

VA- och dagvattenutredning Rävekärsskolan, Forsåker 1:161

2022-05-10



Situationsplan Rävekärsskolan

ATKINS

Member of the SNC-Lavalin Group

VA- och dagvattenutredning Rävekärsskolan, Forsåker 1:161

Status Färdig handling
Uppdragsnummer 2014019
Datum/Version 2022-05-10 / 2.0
Reviderad -

Beställare



Mölndals Stad

Kontaktpersoner: Pernilla Olofsson

Konsult

ATKINS
Member of the SNC-Lavalin Group

Atkins Sverige AB
Redaregatan 50
252 25 Helsingborg
041-400 15 00

Uppdragsledare: Anna Larsson
Kjell Norberg
Handläggare (Dagvatten): Johanna Svensson
Handläggare (Skyfall): Shahab Moghadas
Handläggare (Miljö): Alexandra Gaboré

Granskad av / Datum Johan Peetz 2021-11-24

Foton och illustrationer: Atkins Sverige AB om inget annat anges.

ATKINS
Member of the SNC-Lavalin Group

Sammanfattning

Rävekärsskolan i Mölndal Stad ska rivas och ersättas med nya skola för 400–500 elever och en förskola för ca 100 förskolebarn. Planområdet är 3,1 ha stort.

I samband med detaljplanarbetet fick Atkins Sverige AB i uppdrag att utföra en VA-, dagvatten och skyfallsutredning för att säkerställa en hållbar hantering av dagvatten, möjlig försörjning av VA samt utreda konsekvenser av skyfall.

Enligt Mölndal Stads riktlinjer för dagvattenhantering ska dagvattenanläggningar dimensioneras för att kunna fördröja 20 mm nederbörd från hårdgjorda ytor. Föroreningsanalys ska göras för att uppfylla målvärden i Mölndals stads dagvattenpolicy och en bedömning av miljöpåverkan på MKN för recipienten Källeredsbäcken.

Analys av planområdet visar att den andel hårdgjord yta för framtida planutformning är något mindre än de befintliga förhållandena. Placering av skolbyggnaden omöjliggör anslutning dagvatten från skolgården till befintlig anslutningspunkt, så en tillkollande anslutning krävs. Även parkeringsytan för förskolegården blir svår att ansluta till befintlig anslutningspunkt, så en tillkommande anslutning föreslås även för förskolan. För att säkerställa rening och fördröjning inom området föreslås en kombination av öppna dagvattenlösningar kombinerat med underjordiska lösningar. Då många barn vistas inom planområdet föreslås maximalt vattendjup för öppna lösningar till 20 cm. Kostnaden för dagvattenanläggningarna uppskattas till ca 2,5 Mkr.

Skyfallsanalysen visar att skolbyggnaderna och de antagna bullerskyddsvallarna skapar instängda områden och innebär översvämningsrisker inom planområdet. En dynamisk simulering av föreslagen höjdsättning samt bullerskyddsåtgärder med 10 cm utrymme mellan marknivå och underkant bullerskärm visar en rimlig situation under en skyfallshändelse inom planområdet. Emellertid rekommenderas det att värdera resultaten mot säkerhetsrekommendationer för barn och i fortsatt arbete se över åtgärder för att minska vattendjupet inom området om det bedöms nödvändigt ur säkerhetssynpunkt.

För anslutning till VA-nätet bör de befintliga anslutningspunkterna för skolan och förskolan fungera för de nya byggnaderna. Vattentrycket i systemet anses tillräckligt även med eventuellt tillkommande våningsplan för byggnaderna.

Innehåll

1. Inledning	1
1.1 Bakgrund och syfte	1
1.2 Uppdragsbeskrivning	1
2. Förutsättningar	2
2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering	2
2.2 Dimensionerings- och fördröjningskrav	2
2.3 Reningskrav	2
2.4 Miljökvalitetsnormer	3
2.5 Koordinat- och höjdsystem	3
2.6 Erhållet underlag	4
3. Befintliga förhållanden	5
3.1 Topografi och markslag	5
3.2 Geotekniska och hydrogeologiska förutsättningar	6
3.3 Markföroreningar	7
3.4 Befintliga recipienter	7
3.5 Befintliga avrinningsförhållanden och dagvattenhantering	8
3.6 Befintliga översvämningrisker	10
3.6.1 Analys av topografi	10
3.6.2 Dynamisk modellering	13
3.7 Befintliga VA ledningar	15
3.8 Övriga ledningssystem	16
3.9 Befintliga markavvattningsföretag	16
4. Framtida förhållanden	17
5. Översiktlig dimensionering	19
5.1 Flöden och fördröjningsbehov av dagvatten	19
5.1.1 Översiktlig dimensionering av 10-års regn och 100-års regn.....	19
5.1.2 Förväntat fördröjningsbehov	19
5.2 Flöden för vatten och spillvattenförsörjning	20
5.2.1 Spillvatten	20
5.2.2 Vatten	21
5.2.3 Brandvatten	21
6. Föreslagna åtgärder	22
6.1 Fördröjning av dagvatten	22
6.1.1 Föreslagen fördröjningslösning – Skolan / 1:161 (1).....	22
6.1.2 Föreslagen fördröjningslösning – Förskolan / 1:161 (2)	22
6.1.3 Säkerhetsperspektiv i utformning av dagvattenlösningar i skolmiljö	23
6.1.4 Kassetmagasin	23
6.1.5 Regnträdgård	24
6.1.6 Gräsdike och makadamdike	25
6.1.7 Torrdamm	26

6.1.8	Gröna tak	27
6.2	Rening av dagvatten och påverkan av miljökvalitetsnormer	28
6.3	Extremregn och översvämningrisker	30
6.3.1	Analys av topografi	30
6.3.2	Dynamisk modellering	33
6.4	Föreslagen VA-försörjning och anslutning till befintligt ledningssystem.....	41
6.4.1	Anslutningspunkter	41
6.4.2	Vattentryck i anslutningspunkt.....	42
6.5	Flytt av befintliga ledningar	43
6.6	Höjdsättning.....	44
6.7	Ansvarsfördelning för föreslagna dagvattenåtgärder	44
7.	Kostnadskalkyl	45
8.	Slutsatser och rekommendationer	46

1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Den befintliga Råvekärsskolan från 70-talet och dess förskolepaviljonger ska rivas och nya byggnader ska byggas på platsen. Nya skolan kommer vara 2–3 våningar hög och planeras för 400–500 elever och förskolan för ca 100 förskolebarn, utformning enligt Figur 1. En fullstor idrottshall med läktare inkluderas, som förväntas att, utöver skolverksamheten, användas på kvällar och helger.

Befintligt skolområde kommer utökas från dagens, med tillkommande ytor söderut i form av naturområdet/parkmark. Den befintliga konstgräsplanen kommer bevaras, men kommer inkluderas i skolans fastighet.



Figur 1 Framtida utformning för nya Råvekärsskolan

1.2 Uppdragsbeskrivning

Atkins Sverige AB har fått i uppdrag av Mölndals stad att utföra en VA-, dagvatten- och skyfallsutredning för Råvekärsskolan, Forsåker 1:161. Utredningens syfte är att utreda detaljplanens påverkan på befintligt VA- och dagvattensystem samt dess dagvattenrecipienter och ta fram lämpliga principlösningar för fördröjning och rening av dagvatten. Utredningen ska också innefatta en analys av skyfall och lösningar som dämpar effekter av dessa. En uppskattning av investerings- och driftkostnader och ansvarsfördelning för de föreslagna dagvattenåtgärderna tas fram.

2. Förutsättningar

2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Mölnadal Stad har en dagvattenstrategi, beslutad 2016-11-16 av kommunfullmäktige, som ligger till grund för utredningen. Följande principer står som centrala i dagvattenstrategin:

- *Dagvattnet ska ses och utnyttjas som en positiv resurs i stadsbyggandet. Utformningen ska integreras i den byggda och planerade miljön och styras av funktionella och estetiska principer.*
- *Hantering av dagvatten ska ske i robusta system och säkerhets- och skötselfrågor ska beaktas redan i planeringsskedet.*
- *Dagvattnet ska i första hand omhändertas och renas nära källan. Den naturliga vattenbalansen ska i möjligaste mån bibehållas.*
- *Dagvattenanläggningar ska utformas så att byggnader, infrastruktur och samhällsfunktioner kan hantera extrem nederbörd med dagens- och framtida klimat utan allvarliga skador på anläggningar och människors hälsa.*
- *Dagvattenflöden ska reduceras och regleras så att belastning på ledningsnät och recipienter begränsas. Recipientens känslighet för flöde och föroreningar ska beaktas i val av lösningar.*

2.2 Dimensionerings- och fördröjningskrav

Uppdraget innefattar redovisning av flöden för dimensionerande 10- samt 100-årsregn. Vid beräkning av framtida flöden redovisas flöden före och efter fördröjning, klimatfaktor ska beaktas.

Enligt Mölnadal Stads riktlinjer för dagvattenhantering ska dagvattenanläggningar dimensioneras för att kunna fördröja 20 mm nederbörd från hårdgjorda ytor.

2.3 Reningskrav

I Mölnadal Stads ”Riktlinjer för rening av dagvatten” beskrivs det att kvalitetskraven för dagvattnet till recipient beror på vilken typ av yta som avvattnas till vilken recipient som dagvattnet leds till. En matris över erforderlig rening redovisas i Tabell 1.

Tabell 1 Matris för bedömd erforderlig rening (Källa: Mölnadal Stad)

Recipient	Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Mycket känslig	Omfattande rening	Rening	Enklare rening
Känslig	Rening	Enklare rening	Fördröjning

Området för Råvekärrsskolan ligger inom Kålleredsbäckens avrinningsområde, som klassas som en känslig recipient. Skolområden kan klassas som en medelbelastad yta och en förväntad erforderlig rening enligt Tabell 1 blir därmed *Enklare Rening*. Detta innebär någon typ av partikelavskiljning, till exempel genom översilning, gräsdike, infiltration i makadamstråk, torra dammar eller magasin med sandfång.

Mölnbalds stads målvärden är baserade på målvärden framtagna av Miljöförvaltningen. Mölnbalds Stads målvärden kan ses i Tabell 2.

Tabell 2 Målvärden för dagvatten i utsläppspunkt i Mölnbalds Stad.

Ämne/parameter	Målvärden i utsläppspunkt
Arsenik (As)	15 µg/l
Krom (Cr)	15 µg/l
Kadmium (Cd)	0,4 µg/l
Bly (Pb)	14 µg/l
Koppar (Cu)	10 µg/l
Zink (Zn)	30 µg/l
Nickel (Ni)	40 µg/l
Kvicksilver (Hg)	0,05 µg/l
PCB	0,014 µg/l
TBT	0,001 µg/l
Oljeindex	1000 µg/l
Bens(a)pyren	0,05 µg/l
MTBE	500 µg/l
Bensen	10 µg/l
pH	6-9
Totalfosfor	50 µg/l
Totalkväve	1250 µg/l
TOC	12 mg/l
Suspenderat material	25 mg/l
Partiklar	Krav på minst 90 % avskiljning av partiklar > 0,1 mm om partiklarna kommer från tvätt-processer utomhus eller motsvarande.
Flöde	I utsläppspunkt i recipient får utsläppsmängden, som momentanvärde, vara högst 1/10 av recipientens momentanflöde

2.4 Miljö kvalitetsnormer

Utöver riktvärdena ska bedömning av miljöpåverkan även baseras på recipientens ekologiska och kemiska ytvattenstatus. Detta görs för att ta hänsyn till platsens specifika förutsättningar och hur dessa förhåller sig till riktvärdena framtagna för dagvattenplanen. Dagvatten som uppstår inom planområdet avvattnas mot Kålleredsbäcken.

2.5 Koordinat- och höjdsystem

Aktuellt plan- och höjdsystem för utredningsområdet är:

Plansystem: SWEREF 99 12 00

Höjdsystem: RH 2000

2.6 Erhållet underlag

- Mölndals stads dagvattenstrategi, 2016-11-16
- Mölndals stads riktlinjer för rening av dagvatten, 2018-10-19
- Mölndals stads riktlinjer för dagvattenhantering vid parkeringsytor, 2018-10-19
- Digital grundkarta från Mölndals stad
- Ledningsunderlag från Mölndals Stad, Mölndal Energi, Ellevio, Skanova, IP Only och Stadsnätsbolaget. (Via Ledningskollen)
- Situationsskiss av Liljewalls Arkitekter, daterad 2021-09-16
- Uppdaterad situationsskiss för skolgården, daterad 2021-11-23

3. Befintliga förhållanden

3.1 Topografi och markslag

Planområdet är totalt 3,1 ha stort, där fastigheten 1:161 (1) idag är ca 1,6 ha, 1:161 (2) är 0,3 ha. Resterande ytor utgörs idag av allmän platsmark, se Figur 2.

Fastigheten för 1:161 (1) består idag av befintlig skolbyggnad och tillhörande skolgård som är blandat gräsytor, sandytor och hårdgjorda ytor. Fastigheter för 1:161 (2) består av den befintliga idrottshallen, en transformatorstation, en större asfaltsyta och en del grönyta. Den delen av planområdet som idag består av allmän platsmark består dels av en konstgräsplan och en hårdgjord idrottsplan, dels av området med förskolepaviljonger omgärdat av gräsytor och asfalterade ytor.



Figur 2 Ortofoto och nivåkurvor över området, planområde markerat i rosa och befintliga fastigheter i gult.

Planområdet är beläget väster om Jons kulle, som sluttar ner genom planområdet mot Kålleredsbäcken. Planområdet i sig är relativt flackt, med en svag lutning västerut. De östligare delarna är något mer kuperat.

I Tabell 3 redovisas de olika ytorna som planområdet utgörs av vid befintlig markanvändning. Hur konstgräsplanen är uppbyggd har det inte framkommit något underlag på. Utredningen utgår från att den är uppbyggd på så sätt att nederbörden infiltrerar, därmed används samma avrinningskoefficient som för gräsyta.

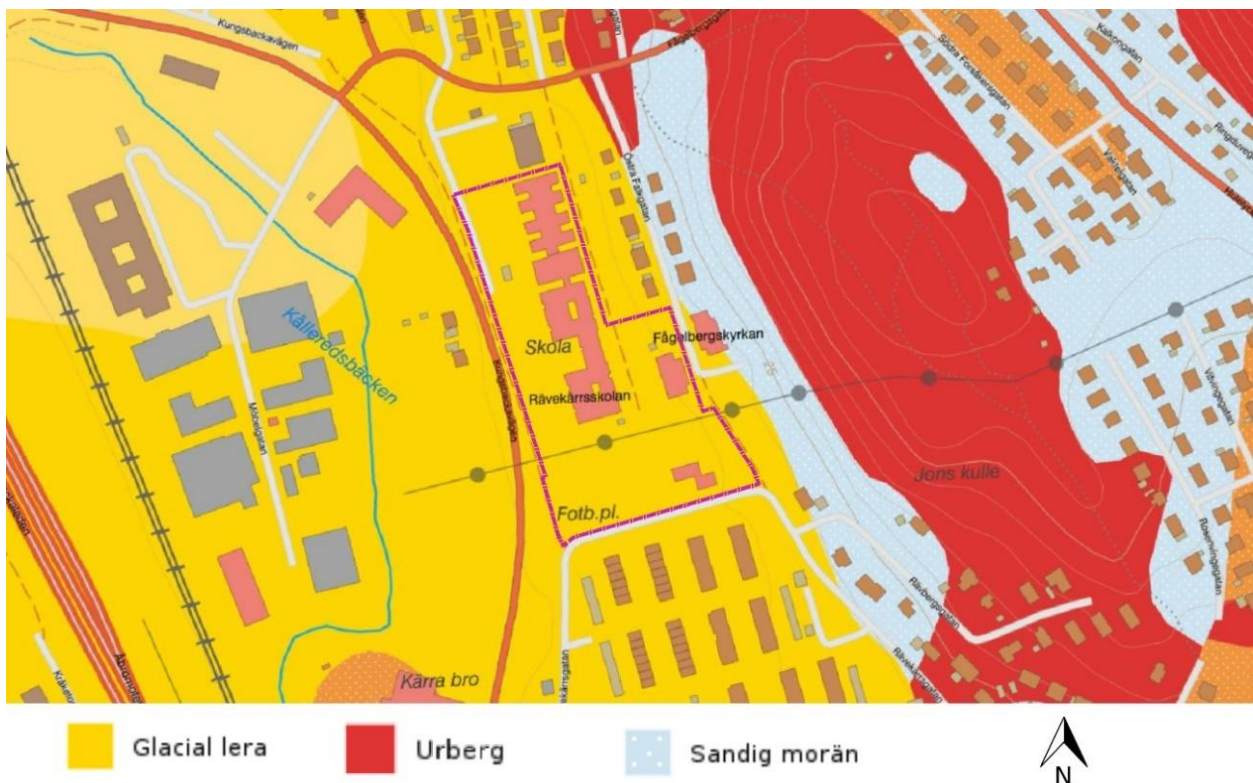
Tabell 3 Befintlig markanvändning inom planområdet

Markanvändning	Avrinningskoefficient	A (ha)	A _{red} (ha)
Takyta	0,9	0,66	0,59
Övriga hårdgjorda ytor	0,8	1,12	0,89
Sand	0,4	0,15	0,06
Grönytor	0,1	0,84	0,08
Konstgräs	0,1	0,34	0,03
Summa		3,11	1,66

3.2 Geotekniska och hydrogeologiska förutsättningar

Infiltrationskapaciteten i jorden påverkar utformningen av dagvattenlösningen för planområdet. Enligt SGU:s jordartkarta, se Figur 3, består projektområdet mestadels av lera. Infiltrationskapaciteten inom området bedöms därmed vara begränsad. Skattat djup ner till berg inom planområdet enligt SGU varierar från 5–20 meter, med ökande gradient ned mot Källeredsbäcken.

En geoteknisk utredning tas fram i samband med detaljplanarbetet. Preliminära resultat från utförda undersökningar visar att planområdet består av lera med varierande mäktighet från 1,5–35 meter. Leran har låg hållfastighet och är störningskänslig.



Figur 3 Utdrag från SGU:s jordartskarta (www.sgu.se). Planområdesgräns markerat i rosa.

Fri grundvattenyta har observerats kring 1–2 meter under marknivå. Det hydrostatiska porvattentrycket i leran ligger i nivå med marknivå. I friktionslagret beläget under leran förekommer det ett artesiskt tryck, men en trycknivå på ca 1 m över marknivå.

3.3 Markföroreningar

En markmiljötekniks undersökning kommer utföras i samband med detaljplanarbetet, men finns ej färdigställt vid framtagande av denna utredning. Utgångspunkten för dagvattenutredning är att inga speciella markföroreningar finns som behöver tas hänsyn till vid val av dagvattenlösning.

3.4 Befintliga recipienter

Planområdets närmst belägna vattenförekomst är Kålleredsbäcken. Kålleredsbäcken är en ca 10 km långt vattenförekomst som börjar i västra Kållered och rinner norrut mot centrala Mölndal. Där mynnar den i Mölndalsån.

De kvalitetskrav (MKN) som är beslutade för vattendraget Kålleredsbäcken är God ekologisk status till 2027 och God kemisk ytvattenstatus. De gällande miljö kvalitetsnormerna samt undantag för vattenförekomsten redovisas i Tabell 4.

För ekologisk status har det meddelats undantag i form av tidsfrist för övergödning (2027) och konnektivitet (2021). I båda fallen är anledningen till undantagen administrativa begränsningar som beror på att tillsyns- och omprövningsprocesserna är tids- och resurskrävande.

Kvalitetskravet för kemisk ytvattenstatus har fått undantag i form av mindre stränga krav. Undantaget gäller ämnesgrupperna bromerade difenyleter (PBDE) och kvicksilver och kvicksilverföreningar (Hg). Detta med anledning av att halterna av Hg och PBDE huvudsakligen härrör från långväga luftburna föroreningar och bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda dem. Kvalitetskravet God kemisk ytvattenstatus gäller därmed exklusive Hg och PBDE. Detta undantag gäller för alla ytvattenförekomster. Halterna av Hg och PBDE får dock inte öka.

Tabell 4 Tabellen visar de satta kvalitetskraven, när de ska uppnås och vika undantag som finns.

Gällande miljö kvalitetsnorm	Undantag
God ekologisk status 2027	Tidsundantag till 2027 för övergödning
	Tidsundantag till 2021 för konnektivitet
God kemisk ytvattenstatus	Mindre stränga krav för bromerade difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar

Högvatten i Kålleredsbäcken bedöms inte ha påverkan på planområdet, då uppgifter kring högvattenståndet i Kålleredsbäcken i höjd med planområdet ligger på ca +7.

3.5 Befintliga avrinningsförhållanden och dagvattenhantering

Avrinningsområdena inom planområdena kan ses i Figur 4. Pilar illustrerar ungefärlig avledning markledes. Områdena är baserade på höjddata inom området samt vissa antaganden kring avvattningsystemet inom fastigheten.



Figur 4 Avrinningsområden inom planområdet

Delavrinningsområde A innefattar fastighet 1:161 (1). Avrinningsområde avgränsas uppströms österut av vägen med separat avvattningsystem och kantsten. Inom skolområdet finns dagvattenbrunnar dit dagvattnet avleds, se Figur 5. Takavvattningen utgörs av stuprör kopplade till ledningar i mark. Dagvattnet leds sedan via ledningssystemet inom fastigheten till anslutningspunkt vid parkeringen mot ICA.



Figur 5 Dagvattenbrunnar inom avrinningsområde A på skolgården, baksidan samt vid konstgräsplanen.

