

Handläggare
Magnus Melander
+46 10 505 00 00
Mobil
+46 70 226 77 69
E-post
Magnus.Melander@afry.com
Datum
2025-11-11
Projekt ID
D0118504

Mottagare
LYRA Nord

Granskare
Emma Dufbäck

Version
Slutleverans

PM Dagvatten Mjölkudden centrum, Luleå



Sammanfattning

Mjölkudden centrum innefattas av fastigheterna Mjölkudden 3:11 och Skepparen 5, samt en mindre del kommunal mark avsedd för gata och gång- och cykelväg. En ny detaljplan tas fram som möjliggör ytterligare byggnadsyta och möjlighet till bostäder. I samband med utveckling av området har AFRY fått i uppdrag att utföra en dagvattenutredning.

Området är i dagsläget nästan helt hårdgjort och utgörs huvudsakligen av en matvaruaffär samt hälsocentral med tillhörande parkeringar och förbindande vägar. Området ansluts till det kommunala dagvattensystemet med begränsande kapacitet i ledningssystemet vid anslutningspunkter. Dagvattensystemet avleds till recipienten "Inre Lulefjärden" med god ekologisk status och "uppnår ej god" kemisk status. Området består av lera-silt med låg genomsläpplighet enligt SGU men tidigare genomförda geotekniska undersökningar visar på mer genomsläppliga förhållanden. Lera-silt kan sannolikt ligga i skikt med morän eller sand i underbyggande lager.

Exploateringen ger ett dagvattenflöde som i stort motsvarar dagens, men klimatfaktorn måste beaktas för större framtida flöden. Anslutningspunkten har begränsad kapacitet, vilket kräver fördröjning av större volymer inom kvartersmark. Takytor står för de största dagvattenflödena, vilket gör ytliga lösningar svåra att genomföra p.g.a. begränsad markyta. Underjordiska magasin blir därför den primära dagvattenlösningen. Infiltration kräver geotekniska undersökningar; lerlagren bör tas bort och dränering kan behövas vid låg infiltrationsförmåga.

Planen bedöms kunna uppfylla miljökvalitetsnormerna då föroreningshalterna minskar eller förblir oförändrade samt att området kan reducera dagvattenflödet. Området är inte särskilt skyfallskänsligt, men marken vid byggnaderna ska utformas med avrinning bort från fasad. Lågstråk inom kvartersmark ska leda skyfall österut och vid sydöstra gränsen bör avledning ske mot gata, för att inte belasta grannfastigheten.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund.....	4
1.1	Syfte.....	4
2	Förutsättningar.....	5
2.1	Underlag	5
2.2	Dagvattenstrategi och riktlinjer	5
2.2.1	Funktionskrav enligt P110.....	5
2.2.2	Krav enligt miljökvalitetsnormer (MKN)	6
2.3	Beräkningsmetoder.....	7
2.3.1	Flödesberäkningar	7
2.3.2	Erforderlig fördröjning	7
3	Beskrivning av förutsättningar och befintlig situation.....	8
3.1	Platsbeskrivning	8
3.2	Geotekniska förhållanden	9
3.3	Befintliga avrinningsområden och rinnvägar.....	10
3.4	Recipient	11
3.5	Befintligt ledningssystem	12
4	Flödesberäkningar.....	13
4.1	Befintlig situation	13
4.2	Planerad utformning	15
4.3	Behov av utjämning.....	17
5	Föroreningsberäkningar	18
6	Förslag dagvattenhantering.....	19
6.1	Kvartersmark.....	19
6.2	Allmän platsmark	21
6.3	Föroreningsberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning.....	22
6.4	Påverkan MKN.....	23
6.5	Allmänna rekommendationer	24
6.5.1	Miljöanpassade material	24
6.6	Generell beskrivning av dagvattenlösningar	24
6.6.1	Träd i skelettjord	24
6.6.2	Makadamdike.....	25
6.6.3	Regnbädd	26
6.6.4	Sedimentationsmagasin.....	27
6.6.5	Dagvattenkassetter.....	28
6.6.6	Vegetationsklädda tak	28
7	Skyfallsanalys	29
7.1	Befintligt	29
7.2	Exploatering	29
8	Slutsatser	31
9	Referenser	31

1 Bakgrund

Planområdet omfattar fastigheterna Mjölkudden 3:11 och Skepparen 5, samt en mindre del kommunal mark för gata och gång- och cykelväg. Området är beläget vid Mjölkudds rondellen längs Mjölkuddsvägen. På fastigheten Skepparen 5 finns en envåningsbyggnad med handelsverksamhet, bland annat en Coop-butik. På Mjölkudden 3:11 står en trevåningsbyggnad som i dag inrymmer en hälsocentral.

I samband med utveckling av området har AFRY fått i uppdrag att utföra en dagvattenutredning som sammanställs i detta PM.



Figur 1-1. Planområdet (gul markering) söder om Mjölkuddsvägen.

1.1 Syfte

Detaljplanen ska följa framtagna riktlinjer för dagvatten inom Luleå kommun, som betonar att dagvatten ska ses som en resurs och att hanteringen ska ske lokalt där det uppstår, för att rena och fördröja dagvattnet.

När dagvattnet fördröjs erhålls samtidigt en viss rening men målsättningen är att dimensionera föreslagna systemlösningar efter fördröjningsbehovet, dvs så att flödet från fastigheten inte ökar. Klimatfaktor på 1,25 ska användas. Beräkningar som ska presenteras i rapporten är:

- Flödesberäkningar befintligt läge och efter exploatering. Förslag på systemlösning som fördröjer vattnet ned till dagens nivå. Beräkningar görs med klimatfaktor för framtida läge. Ge förslag var på fastigheten

fördröjningsanläggningen kan placeras. Redovisa även placering av anslutningspunkt till ledningsnät. Ansamlas stora mängder snö på fastigheten så behöver även detta tas med i utredningen.

- Föroreningsberäkningar ska utföras för halter och mängder som når recipient från området. Föroreningsberäkningar utförs för befintligt läge och framtida läge med föreslagen systemlösning för dagvatten. Inklusive beskrivning av recipientens status och bedömning av påverkan på MKN för recipienten.
- Enklare skyfallsanalys som visar på ytvavrinningsvägar och eventuella instängda områden. Förslag på skyfallslösningar utifrån den nya detaljplanen.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande underlag har använts i samband med utredningen.

Tabell 2-1. Underlag för utredningen.

Underlag	Upprättat	Tillhandahållen
Export Dagvatten Mjölkudden C_2025-05-02, Lumiere		2025-09-15
Plankarta utkast_DP Mjölkuddens centrum_Granskning_250902	250902	
Plankarta ARBM_Mjölkuddens centrum_ver 4 med arkitekternas skiss (PDF)	250626	
250929 Plankarta [G] Mjölkudden	250929	2025-10-03
Illustration plankarta Mjölkudden		2025-10-03
Geoteknik, sammanställning från LYRA nord	1995 - 2021	2025-09-24
Svenskt Vatten P110	2016	
Dagvattenplan 2020-2030, Luleå kommun		2025-09-15
Riktlinjer för klimatanpassning, Luleå kommun	2015-01-12	2025-09-15
Alla figurer är i nord/sydlig riktning om inte annat anges		

2.2 Dagvattenstrategi och riktlinjer

2.2.1 Funktionskrav enligt P110

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt Vattens publikation P110 Avledning av dag- drän- och spillvatten (Svenskt Vatten, 2016). I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (= förtätning av befintligt) ha samma funktionskrav som nya system, vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar, eftersom nederbörden och därmed belastningen på dagvattensystemen förväntas öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i Tabell 2-2.

Tabell 2-2 Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110, (Svenskt Vatten, 2016).

Nya duplikatsystem	Återkomsttid för regn vid fylld ledning (VA-huvudmannens ansvar)	Återkomsttid för trycklinje i marknivå (VA-huvudmannens ansvar)	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2 år	10 år	>100 år
Tät bostadsbebyggelse	5 år	20 år	>100 år
Centrum- och affärsområden	10 år	30 år	>100 år

2.2.2 Krav enligt miljökvalitetsnormer (MKN)

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN), normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma till rätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor.

Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras i syfte att beskriva vattenförekomstens vattenkvalitet i dagsläget. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. Ingen vattenförekomsts status får försämrats (Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Efter förvaltningscykel 3, (2017–2021) infördes "Förlängningen av förvaltningscykel 3". Denna var tidigare benämnd som Förvaltningscykel 4 i VISS för att bättre reflektera kontinuiteten i förvaltningsarbetet. Inom ramen för Nationell Vattenförvaltningsplan (NAP) krävs vissa data från övergången mellan förvaltningscykel 3 och 4 (VISS, 2023) (Länsstyrelsen, 2023).

Vattenmyndigheterna har reviderat indelningen av vattenförekomster, vilket utgör grunden för mycket av arbetet inom svensk vattenförvaltning inför den kommande förvaltningscykeln som sträcker sig från 2027 till 2033 (Vattenmyndigheterna, u.d.).

Miljökvalitetsnormerna för vatten revideras med sexårsintervall och kan resultera i ändrade normer för specifika vattenförekomster, antingen till följd av ny vetenskaplig kunskap eller förändringar i miljöns status. Förändringar i normerna kan i sin tur påverka förutsättningar när tillstånd för olika verksamheter omprövas (Vattenmyndigheterna, u.å), (Vattenmyndigheterna, u.d.).

