydrologi och grundvattenförekomst

Vatteninformationssystem Sverige (VISS) anger att hela den planerade exploateringen ligger inom grundvattenmagasinet Borås (WA86003753). Magasinet har goda uttagsmöjligheter och stor grundvattentillgång. Grundvattenförekomsten bedöms enligt VISS uppfylla miljökvalitetsnormerna god kemisk och kvantitativ status (VISS, 2023). Inget vattenskyddsområde finns inom utredningsområdet (Borås Stad, 2022).

Ett grundvattenrör installerades inom planområdet i samband med den tidigare genomförda geotekniska undersökningen och grundvattennivån har då uppmätts till ca 0,9 meters djup vilket motsvarar en höjd på cirka + 135,6 (höjdsystem RH2000) (Cowi, 2022).

2.5 Nuvarande dagvattenhantering

Större dagvattenledningar angränsar planområdet längs Parkgatan och Alingsåsvägen. Inom planområdet finns vissa lokala dagvattenledningar med rännstensbrunnar bland annat på parkeringsplatsen och vid parkdelen i norra planområdet som ytliga flöden leds mot. En anslutningspunkt för dagvatten finns i dagsläget vid gatuköket. Vid skyfall och kraftigare regn bräddar flöden inom utredningsområdet norrut mot Västra Nygatan som är den lokala lågpunkten (Figur 7).



Figur 7. Ytavrinning och dagvattennät i utredningsområdet. Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).

2.5.1 Markavvattningsföretag

Inga kända markavvattningsföretag finns inom utredningsområdet (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2023).

2.6 Riktlinjer för dagvattenhantering

Borås stads riktlinjer för dagvattenhantering antogs i samband med Borås stads VA-plan 2016 och anger att (Borås Stad, 2023):

Rening av dagvatten:

- *Föroreningar ska i första hand begränsas vid källan*
- *Dagvattensystem ska utformas så att en så stor del som möjligt av föroreningarna avskiljs och bryts ned under vattnets väg till recipienten*
- *Dagvattensystemen ska utformas med hänsyn till platsens förutsättningar, dagvattnets föroreningsgrad och recipientens känslighet*
- *Dagvatten ska renas så att status i kommunens yt- och grundvattenförekomster når eller behåller minst god status i stadens samtliga vattenområden*
- *Vid nybebyggelse bör obehandlad zink, koppar och kadmium undvikas i utvändigt byggnadsmaterial*

Avledning av dagvatten:

Dagvattenflöden ska reduceras och regleras för minskad belastning på ledningsnät och recipienter. Ledningar ska dimensioneras enligt Svenskt Vattens anvisningar och med hänsyn

till klimatförändringens effekter. Stadsbilden ska vara robust utformad på ett sådant sätt att skadlig uppdämning vid kraftigt regn undviks.

Attraktiv stad:

- *Dagvatten ska hanteras som en resurs som berikar miljön för upplevelser, rekreation, lek, naturvärden och biologisk mångfald*

2.6.1 Förslag på riktvärden för dagvattenutsläpp

COWI (2017) har på uppdrag av Borås Energi och Miljö AB tagit fram ett förslag på riktvärden för dagvattenutsläpp för Borås tätort. Dessa har tagits fram baserat bland annat på dagvattnets föroreningsinnehåll idag samt den totala belastningen från Borås till Viskan. Riktvärdena visas i Tabell 1 som årsmedelvärden för totalhalten. Som referens har även Göteborgs stads riktvärden tagits med i tabellen (Göteborgs stad, 2020).

Tabell 1. Förslag på riktvärden för dagvattenutsläpp i Borås och Göteborg

Parameter	Halt	Riktvärde (årsmedelvärde)		
		Borås stad	Göteborg stad	
Fosfor	P	[µg/l]	-	50*
Kväve	N	[µg/l]	-	1250*
Bly	Pb	[µg/l]	7	28
Koppar	Cu	[µg/l]	16	10
Zink	Zn	[µg/l]	66	30
Kadmium	Cd	[µg/l]	0,2	0,9
Krom	Cr	[µg/l]	5	7
Nickel	Ni	[µg/l]	4	68
Suspenderat material	SS	[mg/l]	25	25

*Platsspecifikt vid behov

2.7 Planerad exploatering

Planområdet planeras att bebyggas med ett större flerfamiljshus med verksamhetslokaler i bottenplan. Den huvudsakliga byggnadskroppen med lägenheter föreslås ligga längs med Alingsåsvägen och intill huvudbyggnaden planeras en upphöjd innergård på bjälklag med parkeringshus under (Figur 8). Ett komplementshus med garageinfart planeras även i anslutning till Parkgatan (Figur 9). Parkeringshuset under innergården planeras uppskattningsvis ligga cirka 1,5 meter under marknivån.



Figur 8. Översikt på nuvarande utformningsförslag sett från parken med Alingsåsvägen till vänster. Källa: Tengbom AB (2023).



Figur 9. **Till vänster:** Vy från Parkgatan med planerad garageinfart. **Till höger:** Vy från gård till park. Källa: Tengbom AB (2023).

2.8 Bedömning om område ska ingå i verksamhetsområde för dagvatten

Planområdet ingår i nuläget i VA-huvudmannens (det kommunalägda bolaget Borås Energi och Miljö AB) verksamhetsområde för dagvatten. Inom planområdet finns det ett kommunalt dagvattenledningsnät som även är anslutet till det kommunala dagvattenätet i stort. Planområdet ligger omgärdat av områden med en relativt tät stadsbebyggelse samt så kommer planerad exploatering inom planområdet medföra att även planområdet utgörs av en tät stadsbebyggelse. Planområdet är även i nuläget utpekad som ett riskområde vid skyfallshändelser där vatten riskerar att bli stående vid sådana event.

Vår bedömning är att planområdet även i fortsättningen bör ingå i verksamhetsområdet för dagvatten för att säkerställa möjligheterna till avvattnig, framförallt med tanke på skyfallsproblematiken i området. Dock föreslår vi att dagvatten vid dimensionerande regn först kan hanteras lokalt inom planområdet med föreslagna åtgärder innan det leds vidare till

befintligt kommunalt dagvattenledningsnät. I det fall det är möjligt föreslår vi även att dagvattnet efter rening tillåts infiltrera ner mot grundvattnet.

3 Flödes- och föroreningsberäkningar

Avrinningen från planområdet före och efter exploatering har beräknats enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts med hjälp av modellering i Stormtac (2023). Borås stad har ställt krav på att magasinsbehov ska beräknas utifrån 10 mm fördröjning av den hårdgjord ytan och flöden har beräknats utifrån bebyggelsestypen tät bostadsbebyggelse.

3.1 Markanvändning

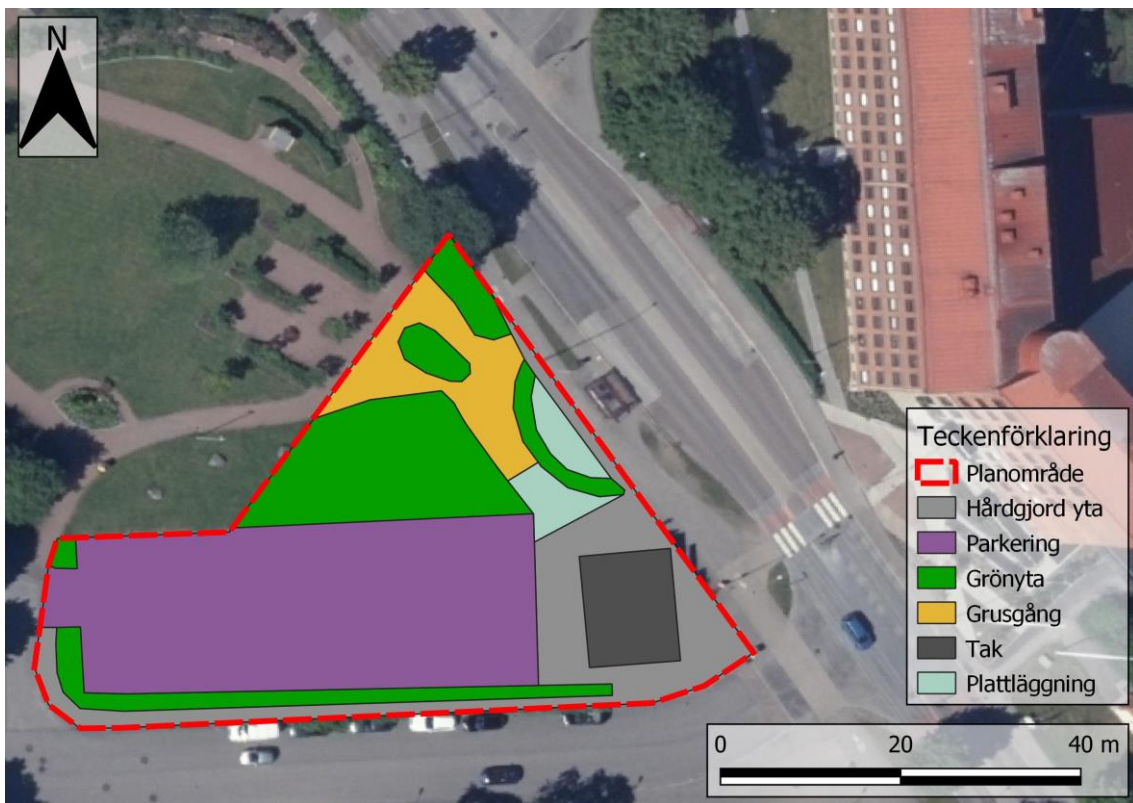
Området består i dag av grönytor, plattläggning, parkering, tak och grusgång (Figur 10). Enligt planerad exploatering uppskattas framtida markanvändning bestå av grönytor, parkering, tak, cykelparkering, en torgyta samt övriga hårdgjorda ytor (Figur 11). Andelen tak uppskattas att öka på bekostnad av bland annat ytan som i dagsläget består av grusgång och grönytor (Tabell 1).