Delavrinningsområde B utgörs av fastigheten 1:161 (2) med Idrottshallen. Avrinningsområdet avgränsas uppströms österut av kantsten i Östra Falkgatan som avvattnas med separat avvattningssystem för gatan. Avrinningsområdet slutar något västerut till rännstensbrunnar i den asfalterade ytan framför idrottshallen, se Figur 6. Härifrån leds dagvattnet troligt sedan till anslutningspunkt i fastighetens nordvästra hörn. Stuprör från takavvattningen är kopplade till dagvattenledning under mark.



Figur 6 Avrinnings inom avrinningsområde B

Delavrinningsområde C innefattar den befintliga GC-vägen med omgivande slänter, samt området för förskolan. Även naturmark öster om planområdet avleds till planområdet och delområde B. Stuprör från förskolepaviljongerna är utrustade med utkastare. Avrinningen leds till ett par rännstensbrunnar i asfaltsytan i närhet till förskolan samt avleds ytligt ner mot GC vägen och vidare ner mot viadukten, se Figur 7.



Figur 7 Avrinning inom delavrinningsområde C.

Avrinningsområde D utgörs av de befintliga bollplanerna i närhet till skolgården, men på allmän platsmark. Kring konstgräsplanen finns det ett befintligt dagvattensystem, se Figur 8. Vart den befintliga avvattningen är kopplad framgår ej av underlaget, men troligen är det kopplat till samma system som övrigt skolområde alternativt till befintlig lednings i Råvekärrsgatan.



Figur 8 Avlednings konstgräsplan, avrinningsområde D.

Befintliga flöden för 10- respektive 100-års regn inom respektive delområde redovisas i Tabell 5.

Tabell 5 Befintliga dagvattenflöden från planområdet

Avrinningsområde	Q_{dim} 10 års regn (l/s)	Q_{dim} 100 års regn (l/s)
A	252	539
B	46	98
C	53	114
D	32	68
Totalt	383	819

3.6 Befintliga översvämningsrisker

3.6.1 Analys av topografi

För att bedöma översvämningsrisker behöver ytavrinning och översvämningsytor undersökas. Identifiering av ytorna har utförts med SCALGO Live där en regnmängd på 100 mm använts. Vald regnmängd representerar ett ungefärligt 100-årsregn med varaktighet på 6 timmar med klimatfaktor 1.25.

SCALGO Live är en plattform som används för analysering av ytavrinning samt översvämningsrisk genom att undersöka flödesvägar och lågpunkter. för att simulera regnets rinnvägar använder programmet höjddata med 1x1m upplösning från Lantmäteriet. Dock tar SCALGO Live inte hänsyn till hydrologiska korrigeringar så

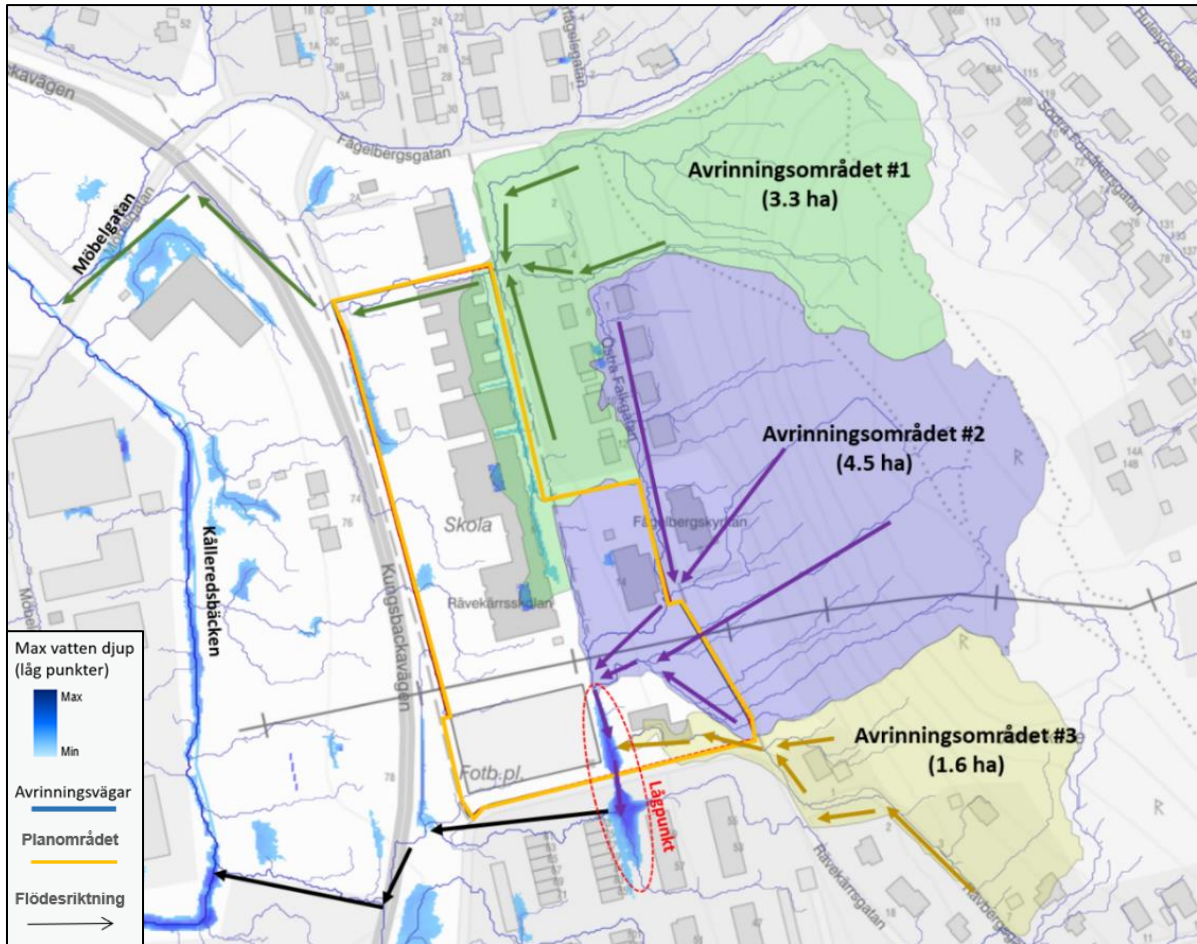
som regnintensitet, markråhet, marklutning, flödesdjup och hastighet. Detta betyder att SCALGO Live endast ger en översiktlig skyfallsanalys över det studerade området. Denna översiktliga analys för Råvekärsskolan, som ligger nedströms av en kulle (med brant lutning), kan avvika från verkligheten märkbart. På grund av förväntat högt flöde och höga vattenhastigheter kan korrekta ytavrinningsvägar och hur vattnet sprider sig inom området inte med säkerhet bedömas av SCALGO Live. Vid bedömning av översvämningsrisken för Råvekärsskolan rekommenderas därför att en dynamisk modellering utförs för att ta hänsyn till ovannämnda hydrologiska faktorer.

Analysen av topografi och hydrologiska förhållanden av området i SCALGO Live visar att planområdet ligger nedströms Jons kulle. Flödet vid en skyfallshändelse går igenom planområdet, passerar Kungsbackavägen och hamnar i Kålleredsbäcken (Figur 9).



Figur 9 visar planområdets- uppströms Jons kulle och recipienten Kålleredsbäcken

Det finns tre huvudsakliga skyfallsleder (Figur 10). Skyfallsled 1 dränerar ett område på 3,3 ha av Jons kullens norra del. Leden rinner förbi planområdet intill skolbyggnadens norrsida och fortsätter västerut på Kungsbackavägen och Möbelgatan mot Kålleredsbäcken. Skyfallsled 2 dränerar ett område på 4,5 ha, rinner på Östra Falkgatan, fortsätter västerut inom planområdet och ansluter sig till skyfallsled 3. Skyfallsled 3 dränerar ett område på 1,6 ha av Jons kulle södra del och rinner bakom förskolans paviljong till GC banan under Råvekärsgatan. Där fylls lågpunkten till ett maximalt vattendjup på 1,6m (Figur 11), innan det bräddar västerut mot Kungsbackavägen och vidare till Kålleredsbäcken (Figur 10).



Figur 10 visar uppströms avrinningsområden samt avrinningsvägar och lågpunkter



Figur 11 3D bilder (Google Earth) av lågpunkter under Rävekärsgatan (höger), bild från underfart (vänster).

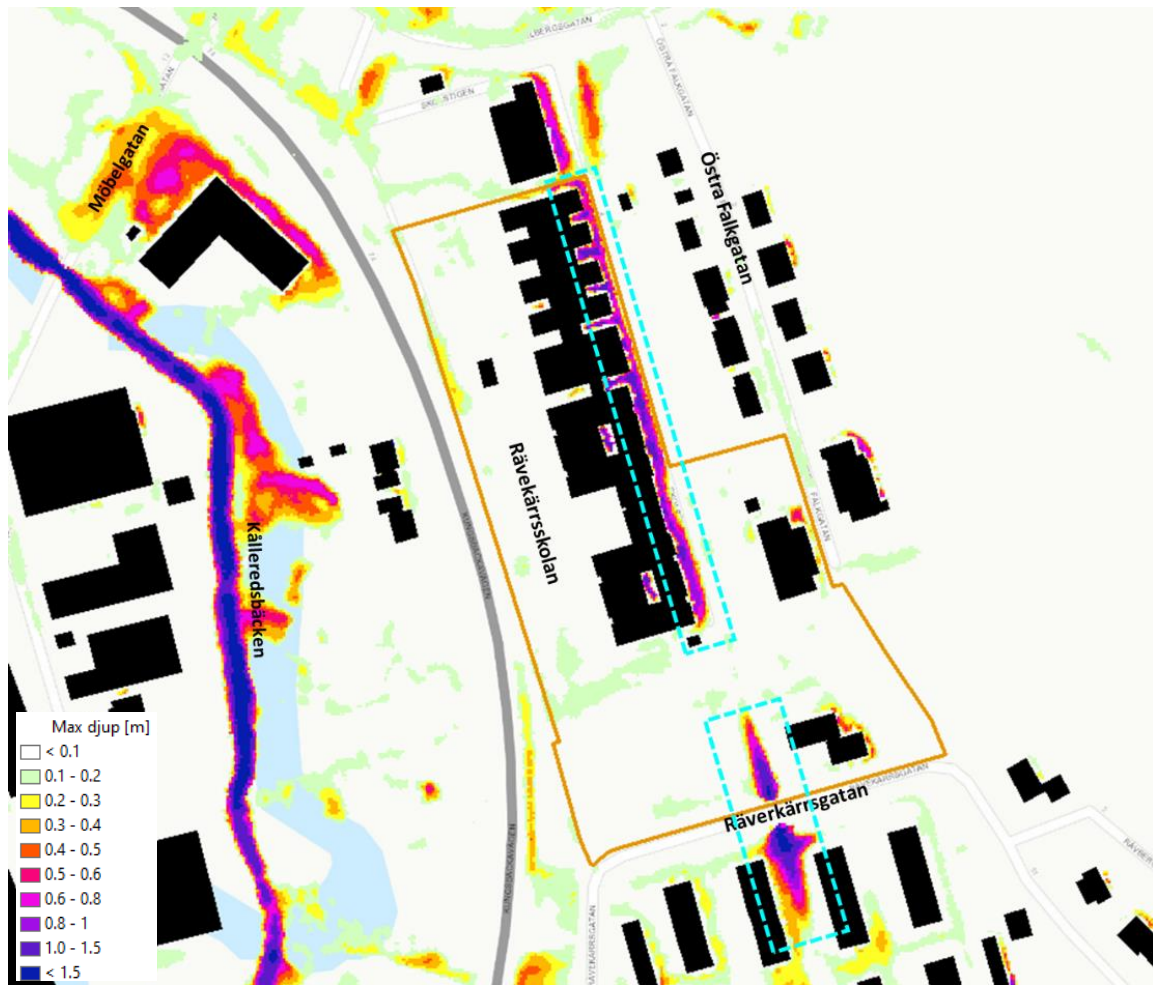
3.6.2 Dynamisk modellering

SCALGO Live tar inte hänsyn till hydrologiska korrigeringar så som regnintensitet, infiltrationskapacitet, markråhet, marklutning samt flödes hastighet och översvämningsdjup. Därför har även en dynamisk hydraulisk modellering med hjälp av programvaran Mike 21 utförts, som tar hänsyn till dessa faktorer, samt visar översvämningsutvecklingen över tid. Modellen har använt ett klimatanpassat 100-årsregn (klimatfaktor: 1,25), höjddata med 1x1m upplösning från Lantmäteriet, samt infiltration (utifrån jordarter från SGU) och markråhet (utifrån Nationella Marktäckedata från Naturvårdsverket) för att beräkna och beskriva markavrinningen.

Resultaten av den dynamiska simuleringen överensstämmer i princip med topografianalysen. Modellens resultat visar flödesvägar genom planområdet (Figur 12). Flödet från öster om skolan samlas bakom skolbyggnaden och därifrån sker avrinningen dels norrut och dels söderut längs byggnadens långsida (Figur 12), där flödesdjupet kan nå upp till 1,5 m (Figur 13). Flödet fortsätter sedan västerut mot Källeredsbäcken. Förutom det höga djupet bakom skolbyggnaden, översvämmas området under Råverkärrsgatan med ett maximalt djup på 1,6 m vid en skyfallshändelse (Figur 13).



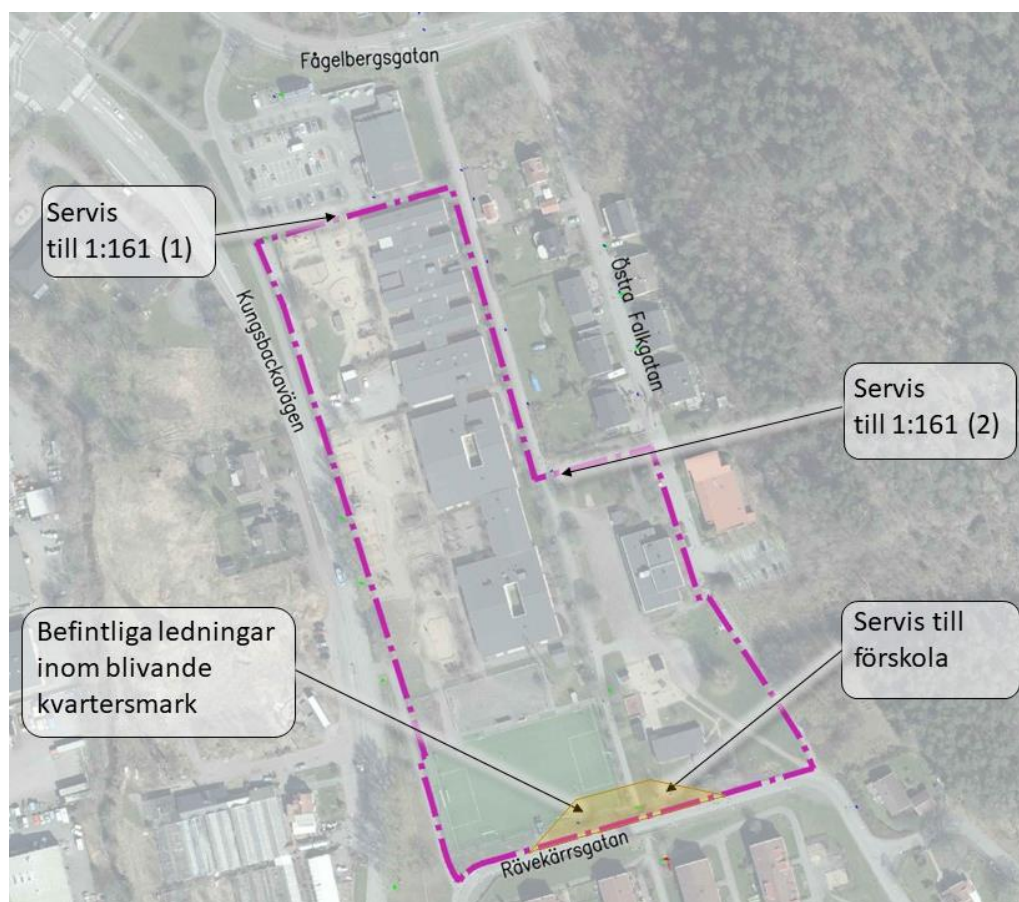
Figur 12 Max flöde inom planområdet för befintlig situation under en skyfallshändelse med 100-årsregn



Figur 13 Max vattendjup inom planområdet för befintlig situation under en skyfallshändelse med 100-årsregn

3.7 Befintliga VA ledningar

Befintliga anslutningspunkter för planområdet redovisas i Figur 14. Befintliga ledningar kan även ses i Bilaga 1.



Figur 14 Befintliga anslutningspunkter till planområdet

Längs befintliga skolans östra sida, i GC-vägen, finns ett ledningsstråk med bland annat D 400 och S 225 förlagda. Till detta ledningsstråk är fastigheterna på Östra Falkgatan anslutna till för D och S. Servis till fastighet 161:1 (2) finns här. Ledningsstråket följer fastighet 1:161 (1) norrut för att sedan vika av mellan skolan och ICA.

Servisanslutningar till fastighet 161:1 (1) finns norr om fastigheten, mot parkeringen vid ICA. Från servispunkten viker sen ledningsstråk norrut över ICA:s parkering mot Fågelbergsgatan.

I Kungsbackavägen öster om fastigheten finns det en D 225 BTG.

Under konstgräsplanen samt under området för förskolepaviljongerna ligger det ett befintligt ledningsstråk. Ledningsstråket ligger idag inom allmän platsmark och kommer vid planens genomförande att hamna inom kvartersmark, men förutsätts ligga kvar i befintligt läge.

3.8 Övriga ledningssystem

I Bilaga 1 redovisas övrig befintlig lednings- och kabelförläggning av t.ex. el och telekablar inom planområdet.

Ett befintligt luftledningsstråk med högspänningskablar leder idag över planområdet, strax norr om den befintliga konstgräsplanen. Dessa ledningar kommer troligen förläggas i marken, antingen inom planområdet eller utanför, i allmän platsmark. Det ligger även en befintliga serviser för tele och el inom fastigheteten 1:161 (1) till befintlig skolbyggnad. Inom fastigheten 1:161 (2) går det befintliga fjärrvärme, tele- och signalkablar till den befintliga idrottshallen samt el-, signal- och belysningskablar till den befintliga transformatorstation som står på fastigheten. Till paviljongbyggnaden som idag står inom allmän platsmark går det en elkabel.

I GC vägen mellan 1:161 (1) och 1:161 (2) går det ett ledningsstråk med belysning, el och signal, samt även fjärrvärme del av sträckan.

3.9 Befintliga markavvattningsföretag

Enligt Länsstyrelsen i Västra Götalands läns karttjänst Vattenarkivet finns det inga markavvattningsföretag inom planområdet. Ett markavvattningsföretag finns strax öster om planområdet, se Figur 15. Detta är Kålleredsbäcken dikningsföretag, ett båtnadsområde från 1954.



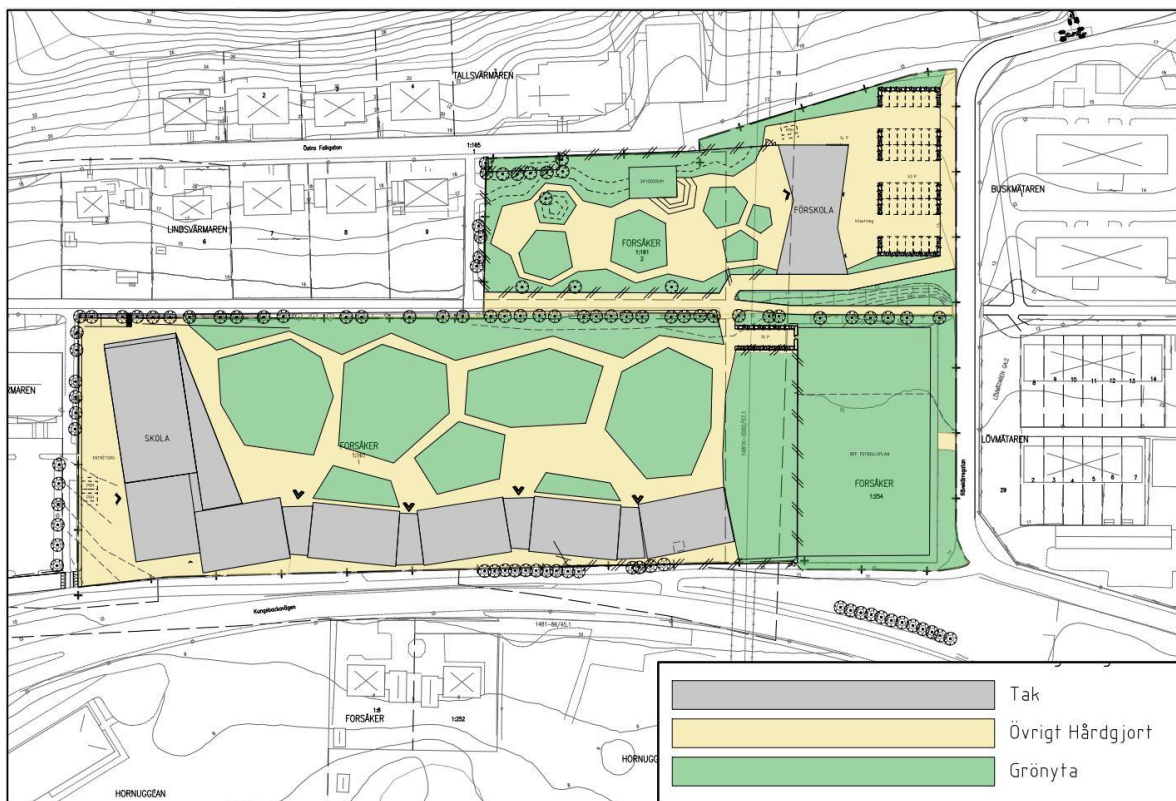
Figur 15 Markavvattningsföretag i närhet till planområdet. Utdrag från vattenarkivet (Källa: Länsstyrelserna i Västra Götaland)

4. Framtida förhållanden

Inom planområdet planeras en ny skola för 400–500 elever med en fullstor idrottshall samt en förskola med 6 avdelningar för ca 100 förskolebarn. Föreslagen bebyggelse illustreras i bilaga 2. Disponering mellan olika markanvändningar för den framtida utformningen redovisas i Tabell 6 och Figur 16. Andelen hårdgjord yta för framtida förhållanden beräknas till något mindre än den befintliga situationen.