Efter EU-domstolens utslag i den så kallade Weserdomen har kraven skärpts så att statusen för enskilda kvalitetsfaktorer som används för att klassificera vattenförekomster inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som kan leda till en försämring av vattenkvaliteten riskerar därför att inte tillåtas enligt de skärpta kraven. Om en kvalitetsfaktor redan har den sämsta statusklassen, vilket innebär att den är klassad som dålig, tillåts ingen ytterligare försämring ens på parameternivå enligt de skärpta kraven, (Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

2.3 Beräkningsmetoder

2.3.1 Flödesberäkningar

Flödesberäkningar görs för ett 20-årsregn med en varaktighet på 10 minuter. Svenskt Vatten rekommenderar att hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringar. I denna rapport används en klimatfaktor på 1,25 i riktlinje med branschstandarden och kommunens dagvattenplan.

För beräkning av regnintensitet används Dahlströms ekvation (1) som återfinns i bl.a. Svenskt Vatten P110 kap 4.4.1. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn. Ett 20-årsregn med varaktigheten 10 min ger en regnintensiteten på ca 287 l/s, ha.

$$i_A = 190 * \sqrt[3]{A} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2 \quad (1)$$

där:

i_A = regnintensitet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [minuter]

A = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden används rationella metoden, ekvation (2), med regnintensitet enligt Dahlströms ekvation (1) ovan.

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k \quad (2)$$

där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [–]

i_A = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimatfaktor

2.3.2 Erforderlig fördröjning

Vid beräkningar av erforderlig fördröjningsvolym tillämpas två metoder. Förslagsvis tillämpas den metod som ger den största erforderliga fördröjningsvolymen.

Metod 1 – Ej ökad dagvattenbelastning

Metod 1 avser att dagvattenbelastning inte ökar efter exploatering. Den erforderliga fördröjningsvolymen beräknas endast för det område där exploatering ska ske. Detta innebär att Mjölkuddsvägen exkluderas från beräkningarna. Metodiken tillämpar ett regndjup vilket är kopplat till det dimensionerande regnet samt en klimatfaktor efter exploatering. Ekvation (3) redovisar erforderlig fördröjningsvolym där den ökade dagvattenbelastningen beräknas med hjälp av regndjupet och den reducerade arean.

$$V_{erf.} = (A_{red.} * d * k)_{exp.} - (A_{red.} * d)_{bef.} \quad (3)$$

där:

$A_{red.}$ = reducerad area [m²]

d = regndjup [m]

k = klimatfaktor

Metod 2 – Hänsyn till kapacitet i ledningssystem

Metod 2 tar hänsyn till den befintliga kapaciteten i dagvattenledningssystemet genom att sätta detta strypta flöde till avtappning från det exploaterade området. Det går att

då härleda ett generellt uttryck för magasinvolymen, V , som funktion av regnet varaktighet, t_{regn} . Erforderlig magasinvolym erhålls som maxvärdet av ekvationen:

$$V = 0,06 * \left[i_{regn} * t_{regn} - K * t_{regn} - K * t_{rinn} + \frac{K^2 * t_{rinn}}{i_{regn}} \right] \quad (4)$$

Där:

V = specifik magasinvolym [m^3/ha_{red}]

i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet [$l/s ha$]

t_{regn} = regnvaraktighet [min]

t_{rinn} = rinntid [min]

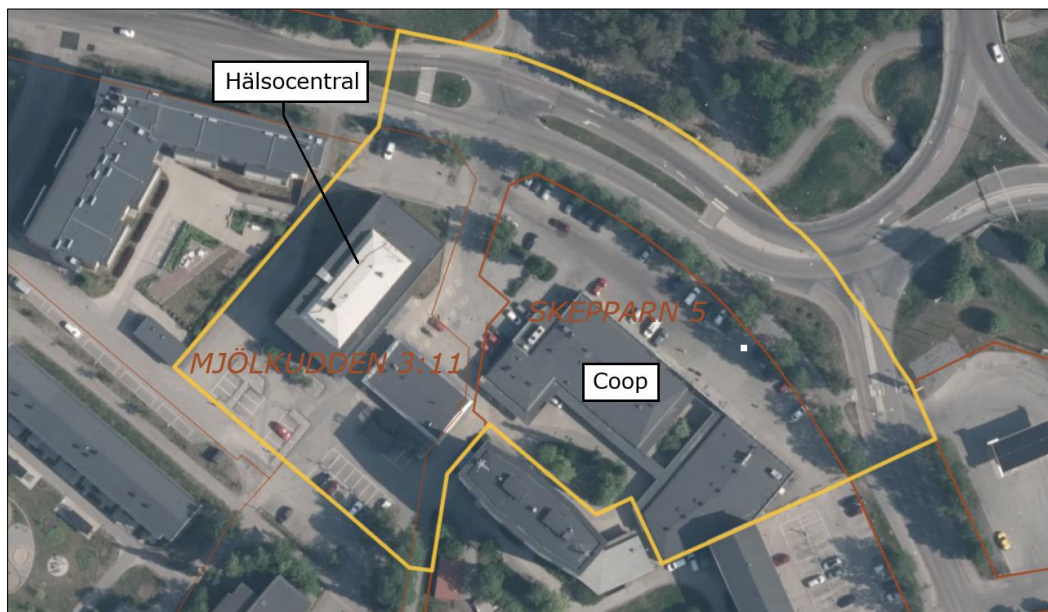
K = specifik avtappning från magasinet [$l/s ha_{red}$]

(Svenskt Vatten, 2016)

3 Beskrivning av förutsättningar och befintlig situation

3.1 Platsbeskrivning

Området är beläget söder om Mjölkuddsrondellen längs Mjölkuddsvägen, se Figur 3-1. På fastigheten Skepparen 5 finns en envåningsbyggnad med handelsverksamhet, bland annat en Coop-butik. På Mjölkudden 3:11 står en trevåningsbyggnad som i dag inrymmer en hälsocentral. Området är i princip helt hårdgjort med undantag för mindre grönytor kring hälsocentralen samt en del grönytor med björkar. Längs med Mjölkuddsvägen infinner sig den största trädplanteringen med ca 15 björkar inom allmän platsmark som gränsar till kvartersmark. De omkringliggande hårdgjorda ytorna avvattnas inte till björkarna/grönytan i dagsläget, eftersom området utgör en höjdpunkt.



Figur 3-1. Befintligt område med fastigheterna Mjölkudden 3:11 och Skepparn 5. Gul linje illustrerar planområdet och röda linjer fastighetsgränser.

3.2 Geotekniska förhållanden

Marken inom planområdet består, enligt Sveriges geologiska undersöknings (SGU) jordkarta, av lera-silt, se Figur 3-2. Planområdet är sedan tidigare bebyggt och utgörs till största del av hårdgjorda ytor i form av parkeringsplatser, körvägar samt byggnader. Marknivån inom hela planområdet ligger på +8 meter (RH 2000) med undantag för parkeringsytan framför Coop-butiken, här är marken cirka 1 meter lägre.

Inom och i anslutning till planområdet har ett flertal geotekniska undersökningar gjorts genom året, se undersökningspunkter i Figur 3-3. Resultaten från dessa, se Tabell 3-1, visar att det finns fast och byggbar mark från cirka 1,5 meter djup inom planområdet. Morän återfinns på ett maximalt djup om 2,5 meter under markytan.

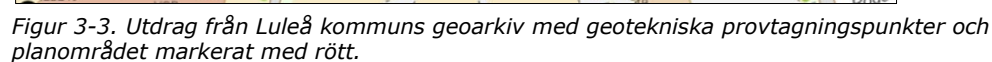
Planområdet är byggbart och några stabilitetsproblem bedöms inte finnas. Vid byggnation ska sediment schaktas bort vilket troligen redan gjorts eftersom området till största del är bebyggt.



Figur 3-2. Underlag från SGU med jordarter till vänster och genomsläpplighet till höger.

Tabell 3-1. Sammanställning av resultat från geotekniska undersökningar inom planområdet.

Borrhål	Datum	Borrat djup	Resultat
30K60	2013-12-09	5,75 meter	Morän 2,2 m. Fastare sand från 1,0 m.
42B238	1995-09-07	1,5 meter	Provtagning stoppad på 1,5 m. Oklart varför, eventuellt för hårt.
42B239	1995-09-07	1,5 meter	Provtagning stoppad på 1,5 meter. Oklart varför, eventuellt för hårt.
Provgropar	Datum	Borrat djup	Resultat
42B101	1995-09-07	2,7 meter	Grusigt material från cirka 1,2 m.
32D1052	1995-09-07	1,5 meter	Grusigt material från cirka 1,0 m.



Från norr sker ytavrinning mot Mjölkuddsvägen som leder flödet vidare i östlig riktning bort från planområdet. Denna ytavrinning bedöms inte påverka planerad exploatering inom planområdet.

Figur 3-4. Rinnvägar med belastande avrinningsområden mot kvartersmark.