Med planerad exploatering förväntas hårdgörningsgraden i området att öka från en avrinningskoefficient på 0,58 till 0,68. Avrinningskoefficienten anger hur stor andel av nederbörden som avrinner och är för urbana områden ett indirekt mått på hur hårdgjort ett område är. Den reducerade arean fås genom att multiplicera arean med avrinningskoefficienten.

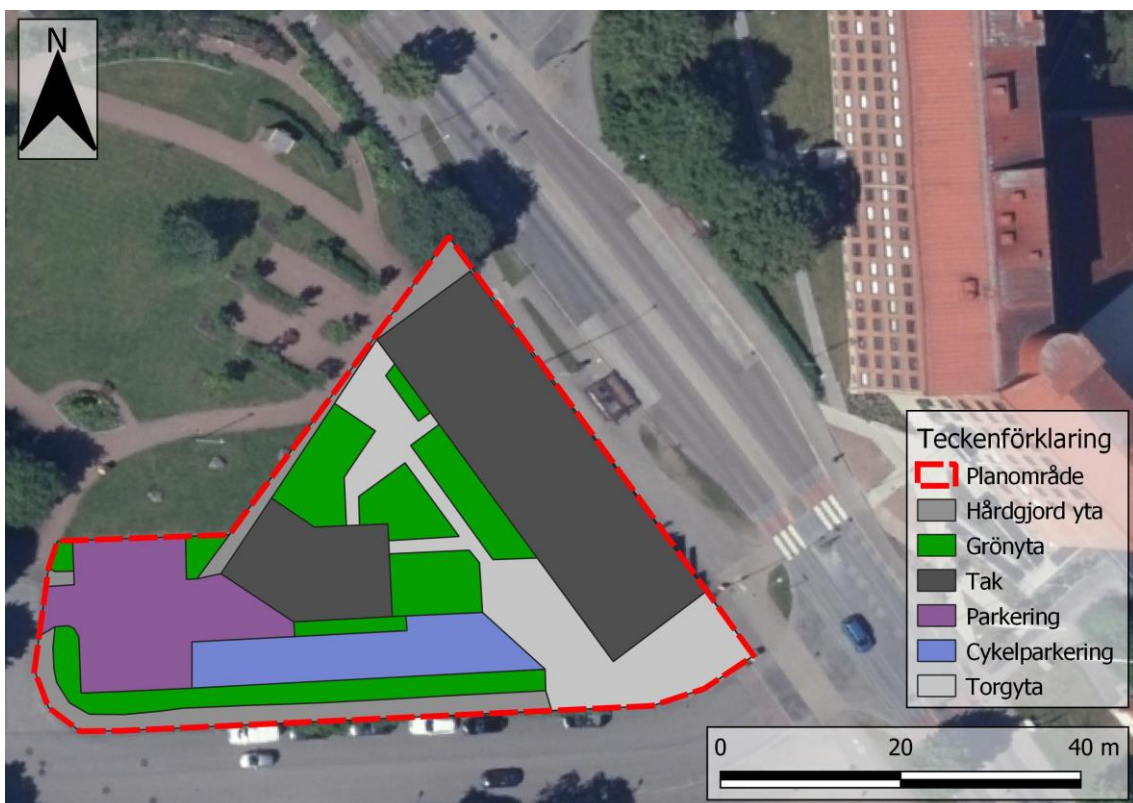
Tabell 2. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning i nuläget samt efter exploatering. Avrinningskoefficienter för angivna ytor är hämtade från Svenskt Vattens P110 (2019)

Markanvändning	Area [m ²]	Avr.koeff [-]	Reducerad area [m ²]
<u>Nuläge</u>			
Betong och asfaltsyta	390	0,8	320
Parkering	950	0,8	760
Tak	130	0,9	110
Grönyta	560	0,1	56
Grusgång	190	0,2	38
Plattläggning	81	0,7	57
Summa nuläge	2300	0,58*	1300
<u>Efter exploatering</u>			
Betong och asfaltsyta	210	0,8	170
Parkering	290	0,8	230
Tak	790	0,9	710
Grönyta	470	0,1	46
Cykelparkering	200	0,8	160
Torgyta	380	0,7	270
Summa efter exploatering	2300	0,68*	1600

* Områdets sammanvägda avrinningskoefficient



Figur 10. Befintlig markanvändning. Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).



Figur 11. Markanvändning efter exploatering. Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).

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, 2019). Rationella metoden är en överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 20 hektar) med liknande rinntider inom området.

Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde.

Q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i(tr)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid (T) och dimensionerande varaktighet (tr)

kf = klimatfaktor [-]

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

Areor och avrinningskoefficienter har använts enligt Tabell 1.

Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området, som är 10 minuter före detaljplaneläggning och 10 minuter efter exploatering. Rinntiden används i rationella metoden för att få den dimensionerande varaktigheten för regnet.

Nederbördsintensiteten beror också på återkomsttiden, som anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 10. Här har dimensionerande flöden beräknats för regn med 5, 20 och 100 års återkomsttid enligt riktlinjer i Svenskt Vattens P110 (2019) för dimensionering av nya dagvattensystem i tät bostadsbebyggelse.

Slutligen används en klimatfaktor i den rationella metoden för att ta hänsyn till nederbördens ökade mängder och intensitet i framtiden. I Svenskt Vattens P110 (2019) 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 vid ett 20-årsregn förväntas öka från 38 l/s till 57 l/s, vilket motsvarar en ökning med 50 %. Detta beror på att hårdgörningsgraden i planområdet ökar efter exploatering samt att beräkningarna är gjorda med en klimatfaktor.

Tabell 3. 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	290	490
Flöde Q (l/s)			24	38	66
Efter exploatering	1,25	10 min			
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			230	360	610
Flöde Q (l/s)			36	57	97

3.3 Magasinsbehov

Enligt Borås kommun ska 10 mm av det regn som faller på hårdgjord yta fördröjas och renas. Behovet av fördröjningsvolym enligt detta krav 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. 20 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 av ungefär 16 m^3 för det planerade detaljplaneområdet (Tabell 4).

Tabell 4. Erforderlig fördröjningsvolym utifrån planerad bebyggelse och 10 mm fördröjning