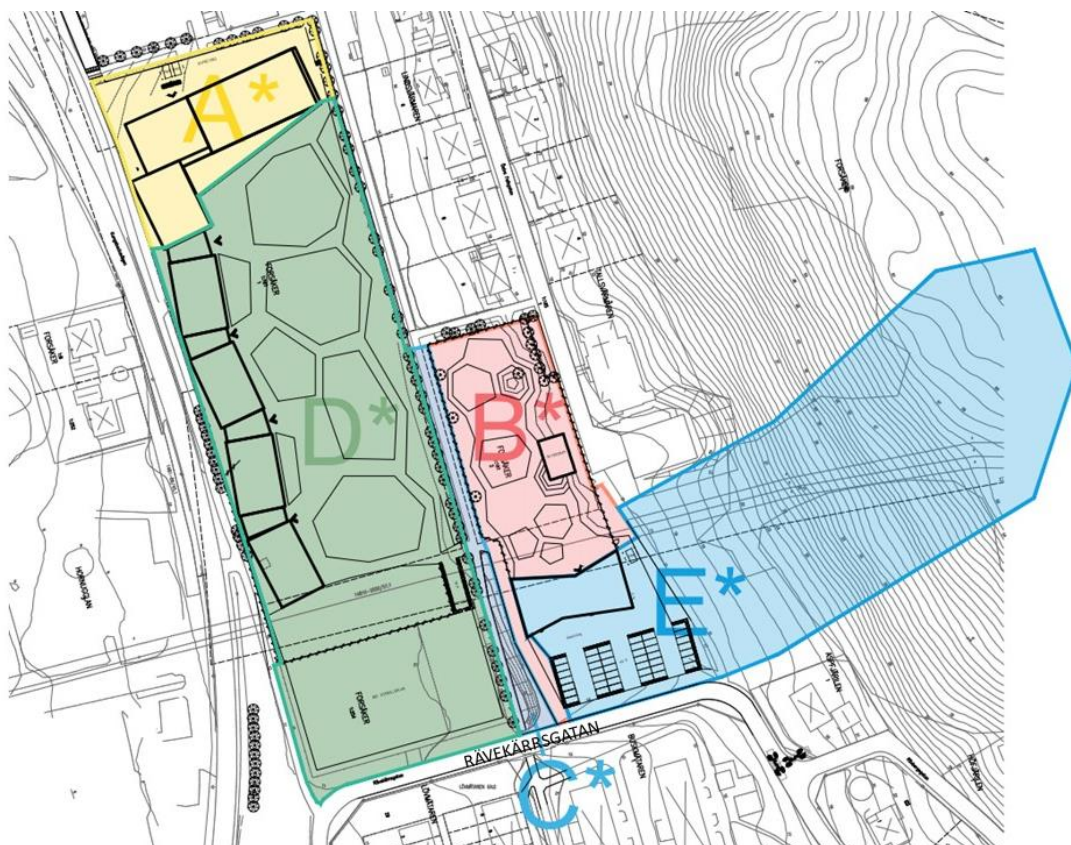
Tabell 6 Areor för framtida markanvändning

Markanvändning	Avrinningskoefficient	A (ha)	A _{red} (ha)
Takyta	0,9	0,56	0,51
Övriga hårdgjorda ytor	0,8	1,04	0,83
Grönytor	0,1	1,17	0,12
Konstgräs	0,1	0,33	0,03
Summa		3,10	1,49



Figur 16 Framtida markanvändning

Föreslagna framtida avrinningsområden finns presenterat i Figur 17. Skolbyggnadens placering gör det svårt att leda dagvatten från skolgården till befintlig anslutningspunkt. Till den befintliga anslutningspunkten föreslås markytan vid skolans entré samt delar av takytan avledas och fördröjas. Framtida avrinningsområde A* är därför av mindre storlek än nuvarande A (se kapitel 3.5 för befintliga avrinningsområden). För skolgården föreslås en separat tillkommande anslutning till det kommunala systemet för att undvika pumpning av dagvattnet.



Figur 17 Framtida föreslagna avrinningsområden

För förskolan föreslås förskolegårdens dagvatten (avrinningsområde B*) ledas till den befintliga anslutningen för 1:161 (2). För förskolans tak samt parkeringen (avrinningsområde E*) är det dock problematiskt ur ett höjdmässigt perspektiv att avleda vattnet till anslutningspunkten i norra änden av fastigheten. För avrinningsområde E*, som idag avleds ytligt till GC vägen och via rännstensbrunnar till dagvattenledning i Råvekärrgatan, föreslås därför en ny anslutning direkt till ledningen i Råvekärsvägen. Avvattningen av GC vägen föreslås vara oförändrad.

5. Översiktlig dimensionering

5.1 Flöden och fördröjningsbehov av dagvatten

5.1.1 Översiktlig dimensionering av 10-års regn och 100-års regn

Utifrån de identifierande nya avrinningsområdena inom planområdet kan framtida flöden beräknas med hjälp av rationella metoden. En klimatfaktor på 1,25 har använts vid beräkning av de framtida flödena. Förväntade framtida flöden är redovisade i Tabell 7. Vid jämförelse med befintliga flöden redovisade i kapitel 3.5 har det totala flödet från planområdet ökat. Ökningen beror främst på användningen av klimatfaktor, då andelen hårdgjorda ytor inom planområdet ej har ökat.

Tabell 7 Framtida dagvattenflöden från planområdet (utan fördröjning)

Avrinningsområde	Q _{dim} 10 års regn (l/s)	Q _{dim} 100 års regn (l/s)
A*	96	205
B*	54	116
C*	21	45
D*	187	401
E*	70	150
Totalt	428	917

5.1.2 Förväntat fördröjningsbehov

Fördröjningsbehovet inom respektive område (Skola/Förskola), uträknat för den framtida utformningen redovisas i Tabell 8.

Tabell 8 Fördröjningsbehov

*Tak, Asfalt, betong, plattor och dyl.

Delområde	Framtida hårdgjord yta* (m ²)	Fördröjningsbehov (m ³)
Skola	12 295	212
Förskola	5 425	108
Totalt	17 720	320

Vid val av fördröjningsmetoder bör gröna lösningar alternativt fördröjning på tak prioriteras framför andra underjordiska fördröjningslösningar där utrymme tillåts. Detta för att gröna lösningar i större utsträckning kan bidra till biologisk mångfald, ger en hållbar och robust rening av dagvattnet samt kan bidra till en estetisk och tilltalande omgivning än vad traditionella underjordiska lösningar kan.

5.2 Flöden för vatten och spillvattenförsörjning

Beräkningarna av flöde för spillvatten- och vattenförbrukningen för skolor baserat på antal elever och lärare/pedagoger. Antaganden har gjorts kring antal personer i respektive personalstyrka, baserat på daglig situation och förväntad framtida elevantal. De värden som använts i beräkningarna är redovisade i Tabell 9.

Tabell 9 Antal personer som använts för beräkning av flöden

Verksamhet	Antal elever	Antaget antal Lärare/Pedagoger
Skola	500	100
Förskola	100	28

5.2.1 Spillvatten

Dimensionerande spillvattenflöde uppskattas från antalet elever, lärare och pedagoger och inläckande flöde, enligt P110.

$$Q_{dim} = Q_{sdim} + Q_{inläck}$$

Q_{sdim} beräknas på schablonvärden för olika allmänna verksamheter från P110. För inläckage har erfarenhetsvärlden från P110 multipliceras med respektive fastighets storlek. Dimensionering av spillvattenflöde från fastigheterna redovisas i Tabell 10.

Tabell 10 Dimensionerande spillvattenflöde för skolan respektive förskolan

		Skolan 1:161 (1)	Förskolan 1:161 (2)
Elever	Antal	500	100
	Schablon specifik avrinnings (l/elev*d)	40	40
	Maxtimfaktor	3	3
	Maxdygnfaktor	2	2
	Specifik belastning elever	1,39	0,28
Personal	Antaget antal	100	28
	Schablon specifik avrinnings (l/elev*d)	60	60
	Maxtimfaktor	3	3
	Maxdygnfaktor	2	2
	Specifik belastning personal	0,42	0,12
Inläckage	Torrvädertillskott 0,05–0,15 l/s*ha	0,1	0,045
	Regnvattentillskott 0,2–0,7 l/s*ha	0,4	0,18
	Läckvattentillskott	0,6	0,225
Dim flöde	Dimensionerande flöde, Q_{dim}	2,36	0,62
	Säkerhetsfaktor	1,5	1,5
	Flöde med säkerhetsfaktor	3,54	0,93

5.2.2 Vatten

Vattenförbrukning för verksamheter varierar stort. Enligt P114 kan medelförbrukningen uppskattas med hjälp av specifik förbrukning som är baserade på statistik från ett antal svenska kommuner insamlade under lång tid. Framräknade värden måste dock beaktas som osäkra, då variationerna kan vara betydande mellan verksamheter.

För skolan med ca 500 elever uppskattas Q_{dim} till ca 2,6 l/s.

För förskolan med ca 100 elever uppskattas Q_{dim} till ca 0,7 l/s.

5.2.3 Brandvatten

Rekommenderat uttag från brandposter beror på bebyggelsen i området. För verksamheter med normal brandbelastning, som inkluderar skolor, är erforderligt brandpostuttaget ca 20 l/s.

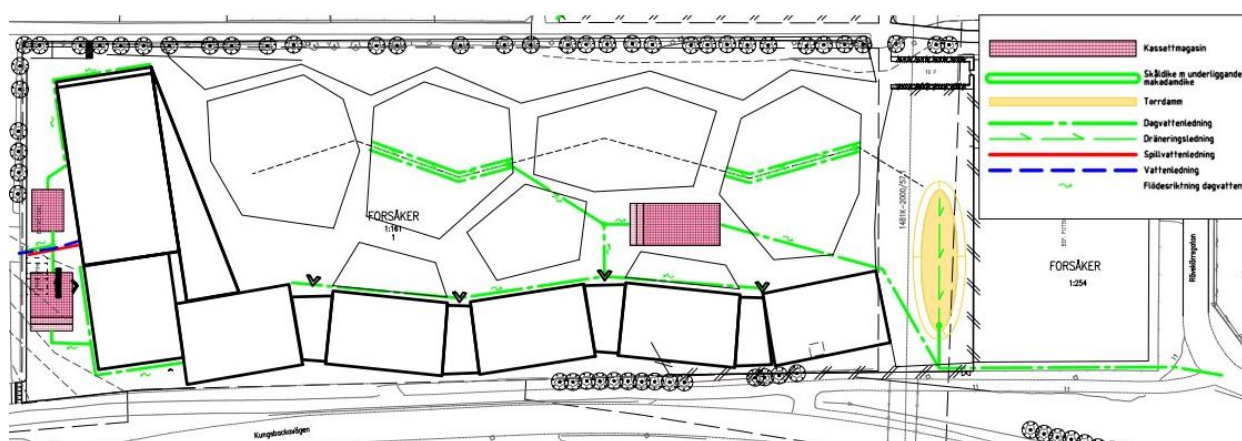
6. Föreslagna åtgärder

6.1 Fördröjning av dagvatten

Föreslagen dagvattenhantering inom planområdet har dimensionerats enligt Mölndal Stads riktlinjer och dagvattenpolicy, se kapitel 2. Föreslagen dagvattenlösning redovisas i Bilaga 3. Redovisad lösning visar behovet för dagvattenhanteringen på ett övergripande sätt. Exakt utformning samt placering av de olika anläggningarna bestäms i fortsatt arbete, med fördel in samråd med gestaltning.

6.1.1 Föreslagen fördröjningslösning – Skolan / 1:161 (1)

Föreslagen fördröjning för skolan redovisas i Figur 18. För skolan föreslås avrinningsområde A* fördröjas i kassettmagasin, då det finns begränsad utrymme för ytliga anläggningar. För avrinningsområde D-a* föreslås ett gräsbeklätt skåldike med underliggande makadamdike på innegården, som avleds till kassettmagasin för ökad fördröjningsvolym. För avrinningsområde D-b* föreslås ett gräsbeklätt skåldike med underliggande makadamdike som avleds vidare till en torrdamm. Tabell 11 beskriver ytanspråk och fördröjningsvolym för respektive lösning. Kassettmagasinen utförs med tätduk.



Figur 18 Lösningförslag dagvattenhantering skolan, redovisas även i Bilaga 3.

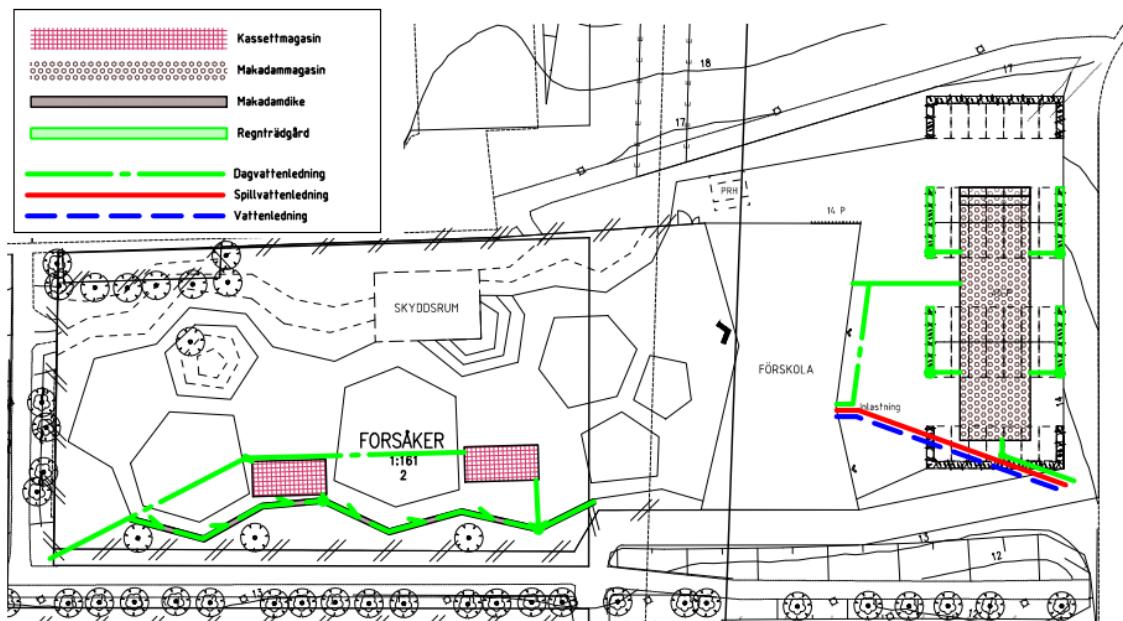
Tabell 11 Ytanspråk och fördröjningsvolym för föreslagna lösningar för skolan

Anläggning	Area (m ²)	Fördröjningsdjup (m)	Fördröjd volym (m ³)
Torrdamm	220	0,1	22
Dagvattenkassetter A*	214	0,38	81
Dagvattenkassetter D-a*	218	0,38	83
	Längd (m)	Fördröjd volym/m (m ²)	Fördröjd volym (m ³)
Skåldike med makadamdike	70	0,38	26
Totalt			212

6.1.2 Föreslagen fördröjningslösning – Förskolan / 1:161 (2)

Föreslagen dagvattenhantering för förskolan redovisas i Figur 19. För avrinningsområde B* föreslås ett makadamdike som avleds till kassettmagasin för ökad fördröjningsvolym. För avrinningsområde E* föreslås regnträdgård vid parkeringen som reningsåtgärd, kopplat till ett makadammagasin för ökar fördröjningsvolym och

ytterligare sedimentation. Då inga åtgärder görs för cykelvägen föreslås ingen tillkommande dagvattenlösning. Makadammagasinet och kassettmagasinen utförs med tätduk.



Figur 19 Lösningförslag dagvattenhantering förskolan

Anläggning	Area (m ²)	Fördröjd volym/m (m ³)	Fördröjd volym (m ³)
Dagvattenkassetter B*	105	0,38	40
Makadammagasin	366	0,15	55
Regnbädd	40	0,15	6
	Längd (m)	Fördröjd volym/m ² (m ³)	Fördröjd volym (m ³)
Makadamdike	69	0,09	6
Totalt			108

6.1.3 Säkerhetsperspektiv i utformning av dagvattenlösningar i skolmiljö

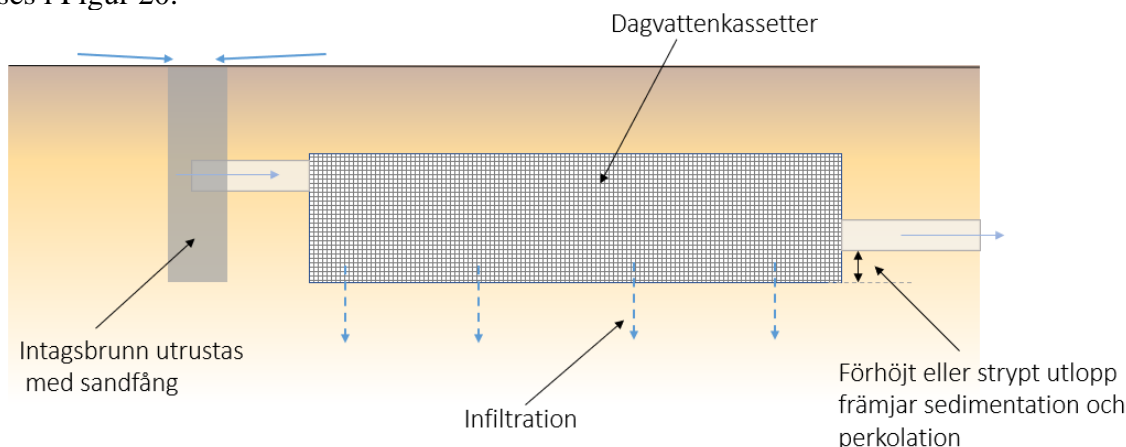
Då planområdet innefattar både verksamhet för skola och förskola bör dagvattenanläggningarna utformas men extra hänsyn till säkerhet. Om barn ska vistas i närhet till dammar och översvänningsytor är det viktigt att ha ett säkerhetsperspektiv kring vattennivåer. I Boverkets byggregler (BFS, 2011:6) nämns det i avsnitt 8:951 *Fasta bassänger avsedda för bad eller simning* att fasta bassänger på tomter ska ha ett tillfredsställande skydd mot barnolycksfall. En plaskdamm eller motsvarande med maximalt 0,2 meters vattendjup behöver dock inget särskilt skydd.

MSB rekommenderar att vid områden där barn vistas, t.ex. bostadsgårdar i flerbostadshusområden och skolområden, bör det vara lågt vattendjup (mindre än 20 cm) särskilt nära vattenkanten. Vid större vattendjup bör anläggningen vara försedd med säkerhetsanordningar som t.ex. flacka slänter gärna uppemot 1:6. (MSB, 2013)

6.1.4 Kassettmagasin

Dagvattenkassetter är gjorda av plast och har en hålrumsvolym på ca 95 % vilket gör att det upptar ca 1/3 av ytbehovet jämfört med ett makadammagasin. Kassetter är generellt sätt också lättare att anlägga än rörmagasin.

Kassettmagasin med dagvattenkassetter kan även anläggas med inspektionsmöjlighet, vilket underlättar för spolning av magasinet och därmed ökar deras livslängd. Med fördel kan brunnar innan kassettmagasinet inlopp utrustas med sandfång för att minska belastningen till magasinet och förlänga livslängden. Kassetter är flexibla då det kan anläggas med endast 0,4 m täckning vid normal last och 0,8 m vid trafiklast. Princip för dagvattenkassettmagasin kan ses i Figur 20.



Figur 20 Princip kassettmagasin

Kassettmagasin är i sig ej täta magasin, så infiltration till grundvattnet kan då ske beroende på den underliggande marken. Detta innebär också att magasinen måste anläggas över grundvattennivån för att hela volymen ska kunna utnyttjas till fördröjning. Förlägg magasinet under grundvattenytan måste det anläggas inklädda i tätdukar. Inom planområdet är infiltrationskapaciteten sannolikt begränsad, så fördelarna som kan uppnås med infiltration som naturlig grundvattenbildning och avlastning av dagvattensystemet är troligen begränsad. Då det även förekommer ett högt porvattentryck i leran inom planområdet rekommenderas magasinen att kläs in i tätduk. Då behöver risk för upplyftning av magasinen studeras. Dagvattenkassetter bör regelbundet inspekteras och spolade för att behålla en långs livslängd, inspektion bör göras ca 1 gång/år.

Antingen anläggs kassetter i flera lager samlat som ett rent fördröjningsmagasin eller staplas efter varandra för att också utöver fördröjning få en avledande funktion. Areaanspråket som illustreras i lösningsförslaget är baserat på att kassetterna läggs i ett lager för att minska anläggningsdjupet.