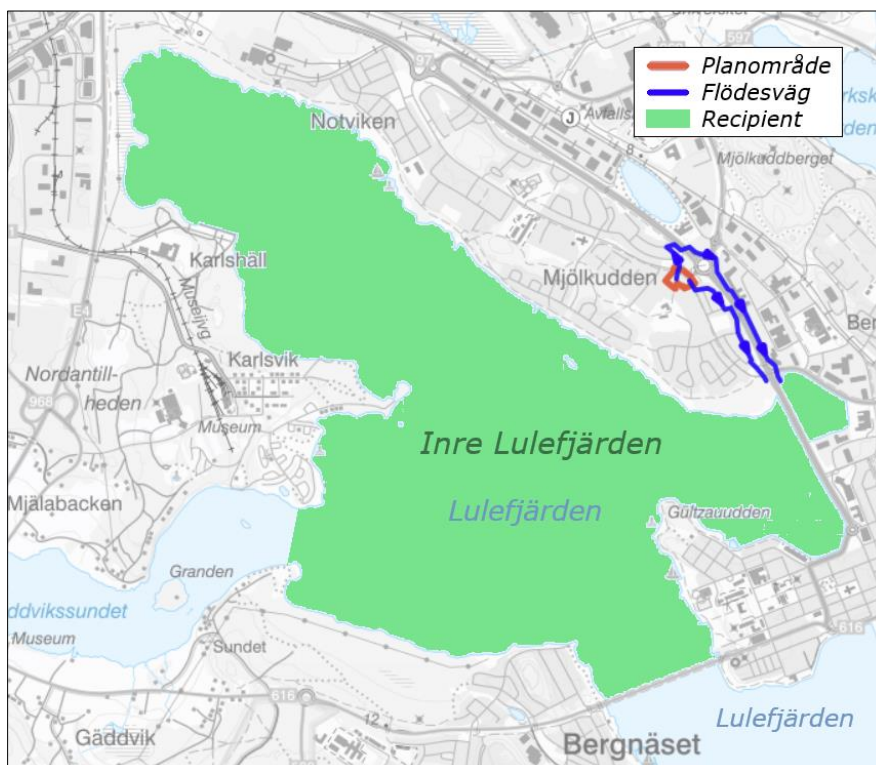
3.4 Recipient

Dagvatten antas avledas till recipienten Inre Lulefjärden som är belägen väster om planområdet. Inre Lulefjärden är ca 8 km² stor och angränsar till yttre Lulefjärden med en gräns strax söder om Bergnäsbbron, se Figur 3-5.

Inre Lulefjärden har miljö kvalitetsnorm med ett kvalitetskrav på *"God ekologisk status"* och *"God kemisk ytvattenstatus"*. Nuvarande status är *"God ekologisk status"* och *"Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus"*, se sammanställning i Tabell 3-2.

Den ekologiska statusen har bedömts som god, baserat på hydromorfologiska parametrar. Enligt påverkansanalysen finns det en risk att gränsvärdena för särskilda förorenande ämnen överskrids. Underlag för att bedöma statusen för de aktuella ämnena saknas helt eller delvis. Därför kan statusen för särskilda förorenande ämnen inte fastställas, vilket leder till låg tillförlitlighet i statusklassningen. Den sammanvägda bedömningen av näringsämnen har klassificeringen hög.

Anledningen till att den kemiska ytvattenstatusen bedöms till ej god beror på att gränsvärden för PBDE och kvicksilver överskrids för samtliga undersökta ytvattenförekomster; sjöar, vattendrag och kustvatten i Sverige. Föroreningarna kommer från atmosfärisk deposition genom långväga luftburen spridning från både Sverige och utomlands. Bedömningen av dioxiner baseras på extrapolering som tyder på att gränsvärdet för dioxiner, furaner och dioxinlika PCB:er överskrids. Extrapoleringen är gjord utifrån medelvärdesberäkning av data från 10 provtagningar utförda längs Norrbottenskusten under perioden 2005-2015. Studier av strömning (helkroppsanalys) indikerar att halterna av dioxiner, furaner och dioxinlika PCB:er överskrider gränsvärdet i samtliga vattenförekomster i Norrbotten. Bedömningen baseras på ett begränsat antal mätvärden, vilket gör att tillförlitligheten klassificeras som medel.



Figur 3-5. Recipient Inre Lulefjärden inom grön avgränsning och planområdet i rött. Flödesvägar i blått illustrerar dagvattenledningssystemets dragning med utlopp till recipienten.

Tabell 3-2. Miljö kvalitetsnorm (MKN) för recipienten Inre Lulefjärden.

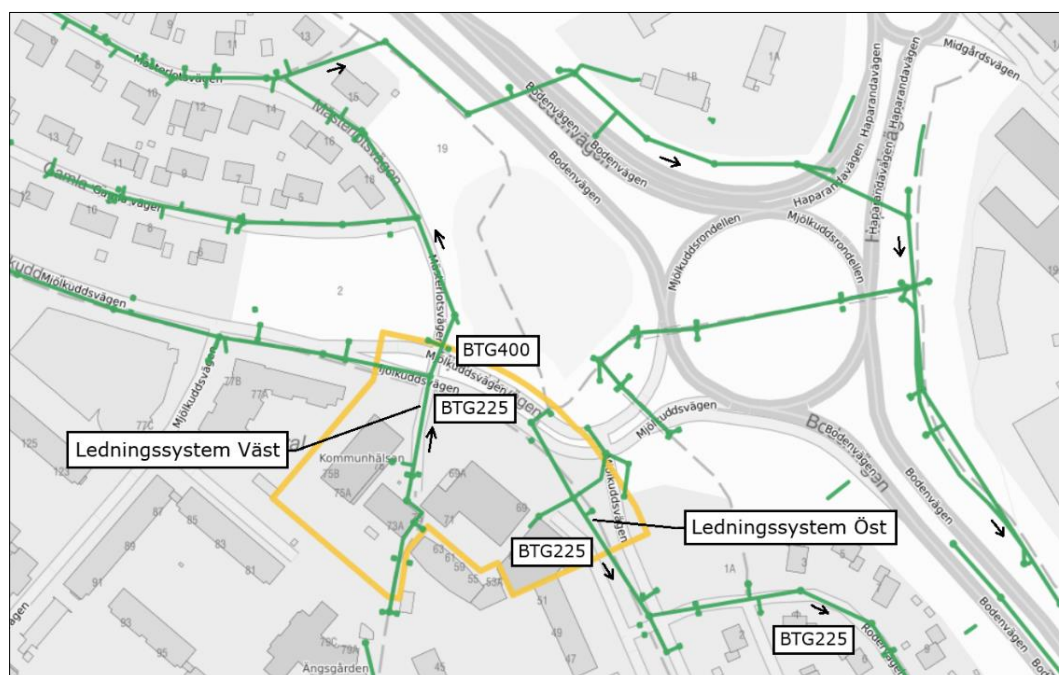
Ekologisk status		
Kvalitetskrav	Status 2019	Kommentar
God ekologisk status	God	Vattenförekomstens ekologiska status är bedömd till god status med låg tillförlitlighet
Kemisk ytvattenstatus		
Kvalitetskrav	Status 2019	Kommentar
God kemisk ytvattenstatus <i>Undantag</i> PBDE, Hg- & Hg-föreningar och dioxiner & dioxinlika föreningar	Ej god	Sannolikt gränsöverskridande värden för PBDE, Hg & Hg-föreningar, Dioxiner, Furaner och Dioxinlika PCB:er

3.5 Befintligt ledningssystem

Underlag gällande befintligt ledningssystem har erhållits från Lumiere i samband med utredningen. Planområdet innefattas av två dagvattenledningssystem som benämns Väst och Öst, se Figur 3-6.

Ledningssystem Väst avleds norrut via en BTG225 (betongledning) med en lutning på ca 2,6%. Uppströms planområdet (söder om planområdet) belastas ledningssystem Väst av ett mindre dagvattenflöde vilket medför att kapaciteten i BTG225 bedöms till ca 77 l/s.

Ledningssystem Öst avleds österut via en BTG225 (betongledning) med en okänd lutning. Marklutning i området är ca 1% vilket även ledningssystemet antas hållas. Detta ger en bedömd kapacitet på ca 7 l/s då ledningssystemet uppströms bedöms belasta ledningen till ca 85%.



Figur 3-6. Dagvattenledningssystem i området. Befintliga anslutningspunkter avleds i två ledningssystem "Väst" och "Öst" med separata utlopp i recipienten.

Tabell 3-3 redovisar sammanställning av bedömd kapacitet i ledningssystemet för respektive delområde Väst och Öst.

Tabell 3-3. Bedömd flödeskapacitet i befintligt dagvattenledningssystem för ett 20-årsregn.

Ledningssystem	Typ	Lutning	Max kapacitet [l/s]	Belastning uppströms [l/s]	Kapacitet anslutning [l/s]
Väst	BTG225	2,635%	79	2	77
Öst	BTG225	antaget 1%	49	42	7
Totalt			128	44	84

4 Flödesberäkningar

Före och efter exploatering är rinntiden under 10 minuter då rinnsträckorna är korta och sker över exploaterade ytor kopplat till ledningssystem. Detta medför att området har den dimensionerande varaktigheten 10 minuter, då 10 minuter är lägsta varaktighet enligt branschstandard.