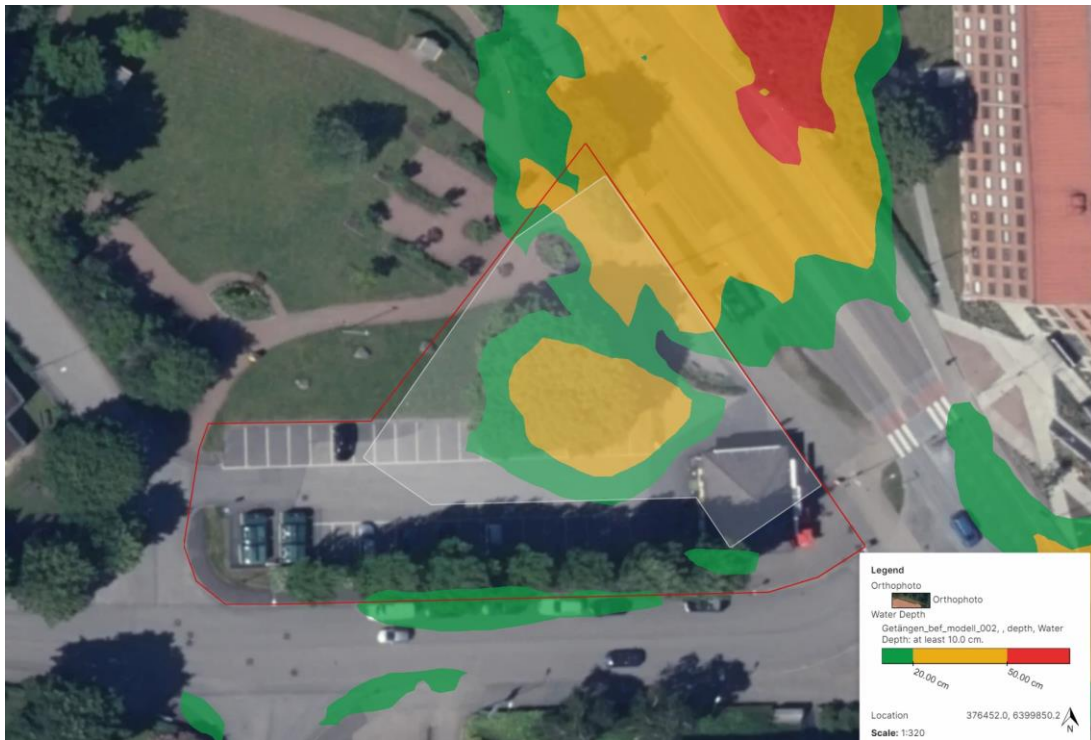
Yta	A [m^2]	φ_i [-]	Erforderlig magasinsvolym [m^3]
Betong och asfaltsytor	210	0,8	1,7
Tak	790	0,9	7,1
Grönytor	470	0,1	0,46
Torgyta	380	0,7	2,7
Cykelparkering	200	0,8	1,6
Parkering	290	0,8	2,3
Summa	2300	0,68	16

3.4 Skyfall och översvänningsrisk

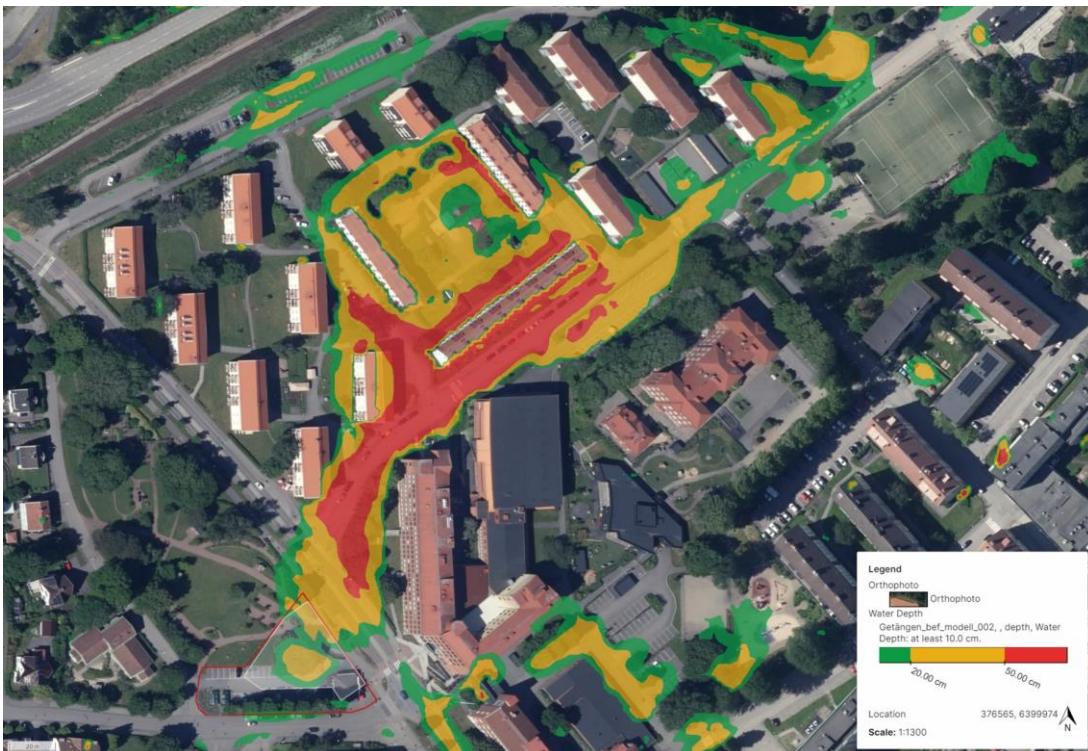
En skyfallskartering med kopplad ledningsnätmodell utvecklad av Sweco har tagits fram över området i samband med planeringsarbetet av Viskans park.¹ Då skyfallsutredningen inte är färdigställd har WRS som underlag till denna dagvattenutredning enbart tagit del av ett lager i Scalgo och har därmed inte kunnat ange någon information om beräknade osäkerheter etc. Skyfallskarteringen visar att delar av planområdet riskerar att översvämmas med djup större än 20 centimeter. Lågpunkten som planområdet ligger i avvattnas åt nordost cirka 400 meter från planområdet. Översvämningarna i utredningsområdet omfattar ett stort område och visar att det finns en översvänningsproblematik vilket den planerade exploateringen måste ta hänsyn till.

Skyfallskarteringen visar att delar av planområdet har ett översvänningsdjup på mer än 0,2 meter (Figur 12). Detta betyder att det finns risk för att skada kan uppstå på fastigheten till följd ett skyfall. Då det totala sammanhängande översvänningsområdet är omfattande måste även beaktning tas till att de lågpunkter som försvinner efter exploateringen inom planområdet kan leda till att översvänningsproblematiken förvärras nedströms i avrinningsområdet och för kringliggande fastigheter Figur 13.

¹ David von Sydow, Borås kommun, möte 2024-01-30.



Figur 12. Maximal översvämningsutbredning vid ett 100-årsregn enligt skyfallskartering genomförd av Sweco. Vit markering visar planerad byggnation. Gröna ytor visar vattendjup mellan 10 - 20 cm, gula visar vattendjup mellan 20 - 50 cm och röda ytor visar vattendjup över 50 cm. Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).



Figur 13. Maximal översvämningsutbredning vid ett 100-årsregn enligt skyfallskartering genomförd av Sweco. Vit markering visar planerad byggnation. Gröna ytor visar vattendjup mellan 10 - 20 cm, gula visar vattendjup mellan 20 - 50 cm och röda ytor visar vattendjup över 50 cm. Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).

3.5 Närsalts- och föroreningsberäkningar

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (2023). 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 1200 mm använts (Alexandersson, 2003; SMHI, 2022). För kategorisering av markanvändningsslag har nuvarande markanvändning bedömts motsvara Stormtacs kategorier parkering, takyta, gräsyta, grusyta, marksten med fogar samt asfaltyta. För framtida markanvändning valdes kategorierna parkering, takyta, gräsyta, gång- och cykelpväg (för den planerade cykelparkeringen), torg (för de hårdgjorda ytorna på den upphöjda innergården samt ytan vid korsningen mellan Alingsåsvägen och Parkvägen) och asfaltyta i Stormtac. Tabell 5 och Tabell 6 redovisar mängderna och halterna i nuläget samt efter exploatering utan införda dagvattenåtgärder.

Belastning för näringsämnen kväve och fosfor samt sex i dagvatten vanligt förekommande tungmetaller (bly, koppar, zink, kadmium, krom och nickel) och suspenderat material redovisas i Tabell 5 som intervall mellan minsta och högsta beräknade värde, baserat på osäkerheterna i indata och beräkningar i Stormtac. Stormtac visar att belastningen från planområdet sannolikt minskar något för fosfor och metallerna bly, koppar, zink och krom samt för suspenderat material jämfört med nuläget. Detta beror sannolikt på att andelen parkeringsyta är mindre efter exploatering då en huvudsaklig källa till dessa föroreningar är personbilar (Viklander m.fl., 2019). Föroreningarna kväve och nickel är relativt oförändrade efter exploatering och det finns en liten risk att mängden utgående kadmium ökar något.

Tabell 5. Föroreningsbelastning (g/år och kg/år) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat material, samt procentuell förändring efter exploatering (utan åtgärder). Värdena presenteras som ett intervall mellan minsta och högsta värde, baserat på osäkerheterna i indata och beräkningar

			Innan exploatering		Efter exploatering		Förändring (%)		
			Min	Max	Min	Max			
Fosfor	P	[kg/år]	0,15	0,31	0,12	0,26	-63	till	78
Kväve	N	[kg/år]	2,2	4,2	2,2	5,2	-48	till	140
Bly	Pb	[g/år]	12	32	6,9	25	-78	till	110
Koppar	Cu	[g/år]	30	70	27	61	-61	till	100
Zink	Zn	[g/år]	97	220	49	210	-78	till	120
Kadmium	Cd	[g/år]	0,41	0,87	0,54	1,2	-38	till	190
Krom	Cr	[g/år]	11	23	6,7	15	-71	till	44
Nickel	Ni	[g/år]	5,2	11	5,1	11	-55	till	120
Suspenderat material	SS	[kg/år]	80	200	37	97	-82	till	21

Beräknade föroreningshalter i förhållande till aktuella riktlinjer ses i Tabell 6. I förhållande till Borås stads förslag till riktvärden beräknas föroreningshalterna överskridas efter exploatering för koppar, kadmium och suspenderat material (SS). För resterande metaller ligger

föroreningshalten nära riktvärdet. Fosfor- och kvävehalt i dagvatten har inget riktvärde i Borås stad, men halterna från planområdet efter exploatering är för hög i förhållande till Göteborgs stads riktlinjer. Beräknade värden är medelvärden för belastning, den verkliga halten kan variera på grund av osäkerheter i indata och beräkningar.