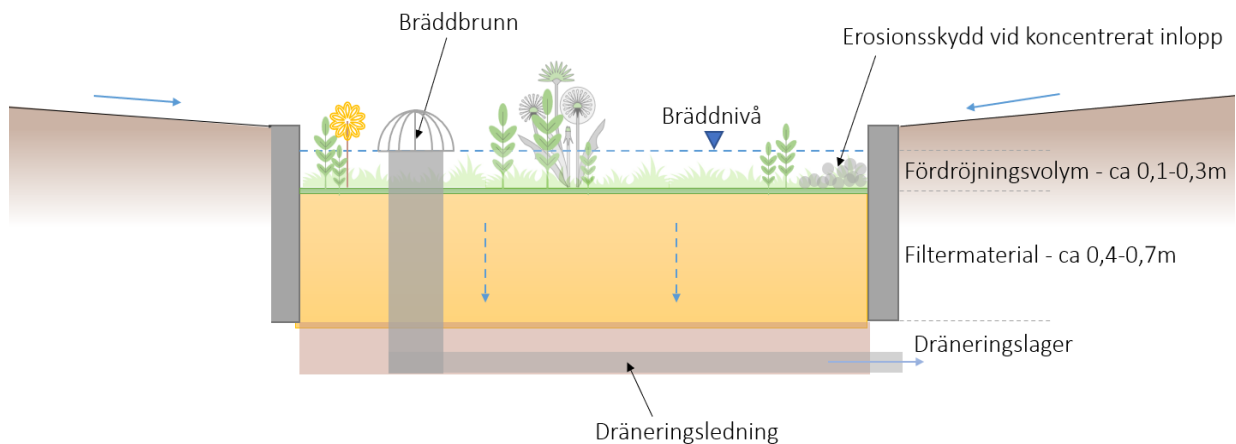
I föroreningsberäkningarna har kassettmagasinen endast räknats som fördröjningsmagasin, ej som underjordiskt sedimentmagasin som det kan bli om magasinet t.ex. utformas med ett förhöjt utlopp.

6.1.5 Regnträdgård

Regnträdgård, nedsänkt växtbädd, biofilter och regnrabatt är olika ord för samma dagvattenlösning där funktionen primärt är rening av dagvatten. Regnträdgårdar kan även användas för att fördröja mindre volymer vatten och även bidra med ett estetiskt inslag till omgivningen.

Under vissa perioder står regnträdgården torr, växtval bör därmed göras med omsorg så att regnträdgården även blir ett tilltalande inslag även under torrperioder. Val av växtlighet bör göras med hänsyn till fluktuerande vattennivåer och upptagningsförmågan av näringsämnen.

Inloppen till regnträdgården bör förses med erosionsskydd så att växtligheten inte skadas vid högre vattenflöden. Princip för regnträdgård illustreras i Figur 21.



Figur 21 Princip för nedsänkt regnträdgård

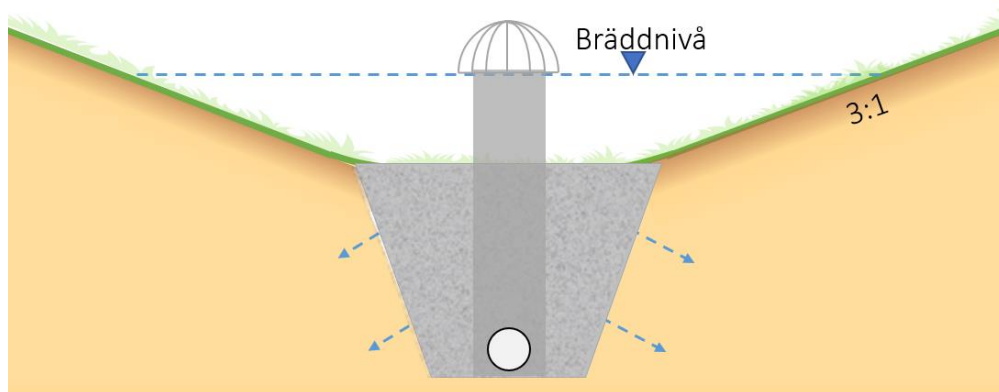
Regnträdgården kommer att utjämna flödestoppar och medföra en rening av dagvattnet genom sedimentation och upptag av de näringsämnen som finns i dagvatten till växtligheten. Botten i regnträdgården bör vara cirka 10–30 cm under kringliggande ytor för att skapa en ytlig fördröjningszon. Då barn vistas i närheten rekommenderas en maximal nedsänkning på 20 cm för regnträdgårdarna inom planområdet.

Regnträdgårdar kräver en viss drift, som kontinuerlig skötsel av vegetationen i biofiltret. Skötseln är jämförbar med skötsel av en robust perennplantering. Brädd och inlopp bör inspekteras ett par gånger om året eller efter kraftiga skyfall för avlägsna eventuellt skräp som ansamlas och kan orsaka blockeringar. Utlopp/brädd bör kontrolleras så att det är helt så att fördröjningsfunktionen ej slås ut.

6.1.6 Gräsdike och makadamdike

Diken är ett enkelt system för trög avledning av vatten, rening samt möjlighet till fördröjning.

Ett gräsbeklätt dike med flacka slänter, svackdike, bidrar med både flödesutjämning och viss rening. Förses diket med strypt utlopp kan även en fördröjande effekt uppnås, se Figur 22. Diket kan utföras med ett underliggande hålrumsmagasin, ett makadamdike, för att utöka fördröjningskapaciteten – vilket rekommenderas för skolområdet. Om infiltrationskapaciteten i omkringliggande mark är begränsad, som den troligen är inom planområdet, kan en dränledning vara nödvändig för att ej få stillastående vatten under en längre tid. Där det ej finns tillräckligt med plats för ett svackdike kan endast ett makadamdike placeras, föreslaget för förskolegården.



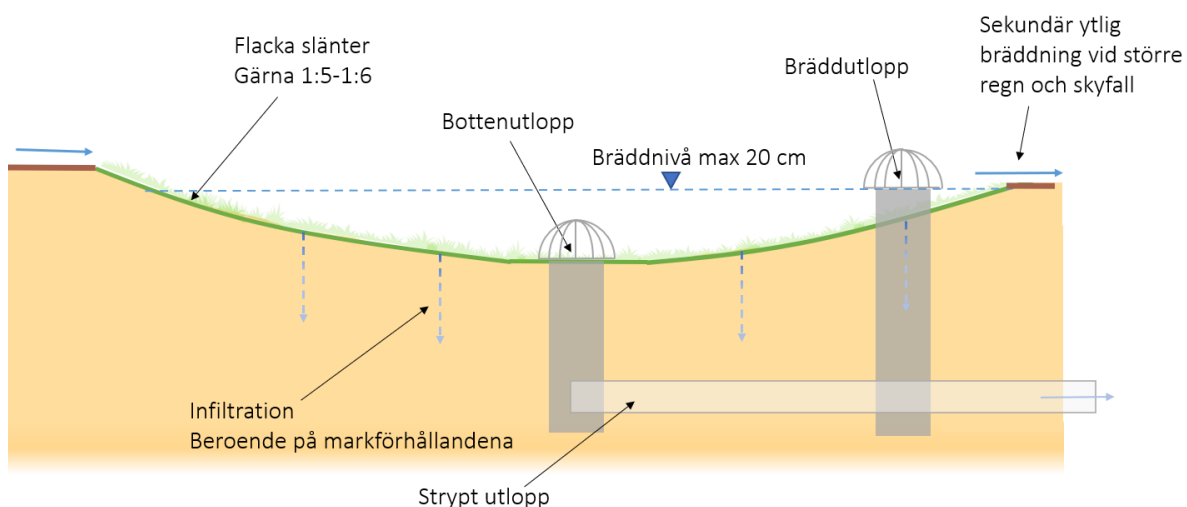
Figur 22 Princip svackdike

Löpande underhåll behövs för diken i form av bortrensande av material, gräsklippning och rensnings av sediment. Kontroll av utlopp bör också göras löpande för att säkerställa att den fördröjande funktionen kvarstår.

6.1.7 Torrdamm

Torra dammar är nedsänkta gröna ytor som används för att fördröja vatten vid höga flöden i samband med nederbörd. Vanligtvis är dammen torr men vid högre vattenflöden bildas en vattenspegel. Vattnet försvinner sen successivt genom infiltration alternativt ett avledande dike eller strypt utlopp. Dammen kan med fördel utformas så att den blir ett tilltalande inslag även under torrperioder, till exempel låta den utgöra en parkyta eller liknande som kan utnyttjas när det ej står vatten i dammen.

Utöver de estetiska och ekologiska mervärdena vid denna typ av lösningar så finns det även ett pedagogiskt värde, vilket kan vara extra värdefullt i en skolmiljö. Då barn kommer vistas i närhet till anläggningen blir dock utformningen ur ett säkerhetsperspektiv extra viktig. Enligt principerna redovisade i kapitel 6.1.3 föreslås dammen ha en bräddnivå med ett maximalt djup på 20 cm. Utöver bräddutlopp bör även en sekundär bräddningsväg finnas ytlades, för att säkerställa att vattendjupet ej överstiger 20 cm. Slänterna på dammen bör vara flacka, gärna 1:5 eller 1:6. Princip för torrdamm illustreras i Figur 23.



Figur 23 Princip torrdamm

6.1.8 Gröna tak

För att minska fördröjningsvolymen under och ovan mark kan gröna tak vara ett möjligt komplement till den föreslagna dagvattenhanteringen. Gröna tak är främst en fördröjningsåtgärd då det vatten som hamnar på taken i regel ej är särskilt förorenat. Men som fördröjande åtgärd är det från många perspektiv en bra lösning då taket har en viss fördröjningskapacitet genom sin vattenhållande förmåga, samt bidragande till mer avdunstning.

Enligt P105 (Svenskt vatten, 2011) beräknas gröna tak inte ge någon avrinning för regn upp till 5 mm. Vid större regn blir taket mättat och avrinningskoefficienten ökar upp till 1. I beräkningen räknas därmed gröna tak med samma avrinningskoefficient som vanligt tak, men en fördröjning på 5 mm medges i fördröjningsberäkningen. Tabell 12 illustrerar möjlig fördröjning via gröna tak för 50% respektive 100% av takytan på skolan och förskolan utgjordes av gröna tak.

Tabell 12 Fördröjning gröna tak
*Baserat på P105

Andel gröna tak		Grönt tak (m ²)	Fördröjning mm/m ² *	Fördröjning (m ³)
100%	Skola	4877	5	24
	Förskola	740	5	4
	Totalt	5617	5	28
50%	Skola	2428	5	12
	Förskola	370	5	2
	Totalt	3808	5	14

Några mervärden med gröna tak är att de är isolering mot värme/kyla, bullerdämpning, estetiska värden och bidragande till biologisk mångfald (Vinnova, 2021). Egenskaperna för gröna tak varierar mellan vilken typ av tak som anläggs, t.ex. Sedumtak (Figur 24) eller biotoptak (Figur 25) För att inte belasta dagvattnet med ökad mängd näringsämnen bör konstgödsling minimeras och istället bör ett tak väljas med växer som tål näringsfattiga miljöer (Blecken, 2016). Gröna tak har ett visst underhållsbehov och taken behöver därmed vara åtkomligt på ett säkert sätt.



Figur 24 Sedumtak (Foto: Vegtech)



Figur 25 Biotoptak (Foto: Grönataksboken, Vinnova)

6.2 Rening av dagvatten och påverkan av miljökvalitetsnormer

För att beräkna föroreningsbelastningen och reningseffekten av de olika lösningarna har dagvatten- och recipientmodellen StormTac WEB (version v21.4.2) använts. Modellens schablonvärden, som används för att beräkna föroreningskoncentrationer, bygger på ett stort antal studier för olika typer av markanvändning där flödesproportionella föroreningsmätningar genomförts. Modellen baserar sina beräkningar på historiska mätningar, vilket medför en del osäkerheter. Osäkerheterna är bl.a. kopplade till val av markanvändning, samt vilka och hur många referensmätningar som ligger till grund för schablonhalterna. Beräkning har gjorts på befintlig markanvändning för 4 avrinningsområden (A-D), planerad markanvändning för 6 avrinningsområden (A-C, D-a, D-b och E, se Figur 26) utan reningsåtgärder samt på planerad markanvändning med föreslagna reningsåtgärder.

Figur 26 Framtida avrinningsområden för Föroreningsberäkning



Tabell 13 visar beräknade föroreningshalter för befintlig situation, efter exploatering utan rening, efter exploatering med föreslagna lösningar. Mer detaljerat resultat från föroreningsberäkningen kan ses i bilaga 4 och 5. Gråmarkerade visar värden som överskrider Mölndals kommuns riktlinjer för rening av dagvatten.

Tabell 13 Resultat föroreningsberäkning.

SCENARIO	Före exploatering	Efter exploatering		Riktlinjer
PARAMETER (µg/l)	INGEN RENING	FÖRE RENING	EFTER RENING	MÅLVÄRDEN I UTSLÄPPSPUNKT (µg/l) *
P	87	84	71	50
N	1 200	1 200	820	1250
Pb	2,4	2,2	1,1	14
Cu	11	11	7	10
Zn	21	21	9,8	30
Cd	0,28	0,26	0,16	0,4
Cr	3,6	3,5	2,2	15
Ni	3,3	3,1	1,9	40
Hg	0,019	0,019	0,014	0,05
SS	14 000	13 000	7600	25 000
Oil	280	280	92	1000
BaP	0,013	0,013	0,009	0,05
Benz	0,058	0,053	0,034	10
TBT	0,0016	0,0016	0,00095	0,001
As	1,9	1,7	1	15
TOC	9 300	9 000	5 500	12 000
PCB 28	0,014	0,013	0,0086	0,014
PCB 52	0,020	0,018	0,012	0,014
PCB 101	0,0063	0,0058	0,0038	0,014
PCB 118	0,0068	0,0062	0,0041	0,014
PCB 138	0,0016	0,0015	0,00091	0,014
PCB 153	0,0013	0,0013	0,00084	0,014
PCB 180	0,0014	0,0013	0,00083	0,014

*riktlinjer för målvärden i utsläppspunkt enligt Miljöförvaltningen i Mölndals stad

Resultaten av föroreningsanalysen visar att föroreningshalten efter exploatering är liknande de befintliga förhållandena. Mölndals Stads målvärden överskrids för fyra ämnen; fosfor, koppar, TBT och PCB 52. Efter föreslagen rening överskrids endast ett målvärde, fosfor. Mängden har dock minskat från befintlig situation.

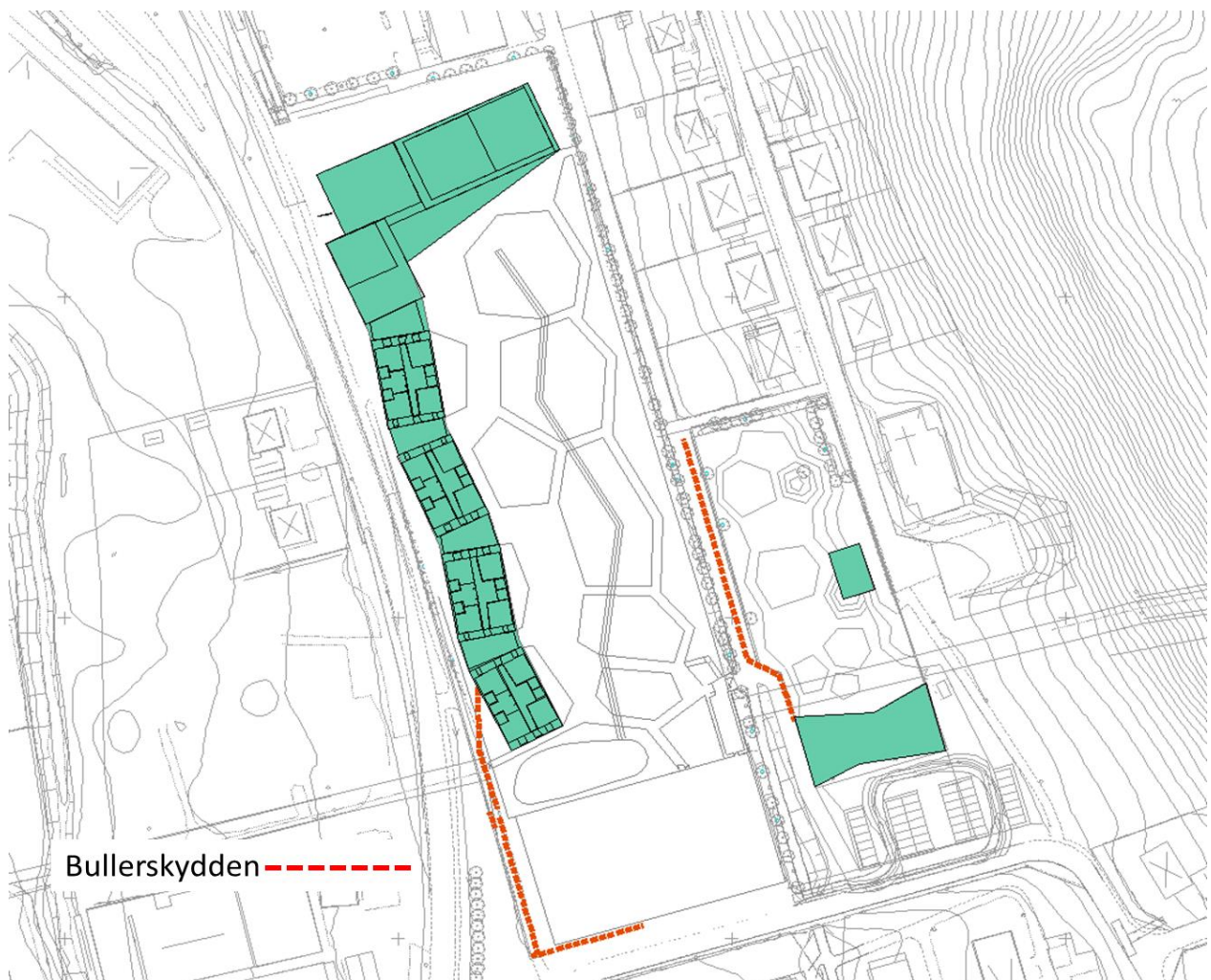
Detaljplanen bedöms därmed inte medföra en risk att MKN för Kålleredsbäcken påverkas på ett negativt sätt. Den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen bedöms inte försämrats på ett otillåtet sätt och möjligheterna att uppnå God status äventyras inte av åtgärderna.

6.3 Extremregn och översvämningsrisker

6.3.1 Analys av topografi

Analys av framtida utformning

Skyfallsanalysen jämför nuvarande situation (Kapitel 3.6) med framtida utformning (Figur 27). Utöver de framtida byggnaderna adderas ny höjdsättning för innergårdarna samt två bullerskyddsvallar i analysen (Figur 27). Eftersom SCALGO Live inte kan bedöma effekten av öppningar i bullerskyddsvallarna gjordes antagandet att dessa är täta. Analysen utgår då från värsta tänkbara scenario. Analysen hjälper för planering vid ytterligare utredningar för utformning av de åtgärder som krävs. Planområdet med antagna bullerskyddsvallarna visas i Figur 27.

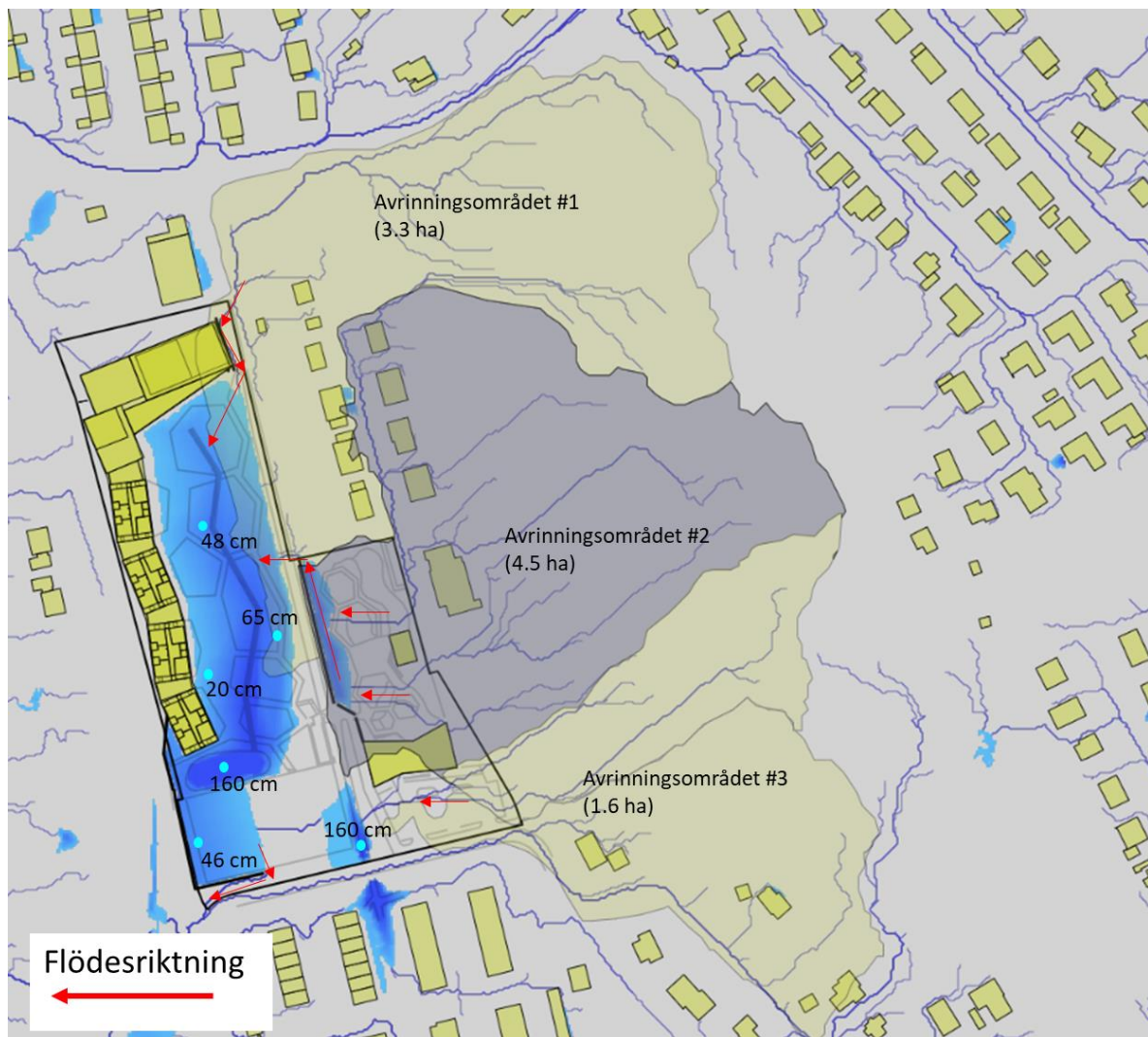


Figur 27 Planerad bebyggelse inom planområdet samt scenarier för bullerskydden

Resultaten av skyfallsanalysen i SCALGO Live visar att det finns stora översvämningrisker inom planområdet för framtida scenario, se (Figur 28). Bullerskydden skapar instängda områden där skyfallsavrinning ansamlas och hindras från att fortsätta vidare nedströms. Ytavrinningen från avrinningsområdet #2 (4,5 ha) avleds mot förskolan och blockeras av bullerskyddsvallen innan det rinner norrut och fortsätter till skolans innergård (Figur 28). Översvämningrisken inom förskolans område orsakat av bullerskyddet är inte så stor. Vatten ansamlas främst bakom bullerskyddet där ett fördröjningsdike är placerat med bräddfunktion ut från förskolans område.