I enlighet med Svenskt Vatten (P110) är beräkningarna utförda för dimensionerande 20- och 100-årsregn då området kan definieras som tät bostadsbebyggelse.

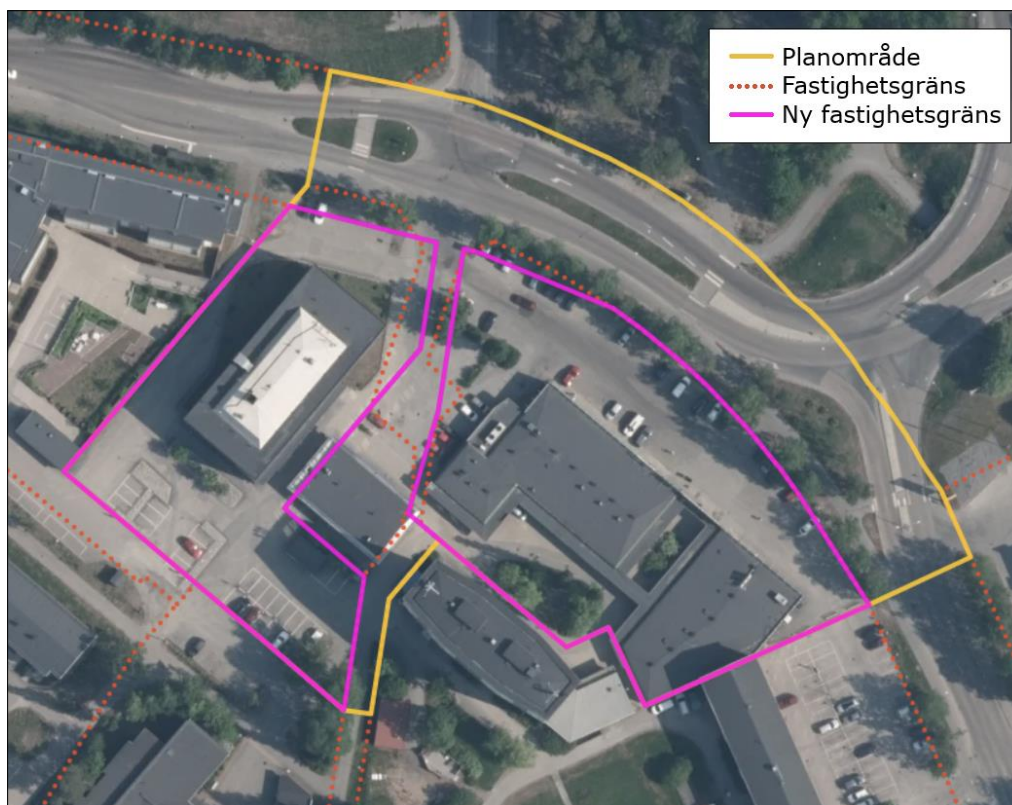
- $i_{20\text{-årsregn},10\text{ min}} = 287 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{100\text{-årsregn},10\text{ min}} = 489 \text{ [l/s, ha]}$

I och med den nya detaljplanen kommer fastighetsgränserna justeras. Vid jämförelse av dagvattensituationen före och efter exploatering har de nya fastighetsgränserna även tillämpats för den befintliga situationen, för att lättare kunna se planens påverkan.

4.1 Befintlig situation

Den befintliga markanvändningen utgörs främst av hårdgjorda ytor, där grönytor uppgår till ca 11% av den totala ytan, se Figur 4-1. Detta ger en vägd avrinningskoefficient på ca 0,7 vilket motsvarar definitionen av slutet byggnadssätt utan vegetation enligt Svenskt Vattens definition (P110), se Tabell 4-1.

Flödesberäkningar visar på att det befintliga dagvattenflödet utan klimatfaktor uppgår till ca 299 l/s för dimensionerande 20-årsregn och ca 631 l/s vid 100-årsregn, se Tabell 4-2.



Figur 4-1. Befintlig markanvändning med nya och gamla fastighetsgränser.

Tabell 4-1. Befintlig markanvändning och reducerad area kopplat till avrinningskoefficienten (ϕ).

Markanvändning	Area [ha]	20-årsregn		100-årsregn	
		ϕ	Red. area	ϕ	Red. area
Tak	0,32	0,9	0,28	1	0,32
Väg	0,31	0,8	0,25	1	0,31
Asfalt	0,34	0,8	0,27	1	0,34
Parkering	0,24	0,8	0,19	1	0,24
GC-väg	0,03	0,8	0,03	1	0,03
Grönyta	0,16	0,1	0,02	0,3	0,05
Totalt	1,40	0,7	1,04	0,9	1,29

Tabell 4-2. Befintliga dagvattenflöden för dimensionerande regn utan klimatfaktor.

Markanvändning	Area [ha]	20-årsregn [l/s]	100-årsregn [l/s]
Tak	0,32	81	154
Väg	0,31	72	153
Asfalt	0,34	78	166
Parkering	0,24	55	117
GC-väg	0,03	8	17
Grönyta	0,16	4	23
Totalt	1,40	299	631

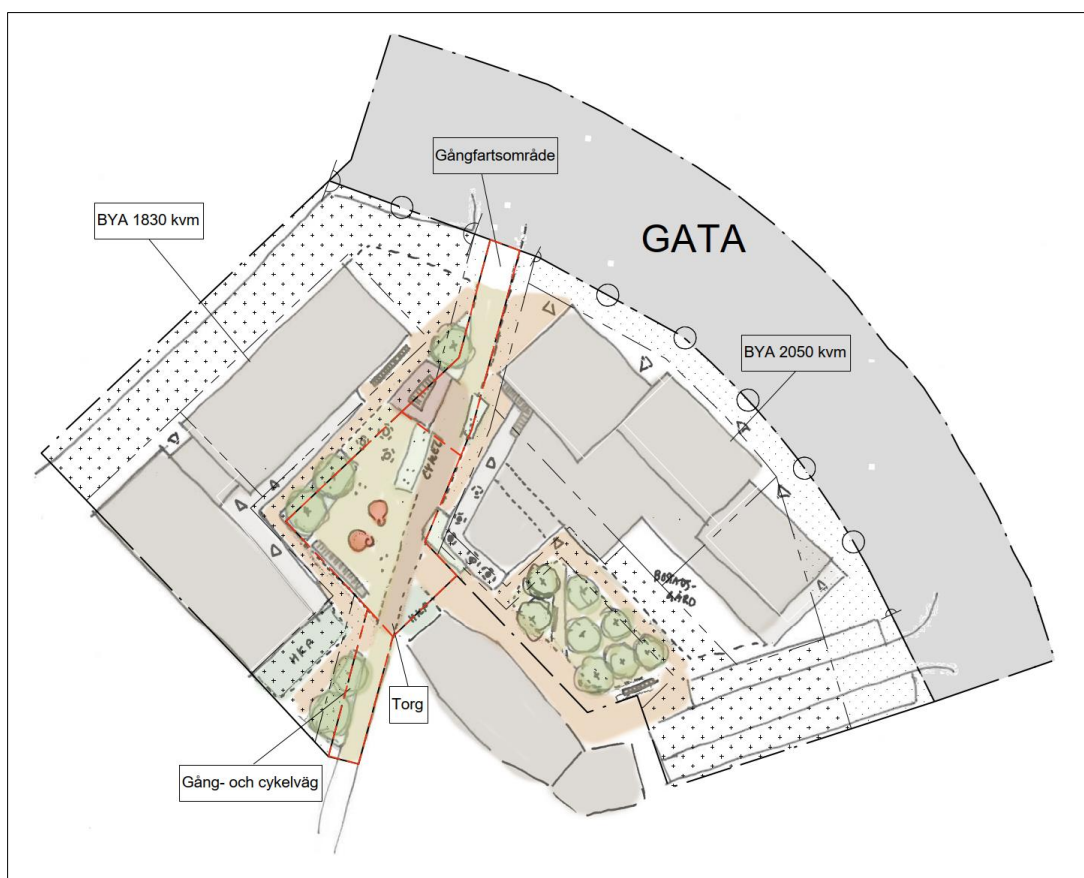
4.2 Planerad utformning

Efter exploatering utökas byggrätten inom båda fastigheterna Mjölkudden 3:11 och Skepparen 5. Mjölkudden 3:11 får möjligheten till en takyta på 1830 m² och Skepparen 5 en takyta på 2050 m². Utöver detta tillkommer friyta och resterande klassificeras som gårdsyta. Mellan fastigheterna planeras GÅNGFARTSOMRÅDE, GC-VÄG och TORG. I norra delen av planområdet ligger GATA (Mjölkuddvägen) som inte kommer innefatta några planförändringar, se Figur 4-2. Skulle inte hela byggytan nyttjas är detta gynnsamt för dagvattenhanteringen, då dagvattenflödet reduceras.

Gårdsyta antas helt utformas som hårdgjordyta med en avrinningskoefficient på 0,8. Friyta antas utformas med en avrinningskoefficient på 0,4 vilket medför en fördelning på ca 60% grönyta och 40% hårdgjordyta. Tabell 4-3 redovisar avrinningskoefficienter och reducerad area för framtida markanvändning.