För att dagvattnet från planområdet inte ska överstiga riktvärdena för föroreningshalt är åtgärder för omhändertagande och rening av dagvatten nödvändigt inom fastigheten. Dessa åtgärder bör kunna rena främst metaller och fosfor.

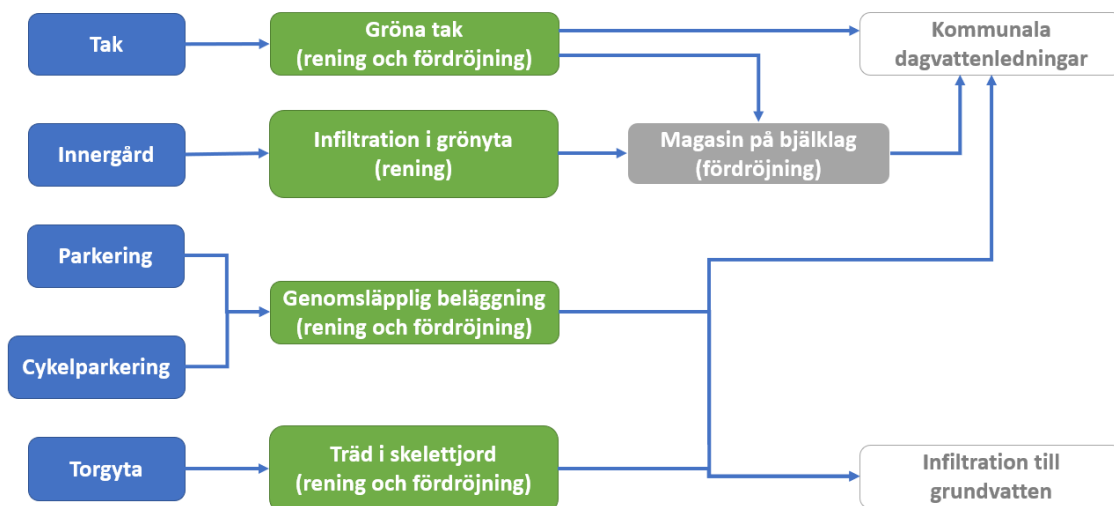
Tabell 6. Riktvärden och beräknade föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$ och mg/l) efter exploatering (utan åtgärder) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat material. Beräknade värden är medelvärden med osäkerheter i indata och beräkningar

			Riktvärden		Innan exploatering	Efter exploatering
			Borås stad (förslag)	Göteborg stad		
Fosfor	P	$[\mu\text{g/l}]$	-	50*	110	80
Kväve	N	$[\mu\text{g/l}]$	-	1250*	1500	1600
Bly	Pb	$[\mu\text{g/l}]$	7	28	11	6,9
Koppar	Cu	$[\mu\text{g/l}]$	16	10	24	19
Zink	Zn	$[\mu\text{g/l}]$	66	30	77	58
Kadmium	Cd	$[\mu\text{g/l}]$	0,2	0,9	0,31	0,38
Krom	Cr	$[\mu\text{g/l}]$	5	7	8,2	4,6
Nickel	Ni	$[\mu\text{g/l}]$	4	68	4	3,6
Suspenderat material	SS	$[\text{mg/l}]$	25	25	67	29

*Platsspecifikt vid behov

4 Förslag på dagvattenhantering

Åtgärder för dagvattenhantering inom planområdet förslås som en kombination av flera typer av anläggningar baserat på de platsspecifika förutsättningarna. Åtgärderna som föreslås bygger på lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) innan det renade och fördröjda dagvattnet sedan leds vidare till befintligt ledningsnät. Som åtgärder föreslås bland annat gröna tak, växtbäddar, träd i skelettjord och magasin på bjälklag. En schematisk skiss över flöden i systemet visas i Figur 14.



Figur 14. Schematisk skiss över åtgärdsförslag.

I detta åtgärdsförslag föreslås att en del av dagvattnet får möjlighet att infiltrera till grundvattnet. Detta är en lämplig lösning för att minska både volymen dagvatten samt föroreningsmängder från planområdet, men det förutsätter att ett säkerhetsavstånd på cirka en meter kan hållas från infiltrationsanläggningarna till grundvattennivån. Då den tidigare geotekniska undersökningen gav indikationer på en hög grundvattennivå bör därför grundvattenmätningar göras i området över en längre tidsperiod för att se årsvisa fluktuationer i grundvattennivån. Om infiltration inte är lämpligt i området kan dagvattenanläggningarna göras med tät botten.

4.1 Dagvatten inom kvartersmark

Utformning av respektive LOD-åtgärd kan ses i Tabell 7 samt Figur 15. Principiellt så bör dagvattnet renas och fördröjas så lokalt som möjligt inom planområdet. På den upphöjda innergården föreslås det att dagvattnet leds ytligt mot grönyterna där det kan infiltrera till ett underliggande makadammagasin för att möjliggöra både rening och fördröjning. Från magasinet kan sedan vattnet ledas vidare till dagvattennätet.

Grönt tak föreslås täcka hela den västra byggnaden och ungefär halva flerfamiljshuset för att fördröja och rena de flöden som dessa ytor genererar. Tjockleken på det gröna taket föreslås till cirka 5 centimeter vilket motsvarar ett sedumtak. Om en mindre yta planeras till grönt tak kan tjockleken öka för att magasinets behovet ändå ska uppfyllas. Från takytorna kan sedan dagvattnet ledas direkt till dagvattennätet. Om takvatten leds mot innergården kan även flöden gå genom bjälklagsmagasinet. Ungefärligt ytbehov för åtgärden visas schematiskt i Figur 15. Observera att placeringen av de gröna takytorna inte behöver ske i enlighet med den schematiska skissen (Figur 15) utan kan anpassas beroende på placering av eventuella takterrasser.

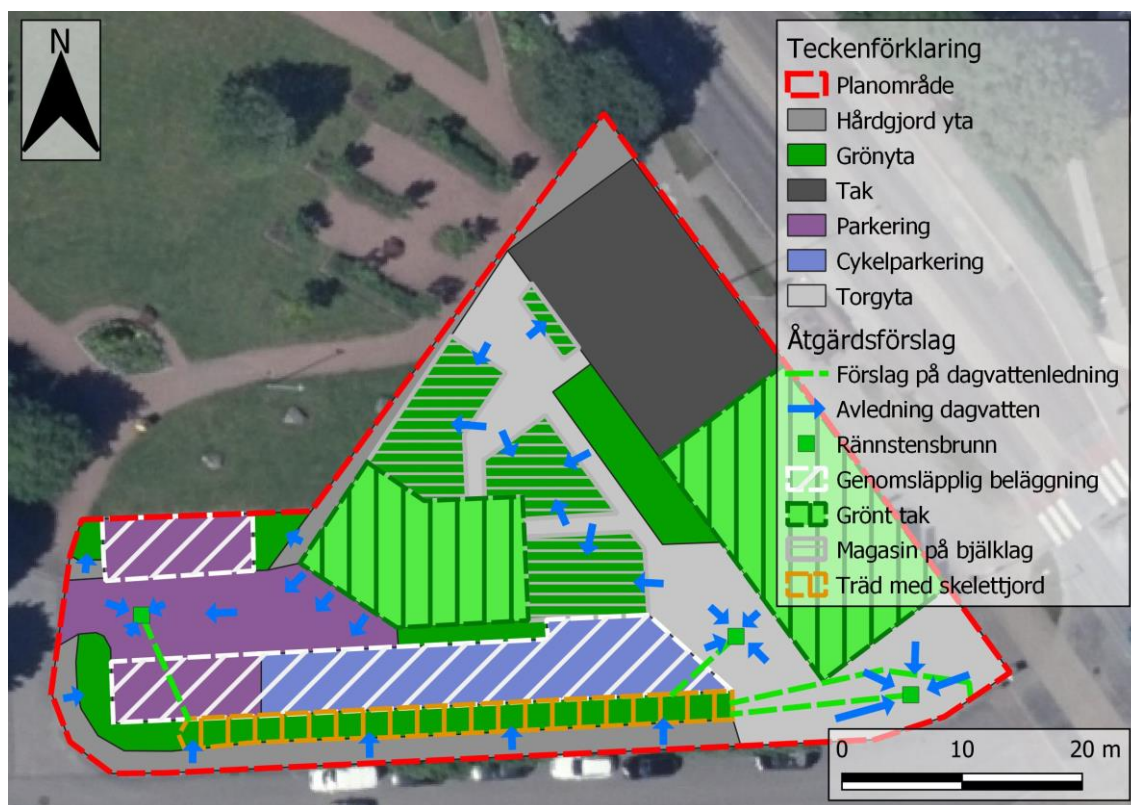
Genomsläpplig beläggning kan fördröja och rena de flöden som uppkommer på både bil- och cykelparkeringen. Rännstensbrunnar bör dock fortfarande finnas i dessa områden för att avleda de regnmängder som inte infiltrerar.