Ny höjdsättning av skolområdet och bullerskyddsvallen längst Kungsbäcksvägen skapar stor översvämningrisk för skolområdet. Avrinning kommer från ett stort område uppströms (avrinningsområden #1, #2 och #3 på totalt ca. 9,4 ha) och blockeras bakom bullerskyddsvallen med konsekvens att hela skolområdet riskerar att översvämmas (Figur 28) innan det till slut bräddar över bullerskyddsvallen till söder om fotbollsplanen. Översvämningdjupet för några punkter inom området visas i Figur 28.

Situationen i lågpunkten under Råvekärrsgatan förblir densamma som under det befintliga scenariot där det maximala vattendjupet är cirka 160 cm (Figur 28).



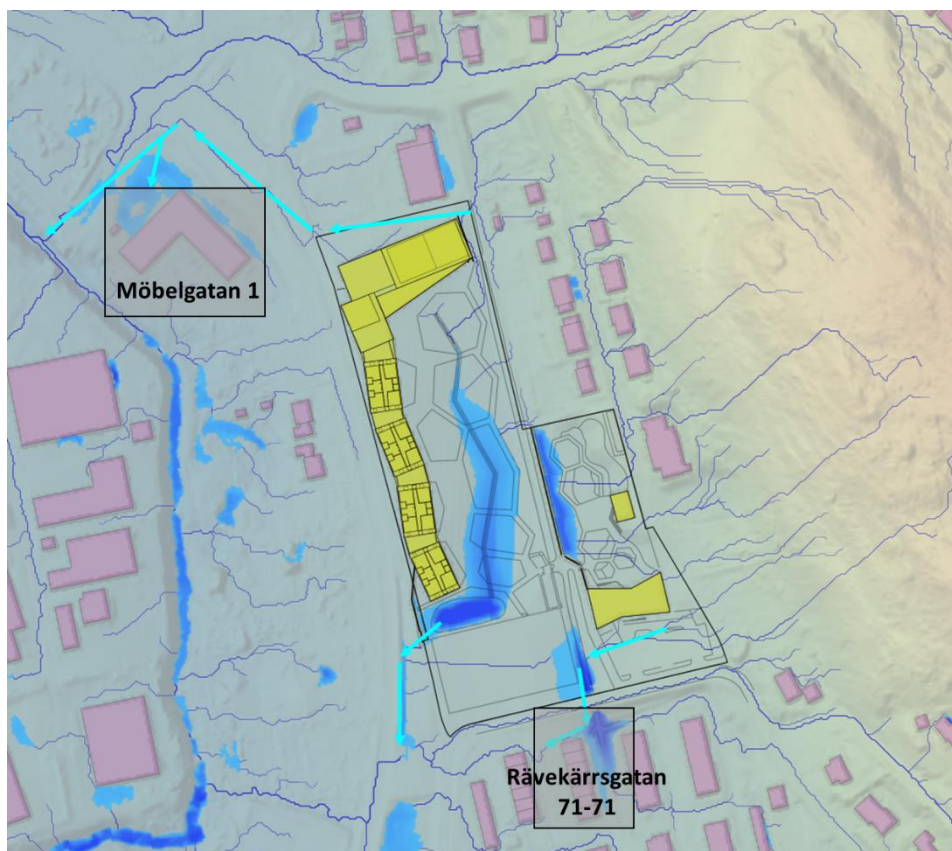
Figur 28 visar avrinningsvägar och instängda områden för framtida scenario)

Åtgärdsförslag

För att minska översvämningens risk för framtida scenario föreslås en öppning (ca 2–3 m bredd) i bullerskyddet för att leda vattnet genom bullervallen mot Kungsbackavägen (detaljer visas i Figur 30). Dessutom föreslås ett utrymme på minst 10 cm mellan bullerskyddsskärmarnas (för både skolan- och förskolans bullerskydd) underkant och marknivån. Detta möjliggör att ytvavrinningen kan ledas under bullerskyddet för att minska risken att vatten byggs upp bakom. Ytterligare behöver höjdsättning av området justeras så att ytvavrinningen leds mot förslagen öppning.

Effekten av förslagna åtgärder kan inte bedömas genom SCALGO Live. För att kunna utforma och dimensionera åtgärder behövs en dynamisk simulering. Genom en dynamisk simulering säkerställs att rätt avrinningsvägar och flödesmängder bedöms och tillräcklig storlek för varje åtgärd kan förutspås. Risken för byggnader som utsätts för skyfallsleder kan också bedömas genom att beräkna rätt flödesdjup.

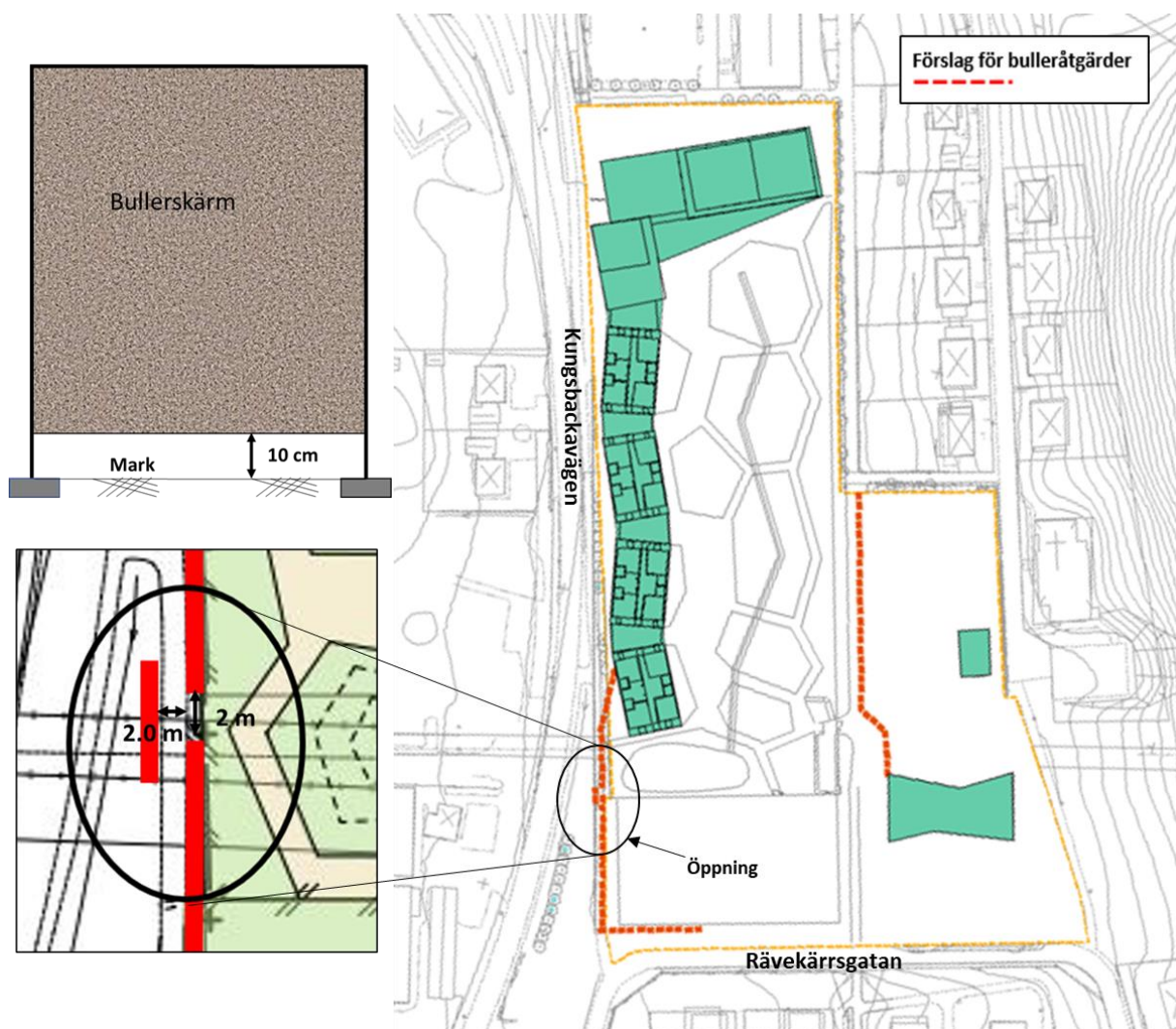
Den nya planutformningen och förslag till åtgärder ändrar flödessituationen i hela området. Därmed kan översvämningssituationen nedströms försämrats för två områden, Möbelgatan 1 och Råvekärsgatan 61–71 (Figur 29: A-B). Enligt Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall (Länsstyrelsen, 2018:5) behövs djupare skyfallsutredning utföras för att bedöma konsekvensen av planerade bebyggelser på befintliga byggnader som ligger nedströms Råvekärsskolan. Denna utredning bör utföras genom en dynamisk modellering för att visa förändringar i översvämningens djup och flöde.



Figur 29 Befintliga avrinningsvägar samt områden nedströms som kommer att påverkas av förändringar i planområdet

6.3.2 Dynamisk modellering

Utifrån resultaten från topografianalysen, (presenterade i kapitel 6.3.1) föreslås ny höjdutoformning för planområdet. Utformningen på bullerskyddsvallarna, vars påverkan testas vid en skyfallshändelse, föreslås enligt Figur 30. Utformningen av bullerskyddet omfattar hela södra skolgården (längst Kungsbackavägen) och östra fotbollsplanen (längst Råvekärrsgatan). Bulleråtgärder för förskolan sträcker sig längs cykelbanan (Figur 30). Eftersom preliminära analyser visar hög översvämningrisk vid instängning av området, föreslås ett utrymme på 10 cm mellan bullerskyddsskärmarnas underkant och marknivån (Figur 30). Detta möjliggör att vatten kan ledas under bullerskyddet för att minska risken att vatten byggs upp bakom det. En gångvägsöppning finns även placerad vid södra bullerskyddet mot Kungsbackavägen, som även fungerar som utloppsöppning från planområdet vid skyfall. Öppningen som visas i Figur 30 är 2 m bred och täcks av en separat skärm på ett avstånd av 2 m från öppningen (Figur 30).



Figur 30 Förslag för bulleråtgärder samt detaljer av öppningar i bullerskärmar.

För att beakta effekterna av den nya höjsättningen och bullerskyddsvallarna utfördes en dynamisk simulering i Mike 21 med 3 scenarier.

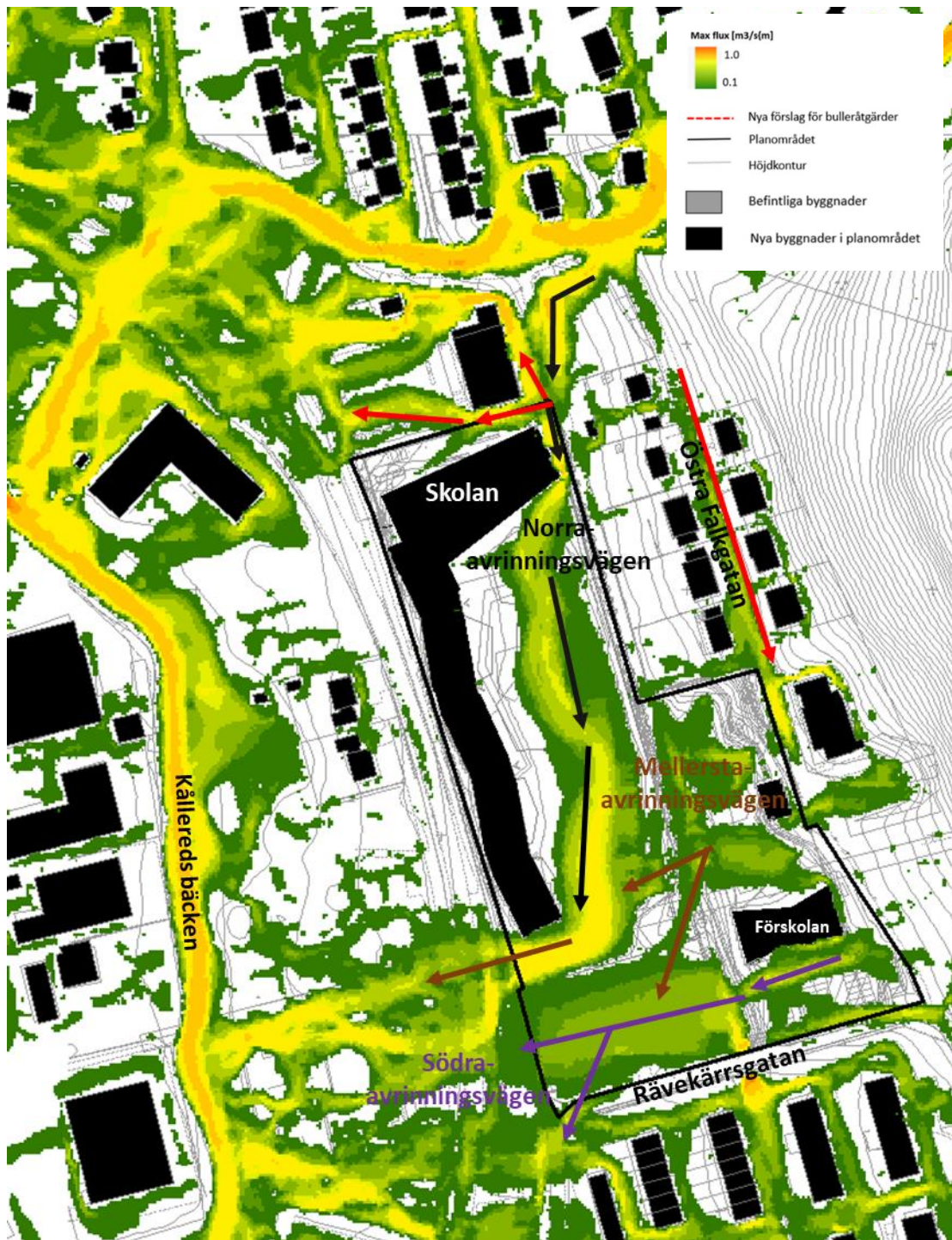
Scenario 1

I scenario 1 simulerades den föreslagna höjdsättningen utan bulleråtgärder för att visa påverkan av höjdsättningen inom planområdet. Resultaten visar hur flödet rör sig inom området, samt maximal vattennivå vid en skyfallshändelse utan påverkan av bullerskydd.

Resultaten visar tre huvudflödesvägarna inom planområdet, som illustreras med röda pilar i Figur 31. Södra avrinningsvägen utgörs av flödet som avleds från sydost om förskolan som rinner vidare genom förskolans parkeringsyta till lågpunkten i GC-banan under Råvekärrsgatan. När lågpunkten fyllts till det maximala djupet på 1,6 m, avleds vatten till fotbollsplanen. Därifrån avleds flödet i 3 flödesvägar, dels mot makadamdiket inom skolgården, dels västerut mot Kungsbackavägen samt sydväst mot Råvekärrsgatan (Figur 31).

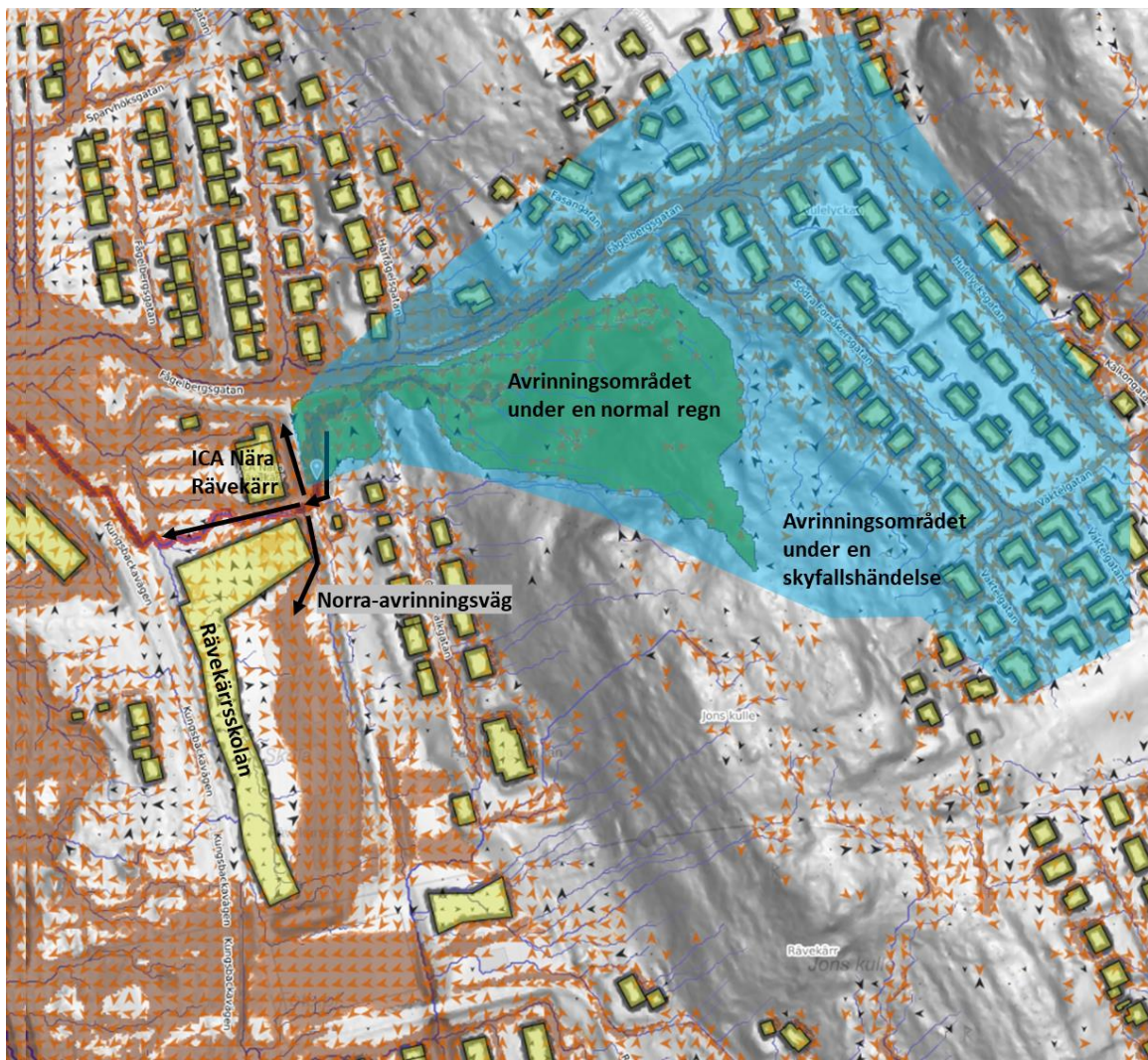
Mellersta avrinningsvägen utgör avrinningen från förskoleområdet, som när makadamdiket inom förskolegården är fullt avleds vidare västerut över skolgården och fotbollsplanen, och sen vidare mot Kungsbackavägen och slutligen Kålleredsbäcken (Figur 31).

Norra avrinningsvägen avleds genom den smala korridoren öster om nya skolbyggnaden vidare över skolgårdens dike, ansluter till skyfallsled 2 och avleds sedan vidare västerut mot Kungsbackavägen och slutligen Källeredsbäcken (Figur 31).



Figur 31 Max flöde inom planområdet för framtida scenario 1 under en skyfallshändelse med klimatanpassat 100årsregn.