Vid jämförelse mellan den befintliga situationen och den framtida utformningen minskar den reducerade arean med 3% för planområdet trots ökad takyta. Detta p.g.a. att planen medför friyta som antas innehålla grönyta vilket reducerar hårdgörningsgraden.

Flödesberäkningar visar på att dagvattenflödet efter exploatering inklusive klimatfaktor uppgår till ca 361 l/s för dimensionerande 20-årsregn och ca 776 l/s vid 100-årsregn, se Tabell 4-4.



Figur 4-2. Planerad markanvändning.

Tabell 4-3. Framtida markanvändning och reducerad area kopplat till avrinningskoefficienten (φ).

Delområde	Yta	Area [ha]	20-årsregn		100-årsregn	
			φ	Red. area [ha]	φ	Red. area [ha]
Mjölkudden 3:11	Tak	0,18	0,9	0,16	1	0,18
	Gårdsyta	0,10	0,8	0,08	1	0,10
	Friyta	0,09	0,4	0,04	0,7	0,06
	Totalt	0,38	0,8	0,28	0,9	0,35
Skepparn 5	Tak	0,21	0,9	0,18	1	0,21
	Gårdsyta	0,15	0,8	0,12	1	0,15
	Friyta	0,13	0,4	0,05	0,7	0,09
	Totalt	0,48	0,7	0,36	0,9	0,44
GATA	Väg	0,31	0,8	0,25	1	0,31
	GC-väg	0,03	0,8	0,03	1	0,03
	Grönyta	0,09	0,1	0,01	0,3	0,03
	Totalt	0,43	0,7	0,28	0,9	0,37
Gångfartsområde	Asfalt	0,02	0,8	0,02	1	0,03
	Totalt	0,02	0,8	0,02	1,0	0,03
GC-VÄG	GC-väg	0,01	0,8	0,01	1	0,01
	Totalt	0,01	0,8	0,01	1,0	0,01
TORG	Torg	0,06	0,8	0,06	1	0,07
	Totalt	0,06	0,8	0,06	1,0	0,07
Totalt		1,40	0,7	1,01	0,9	1,27

Tabell 4-4. Framtida dagvattenflöden för dimensionerande regn med klimatkfaktor.

Delområde	Yta	φ	Area [ha]	20-årsregn [l/s]	100-årsregn [l/s]
Mjölkudden 3:11	Tak	0,9	0,18	59	112
	Gårdsyta	0,8	0,10	28	60
	Friyta	0,4	0,09	13	39
	Totalt	0,8	0,37	100	211
Skepparn 5	Tak	0,9	0,21	66	125
	Gårdsyta	0,8	0,15	42	90
	Friyta	0,4	0,13	19	57
	Totalt	0,7	0,48	127	272
GATA	Väg	0,8	0,31	88	188
	GC-väg	0,8	0,03	10	21
	Grönyta	0,1	0,09	3	16
	Totalt	0,7	0,44	101	225
Gångfartsområde	Asfalt	0,8	0,03	8	16
	Totalt	0,8	0,03	8	16
GC-VÄG	GC-väg	0,8	0,01	4	9
	Totalt	0,8	0,01	4	9
TORG	Torg	0,8	0,07	20	42
	Totalt	0,8	0,07	20	42
Totalt		0,7	1,40	361	776

4.3 Behov av utjämning

Behov av utjämning utförs för två scenarion; Metod 1 – Ej ökad belastning och Metod 2 – Hänsyn till kapacitet i ledningssystem (se beräkningsmetodik under avsnitt 2.3.2). Vid beräkningar av metod 2 används den sammanlagda uppskattade kapaciteten för ledningsnät Väst och Öst, vilket uppgår till 84 l/s.

Om magasinet förses med strypt utlopp rekommenderas att magasinet dimensioneras för det genomsnittliga utflödet eftersom det varierar med fyllningstiden (Svenskt Vatten, 2016). Det genomsnittliga utflödet kan då enligt Svenskt Vatten antas vara ca 2/3 av det maximala utflödet. Här har erforderlig magasinvolym dimensionerats efter ett magasin med strypt utlopp (Svenskt Vatten, 2016).

Beräknad erforderlig fördröjning beräknas för exploaterat område vilket innebär att GATA (Mjölkuddsvägen) inte inkluderas i fördröjningsberäkningarna. Den totala fördröjningsvolymen fördelas därefter inom respektive delområde baserat på dess reducerade area.

Den totala fördröjningsvolymen för metod 1 uppgår till 25 m³ och för metod 2 till 117 m³, Tabell 4-5 och Tabell 4-6 redovisar en sammanställning av resultat.

Tabell 4-5. Metod 1 - Erforderlig fördröjningsvolym för att inte öka dagvattenbelastningen. Värden inom parentes anger genererad volym utan klimatkfaktor.

Delområde	Befintlig genererad volym [m ³]	Exploaterat genererad volym [m ³]	Ökad belastande volym [m ³]
Mjölkudden 3:11	48	60 (48)	12
Skepparn 5	67	76 (61)	10
GÅNGFARTSOMRÅDE	3	5 (4)	1
GC-VÄG	2	3 (2)	1
TORG	9	12 (9)	2
Totalt	130	155 (124)	25

Tabell 4-6. Metod 2 - Erforderlig fördröjning med hänsyn till kapacitet på ledningssystem.

Delområde	Utflöde för exploatering* [l/s]	Reducerad area efter exploatering [ha _{red}]	Specifik avtappning ** [l/s ha _{red}]	Genomsnittlig specifikavtappning *** [l/s ha _{red}]	Erforderlig magasinvolym strypt utlopp [m ³]
Mjölkudden 3:11	33	0,28	117	78	45
Skepparn 5	42	0,36	117	78	57
GÅNGFARTSOMRÅDE	2	0,02	117	78	3
GC-VÄG	1	0,01	117	78	2
TORG	6	0,06	117	78	9
Totalt	84	0,72	117	78	117

* Motsvarar det maximala tillåtna utflödet ur föreslaget magasin.

** Beräknas genom (flödet före exploatering) / (reducerad area efter exploatering).

*** Motsvarar den avtappning som magasinet dimensioneras efter, dvs. 2/3 av den specifika avtappningen.

Sammanfattning fördröjning

Befintligt dagvattenledningssystem vid anslutningspunkt bedöms ha mycket låg kapacitet i förhållande till det anslutna området. Rekommendationen är därför att

området dimensioneras utifrån metod 2 och med en total erforderlig fördröjningsvolym på 117 m³.

Som jämförelse visar Tabell 4-5 att detta nästan motsvarar hela den genererade dagvattenvolymen på 124 m³ uppstår utan klimatfaktor.

5 Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningar är utförda med StormTac v25.3.1. StormTac är en programvara som teoretiskt beräknar föroreningsbelastningen från olika typer av markanvändningar baserat på typvärden. Resultatet av beräkningarna ska ses som ungefärliga värden och inte som faktiska mätvärden. För exakta värden krävs mätningar före och efter en exploatering då föroreningsbelastningen är starkt påverkad av den platsspecifika situationen.

Föroreningsberäkningar redovisas i Tabell 5-1 och Tabell 5-2 vilka är utförda utan reningsanläggningar för att se konsekvenserna av den förändrade markanvändningen. Beräkningarna visar på att majoriteten av de beräknade ämnena minskar i belastning efter exploatering eller är oförändrade. Undantaget berör fosfor (P) vilket ökar både till halter (µg/l) och mängder (kg/år), se Tabell 5-1 och Tabell 5-2.

Tabell 5-1. Föroreningshalter (µg/l) före och efter exploatering. Grönt fält indikerar en minskning eller oförändrat värde jämfört med den befintliga situationen.

Ämne	Befintligt [µg/l]	Exploatering -Ej rening [µg/l]
P	100	120
N	1700	1700
Pb	9,4	6,5
Cu	24	20
Zn	82	68
Cd	0,41	0,39
Cr	9,4	6,8
Ni	5,8	5
Hg	0,048	0,029
SS	50000	37000
BaP	0,047	0,035
PBDE 47	0,00019	0,00018
PBDE 99	0,00023	0,00023
PBDE 209	0,015	0,015
PCB 28	0,021	0,021
PCB 52	0,029	0,029
PCB 101	0,0091	0,009
PCB 118	0,0098	0,0097
PCB 138	0,002	0,002
PCB 153	0,0019	0,0019
PCB 180	0,002	0,002

Tabell 5-2. Föroreningshalter (kg/år) före och efter exploatering. Grönt fält indikerar en minskning eller oförändrat värde jämfört med den befintliga situationen.

Ämne	Befintligt [kg/år]	Exploatering -Ej rening [kg/år]
P	0,78	0,9
N	13	13
Pb	0,072	0,048
Cu	0,18	0,15
Zn	0,63	0,51
Cd	0,0032	0,0029
Cr	0,072	0,051
Ni	0,044	0,037
Hg	0,00037	0,00022
SS	380	280
BaP	0,00036	0,00026
PBDE 47	0,0000014	0,0000014
PBDE 99	0,0000018	0,0000017
PBDE 209	0,00011	0,00011
PCB 28	0,00016	0,00015
PCB 52	0,00022	0,00021
PCB 101	0,00007	0,000067
PCB 118	0,000075	0,000072
PCB 138	0,000015	0,000015
PCB 153	0,000015	0,000014
PCB 180	0,000015	0,000015

6 Förslag dagvattenhantering

Fördröjningsberäkningarna visar på att stora fördröjningsvolymerna krävs med hänsyn till kapacitet vid anslutningspunkt. Underlag från SGU visar på eventuellt låg genomsläpplighet i området vilket innebär att infiltrationsanläggningar kan behöva utformas med dränering för att säkerställa tömning. Dock visar de genomförda geotekniska undersökningarna på mer genomsläppliga förhållanden. Vidare geoteknisk undersökning rekommenderas inom områden för placering av eventuella underjordiska infiltrationsanläggningar i projekteringsskedet.