Skelettjord föreslås vid den befintliga trädraden längs Parkgatan. Konservativt beräknat ska det minst kunna uppfylla magasinets behovet från övriga ytor inom planområdet. Dessa ytor är bland annat torgytan vid korsningen Parkgatan/Alingsåsvägen samt delar av parkeringen som inte

täcks av genomsläpplig beläggning. Flöden föreslås ledas till skelettjorden via rännstensbrunnar med sandfång via lokala dagvattenledningar. Sandfång vid rännstensbrunnarna eller vid inloppen till skelettjorden minskar risken att skelettjorden sätter igen. Dagvattnet som inte infiltrerar eller tas upp av träden kan sedan ledas från skelettjorden vidare till dagvattennätet via dräneringsledningar i botten på skelettjorden.

Tabell 7. Dagvattenåtgärdernas placering och ungefärliga utformning. För träd i skelettjord görs beräkningen konservativt då storleken på utbredningen av rötterna för de befintliga träden är okänd

LOD-åtgärd	Plats	Magasinsbehov [m ³]	Ytbehov [m ²]	Magasindjup [cm]	Dränerbar porositet magasin [%]	Magasinskapacitet [m ³]
Gröna tak	Takytor	7	500	5	30	7
Magasin på bjälklag	Innergård	2	210	3	30	2
Genomsläpplig beläggning	Bilparkering, cykelparkering	3	320	4	30	4
Träd i skelettjord	Längs Parkgatan	4	100	20 (poröst lager)	30	>6
Totalt		16	3000			>19



Figur 15. Förslag på dagvattenhantering inom planområdet för att uppnå tillräcklig fördröjning och rening. Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).

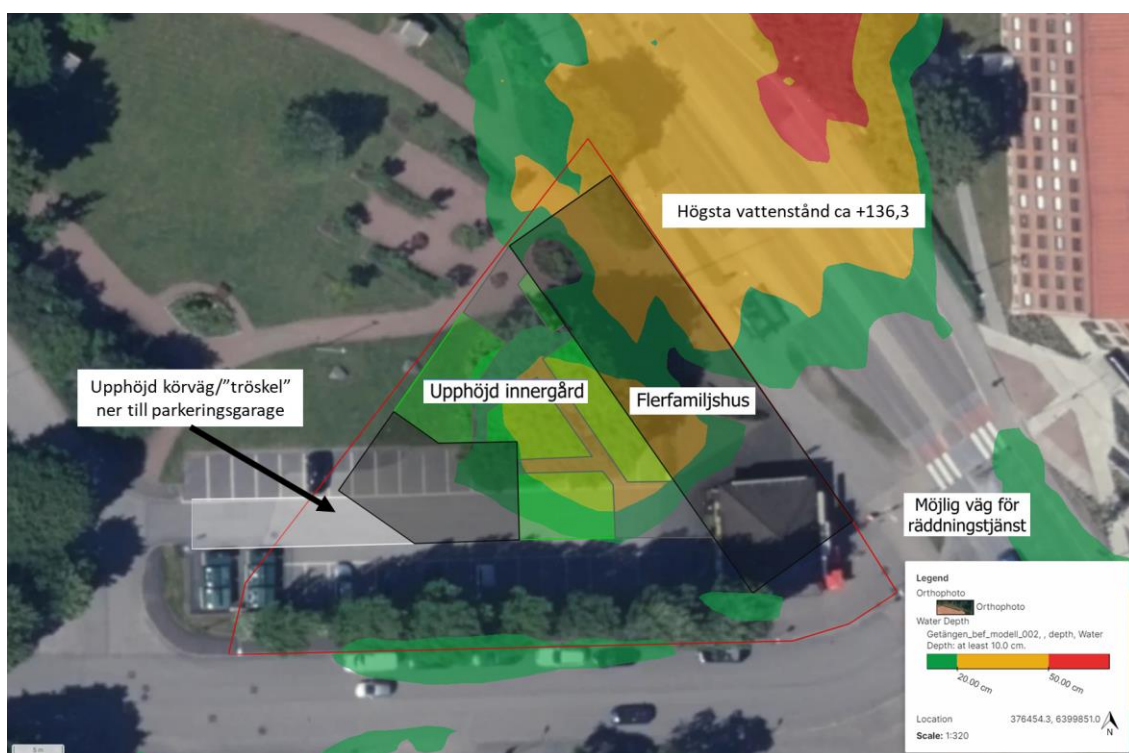
4.2 Skyfall och åtgärder mot översvämning

Swecos skyfallskartering visar att vattenmassor med ett djup på mellan 20 och 50 centimeter riskerar att bli stående i planområdets norra del vid ett skyfall. Den maximala vattenytan i området uppskattas uppgå till ungefär +136,3 meter (RH2000). För att säkerställa att det inte

uppstår skada vid ett 100-årsregn ska byggnader inom planområdet konstrueras för att klara denna vattennivå. Eventuella konstruktioner under denna nivå bör göras vattentäta.

För att säkerställa att fastigheten inte blir översvämmad vid ett 100-årsregn bör samtliga in- och utgångar ligga över den uppskattade översvämningsnivån på +136,3 meter. Den lägsta marknivån i planområdet i dagsläget är ungefär +135,8 meter vilket betyder att man bör ta hänsyn till de aktuella översvämningsriskerna om verksamhetslokaler planeras i bottenplan längs Alingsåsvägen. Översvämningsrisken bör även tas hänsyn till vid infarten till parkeringsgaraget för att förhindra att det vattenfylls till följd av ytavrinning i form av nya flödesvägar som kan uppstå vid skyfall.

Tillgängligheten kan bli begränsad till delar av fastigheten vid skyfall, men räddningstjänst kan nå de södra delarna av flerfamiljshuset där vattendjupen uppskattas vara mindre än 10 cm. Förutsatt att den upphöjda innergården ligger över högsta översvämningsnivån kan flerfamiljshuset även evakueras den vägen (Figur 16).



Figur 16. Framkomlighet och förslag på skyfallshantering vid planområdet. Ortofoto: © Lantmäteriet (2021).

4.2.1 Påverkan på nedströms fastigheter

För att översvämningsrisken inte ska förvärras nedströms till följd av exploateringen måste tillräcklig fördröjning av dagvatten uppnås inom planområdet för att kompensera för den ökade hårdgöringsgraden.

Vid den planerade exploateringen kommer även en lågpunkt som annars hade fördröjt och magasinerat skyfallsvolymer att försvinna. Då översvämningsområdet endast begränsas av avtappningskapaciteten i dagvattennätet som förväntas gå fullt vid ett 100-årsregn kommer vattennivån att öka inom resterande delar av det lokala översvämningsområdet med motsvarande volymer som försvinner i samband med exploateringen. Detta kan leda till negativ påverkan på kringliggande fastigheter inom övriga delar av det lokala översvämningsområdet. Om den översvämningsytan som försvinner i samband med exploateringen antas ha ett

medeldjup på 20 centimeter motsvarar det en volym på cirka 150 m³. Detta motsvarar ungefär 2 % av den totala översvämningens volym som uppstår vid ett 100-årsregn i översvämningens område som planområdet ligger inom. Utspritt över översvämningens områdes yta så motsvarar den förlorade volymen att vattennivån ökar med ungefär 1 centimeter vid maximal översvämningens utbredning.

För att kompensera för fördröjningsvolymerna som försvinner i samband med exploatering är ett alternativ att skapa motsvarande fördröjningsvolym i Sinnenas park norr om planområdet. Detta kan exempelvis göras genom att sänka marknivån på ett 500 m² stort område med 30 centimeter eller genom en genomsnittlig sänkning på 15 centimeter över ett 1000 m² stort område. Då översvämningens område är hydrauliskt instängt kan troligtvis en ökad avtappning i lågpunkten även kompensera för de förlorade fördröjningsvolymerna. En ökad avtappning bör dock endast ske om det kan säkerställas att den inte riskerar att försämra översvämningens risker för nedströms bebyggelse.