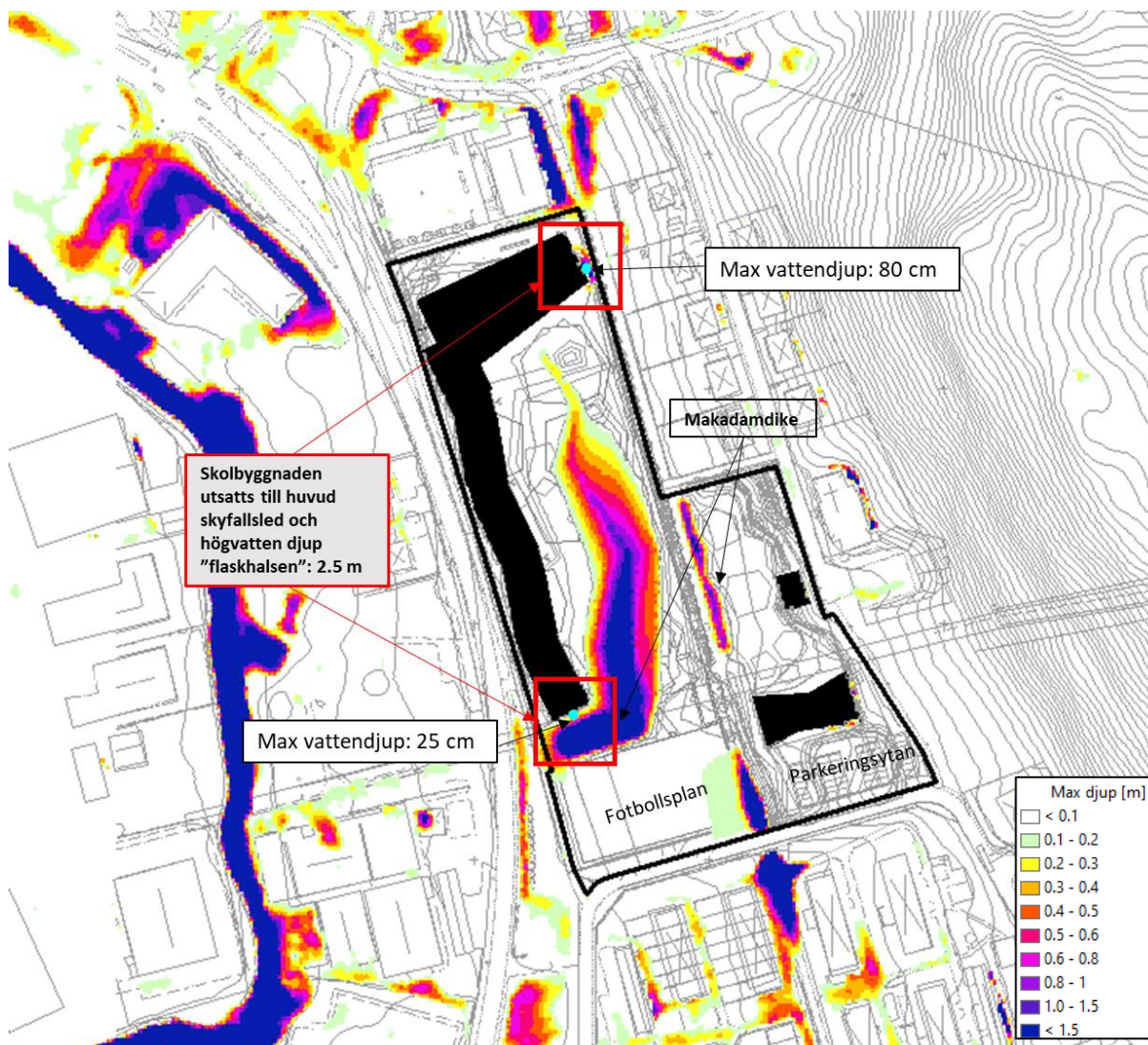
Flödet i norra avrinningsvägen kommer under ett normalt regn i själva verket från ett område i nordost om skolområdet, ett grönområde på ca. 2 ha (grönområdet i Figur 32). Under toppen av ett skyfall blir dock det bidragande avrinningsområdet större. Flödet avleds då i tre olika riktningar, bland annat mot skolområdet. Flödet avleds även norrut, bakom ICA-huset, och västerut direkt mot Kungsbackavägen (Figur 32).



Figur 32 Max flöde, flödesriktning och bidragande avrinningsområde för norra avrinningsvägen till planområdet

Maximalt vattendjup inom planområdet i scenario 1 redovisas i Figur 33. Resultat visar stående vatten inom området i mitten av skolområdet samt i de planerade dikena inom skolan och förskolans gårdar. Resultat också visar att vattendjupet stiger och skapar en "flaskhals" nordost av skolbyggnaden med vattendjup upp till 80 cm (Figur 33). För att åtgärda flaskhalsen föreslås en öppning från 2.5m i den aktuella planen till ca. 5.5–6 m. Ett annat alternativ är att skydda byggnaden lokalt mot upp till 80 cm stående vatten med hjälp av vattentät konstruktion så att byggnaden inte skadas. Effekten vid breddning av "flaskhalsen" testas i scenario 3.

Vattendjupen stiger också upp till 25 cm vid skolbyggnadens södra gavel. Översvämningdjupet vid förskolan medför inte stor risk. Vattendjupet stiger vid förskolans östra och södra del av förskolans byggnad upp till 15 cm (Figur 33), något som måste beaktas vid byggplanering.



Figur 33 Max vattendjup inom planområdet för scenario 1 under en skyfallshändelse med en klimatanpassat 100årsregn.

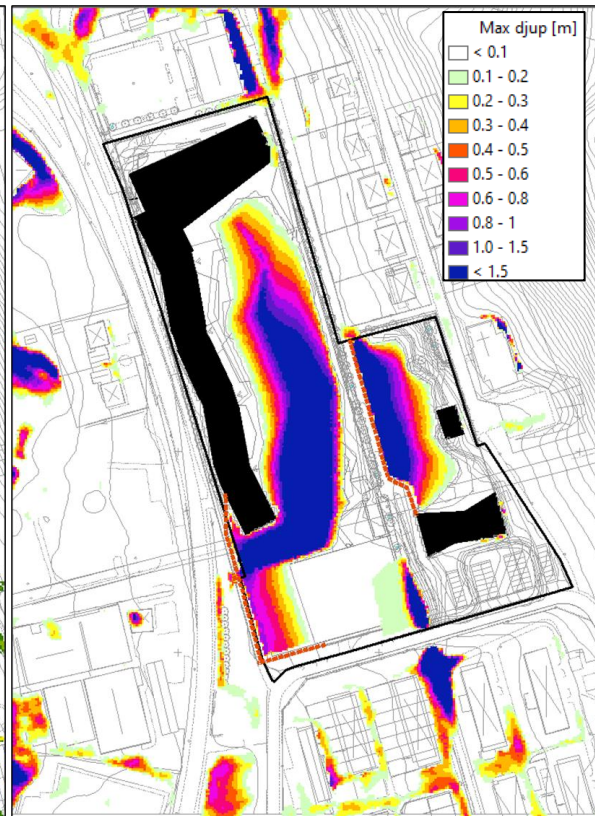
Scenario 2

I scenario 2 simulerades den föreslagna höjsättningen med bulleråtgärderna utan utrymme på 10 cm mellan bullerskärmarna och marknivån för att visa konsekvensen av ett skyfall när området är instängt. Öppningen på 2 m i bullerskyddet mot Kungsbackavägen inkluderades i simuleringen.

Resultaten för scenario 2 visar att utan utrymmet mellan bullerskyddens underkant och marken kan en skyfallshändelse leda till översvämning som täcker hela skolgården och även exponerar södra delen av skolbyggnaden med upp till 55 cm stående vatten. Stor del av förskolegården blir också översvämmad, även om översvämningsrisken för förskolsbyggnaden inte är speciellt stor. Figur 34 illustrerar flöde och Figur 35 maximalt vattendjup inom området för scenario 2.



Figur 34 Max flöde inom planområdet i scenario 2

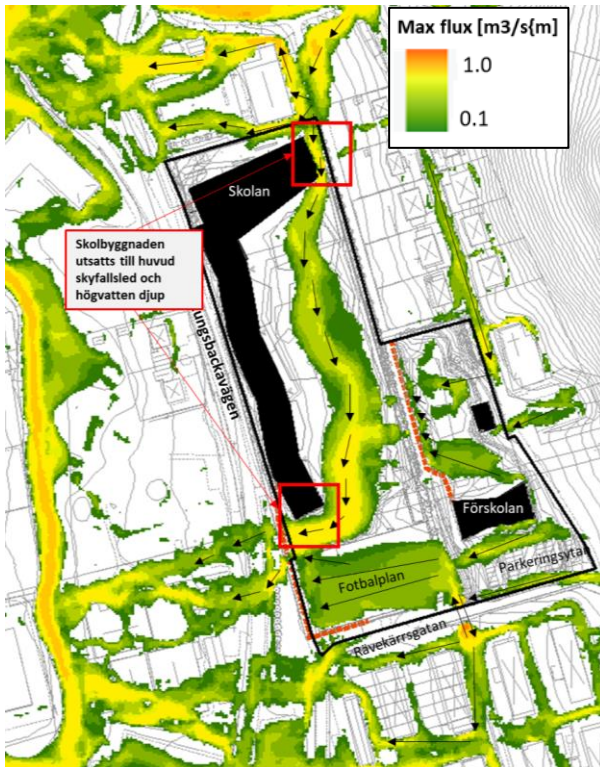


Figur 35 Max vattendjup inom området i scenario 2

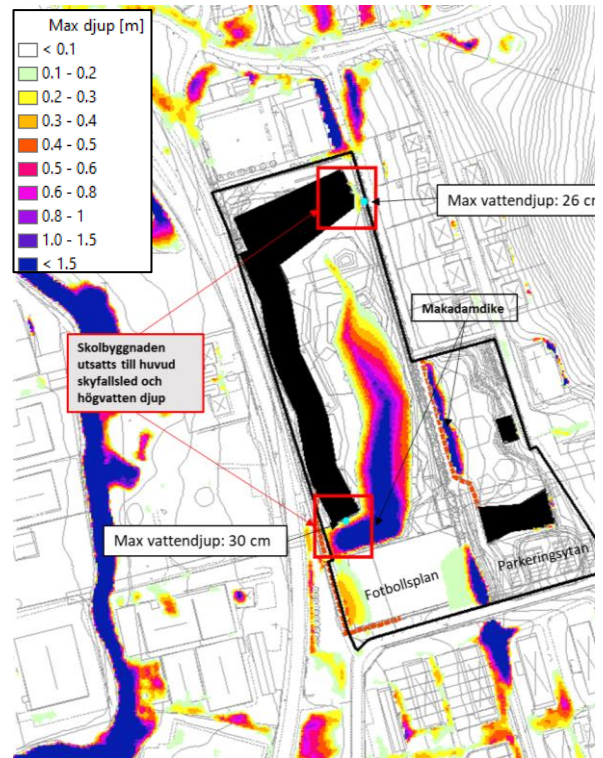
Scenario 3

I scenario 3 simulerades den föreslagna höjdsättningen med bullerskyddsåtgärderna, med ett 10 cm utrymme mellan mark och underkant bullerskyddsskärm. I Mike 21 simuleras detta som trummor med 10 cm höjd. Dessutom breddades "flaskhalsen" på norra sidan av skolbyggnaden från 2,5 m till ca. 6m. Resultaten visar att översvämningdjupet för scenario 3 inte förändrades mycket i jämförelse med det i scenario 1 (Figur 38). Detta innebär att bullerskyddsvallarna med deras åtgärder i form av öppningen på 2 m samt utrymme under skärmarna inte förvärra skyfallssituationen för området i någon större omfattning. Figur 38 visar att översvämningdjupet bakom bullerskyddsvallarna blir som värst 25 cm vid (1) fotbollsplanen och (2) vid makadamdiket inom förskolegården. Därmed påverkas inte byggnader eller säkerheten inne på gårdarna. Resultaten visar också att breddningen av "flaskhalsen" från 2,5 m till ca. 6 m kan reducera det maximala vattendjupet i norra delen av skolbyggnaden från 80 cm till 30 cm (Figur 38).

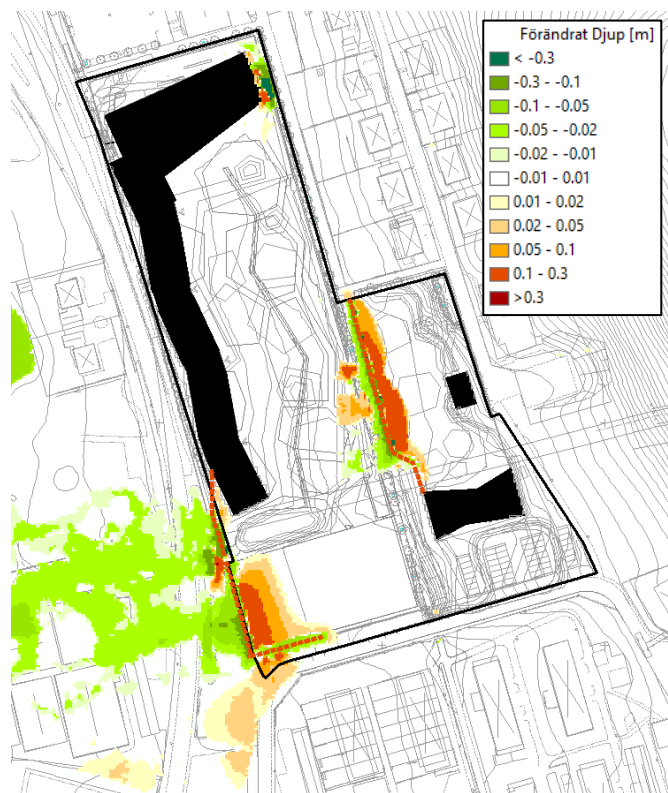
Slutligen visar resultatet av scenario 3 två stycken områden vid skolbyggnaden som påverkas, oavsett tillämpning av åtgärder, vid en översvämning. Dessa är (1) norra delen av bygganden (dvs "flaskhalsen") och (2) södra delen av byggnaden som båda ligger intill huvudskyfallslederna. Dessa områden behöver åtgärdas med lokala lösningar som t.ex vattentätning av konstruktion för att skydda byggnaden samt stoppa vatten från att tränga in i skolan under en skyfallshändelse. Det rekommenderas därför att ta hänsyn till huvudskyfallslederna i norra och södra delen vid planering och byggnation för att säkra byggnaderna mot översvämning. Även där vattendjupet når upp till ca 30 cm kan byggnader behöva åtgärder lokalt mot stående vatten och inträngning av vatten in i byggnaden. Jämförelse av scenario 3 med scenariot för befintlig förhållandet visar att förändringar i planområdet inte påverkar nerströms områden, då framför allt Möbelgatan 1 och Råvekärregatan 61–71 i Figur 29 .



Figur 36 Max flöde inom planområdet för framtida scenario 3 under en skyfallshändelse med klimatanpassat 100årsregn.



Figur 37 Max vattendjup inom planområdet för scenario 3 under en skyfallshändelse med en klimatanpassat 100årsregn.



Figur 38 Förändrat vattendjup – jämförelse av scenario 1 och 3

Extra fördröjnings scenarier – uppströms fördröjning

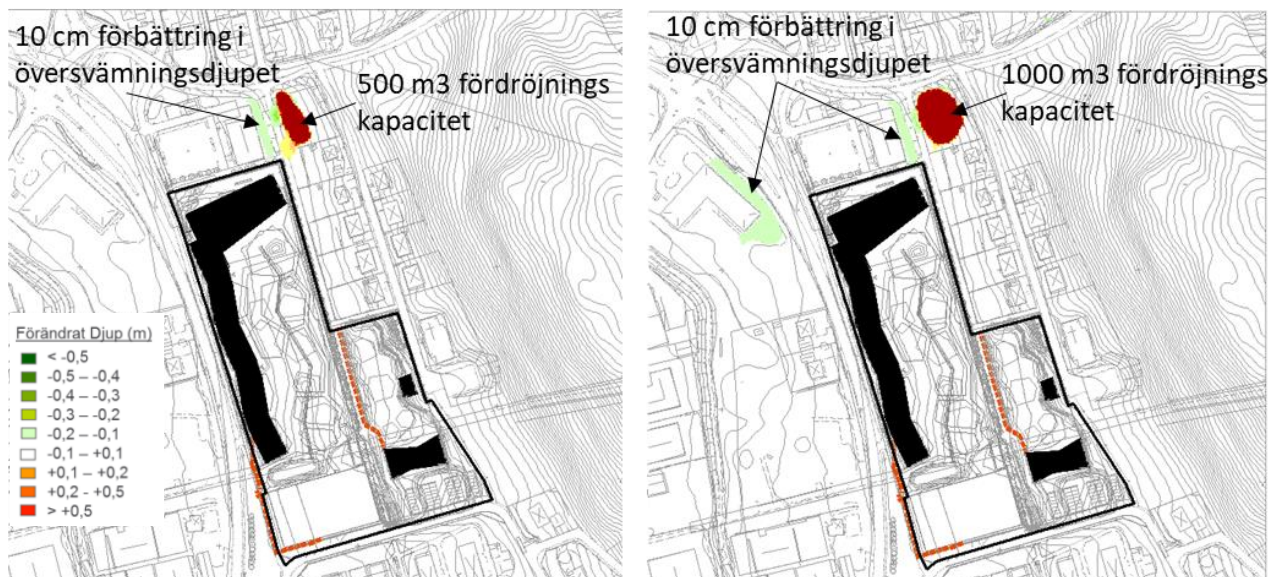
Två ytterligare scenarier utfördes för att undersöka om fördröjning uppströms planområdet kan hjälpa reducera påverkan av ett skyfall inom planområdet. I scenarierna i modellen testas

området öster om ICAs byggnad i norr om skolan att utföras som fördröjningsyta (Figur 39 markerat i grönt).



Figur 39 Placering av föreslagen fördröjningsyta

I de två olika scenarierna testades en fördröjningskapacitet på 500 och 1000 m³. Resultat visade att fördröjningen inte förbättrade situationen i speciellt stor omfattning och därför utvecklas inte denna lösning vidare i utrednings- och åtgärdsförslagen (Figur 40).



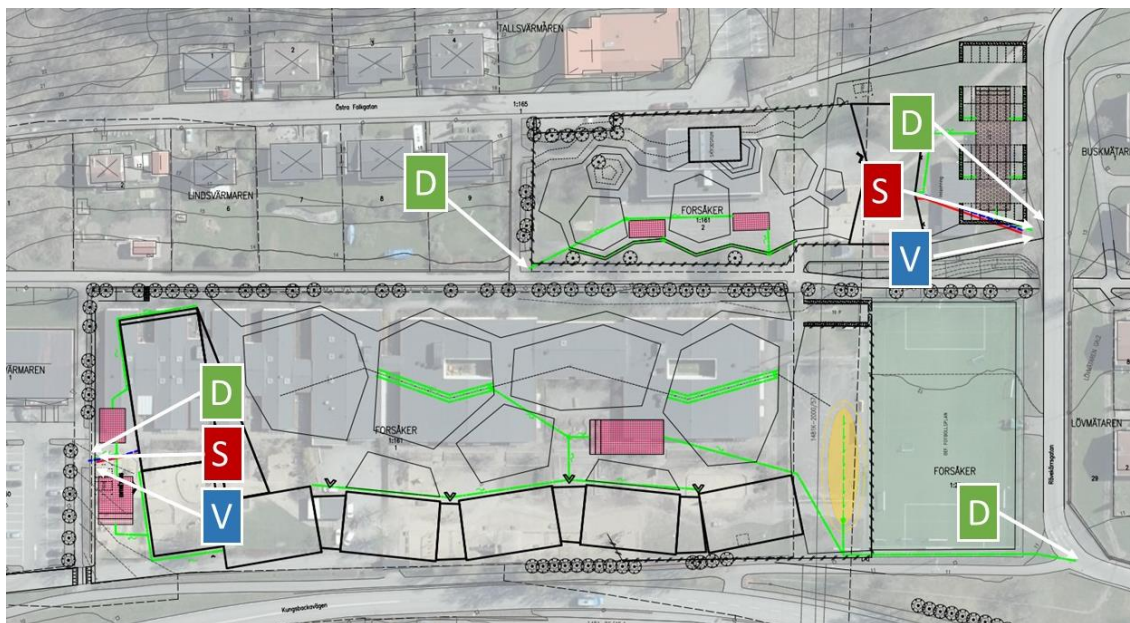
Figur 40 Förändrat vattendjup på grund av fördröjning av skyfallet uppström

6.4 Föreslagen VA-försörjning och anslutning till befintligt ledningssystem

För att förhindra fettutsläpp, som kan orsaka igensättning, till de allmänna VA-ledningarna ska avloppsvatten från planerade restauranger, gatukök, personalmatsalar, storkök etc. renas genom en fettavskiljare.

6.4.1 Anslutningspunkter

Anslutning till det kommunala dagvattensystemet föreslås enligt Figur 41, där befintliga serviser nyttjas i den utsträckning det går, men med två tillkommande serviser mot ledning i Råvekärrsgatan. Spillvatten och vatten föreslås anslutas till befintliga serviser.



Figur 41 Föreslagna anslutning till befintligt ledningsnät

För dagvatten går det ej att ansluta hela skolområdet till befintlig servis. Anslutning till D400 öster om 1:161 (1) ses ej som en möjligt för skolgården då vattengången i ledningen ligger på mellan +11,11 som lägst, vilket är ungefär samma höjd som befintlig mark för skolområdet.

Den föreslagna anslutningspunkten för avrinningsområde D är den befintliga D400BTG söder om planområdet i Råvekärrsgatan. För att säkerställa så avvattningen inte orsakar problem nedströms anslutningen, bör utflöden från fastigheten begränsas med strypning. Utflöde från delområdet föreslås begränsas till 19 l/s, vilket motsvarar avrinning från naturmark av motsvarande storlek. Strypningen gör att ett 10 års regn kan fördröjas i föreslagna dagvattenlösning. Uppgifter av tillgänglig kapacitet i befintligt nät finns ej.

För förskolan föreslås befintlig servis för 1:161 (2) nyttjas för förskolegården norr om förskolebyggnaden. För de ytor som idag avleds till ledning i Råvekärrsgatan via gång- och cykelbanan föreslås en direkt anslutning till ledningen i Råvekärrsgatan från fördröjningsmagasinen. Då avrinningsområde idag belastar denna ledning bedöms inte den tillkommande servisen öka belastningen på dagvattenledningen.

Kontroll av befintlig kapacitet i spillvattennätet vid anslutningspunkt visar att det förekommer god kapacitet i anslutningspunkt för skolan, Tabell 14. För förskolan kan ej uppskattat flöde uppströms beräknas, men då det tillkommande flödet från förskolan endast utgör en liten andel av totalakapaciteten i huvudledningen anses det ej utgöra ett problem med det flödet från förskolan.