6.1 Kvartersmark

De största dagvattenvolymer genereras av takytor vilket medför att särskilt takavvattningen behöver omhändertas som fördröjningsåtgärd. Enligt kommunens dagvattenstrategi bör ytliga gröna dagvattenlösningar tillämpas vilket skulle innebära att takavvattning behöver avledas till grönytor eller planteringar, så kallad regnbäddar. Detta kan vara utmanande att lösa inom detaljplanen för samtliga takytor p.g.a. stora takytor med sannolikt begränsat utrymme för grönytor/regnbäddar. En mer genomförbar sekundär lösning är att anlägga underjordiska magasin som t.ex. dagvattenkassetter eller rörmagasin. Den erforderliga fördröjningsvolymen är

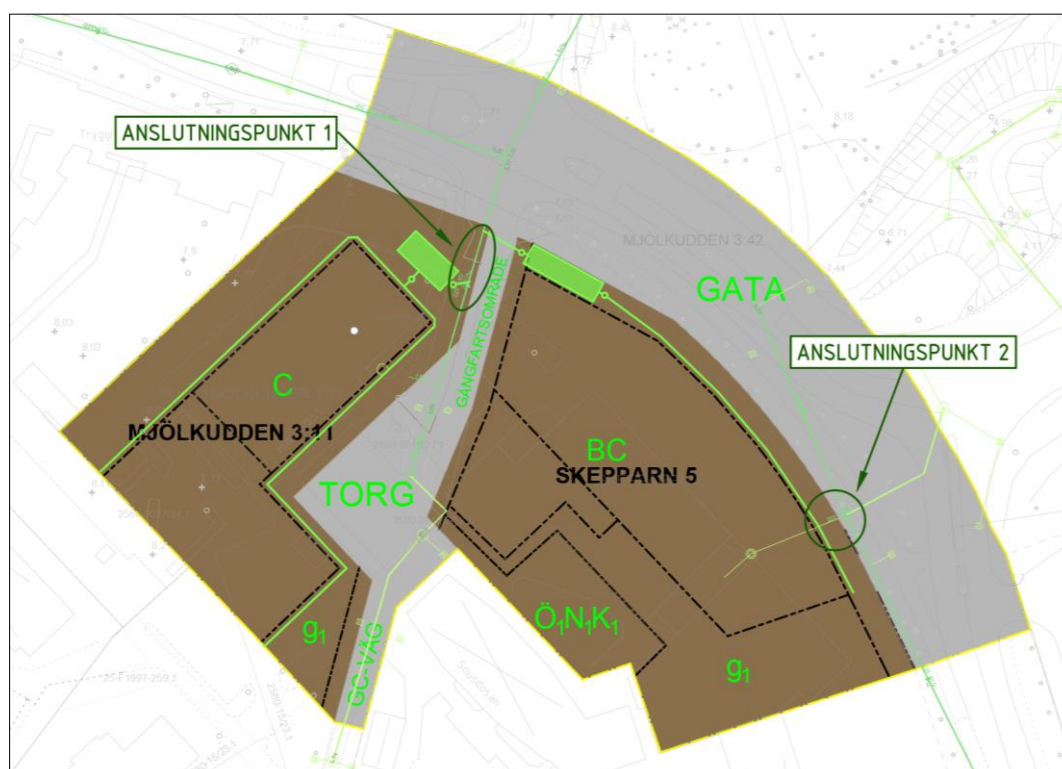
beräknade utifrån ett "värsta" scenario med maximal byggrätt och hög avrinningskoefficient för gårdsyta. Ett sätt att reducera den erforderliga fördröjningsvolymen är att utöka grönytefaktorn eller anlägga gröna tak. Dock kan gröna tak öka kväve och fosfor belastningen vilket medför att endast mindre takytor bör anläggas med denna typ av dagvattenlösning.

Inom markytor bör dagvatten omhändertas lokalt genom att direkt avledas till diken, regnbäddar eller skelettjordar. Dessa ytliga anläggningar är enklare att utforma som infiltrationsanläggningar jämfört med underjordiska, då underbyggnaden kan bytas ut mot mer genomsläppligt material. Detta ger en utökad rening i jämförelse med att endast anlägga underjordiska dagvattenmagasin. Om dagvattenmagasin anläggs bör dessa anläggas nära anslutningspunkt 1 för att kunna samla upp dagvattenflödet, vilket behöver ske vid GÅNGFARTSOMRÅDE, se Figur 6-1. Anslutningspunkt 2 bör endast anslutas för mindre flöden t.ex. ett lokalt dike inom gårdsyta.

Sammanställning av dagvattenlösningar inom kvarteretsmark redovisas i Tabell 6-1.

Tabell 6-1. Fördröjning inom respektive yta med dagvattenförslag.

Delområde	Yta	Red. area [ha]	Erforderlig fördröjning [m ³]	Förslag dagvattenlösning
Mjölkudden 3:11	Tak	0,16	27	Underjordiskt magasin
	Gårdsyta	0,08	13	Diken, regnbäddar skelettjordar
	Friyta	0,04	6	Diken, regnbäddar skelettjordar
	Totalt	0,28	45	
Skepparn 5	Tak	0,18	30	Underjordiskt magasin
	Gårdsyta	0,12	19	Diken, regnbäddar skelettjordar
	Friyta	0,05	9	Diken, regnbäddar skelettjordar
	Totalt	0,36	57	

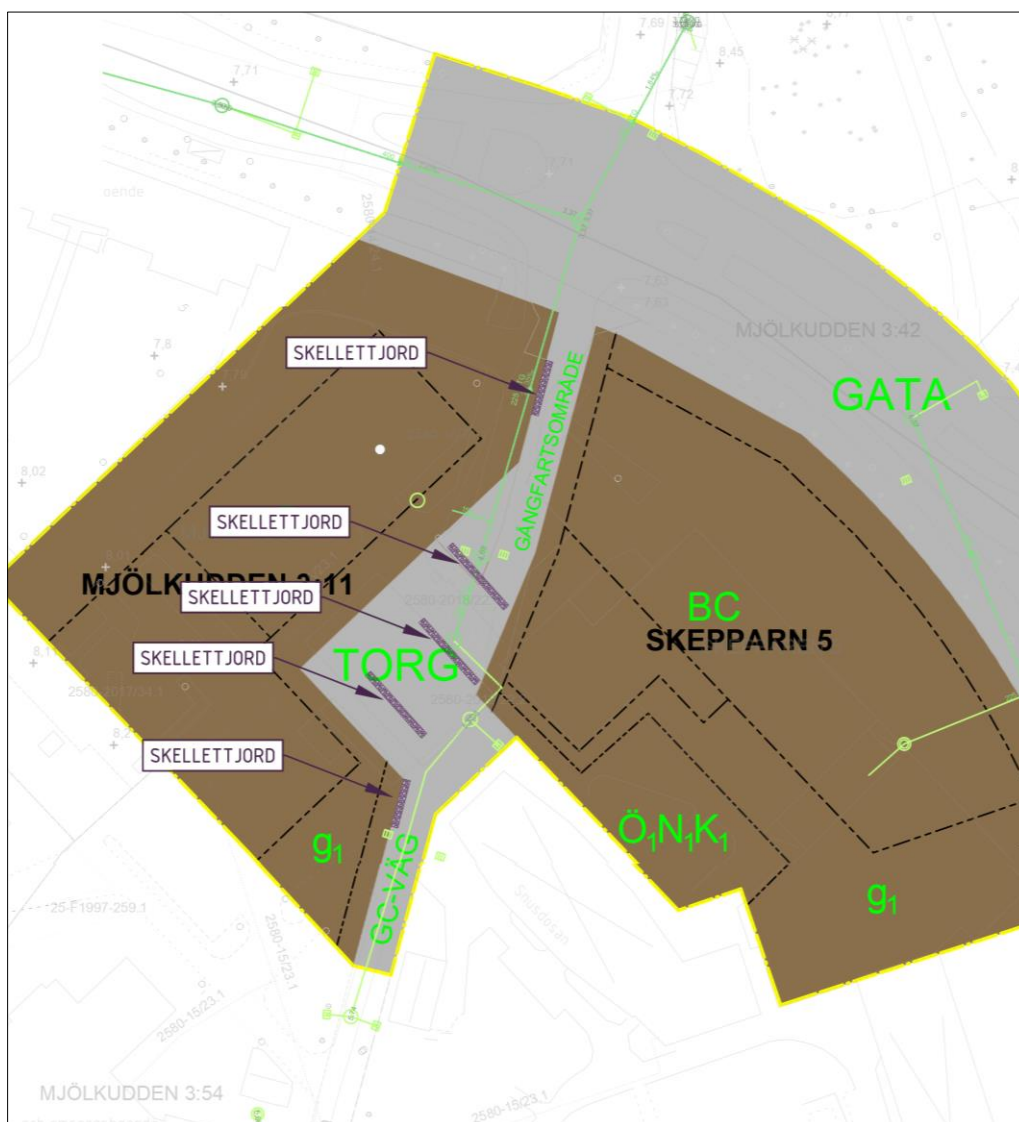


Figur 6-1. Förslag dagvattenhantering med placering av underjordiska magasin.