4.2.2 Förslag på vidare skyfallsarbete

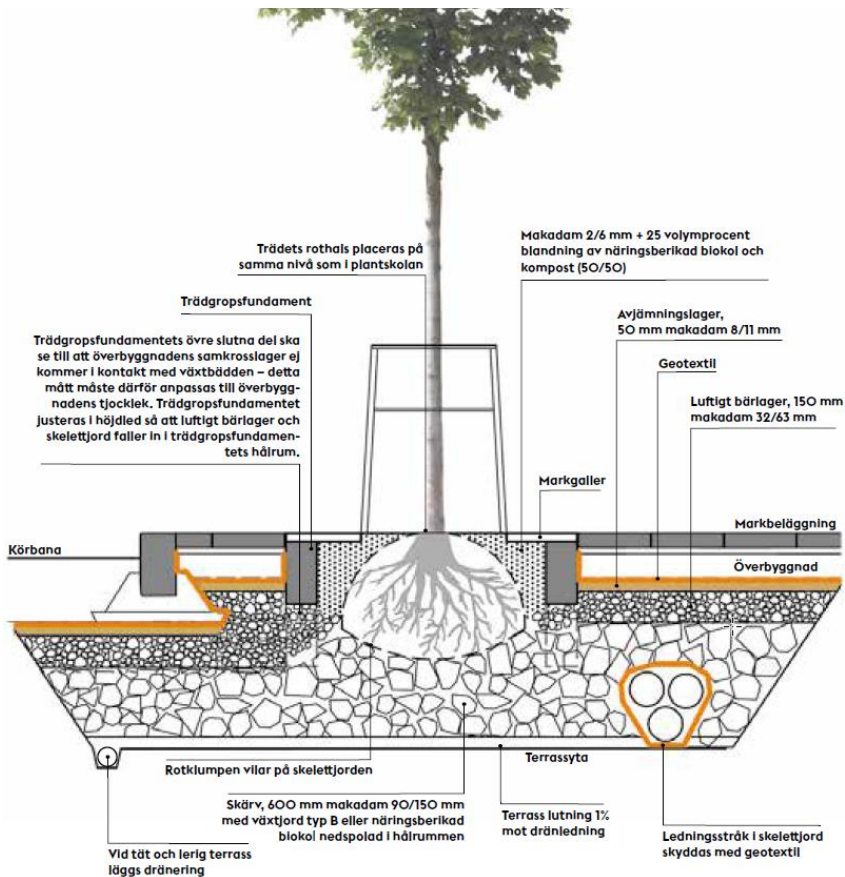
Det är möjligt att skyfallsåtgärder inom avrinningsområdet kan minska översvämningens problematiken inom planområdet. Sådana åtgärder kan exempelvis vara att skapa en skyfallsväg för att avvattna översvämningens område som planområdet ligger inom eller att minska skyfallsvolymerna i området genom att skapa uppströms fördröjning.

4.3 Översiktlig teknisk beskrivning av åtgärdsförslag

4.3.1 Träd i skelettjord

Träd i skelettjord ger flera fördelar i stadsmiljön. Förutom att fördröja och rena dagvatten bidrar de även med näringstillförsel och vitalitet till träden. Ofta har träd i stadsmiljö ett för litet markutrymme för att utvecklas naturligt. Med så kallad skelettjord skapas en extra tillväxtzon för rotsystemen samtidigt som de kan omhänderta dagvatten från hårdgjorda ytor. Tekniken är framförallt användbar i anslutning till vägar, parkeringsytor och bostadsgårdar.

När trädet ska planteras fylls en utschaktad grop med grov makadam (100–150 mm skärv) i vilken jord/kompost spolas ned i hålrummen. I vissa kommuner blandas biokol ned istället för, eller tillsammans med, jorden för att ytterligare förbättra trädens livsvillkor, och till viss del förbättra reningen. Detta överlagras sedan med ett cirka 20 cm tjockt luftigt bärlager (makadam 32–64 mm). Närmast rotklumpen kan även ett finare makadamlager (2–6 mm) med biokol och kompost anläggas (Figur 17). Det är möjligt att anlägga skelettjord runt redan befintliga träd. Detta kan förbättra trädens livsvillkor genom att det främjar gasutbytet för rötterna samt ökar andelen tillgängligt vatten.



Figur 17. Principskiss för en skelettjord (Stockholms stad, 2017).

Dagvatten som alstras på omkringliggande ytor kan ledas till skelettjordarna via rännstensbrunnar med sandfång och spridarledningar, alternativt via kombinerade luftnings- och dagvattenbrunnar. Strax ovanför skelettjordens botten anläggs en dräneringsledning. På så sätt skapas ett sedimentationsmagasin för ytterligare föroreningsavskiljning. En bräddningsfunktion som ansluts till dagvattennätet behöver anläggas för tillfällen då skelettjordens infiltrationskapacitet överskrider, till exempel vid extrema nederbördstillfällen.

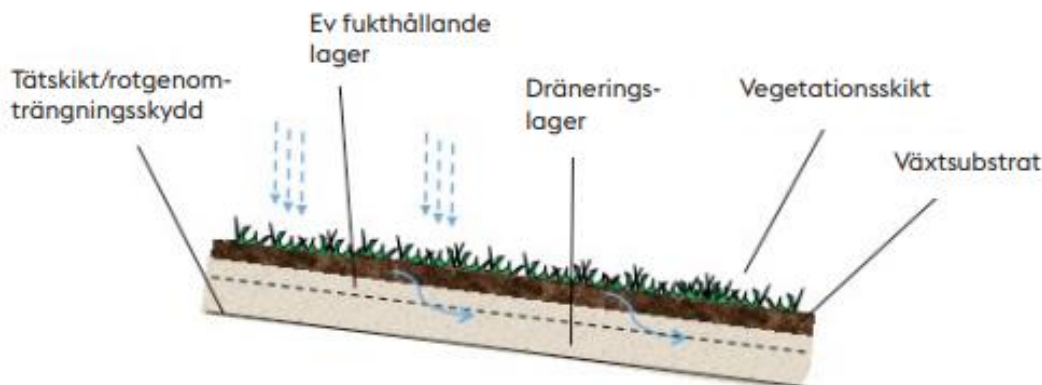
4.3.2 Gröna tak

Gröna tak är en platseffektiv åtgärd för att fördröja och reducera mängden dagvatten. Vegetationsklädda tak kan användas på alla typer av byggnader och bidrar med grönska och biologisk mångfald (Figur 18). De gröna taken isolerar även mot värme och kyla och minskar bullernivåerna. Beroende på taklutning, växtlighet och tjocklek kan vegetationsklädda tak reducera avrinningen med 30 till 86 procent (Pettersson Skog m.fl., 2017).



Figur 18. Två exempel på byggnader med gröna tak. Foto: WRS.

Vegetationsklädda tak är uppbyggda i flera skikt, med ett dräneringslager underst. Dräneringslagret vilar direkt på tätskiktet i takkonstruktionen (Figur 19). Dräneringslagret överlagras av ett jordlager där vegetationslagret i sin tur är förankrat. Nederbörd fångas upp av vegetation och jordlager och det vatten som inte magasineras avleds genom dräneringslagret. En del av vattnet avdunstar.



Figur 19. Principskiss för ett grönt tak. Figur: WRS.

Gröna tak delas ofta in i extensiva och intensiva tak. Intensiva tak kräver en mer intensiv skötsel och extensiva tak behöver ett lägre behov av skötsel. Oftast sammanfaller även den indelningen med jordlagrets tjocklek där extensiva tak oftast har ett grundare substratdjup och intensiva tak ofta har ett tjockare substratdjup med större valmöjlighet vid val av vegetation. Ett extensivt tak med ett litet/grunt substratdjup består traditionellt av en tunn matta av sedumarter (3–6 cm tjocklek) eller olika torktåliga gräs- och ängsarter. Etablering av växter i ett sådant tak kan ske genom sådd, plantering, självetablering eller med hjälp av prefabricerade vegetationsmattor. För tak med tjockare substrattjocklek med jordlager med en mäktighet över 15 centimeter finns möjlighet att använda fler växtarter än i tunnare tak, till exempel gräs, fleråriga örter och buskar. De intensiva taken kräver ofta bevattning och en underliggande takkonstruktion med hög bärighet (över 300 kg/m²). Vegetationsklädda tak bör ha låg lutning (0–5 grader) eller vara platta. En större lutning används ibland, men takets förmåga att magasinera regnvatten avtar med tilltagande lutning.