Tabell 14 Kontroll kapacitet i spillvattennätet vid anslutningspunkt

Fastighet	Skola	Förskola	
Befintlig kapacitet	60	100	l/s
Uppskattat flöde uppströms	1,5	-	l/s
Tillgänglig kapacitet	58,5	-	l/s
Flöde skola	3,5	1	l/s

6.4.2 Vattentryck i anslutningspunkt

Då den planerade skolbyggnaden är högre än den befintliga måste erforderligt vattentryck i förbindelsepunkten säkerställas. Enligt Svensk vatten standard P114 bör vattentrycket i förbindelsepunkt vara minst 15 meter vattenpelare (mVp) högre än högsta tappställe, illustrerat i Figur 42. Erforderligt tryck i förbindelsepunkt uppskattas till minst +35.

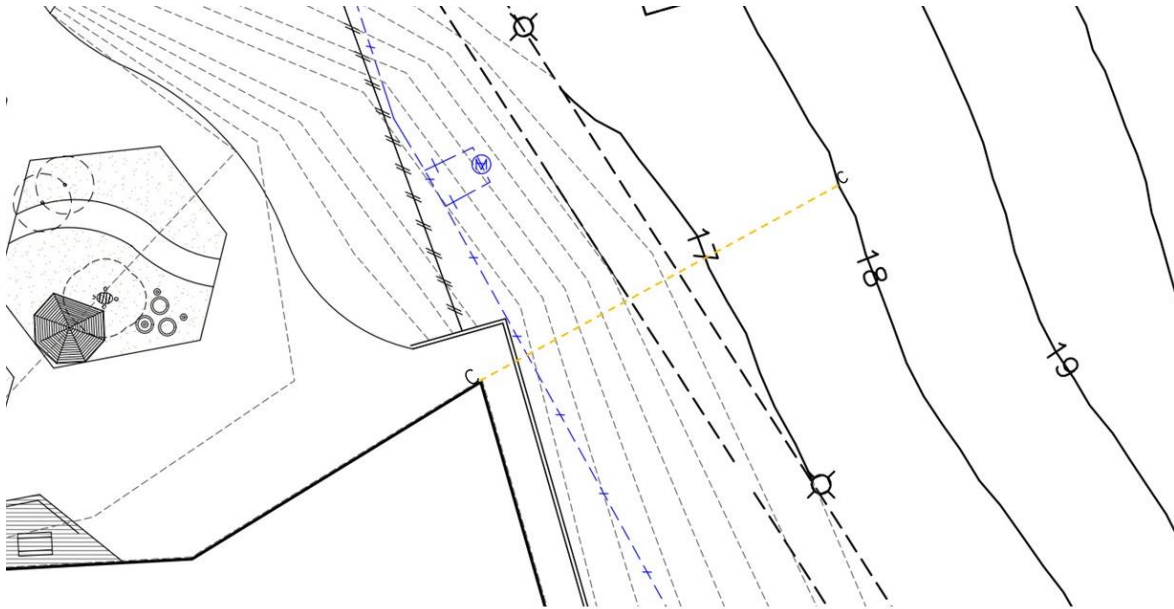


Figur 42 Princip erforderligt tryck i förbindelsepunkt

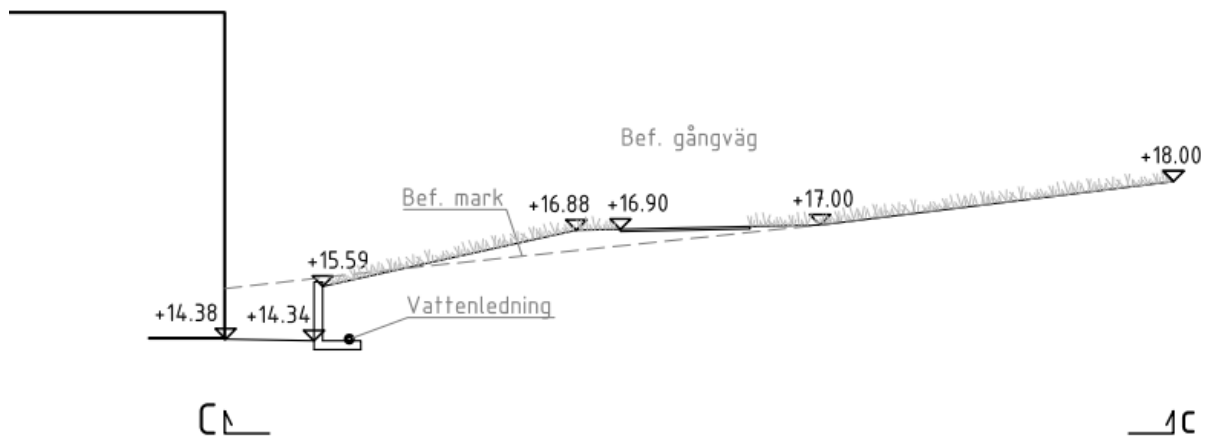
Vid kontroll av vattentrycket i närliggande brandposter visar ett tryck motsvarande 39–40 mVp. Enligt antaganden för högsta tappställe bör trycket i anslutningspunkt vara tillräckligt.

6.5 Flytt av befintliga ledningar

En vattenledning förlagd i planområdets östra del hamnar i närhet till den förslagna förskolebyggnaden och den stödmur som planeras omkring byggnaden, se Figur 43 och Figur 44.



Figur 43 Befintlig ledning i konflikt med ny bebyggelse



Figur 44 Sektion med konflikt mellan stödmur och befintlig vattenledning

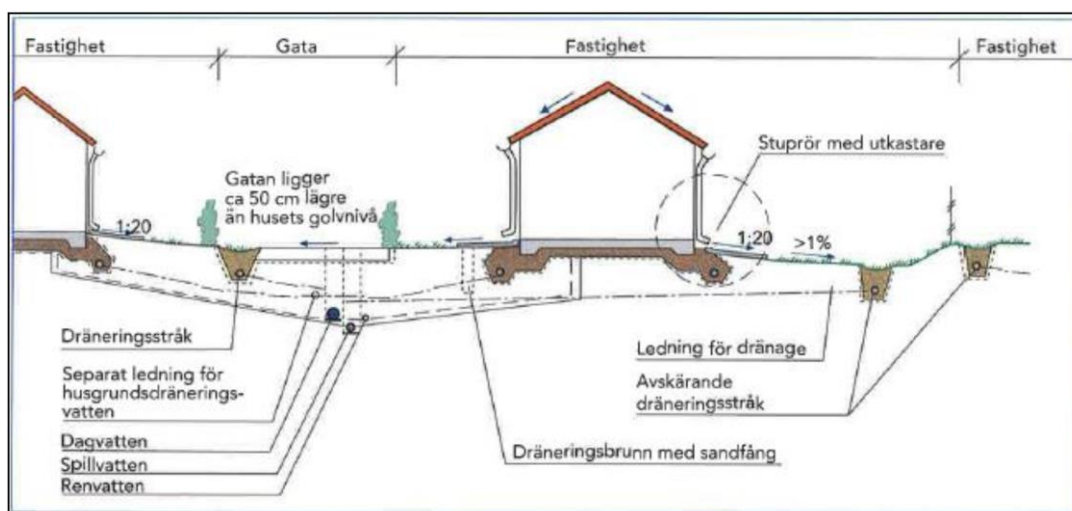
Antingen behöver föreskolebyggnaden justeras på så sätt att erforderligt avstånd mellan vattenledning och stödmur kan uppnås så att vattenledningen ej skadas. Om ledningen ligger kvar behöver det även säkerställas att ledningen fortsatt ligger frostfritt om marken ovan ledningen sänks, annars behöver det isoleras ovanför ledningen.

Om detta ej kan uppfyllas behöver vattenledningen läggas om i nytt läge i den befintliga gångvägen öster om planområdet.

6.6 Höjdsättning

Höjdsättning inom planområdet bör utformas så att marken faller från fasadliv med ett fall på minst 1:20 i ca 3 meter för att säkerställa avledning från husen och säkra mot översvämning. Vid övrig höjdsättning bör Svenskt Vattens principer följas, se Figur 45.

Färdigt golv på ny bebyggelse ska även vara minst 0,3 m över marknivån vid förbindelsepunkt. Förbindelsepunkten påverkar därmed färdig golvnivå på husen. För skolan ligger befintlig marknivå vid förbindelsepunkt på ca +11,30, vilket innebär en färdiggolvnivå på +11,60. För förskolan planeras marken att höjas vid förbindelsepunkt till ca +14, vilket då innebär en färdiggolvnivå på +14,30.



Figur 45 Svenskt vattens principer för höjdsättning (Svenskt vatten P105)

6.7 Ansvarsfördelning för föreslagna dagvattenåtgärder

I Mölndal Stads ”Riktlinjer för rening av dagvatten” framgår det att respektive fastighetsägaren och ansvarar för avvattningen av sin fastighet fram till förbindelsepunkt. Från förbindelsepunkten vidare till recipienten ansvarar Tekniska förvaltningen för dagvattenhanteringen. För att vattnet som släpps ut från de kommunala anläggningarna till recipienten ska uppnå Miljöförvaltningens riktlinjer behöver VA-huvudmannen ställa krav på respektive fastighetsägare som släpper dagvatten till ledningsnätet.

Fastighetsägaren ansvarar för att fördröja och rena det dagvattnet från hårdgjorda ytor inom fastigheten innan det når förbindelsepunkten.

7. Kostnads kalkyl

En översiktlig bedömning av investeringskostnader för de föreslagna dagvattenanläggningarna har genomförts. Kostnaderna är framtagna med hjälp av uppgifter från olika studier, KP-fakta samt kostnadsinformation från olika leverantörer.

För vissa anläggningar varierar kostnadsuppskattningarna stort mellan olika källor. Kostnaderna i denna utredning bör därmed ses endast som en grov uppskattning för investerings- och driftkostnader.

Dagvattenanläggning	Investeringskostnad			Driftkostnad		
	á pris	enhet	Kostnad	á pris	enhet	Kostnad/år
Skolan						
Dagvattenkassetter	6 000 kr	kr/m ³	984 000 kr	750	kr/h	3 000 kr
Makadamdike + dike	1 600 kr	kr/m	112 000 kr	5	kr/m ²	350 kr
Ledningar och brunnar			600 000 kr			
Totalt skolan			1 696 000 kr			3 350 kr
Förskolan						
Dagvattenkassetter	6000	kr/m ³	240 000 kr	750	kr/h	3 000 kr
Regnträdgård	3500	kr/m ³	14 000 kr	25	kr/m ²	100 kr
Makadamdike	1400	kr/m	98 000 kr	5	kr/m ²	350 kr
Makadammagasin	4200	kr/m ³	231 000 kr	-		-
Ledningar och brunnar			250 000 kr			
Totalt förskolan			833 000 kr			3 100 kr
Total kostnad dagvattenanläggningar			2 529 000 kr			6 450 kr

Figur 46 Kostnader för föreslagna dagvattenanläggning

Uppgifterna anser investeringskostnader för själva dagvattenanläggningen, men innefattar ej omkostnader som innefattar administration, försäkringar, vinst, risk och overheadkostnader. Inte heller byggherrekostnader som exempelvis projekterings- och byggläsningskostnader ingår.

Kostnader för skötsel av dagvattenanläggningar baseras på grova uppskattningar. En bedömning bör göras för varje enskilt fall och kostnaderna kan variera från år till år. Driftkostnaderna för vissa föreslagna dagvattenanordningar, som regnträdgårdar, kommer vara högre de första åren för att sedan minska när växter med mera har etablerat sig.

Drift- och underhållskostnader för dagvattenanläggningar under mark varierar beroende på de lokala förutsättningarna. Magasin med dagvattenkassetter har typiskt en lång livslängd, med förutsättning att regelbunden inspektion och spolning görs. Makadammagasin uppskattas ha en ungefärlig livslängd på 15–20 år innan de ansamlat så pass mycket sediment att de behöver grävas om.

8. Slutsatser och rekommendationer

- Vid fortsatt arbete med avvattningen av området behöver befintlig avvattningen av konstgräsplanen utredas närmre, då konstgräsplanen ska vara kvar och avvattningen fortsatt behöver fungera.
- Tillgänglig kapacitet i befintlig dagvattenledning i Råvekärrsgatan behöver undersökas vidare i fortsatt utredning för att säkerställa vilket maximalt utflöde från planområdet som kan tillåtas i anslutning till befintlig ledning.
- Resultatet av skyfallsmodellering visar det maximala vattendjupet inom skol- och förskoleområdet vid skyfall. Resultat visar att skyfall kan hanteras med hjälp av utformad höjdsättning, föreslagna dagvattenlösningar inom området samt föreslagna åtgärder för bullerskyddskärmarna. Åtgärder för bullerskydd är (1) en 2m-bredd öppning i bullerskydden mot Kungsbackavägen och (2) 10 cm utrymme mellan marknivå och underkant bullerskärmar vid både skolan och förskolan. Två delar av skolbyggnaden utsätts för högt vattenstånd under ett skyfall och måste lokalt skyddas mot vatten, vilket innebär att konstruktionen utformas vattentät och att det finns en åtgärd för att förhindra att vatten rinner in i skolbyggnaden.
- Alternativt kan den så kallade "flaskhalsen" breddas från 2,5 m till ca. 6m. I detta fall minskade översvämningsdjupet från 80 cm till 26 cm och utifrån detta kan det lokala skyddet justeras.
- Befintliga ledningar under konstgräsplanen bör säkerställas i läge med inmätning för att säkerställa att ingen konflikt uppstår med framtida bullerskärm.

Referenser

BFS 2011:6 *Boverkets byggregler – föreskrifter och allmänna råd*. Karlskrona: Boverket

Blecken, G, 2016. *Kunskapssammanställning Dagvattenrening*, Svenskt Vatten Utveckling

Länsstyrelserna, 2018. *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i fysisk planering*, Fakta 2018:5, Länsstyrelsen i Västra Götalands, Länsstyrelsen i Stockholms län.

MSB (2013). *Guide till ökad vattensäkerhet – för kommuner och andra anläggningsägare*. Karlstad: Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Svenskt vatten, 2011. *P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering*, Svenskt Vatten

Svenskt vatten, 2019. *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Svenskt Vatten

Svenskt vatten, 2020. *P114 Distribution av dricksvatten*. Svenskt Vatten

Vinnova, 2021. *Grönatakhandboken*. Svensk Byggtjänst

Bilagor

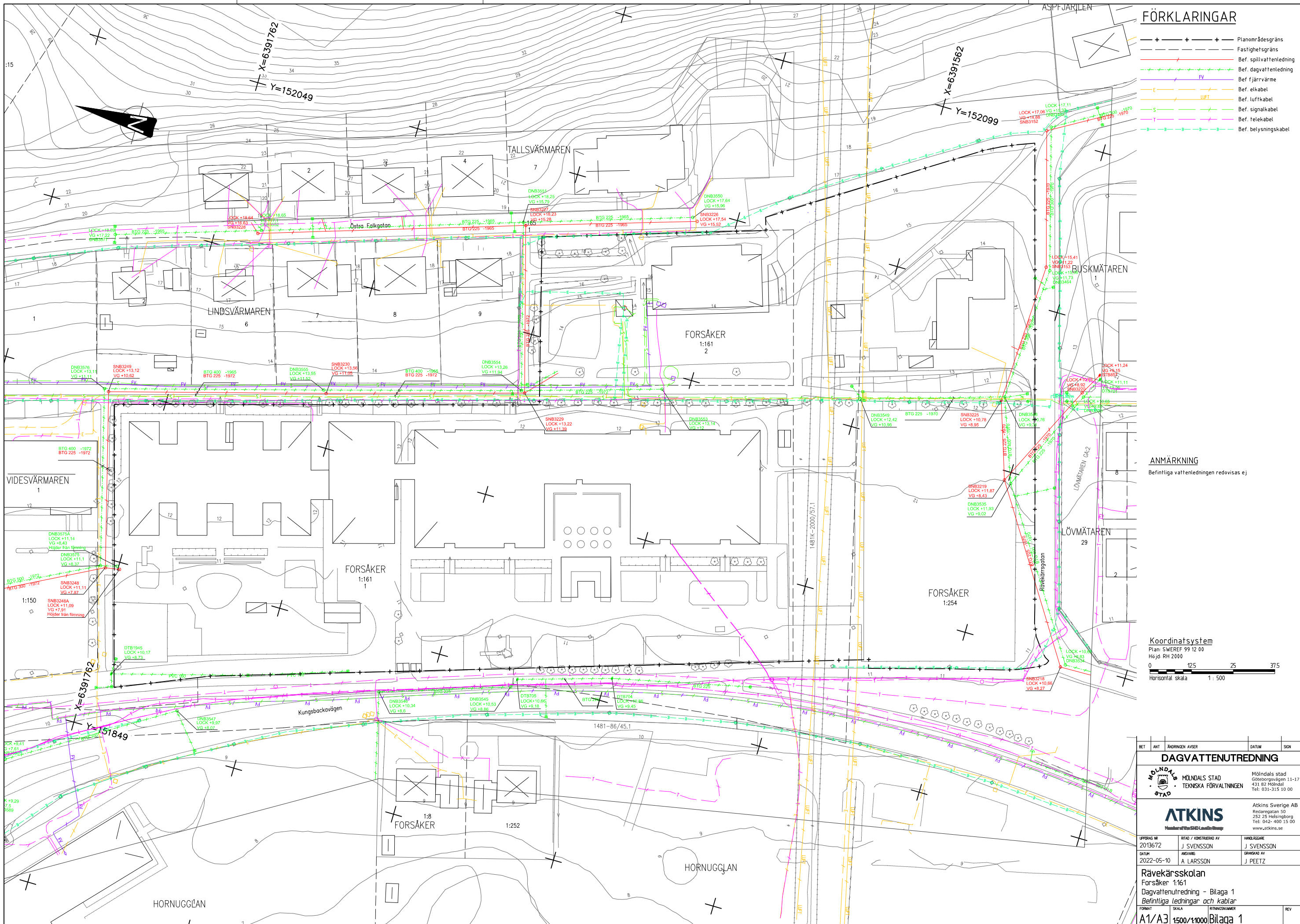
Bilaga 1 – Befintliga ledningar

Bilaga 2 – Framtida utformning

Bilaga 3 – Föreslagen hantering av dagvatten

Bilaga 4 – Föroreningsberäkningar StormTac Befintliga förhållanden

Bilaga 5 – Föroreningsberäkningar StormTac Framtida förhållanden



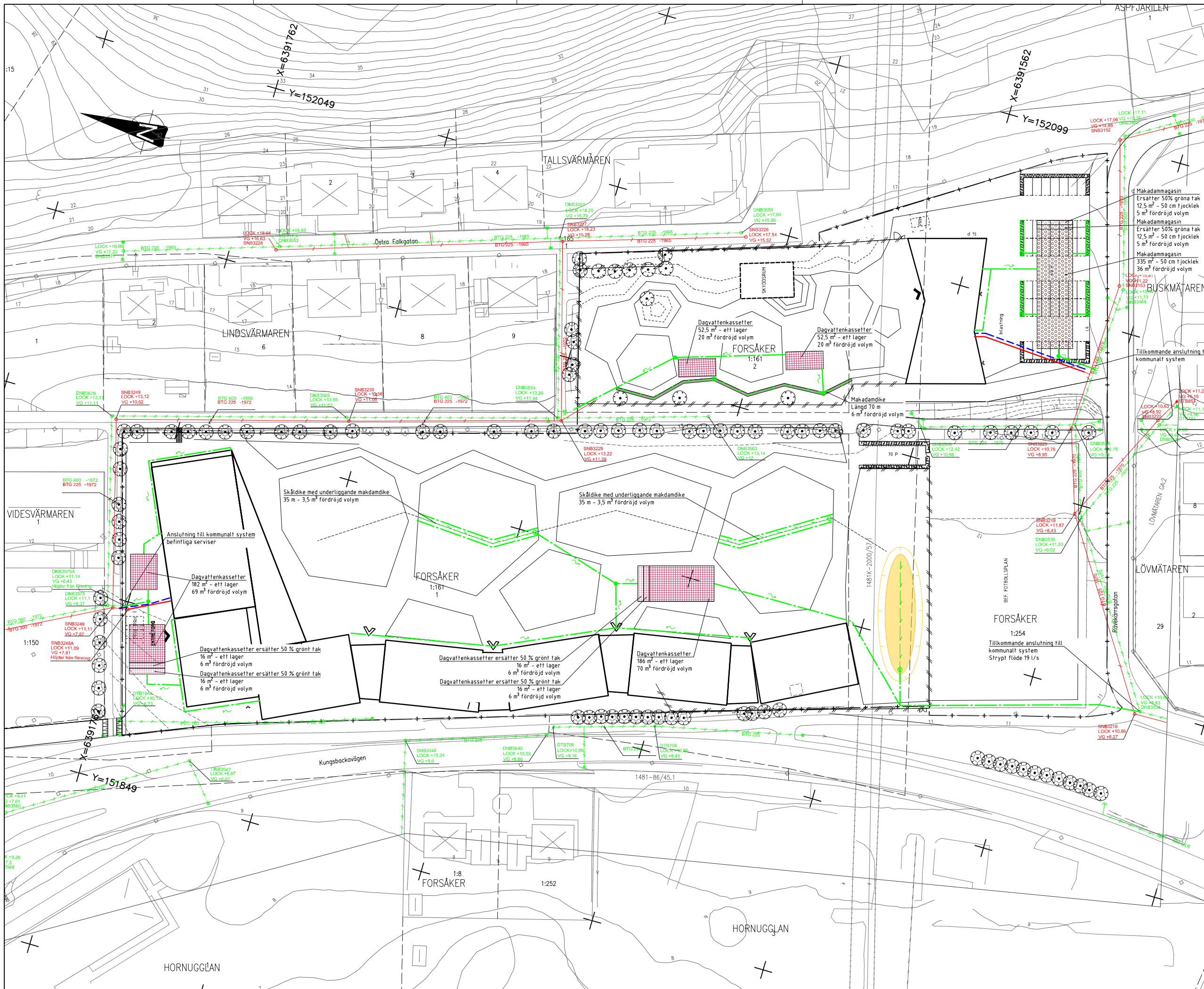
- ### FÖRKLARINGAR
- +—+—+—+— Planområdesgräns
 - Fastighetsgräns
 - Bef. spillvattenledning
 - Bef. dagvattenledning
 - FV Bef. fjärrvärme
 - LUFT Bef. luftkabel
 - S Bef. signalkabel
 - Bef. telekabel
 - Bef. belysningskabel

ANMÄRKNING
 Befintliga vattenledningen redovisas ej

Koordinatsystem
 Plan: SWEREF 99 12 00
 Höjd: RH 2000
 0 125 25 375
 Horisontal skala 1 : 500

BET	ANT	ANMÄNDA AVSER	DATUM	SIDN
DAGVATTENUTREDNING				
		MÖLNÅLS STAD	Mölnåls stad Göteborgsgången 11-17 431 82 Mölnåls Tel: 031-315 10 00	
		TEKNISKA FÖRVALTNINGEN		
		ATKINS	Atkins Sverige AB Redaregatan 50 252 25 Helsingborg Tel: 042-400 15 00 www.atkins.se	
LÖPNING NR	2013672	BYGG / KONSTRERAD AV	J. SVENSSON	HANDLÄGGARE
DATUM	2022-05-10	ANSVARIG	A. LARSSON	SKISSAD AV
				J. PEETZ
Rävekarsskolan Forsäker 1:161 Dagvattenutredning - Bilaga 1 Befintliga ledningar och kablar				
FORMAT	A1/A3	SKALA	1:500/1:1000	BILAGA
		RITNINGNUMMER	Bilaga 1	REV

Bilaga 1 till Dagvattenutredning för Forsäker 1:161, Rindögatan 50, Helsingborg. Utarbetad av Sweco AB.