6.2 Allmän platsmark

Inom allmän platsmark bör fokus ligga på rening för att rena fosfor till önskvärda nivåer. Som dagvattenlösning föreslås skelettjordar inom GÅNGFARTSOMRÅDE, GC-VÄG och TORG för att omhänderta den erforderliga fördröjningsvolymen, se Figur 6-2. Dock skulle även krossdiken eller regnbäddar fungera alternativt en kombination av dessa.

Sammanställning av dagvattenlösningar inom kvartersmark redovisas Tabell 6-2.



Figur 6-2. Förslag dagvattenhantering på allmän platsmark.

Tabell 6-2. Dagvattenlösning inom allmän platsmark.

Delområde	Red. area [ha]	Erforderlig fördröjning [m³]	Förslag dagvattenlösning
GÅNGFARTSOMRÅDE	0,02	3	Skelettjord, regnbädd eller krossdike
GC-VÄG	0,01	2	Skelettjord, regnbädd eller krossdike
TORG	0,06	9	Skelettjord, regnbädd eller krossdike

6.3 Föroreningsberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning

Reningssimuleringar är utförda för två scenarion. I scenario 1 sker endast rening inom allmän platsmark (GÅNGFARTSOMRÅDE, GC-VÄG och TORG) i form av skeletttjorlar men även regnbäddar och krossdiken kan tillämpas.

För scenario 2 ansluter inga ytor till någon reningsanläggning. Istället har avrinningskoefficienten för gårdsyta ändrats till 0,6 vilket medför en ungefärlig andel grönyta på 30% och hårdgjort 70%.

Resultatet efter föreslagna dagvattenlösningar redovisas i Tabell 6-3 och Tabell 6-4.

Tabell 6-3. Föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Grönt fält indikerar en minskning eller oförändrat värde jämfört med den befintliga situationen.

Ämne	Befintligt [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Ej rening [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Scenario 1 [$\mu\text{g/l}$]	Exploatering -Scenario 2 [$\mu\text{g/l}$]
P	100	120	100	110
N	1700	1700	1500	1600
Pb	9,4	6,5	5,8	5,9
Cu	24	20	18	19
Zn	82	68	64	60
Cd	0,41	0,39	0,36	0,31
Cr	9,4	6,8	6,2	6,7
Ni	5,8	5	4,8	4,5
Hg	0,048	0,029	0,027	0,03
SS	50000	37000	33000	34000
BaP	0,047	0,035	0,035	0,035
PBDE 47	0,00019	0,00018	0,00017	0,00016
PBDE 99	0,00023	0,00023	0,00021	0,0002
PBDE 209	0,015	0,015	0,014	0,013
PCB 28	0,021	0,021	0,019	0,018
PCB 52	0,029	0,029	0,026	0,025
PCB 101	0,0091	0,009	0,0082	0,008
PCB 118	0,0098	0,0097	0,0088	0,0086
PCB 138	0,002	0,002	0,0018	0,0018
PCB 153	0,0019	0,0019	0,0017	0,0017
PCB 180	0,002	0,002	0,0018	0,0017

Tabell 6-4. Föroreningsmängder (kg/år) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Grönt fält indikerar en minskning eller oförändrat värde jämfört med den befintliga situationen.

Ämne	Befintligt [µg/l]	Exploatering -Ej rening [µg/l]	Exploatering -Scenario 1 [µg/l]	Exploatering -Scenario 2 [µg/l]
P	0,78	0,9	0,78	0,78
N	13	13	11	11
Pb	0,072	0,048	0,043	0,042
Cu	0,18	0,15	0,13	0,13
Zn	0,63	0,51	0,48	0,43
Cd	0,0032	0,0029	0,0027	0,0022
Cr	0,072	0,051	0,046	0,048
Ni	0,044	0,037	0,036	0,032
Hg	0,00037	0,00022	0,0002	0,00021
SS	380	280	250	240
BaP	0,00036	0,00026	0,00026	0,00025
PBDE 47	0,0000014	0,0000014	0,0000012	0,0000012
PBDE 99	0,0000018	0,0000017	0,0000015	0,0000014
PBDE 209	0,00011	0,00011	0,0001	0,000096
PCB 28	0,00016	0,00015	0,00014	0,00013
PCB 52	0,00022	0,00021	0,00019	0,00018
PCB 101	0,00007	0,000067	0,000061	0,000057
PCB 118	0,000075	0,000072	0,000065	0,000061
PCB 138	0,000015	0,000015	0,000013	0,000013
PCB 153	0,000015	0,000014	0,000013	0,000012
PCB 180	0,000015	0,000015	0,000013	0,000012

6.4 Påverkan MKN

Med föreslagen dagvattenhantering bedöms planen vara genomförbar utan att försvåra recipientens mål för MKN. Detta med en bedömning utifrån föroreningsberäkningarna och att flödet kan strypas ner till befintliga nivåer och lägre.

Scenario 2 visar på en dagvattenhantering där inga specifika reningsanläggningar anläggs i området utan i stället sker en anpassning av markanvändningen inom gårdsyta. Även detta scenario visar på en gynnsamsituation för recipienten och MKN.

Det kommer att krävas någon typ av fördröjning vilket i praktiken även medför en viss rening. Detta medför att reningseffekten sannolikt blir betydligt högre än beräknat för scenario 1 och 2. Anläggs t.ex. infiltrationsanläggningar kommer en automatisk rening att uppstå.

6.5 Allmänna rekommendationer

I rubriken kan läsas om övergripande rekommendationer som bör eftersträvas inom planområdet.

6.5.1 Miljöanpassade material

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas.

Kända material som avger föroreningar är exempelvis takbeläggning, belyningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen, som exempelvis koppar- och zinktak. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de materialval som ska användas för byggnation.

6.6 Generell beskrivning av dagvattenlösningar

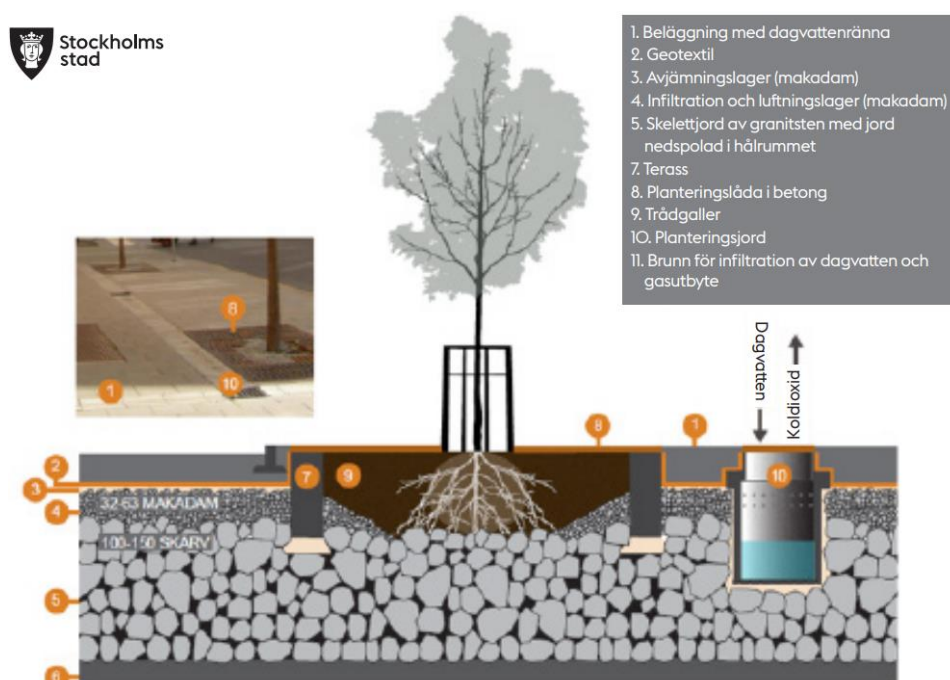
6.6.1 Träd i skelettjord

Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord stadsmiljö. Skelettjord kan även fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning och rening. Dagvattnet leds oftast till anläggningen via rännstensbrunnar med sandfång. Dagvattnet renas då det infiltrerar genom skelettjorden, men även med hjälp av växtupptag. Om vatten kan perkolera vidare till marken under skelettjorden bidrar det till ytterligare fastläggning av lösta föroreningar.

Det finns två olika typer av skelettjordar: vanlig skelettjord och luftig skelettjord. Båda byggs upp genom att en utschaktad grop fylls med grov makadam. Luftiga skelettjordar innehåller endast makadam och har en hög porositet i hela volymen. I en vanlig skelettjord vattnas jord ner i makadamlagret som sedan överlagras av ett luftigt bärlager. Det luftiga bärlagret har hög porositet, medan den nedvattnade jorden sänker porositeten i underliggande makadamlager (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d).