En traditionell sedummatta kan klara att fördröja drygt fem millimeter nederbörd om taket är relativt torrt när regnet börjar. Ett tak med en mäktighet på över 15 centimeter kan fördröja och magasinera upp till cirka 20 millimeter nederbörd. Som regel förekommer ingen avrinning alls från gröna tak under den första delen av ett regntillfälle.

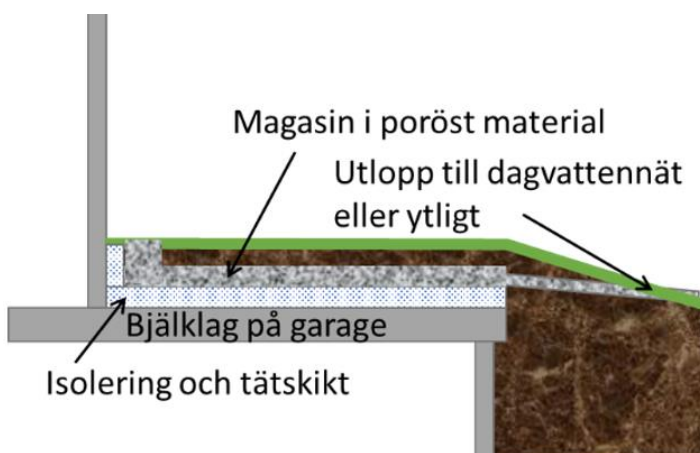
4.3.3 Magasin på bjälklag

På upphöjda innergårdar kan dagvatten fördröjas i det uppbyggda marklagret. Vattnet kan då nyttjas som en resurs då det blir tillgängligt för växterna på innergården samtidigt som föroreningar avskiljs. Vattnet leds in till magasinet via porösa lager vid utkastare eller bredvid hårdgjorda ytor (Figur 20). Denna åtgärd kräver att projekteringen tar hänsyn till den tillkomna viktbelastningen från dagvattenmagasinet. En sådan dagvattenlösning är motsvarande lösningen för gröna tak, men anläggs i marknivå istället.



Figur 20. **Till vänster:** Exempel grönyta på bjälklag. **Till höger:** Bjälklag med magasin under ytan.

Magasinet byggs upp av ett poröst material som både kan hålla vatten till växter och släppa vatten via strypta ledningar till dagvattennätet. Förslagsvis används lättare och porösa material som pimpsten eller lecauklor. Magasinsvolymen som kan tillgodogöras är ungefär 30 % av den totala volymen (Figur 21).



Figur 21 Principskiss på fördröjning av vatten på bjälklag.

Under torra perioder kommer bjälklaget riskera att torka ut då det inte har kontakt med grundvattnet. Det rekommenderas därför att relativt torktåliga växter planteras på bjälklagret men det kan trots det krävas bevattning under de varmaste perioderna på året.

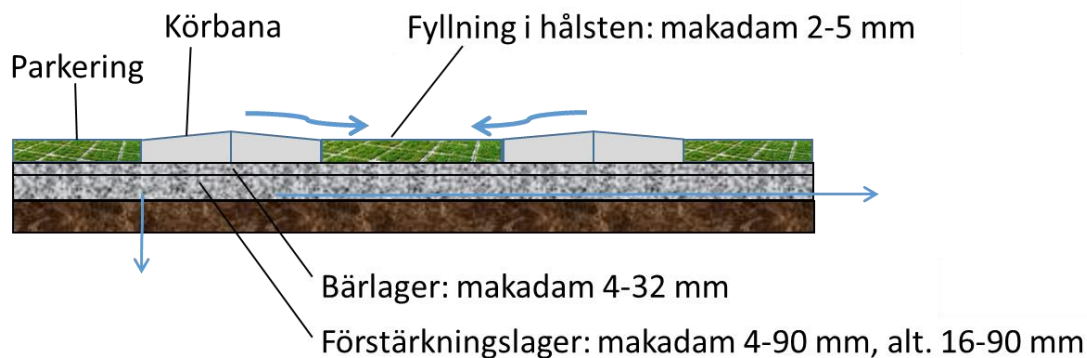
4.3.4 Genomsläpplig beläggning

Genomsläpplig markstensbeläggning är ett alternativ till asfalt, traditionell plattläggning och andra hårdgjorda körytor. Figur 22 visar två exempel på genomsläppliga markstensbeläggningar.



Figur 22. Två exempel på genomsläppliga markstensbeläggningar. **Till vänster:** Hålstensbeläggning på den del av parkeringsplatsen som hamnar direkt under en bil. **Till höger:** markstensbeläggning med genomsläppliga fogar. Foto: WRS

Tekniken möjliggör för dagvatten att infiltrera samtidigt som ytan tål belastning från motorfordon. Åtgärden är lämplig vid exempelvis parkeringsplatser och är ett bra sätt att få in växtlighet i en annars steril och hårdgjord miljö. När vattnet tillåts infiltrera bidrar det med rening av dagvatten, flödesutjämning och lokal grundvattenbildning (när så är lämpligt sett till säkerhetsavstånd till grundvattennivån samt underliggande jordlagars genomsläpplighet). För att tåla belastningen från motorfordon krävs ett undre bärlager samt förstärkningslager av makadam som även skapar magasinsvolymer för dagvattnet med sin höga porositet (Figur 23).



Figur 23. 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. Figur: WRS

5 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

Syftet med åtgärderna är att kunna fördröja 10 mm av all nederbörd som faller på hårdgjord yta samt att säkerställa att dagvattenreningen i planområdet når upp till Borås stads riktlinjer för föroreningsbelastning till recipienten Viskan.

5.1 Ytbehov, magasinering och avrinning

Efter exploatering med åtgärder minskar hårdgörningsgraden inom planområdet från 0,68 till 0,42 vilket är lägre än hårdgörningsgraden i planområdet i dagsläget (vilken är 0,58). Detta tillsammans med faktumet att fyllnadstiden för LOD-åtgärderna uppgår till 3 minuter vid 10 mm fördröjning leder till att ytavrinning och utgående flöden minskar från fastigheten efter åtgärder jämfört med om inga åtgärder tillämpas (Tabell 8).

Tabell 8. Dimensionerande dagvattenflöde i nuläget och efter planerad exploatering utan respektive med införda åtgärder

	Kf	Varaktighet	5-årsregn	20-årsregn	100-årsregn
<u>Nuläge</u>	1,00	10 min			
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			180	290	490
Flöde Q (l/s)			24	38	66
<u>Efter exploatering</u>	1,25	10 min			
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			230	360	610
Flöde Q (l/s)			36	57	97
<u>Efter exploatering med åtgärder</u>	1,25	13 min			
Dim. regnintensitet (l/s, ha)			230	360	610
Flöde Q (l/s)			22	35	60

Ytbehovet för LOD-åtgärderna som visas i Tabell 7 uppgår till totalt cirka 1100 m² och bedöms kunna magasinera minst 19 m³ vatten beroende på hur skelettjorden konstrueras vilket med en liten marginal uppfyller det beräknade fördröjningsbehovet inom planområdet på 16 m³.

5.2 Närsalts- och föroreningsbelastning

Föroreningsbelastning efter LOD-åtgärder är beräknat med Stormtac och beräkningarna baseras delvis på en uppskattning av hur stora flöden som kan ledas till respektive reningssteg. För den upphöjda innergården antas dagvattnet infiltrera genom grönytan ner till det underliggande magasinet vilket har beräknats motsvara reningssteget *biofilter* i Stormtac. För de områden som leds till skelettjorden har reningssteget *skelettjord* använts. För övriga LOD-åtgärder har markanvändningen ändrats till *genomsläpplig markstensbeläggning* och *grönt tak* men inget reningssteg i övrigt har modellerats.

Resultatet av beräkningarna visar att föroreningsbelastningen minskar för samtliga föroreningar efter insatta åtgärder. På grund av osäkerheter i beräkningsmetoden kan dock bara förändringen säkerställas för bly, zink, krom och suspenderat material (Tabell 9).