- ### FÖRKLARINGAR
- +—+—+—+— Planområdesgräns
 - - - - - Fastighetsgräns
 - / — / — Bef. spillvattenledning
 - / — / — Bef. dagvattenledning
 - [Red hatched box] Kassetmagasin
 - [Green hatched box] Makadammagasin
 - [Grey hatched box] Makadamdike
 - [Green line] Regnrädgård
 - [Green line] Skåldike m underliggande makadamdike
 - [Yellow hatched box] Torrdamm
 - [Green dashed line] Dagvattenledning
 - [Green dashed line] Dräneringsledning
 - [Red dashed line] Spillvattenledning
 - [Blue dashed line] Vattenledning
 - [Green arrow] Flödesriktning dagvatten

- Makadammagasin
Ersätter 50% gröna tak
12,5 m² - 50 cm tjocklek
5 m³ fördröjd volym
- Makadammagasin
Ersätter 50% gröna tak
12,5 m² - 50 cm tjocklek
5 m³ fördröjd volym
- Makadammagasin
335 m² - 50 cm tjocklek
36 m³ fördröjd volym
- Makadamdike
Längd 70 m
6 m³ fördröjd volym
- Skåldike med underliggande makadamdike
35 m - 3,5 m³ fördröjd volym
- Skåldike med underliggande makadamdike
35 m - 3,5 m³ fördröjd volym
- Dagvattenkassetter
52,5 m² - ett lager
20 m³ fördröjd volym
- Dagvattenkassetter
52,5 m² - ett lager
20 m³ fördröjd volym
- Dagvattenkassetter
182 m² - ett lager
69 m³ fördröjd volym
- Dagvattenkassetter ersätter 50% grönt tak
16 m² - ett lager
6 m³ fördröjd volym
- Dagvattenkassetter ersätter 50% grönt tak
16 m² - ett lager
6 m³ fördröjd volym
- Dagvattenkassetter
186 m² - ett lager
70 m³ fördröjd volym

ANMÄRKNING
Befintliga vattenledningen redovisas ej

Koordinatsystem
Plan: SWEREF 99 12 00
Höjd: RH 2000
Horisontal skala 1 : 500

BET	ANT	ANDRNING AVSER	DATUM	SIGN
DAGVATTENUTREDNING				
MÖLNDALS STAD		MÖLNDALS STAD TEKNISKA FÖRVALTNINGEN		Mölnåls stad Göteborgsgången 11-17 431 82 Mölnåls Tel: 031-315 10 00
ATKINS		Atkins Sverige AB Redaregatan 50 252 25 Helsingborg Tel: 042-400 15 00 www.atkins.se		
LIPFÖRÅG NR	BETÄD / KONSTRUKTÖR AV	HANDLAGARE		
2013672	J SVENSSON	J SVENSSON		
DATUM	ANSVARIG	SKISSAD AV		
2022-05-10	A LARSSON	J PEETZ		
Rävekärsskolan				
Forsåker 1:161				
Dagvattenutredning - Bilaga 3				
Förelägen hantering av dagvatten				
FORMAT	SKALA	RITNINGNUMMER	REV	
A1/A3	1:500/1:1000	Bilaga 3		

Bilaga 3 till Dagvattenutredning för Forsåker 1:161. Utgåva 1.0. 2022-05-10. Redigerad av: J. Svensson.

Bilaga 4

StormTac Web v21.4.2

Filnamn: Råvekärr: befintliga förhållanden

Datum: 2021-12-01

Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter φ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	φ_v	φ	A	B	C	D	Tot
Parkmark	0.40	0.10	0.14	0	0.010	0	0.15
Takyta	0.90	0.90	0.56	0.060	0.040	0	0.66
Gräsyta	0.10	0.10	0.29	0.10	0.34	0.12	0.85
Asfaltsyta	0.80	0.80	0.64	0.17	0.18	0.12	1.1
Skogsmark	0.15	0.10	0	0	1.4	0	1.4
Konstgräsplan	0.10	0.10	0	0	0	0.34	0.34
Totalt	0.42	0.39	1.6	0.33	1.9	0.58	4.5
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			1.1	0.20	0.42	0.14	1.9
Reducerad dim. area (ha_{red})			1.1	0.20	0.35	0.14	1.8

Övriga dimensionerande indata

		A	B	C	D
Återkomsttid	år	10.0	10.0	10.0	10.0
Klimatfaktor	f_c	1.00	1.00	1.00	1.00
Rinnsträcka	m	205	106	121	143
Rinnhastighet	m/s	0.59	0.29	0.20	0.32

Bilaga 4

Dim. regnvaraktighet	min	10	10	10	10
----------------------	-----	----	----	----	----

1.2 Utdata

Flöden

		A	B	C	D	Tot
Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning)	m ³ /år	15000	2900	12000	3600	34000
Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning)	l/s	0.49	0.093	0.37	0.12	
Medelavrinning	l/s	3.3	0.61	1.3	0.43	
Dim. flöde	l/s	240	46	80	32	

Dim. flöde total **400 l/s** vid Dim. regnvaraktighet **10 min**

Detta summerade flöde baseras på Rationella metoden där delflöden per varaktighet summerats för olika områden (samma flöden som visas i Dim. flödestabellen) och värdet gäller inte om funktionen för Naturmarksavrinning använts (anges i boxen Dim. flöde).

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Komm entar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oi l	BaP	Benz	TBT	As	TO C	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
A		1.8	21	0.040	0.19	0.34	0.0066	0.069	0.054	0.00034	230	4.9	0.00026	0.0011	0.000026	0.036	160	0.00029	0.00040	0.00013	0.00014	0.000028	0.000027	0.000028
B		0.3	4.3	0.0074	0.043	0.060	0.00097	0.014	0.0098	0.000084	35	1.3	0.000057	0.00021	0.0000047	0.0062	34	0.000053	0.000073	0.000023	0.000025	0.000052	0.000049	0.000051
C		0.5	7.7	0.026	0.088	0.17	0.0015	0.027	0.028	0.00014	140	2.0	0.000091	0.00044	0.0000017	0.018	87	0.00011	0.00015	0.000049	0.000051	0.000013	0.000010	0.000095
D		0.2	5.9	0.0076	0.040	0.16	0.00052	0.012	0.021	0.000073	71	1.2	0.000049	0.00015	0.0000063	0.0039	28	0.000029	0.000040	0.000013	0.000014	0.000082	0.000032	0.000031

Bilaga 4

	Total	2.9	39	0.081	0.36	0.72	0.0096	0.12	0.11	0.00064	480	94	0.00045	0.0019	0.000054	0.064	310	0.00048	0.00067	0.00021	0.00023	0.000054	0.000045	0.000046
--	--------------	------------	-----------	--------------	-------------	-------------	---------------	-------------	-------------	----------------	------------	-----------	----------------	---------------	-----------------	--------------	------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.65	8.8	0.018	0.082	0.16	0.0021	0.027	0.025	0.00014	110	2.1	0.00010	0.00043	0.000012	0.014	70	0.00011	0.00015	0.000047	0.000051	0.000012	0.000010	0.000010	0.000010

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot gränsvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av gränsvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
A		120	1400	2.6	13	22	0.43	4.5	3.5	0.022	15000	320	0.017	0.074	0.0017	2.3	11000	0.019	0.026	0.0082	0.0090	0.0019	0.0018	0.0018
B		100	1500	2.5	15	20	0.33	4.8	3.3	0.029	12000	430	0.020	0.070	0.0016	2.1	12000	0.018	0.025	0.0078	0.0085	0.0018	0.0017	0.0017
C		47	660	2.2	7.5	14	0.13	2.3	2.4	0.012	12000	170	0.0078	0.038	0.0015	1.5	7400	0.0095	0.013	0.0042	0.0043	0.0011	0.00086	0.00081
D		62	1600	2.1	11	44	0.14	3.4	5.7	0.020	20000	320	0.014	0.041	0.0017	1.1	7800	0.0079	0.011	0.0035	0.0037	0.0023	0.00087	0.00085
	Total	87	1200	2.4	11	21	0.28	3.6	3.3	0.019	14000	280	0.013	0.058	0.0016	1.9	9300	0.014	0.020	0.0063	0.0068	0.0016	0.0013	0.0014
Riktvärde		50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	10	0.0010	15	12000	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014

3. Transport och flödesutjämning

3.1 Indata

Flödesutjämning

		A	B	C	D
Maximalt utflöde	Q _{out}	200	200	200	200
Klimatfaktor		1.00	1.00	1.00	1.00

Bilaga 4

Summa belastning kg/år efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
A		1.8	21	0.040	0.19	0.34	0.0066	0.069	0.054	0.00034	230	4.9	0.00026	0.0011	0.000026	0.036	160	0.00029	0.00040	0.00013	0.00014	0.000028	0.000027	0.000028
B		0.30	4.3	0.0074	0.043	0.060	0.00097	0.014	0.0098	0.000084	35	1.3	0.000057	0.00021	0.0000047	0.0062	34	0.000053	0.000073	0.000023	0.000025	0.000052	0.000049	0.000051
C		0.55	7.7	0.026	0.088	0.17	0.0015	0.027	0.028	0.00014	140	2.0	0.000091	0.00044	0.0000017	0.018	87	0.00011	0.00015	0.000049	0.000051	0.000013	0.000010	0.000095
D		0.22	5.9	0.0076	0.040	0.16	0.00052	0.012	0.021	0.000073	71	1.2	0.000049	0.00015	0.0000063	0.0039	28	0.000029	0.000040	0.000013	0.000014	0.000082	0.000032	0.000031
	Total	2.9	39	0.081	0.36	0.72	0.0096	0.12	0.11	0.00064	480	9.4	0.00045	0.0019	0.000054	0.064	310	0.00048	0.00067	0.00021	0.00023	0.000054	0.000045	0.000046

Summa belastning kg/ha/år efter rening.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
A		1.1	13	0.025	0.12	0.21	0.0040	0.042	0.033	0.00021	140	3.0	0.00016	0.00070	0.0000016	0.022	100	0.00018	0.00025	0.000077	0.000085	0.000017	0.000017	0.000017
B		0.91	13	0.022	0.13	0.18	0.0029	0.043	0.030	0.00025	110	3.8	0.00017	0.00063	0.0000014	0.019	100	0.00016	0.00022	0.000070	0.000076	0.000016	0.000015	0.000015
C		0.28	4.0	0.013	0.046	0.086	0.00080	0.014	0.015	0.000074	72	1.1	0.000047	0.00023	0.0000090	0.0092	45	0.000058	0.000081	0.000026	0.000026	0.000065	0.000053	0.000049
D		0.39	10	0.013	0.068	0.28	0.00089	0.022	0.036	0.00013	120	2.0	0.000085	0.00026	0.0000011	0.0067	49	0.000049	0.000069	0.000022	0.000024	0.000014	0.000015	0.000015

Bilaga 5

StormTac Web v22.1.1

Filnamn: Råvekärr: Framtida förhållanden G rev. feb

Datum: 2022-02-16

Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

1. Avrinning

1.1 Indata

Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter ϕ_v och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	ϕ_v	ϕ	A*	B*	C*	D-a*	D-b*	E*	Tot
Takyta	0.90	0.90	0.25	0	0	0.24	0	0.070	0.56
Asfaltsyta	0.80	0.80	0.14	0.21	0.090	0.20	0.20	0.20	1.0
Gräsyta	0.10	0.10	0	0.26	0.040	0.29	0.56	0.020	1.2
Konstgräsplan	0.10	0.10	0	0	0	0	0.33	0	0.33
Skogsmark	0.10	0.10	0	0	0	0	0	1.4	1.4
Totalt	0.36	0.36	0.39	0.47	0.13	0.73	1.1	1.6	4.5
Reducerad avrinningsyta (ha_{red})			0.34	0.19	0.076	0.41	0.25	0.36	1.6
Reducerad dim. area (ha_{red})			0.34	0.19	0.076	0.41	0.25	0.36	1.6

Övriga dimensionerande indata

		A*	B*	C*	D-a*	D-b*	E*
Återkomsttid	år	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Klimatfaktor	f _c	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Rinnsträcka	m	119	124	142	231	136	89
Rinnhastighet	m/s	0.19	0.27	0.14	0.31	0.19	0.25
Dim. regnvaraktighet	min	10	10	17	13	12	10

Bilaga 5

1.2 Utdata

Flöden

		A*	B*	C*	D-a*	D-b*	E*	Tot
Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning)	m ³ /år	4200	3500	1100	6200	6700	10000	32000
Tot. avrinning. årsmedel (basflöde + avrinning)	l/s	0.13	0.11	0.036	0.20	0.21	0.32	
Medelavrinning	l/s	1.0	0.59	0.23	1.2	0.75	1.1	
Dim. flöde	l/s	95	55	16	100	65	100	

Dim. flöde total **420 l/s** vid Dim. regnvaraktighet **10 min**

Detta summerade flöde baseras på Rationella metoden där delflöden per varaktighet summerats för olika områden (samma flöden som visas i Dim. flödestabellen) och värdet gäller inte om funktionen för Naturmarksavrinning använts (anges i boxen Dim. flöde).

2. Föroreningstransport

2.1 Utdata

Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TO C	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
A*	0.55	5.7	0.011	0.048	0.10	0.0024	0.019	0.017	0.000072	74	1.0	0.000067	0.00035	0.0000076	0.011	45	0.000089	0.00012	0.000039	0.000042	0.0000086	0.0000082	0.0000085
B*	0.32	5.0	0.0085	0.053	0.064	0.00065	0.015	0.0094	0.00011	36	1.6	0.000065	0.00020	0.0000052	0.0061	38	0.000051	0.000071	0.000022	0.000024	0.0000053	0.0000049	0.0000050
C*	0.096	1.8	0.0029	0.020	0.021	0.00024	0.0061	0.0036	0.000043	9.5	0.66	0.000027	0.000079	0.0000017	0.0022	15	0.000020	0.000028	0.0000087	0.0000095	0.0000020	0.0000019	0.0000019
D-a**	0.75	8.2	0.015	0.072	0.14	0.0026	0.025	0.020	0.00011	10.0	1.6	0.000088	0.00042	0.000010	0.013	61	0.00011	0.00015	0.000046	0.000051	0.000011	0.0000100	0.000010
D-b**	0.55	9.6	0.014	0.075	0.21	0.00093	0.021	0.026	0.00013	11.0	2.0	0.000079	0.00026	0.000011	0.0081	52	0.000057	0.000080	0.000025	0.000027	0.000011	0.0000060	0.0000059

Bilaga 5

E*	0.40	6.4	0.019	0.075	0.14	0.0015	0.024	0.023	0.00013	94	1.9	0.000087	0.00038	0.000015	0.014	76	0.000095	0.00013	0.000042	0.000044	0.000011	0.0000091	0.0000086
Total	2.7	37	0.070	0.34	0.67	0.0084	0.11	0.100	0.00059	430	8.7	0.00041	0.0017	0.000050	0.055	290	0.00042	0.00058	0.00018	0.00020	0.000049	0.000040	0.000040

Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.60	8.2	0.016	0.077	0.15	0.0019	0.025	0.022	0.00013	96	2.0	0.000093	0.00038	0.000011	0.012	64	0.000094	0.00013	0.000041	0.000044	0.000011	0.0000090	0.0000091	

Föroreningshalter (µg/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot gränsvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av gränsvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
A*		130	1400	2.5	11	24	0.57	4.6	4.1	0.017	18000	240	0.016	0.083	0.0018	2.6	11000	0.021	0.029	0.0092	0.010	0.0020	0.0019	0.0020
B*		91	1400	2.4	15	18	0.18	4.4	2.7	0.030	10000	470	0.019	0.057	0.0015	1.7	11000	0.015	0.020	0.0063	0.0069	0.0015	0.0014	0.0014
C*		84	1600	2.6	17	19	0.21	5.4	3.2	0.038	8400	580	0.024	0.069	0.0015	2.0	13000	0.018	0.024	0.0077	0.0084	0.0017	0.0016	0.0017
D-a**		120	1300	2.4	12	22	0.42	4.0	3.3	0.018	16000	260	0.014	0.067	0.0017	2.2	9700	0.017	0.024	0.0075	0.0081	0.0017	0.0016	0.0017
D-b**		81	1400	2.1	11	32	0.14	3.1	3.8	0.019	17000	300	0.012	0.039	0.0016	1.2	7700	0.0085	0.012	0.0038	0.0040	0.0017	0.00090	0.00088
E*		40	640	1.9	7.5	14	0.15	2.4	2.3	0.013	9400	190	0.0087	0.038	0.0015	1.4	7600	0.0095	0.013	0.0042	0.0044	0.0011	0.00091	0.00087
	Total	84	1200	2.2	11	21	0.26	3.5	3.1	0.019	13000	280	0.013	0.053	0.0016	1.7	9000	0.013	0.018	0.0058	0.0062	0.0015	0.0013	0.0013
Riktvärde		50	1300	14	10	30	0.40	15	40	0.050	25000	1000	0.050	10	0.0010	15	12000	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014

3. Transport och flödesutjämning

3.1 Indata

Flödesutjämning

Bilaga 5

D-a**	0.025	0.093	0.0063	0.016	0.059	0.0016	0.0047	0.0038	-	0.0000000000000014	29	1.3	0.0000069	0.00011	0.0000028	0.0043	16	0.000028	0.000039	0.000012	0.000013	0.0000028	0.0000026	0.0000027
D-b**	0.17	5.2	0.011	0.039	0.15	0.00045	0.014	0.016	0.000040	81	1.8	0.000045	0.00021	0.0000073	0.0063	42	0.000046	0.000064	0.000020	0.000021	0.0000090	0.0000040	0.0000048	
E*	0.14	2.8	0.016	0.042	0.12	0.0010	0.015	0.018	0.000083	62	1.6	0.000052	0.00022	0.0000086	0.0092	45	0.000057	0.000079	0.000025	0.000026	0.0000064	0.0000054	0.0000051	
Total	0.41	11	0.037	0.12	0.36	0.0034	0.040	0.041	0.00015	180	5.8	0.00013	0.00060	0.000020	0.022	110	0.00014	0.00020	0.000063	0.000067	0.000020	0.000013	0.000014	

Summa belastning kg/år efter rening

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
A*	0.55	5.7	0.011	0.048	0.10	0.0024	0.019	0.017	0.00072	74	1.0	0.000067	0.00035	0.000076	0.011	45	0.000089	0.00012	0.000039	0.000042	0.000086	0.000082	0.000085
B*	0.24	3.4	0.0047	0.031	0.027	0.00026	0.0097	0.0065	0.00084	26	0.52	0.000042	0.00015	0.000039	0.0039	28	0.000038	0.000053	0.000017	0.000018	0.000039	0.000036	0.000037
C*	0.096	1.8	0.0029	0.020	0.021	0.00024	0.0061	0.0036	0.00043	9.5	0.66	0.000027	0.000079	0.000017	0.0022	15	0.000020	0.000028	0.000087	0.000095	0.000020	0.000019	0.000019
D-a**	0.73	7.2	0.0087	0.056	0.076	0.0011	0.020	0.017	0.00011	70	0.29	0.000081	0.00031	0.000077	0.0092	45	0.000078	0.00011	0.000034	0.000037	0.000078	0.000074	0.000076
D-b**	0.38	4.4	0.0034	0.036	0.064	0.00048	0.0067	0.010	0.00087	31	0.17	0.000034	0.000050	0.000034	0.0018	9.8	0.000011	0.000015	0.000054	0.000054	0.000023	0.000020	0.000011
E*	0.26	3.6	0.0029	0.033	0.023	0.00050	0.0088	0.0050	0.00049	33	0.27	0.000035	0.00015	0.000059	0.0050	31	0.000039	0.000054	0.000017	0.000018	0.000044	0.000037	0.000035
Totalt	2.3	26	0.033	0.22	0.31	0.0050	0.071	0.059	0.00045	240	2.9	0.00029	0.0011	0.000030	0.033	170	0.00027	0.00038	0.00012	0.00013	0.000029	0.000027	0.000026

Summa belastning kg/ha/år efter rening.

#	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	------	-----	----	-----	--------	--------	---------	---------	---------	---------	---------