Tabell 9. Föroreningsbelastning (g/år och kg/år) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat material, samt procentuell förändring efter exploatering med åtgärder. Värdena presenteras som ett intervall mellan minsta och högsta värde, baserat på osäkerheterna i indata och beräkningar

			Innan exploatering		Efter exploatering med åtgärder		Förändring (%)		
			Min	Max	Min	Max			
Fosfor	P	[kg/år]	0,15	0,31	0,12	0,30	-63	till	100
Kväve	N	[kg/år]	2,2	4,2	0,98	3,3	-77	till	49
Bly	Pb	[g/år]	12	32	2,1	8,6	-93	till	-29
Koppar	Cu	[g/år]	30	70	9,9	31	-86	till	2
Zink	Zn	[g/år]	97	220	17	68	-92	till	-30
Kadmium	Cd	[g/år]	0,41	0,87	0,14	0,52	-84	till	27
Krom	Cr	[g/år]	11	23	2,1	6,1	-91	till	-43
Nickel	Ni	[g/år]	5,2	11	2,4	5,7	-79	till	10
Suspenderat material	SS	[kg/år]	80	200	11	31	-95	till	-61

Då beräkningarna ovan använder sig av flertalet delavrinningsområden baserade på åtgärdsförslaget och en del av dagvattnet antas infiltrera är den sammanlagda föroreningshalten från området mer svåruppskattad. För att ge en ungefärlig uppskattning av utgående föroreningshalter antas därför hela planområdet efter åtgärder antas motsvara Stormtacs markanvändningskategori *Flerfamiljshus med gatuträd och skelettjord med LOD i kvarter*. Beräkningen är en grov uppskattning av förväntad föroreningsbelastning ifrån området baserat på schablonvärden från liknande typområden.

Beräkningarna visar att samtliga föroreningshalter ligger under Borås stads riktlinjer efter åtgärder för lokalt omhändertagande av dagvatten (Tabell 10). Förutsättningarna bör därför vara goda för att ytvattnet som leds från exploateringen till recipienten Viskan inte ska påverka möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna negativt om dagvattenåtgärder tillämpas. Samma sak bör även gälla för den mindre delen av dagvattnet som infiltrerar och når grundvattnet förutsatt att ett tillräckligt säkerhetsavstånd till grundvattennivån kan uppnås inom planområdet. Beräknade värden är dock medelvärden för belastning och osäkerheter finns från indata och beräkningar.

Tabell 10. Riktvärden och beräknade föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$ och mg/l) efter exploatering (utan åtgärder) för näringsbelastning, tungmetaller och suspenderat material. Beräknade värden är medelvärden med osäkerheter i indata och beräkningar

			Riktvärden		Efter exploatering utan åtgärder	Efter exploatering med åtgärder
			Borås stad (förslag)	Göteborg stad		
Fosfor	P	$[\mu\text{g/l}]$	-	50*	80	75
Kväve	N	$[\mu\text{g/l}]$	-	1250*	1600	1300
Bly	Pb	$[\mu\text{g/l}]$	7	28	6,9	1,5
Koppar	Cu	$[\mu\text{g/l}]$	16	10	19	7,5
Zink	Zn	$[\mu\text{g/l}]$	66	30	58	24
Kadmium	Cd	$[\mu\text{g/l}]$	0,2	0,9	0,38	0,067
Krom	Cr	$[\mu\text{g/l}]$	5	7	4,6	2,1
Nickel	Ni	$[\mu\text{g/l}]$	4	68	3,6	3,6
Suspenderat material	SS	$[\text{mg/l}]$	25	25	29	12

6 Slutsatser

- Exploateringen innebär att dagens markanvändning som till största delen består av parkering och hårdgjorda ytor ändras till flerfamiljshus med upphöjd innergård och en mindre del parkering. Efter exploateringen ökar hårdgörningsgraden i planområdet från 0,58 till 0,68 vilket leder till en större flödesbelastning från området.
- Föroreningsbelastningen från dagvattnet som genereras i planområdet efter exploatering utan åtgärder uppfyller inte Borås stads riktvärden för föroreningshalter till recipienten Viskan.
- För att uppnå Borås stads riktlinjer för fördröjning av dagvatten samt riktvärden på utgående föroreningshalter till recipienten Viskan är åtgärder för fördröjning och rening av dagvatten nödvändigt i samband med exploatering.
- Med åtgärder i form av gröna tak, genomsläpplig beläggning, träd i skelettjord samt magasin på bjälklag kan Borås stads riktlinjer för fördröjning och rening av dagvattenflöden inom planområdet uppnås. Detta bedöms vara tillräckliga åtgärder för att säkerställa att status för miljö kvalitetsnormer i ytvattenrecipienten Viskan inte försämras samt för att uppnå tillräckliga fördröjningsvolymmer inom planområdet.
- En längre mätserie, eller fler inmätningar, av grundvattennivån bör göras i planområdet för att säkerställa att tillräckligt säkerhetsavstånd finns för att dagvatten ska kunna infiltrera ner till grundvattnet.
- Vid ett 100-årsregn översvämmas delar av planområdet med ett vattendjup på över 20 centimeter vilket motsvarar en nivå på cirka +136,3 meter. Den lägsta marknivån i planområdet i dagsläget är ungefär +135,8 meter vilket betyder att man bör ta hänsyn till de aktuella översvämningsriskerna om verksamhetslokaler planeras i bottenplan längs Alingsåsvägen.
- Översvämningsytan i lågpunkten som planområdet ligger i avtappas endast av dagvattennätet. Detta innebär att de lågpunkter som byggs bort i samband med exploateringen riskerar att leda till att översvämningsituationen försämras för

kringliggande befintlig bebyggelse. Kompensationsåtgärder där fördröjningsvolymen skapas inom översvämningområdet, eller uppströms, är därför nödvändiga vid exploatering.

- Om hänsyn tas till nödvändiga åtgärder är planerad exploatering möjlig ur ett dagvatten- och skyfallsperspektiv. Kommunen behöver göra en bedömning om planerad markanvändning är den mest lämpade för platsen.

Referenser

- © LANTMÄTERIET, 2021. Ortofoto färg 2022.
- © LANTMÄTERIET, 2022. Markhöjdmodell nedladdning, grid 1+, Licens köpt genom Scalgo.
- © LANTMÄTERIET, u.å. Ortofoto historiska Visning (WMS).
- © OPENSTREETMAPS BIDRAGSGIVARE, u.å. OpenStreetMap Foundation. Licens CC BY-SA.
- © SGU, u.å. Jordarter 1:25 000-1:100 000 (WMS).
- ALEXANDERSSON, H., 2003. *Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik*. Norrköping: SMHI, Nr. 111, 2003.
- BORÅS STAD, 2022. Vattenskyddsområden [internet]. Tillgängligt: <https://www.boras.se/foretagare/tillstandochregler/vattenochavlopp/vattenskyddsomraden.4.6e6c22df1586e4b207942abd.html>.
- BORÅS STAD, 2023. Uppdragsbeskrivning, dagvatten- och skyfallsutredning. Detaljplan för parkstaden, del av Parkstaden 1:1, Almås plats.
- COWI, 2017. *FÖRSLAG TILL RIKTVÄRDENFÖR DAGVATTENUTSLÄPP, BORÅS CENTRALORT*. Göteborg, Nr. A083068.
- COWI, 2022. *Parkstaden, Del av parkstaden 1:1, Almås plats, Borås stad. PM geoteknik för detaljplan*. Göteborg, Nr. A243007.
- GÖTEBORG STAD, 2019. *Översiktsplan för Göteborg*. Göteborg: Stadsbyggnadskontoret.
- GÖTEBORGS STAD, 2020. *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient*. Göteborg, Nr. R2020:13.
- LÄNSSTYRELSEN VÄSTRA GÖTALANDS LÄN, 2023. LstO Markavvattning i Västra Götaland.
- LÄNSSTYRELSENA, 2022. EBH-kartan.
- PETTERSSON SKOG, A., MALMBERG, J., EMILSSON, T., JÄGERHÖK, T., och CAPENER, C.-M., 2017. *Grönatakhåndboken - växtbädd och vegetation*.
- SGU, 2022. SGUs Kartvisare, Jordarter 1:25000 - 1:100000 [internet]. Tillgängligt: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> [Hämtad 2022-2-14].
- SGU, 2023. SGUs Kartvisare - Genomsläpplighet.
- SMHI, 2021. *Skyfallskartering och strategisk skyfallsplan för Borås Stad*. Norrköping, Nr. 2021-39.
- SMHI, 2022. Excelfil med normalvärden för månadsnederbörd för perioden 1991-2020 [internet]. Tillgängligt: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarlden-for-perioden-1991-2020-1.167775> [Hämtad 2022-2-21].
- STOCKHOLMS STAD, 2017. *Växtbäddar i Stockholms stad - en handbok*. Stockholm.
- STORMTAC, 2023. StormTac Web v.23.1.2 [internet]. *Utvecklad av Larm, T.* Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- SVENSKT VATTEN, 2019. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten. 2:a uppl.* Stockholm: Svenskt Vatten.
- TENGBOM AB, 2023. Almås plats, Underlag till detaljplan skisser 23-09-28.
- VIKLANDER, M., ÖSTERLUND, H., MÜLLER, A., MARSALEK, J., och BORRIS, M., 2019. *Kunskapssammanställning: Dagvattenkvalitet*. Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling, Nr. 2019-2.
- VISS, 2023. Borås vattenförekomst (WA86003753) [internet]. *VISS - Vatteninformationssystem Sverige*. Tillgängligt: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA86003753>.