Fördröjningsvolymen i skelettjorden skapas av porvolymen som i den vanliga skelettjorden är omkring 10 procent och i luftig skelettjord cirka 30 procent av den totala volymen. Finns ett ytmagasin ökar kapaciteten. Med en dimensionerande nederbörd på 20 mm är ytbehovet för en luftig skelettjord två till fyra procent och för en vanlig skelettjord cirka sex till tolv procent per 100 m² avrinningsyta. Träd som är planterade i skelettjorden kan ta hand om en del av avrinningen (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d).

Figur 6.6-1 Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord visar en schematisk skiss över plantering av träd i skelettjord. Vid tät beläggning på skelettjorden krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas. Vid hög belastning av föroreningar kan skelettjorden behöva bytas ut med jämna mellanrum (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d).



Figur 6.6-1 Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (Stockholm Vatten och Avfall, 2022d)

6.6.2 Makadamdike

Makadamdiken är öppna diken som är helt eller delvist fyllda med kross som kan både fördröja och avleda dagvatten samt till viss del även renar dagvatten. Makadamfyllda diken kan anläggas där plats saknas för mer ytkrävande anläggningar som t.ex. svackdiken. Beroende på lokala geologiska förutsättningar kan makadamdiket utformas med öppen botten (om marken är genomsläpplig) där vattnet infiltrerar i makadamdiket och perkolerar till grundvattnet och bidrar till den naturliga grundvattenbildningen. I tätare jordar är dikesbotten tät och dagvattnet leds vidare till dagvattennätet via ett dräneringsrör i botten på diket (Larm & Blecken, 2019).

Fördröjningsvolymen i makadamdiket skapas av porvolymen i fyllningsmassorna, normalt cirka 30 procent av dikets totala volym. Fördröjningsvolymen anpassas genom justeringar av dikets geometri efter dimensionerande regnflöden från de ytor som ska avledas till makadamdiket. Nederbörd som överskrider magasinsvolymen och dikets avledningskapacitet behöver bräddas till dagvattennätet. Det är viktigt att bräddbrunnen ligger i nivå med den maximalt tillåtna vattennivån i dikets lågpunkt så att bräddning inte sker i onödan.

Makadamdiken avskiljer främst partikelbundna föroreningar genom sedimentation. I diken med dräneringsrör stärks reningseffekten om en sedimentationsvolym skapas genom att röret placeras en bit ovanför dikets botten. En högre andel finare fraktioner i makadamdiket ökar också reningskapaciteten, men minskar samtidigt den fördröjande volymen och infiltrationskapaciteten (Stockholm Vatten och Avfall, 2022e).

Makadamdiken kan utformas på flera sätt och anläggs ofta i anslutning till vägar och parkeringar, se Figur 6.6-2.



Figur 6.6-2 Makamdikey (Larm & Blecken, 2019).

6.6.3 Regnbädd

Växtbäddar används för att fördröja, infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med regn. Reningen uppstår när dagvattnet passerar växtbäddens filtermaterial. Växterna i en växtbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc. Med en välkomponerad växtmix får man en växtbädd som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Ytterligare fördelar med växtbäddar är växternas förmåga att avdunsta vatten vilket bidrar till ett ännu effektivare omhändertagande av dagvattnet. Växtbäddar kan bidra med grönska och biologisk mångfald, de är även estetiskt tilltalande.

När de naturligt förekommande jordlagren har en begränsad infiltrationskapacitet ska en ledning kopplas från växtbädden till befintligt dagvattensystem. Ledningen bör ha en liten dimension för att fördröja dagvattnet men den ska säkerställa att vattnet kan dräneras inom 12 timmar. Det bör även installeras en bräddledning eller brunn för att undvika översvämningar vid kraftigare regn. Vid anläggning av växtbäddar i gata är det viktigt att det utformas så att vatten kan ledas in i växtbädden via exempelvis nedsänkt kantsten eller speciella brunnar. Figur 6.6-3 redovisar en principskiss över en upphöjd regnbädd och Figur 6.6-4 visar exempel på nedsänkt regnbädd.

Vid lägre temperaturer, t ex på vintern, fungerar fortfarande rening av suspenderade partiklar och metaller däremot blir reningen av fosfor och kväve sämre. Utformningen av inlopp och bräddfunktion samt en god infiltrationskapacitet är viktig för att frysriskerna ska minimeras (Stockholm Vatten och Avfall, 2022f).



Figur 6.6-3 Exempel på upphöjd regnbädd som tar emot dagvatten från tak via stuprör (T. Lindfors, 2014)



Figur 6.6-4 Exempel på nedsänkt regnbädd (Solna Stad, 2019)

6.6.4 Sedimentationsmagasin

Sedimentationsmagasin är underjordiska magasin som kan användas för att utjämna och rena dagvatten på ungefär samma sätt som en slamavskiljare. Magasinet har en tät botten. Efter passage genom magasinet leds vattnet vidare till en dagvattenledning eller ett öppet dike. Reningseffekten uppstår främst genom att suspenderat material och partikelbundna föroreningar sedimenterar i magasinet (Stockholm Vatten och Avfall, 2022h).

För att minska risken för igensättning bör ett sandfång eller annat intagsfilter placeras vid magasinets inlopp. Tekniken för att tömma magasinerna kan utformas på olika sätt. Magasinen kan vara konstant vattenfylld och fungerar då som en underjordisk damm och avtappning sker i samband med att ny nederbörd rinner till. Magasinen kan även fyllas och tömmas satsvis, genom pumpning. Pumparna startar när vattnet når en förutbestämd nivå eller efter en förutbestämd tid och pågår tills magasinet är tomt. En del magasin är utrustade med ett strypt utlopp, vilket innebär att det töms kontinuerligt. Kan magasinerna tömmas på sediment ökar livslängden (Stockholm Vatten och Avfall, 2022h).

Tabell 6.6-1. Fördelar och nackdelar med sedimentationsmagasin (Stockholm Vatten och Avfall, 2022h).

Fördelar	Nackdelar
Driftstabil anläggning för dagvattenhantering	Relativt dyra att anlägga
Kräver liten yta ovan mark	Bidrar inte till naturlig grundvattenbildning
Kan utjämna flöden (magasin med pumptömning eller strypt avlopp)	Kräver kontinuerliga drift- och underhållsåtgärder
Kan kombineras med tekniska filteranläggningar för att ytterligare rena dagvatten med hög föroreningsbelastning	Kräver genomtänkt sedimenthantering. Anläggningar som belastas med stora mängder slam måste kunna tömmas
	Saknas bräddfunktion finns risk för att sedimenten spolas ut vid extrema flöden

Ett sedimentationsmagasin har en längre livslängd än ett makadammagasin och går att drifta kontinuerligt. I jämförelse med brunnfiltren behöver tömning av sediment i ett sedimentationsmagasin inte ske lika ofta som filterbyte i brunnarna.

6.6.5 Dagvattenkassetter

Dagvattenkassetter är moderna, underjordiska system av plastbehållare som samlar, lagrar och fördröjer dagvatten från tak och hårdgjorda ytor, så att det sedan kan infiltreras långsamt i marken eller ledas vidare. De används för att minska belastningen på dagvattennätet, hantera kraftiga regn och frigöra värdefull yta ovan mark, då de är en mer plats- och arbetsbesparande lösning än traditionella stenkistor.

Dagvattenkassetter utformas främst med infiltration för att uppå en större reningseffekt och tillförsel till grundvattennivån. Om grundvattennivån är hög eller att infiltration ska undvikas som t.ex. vid förorenad mark kan magasinet kläs in i tätduk för att skapa ett slutet magasin.

6.6.6 Vegetationsklädda tak

Vegetationsklädda tak, även kallade gröna tak kan användas för att fördröja och reducera mängden dagvatten. En sådan anläggning består generellt av tre lager ovanpå. Ett dräneringslager med ett tätskikt under, sedan ett lager med växtsubstrat och överst ett vegetationstäck. Vegetationsklädda tak delas oftast upp i två kategorier; intensiva och extensiva tak. Intensiva tak har ett tjockare växtsubstrat (15 cm eller mer) och kan därför inhysa en större variation av växtlighet, men även magasinera och fördröja större dagvattenvolymer. Extensiva tak har ett tunnare djup på växtsubstratet (cirka 3–10 cm) och därför torktåliga gräsvegetation, till exempel sedumtak. Det finns även vegetationsklädda tak som kombinerar de två typerna (VA-guiden, 2022d).

Fördröjning av dagvatten uppstår genom att vegetationen och underliggande jordlager tar upp och magasinera nederbörd. En del försvinner genom avdunstning. Beroende på taklutning, växtlighet och tjocklek kan gröna tak reducera avrinningen med 25 till 75 procent (Stockholm Vatten och Avfall, 2022j).

Generellt sett har vegetationsklädda tak en högre kapacitet att fördröja vattnet under sommaren än under vintern när vegetationen inte är aktiv. Ett traditionellt sedumtak kan klara att fördröja drygt fem millimeter nederbörd om taket är relativt torrt när regnet börjar. Ett intensivt tak med en mäktighet på över 15 cm kan fördröja och magasinera cirka 20 mm nederbörd (Stockholm Vatten och Avfall, 2022j).



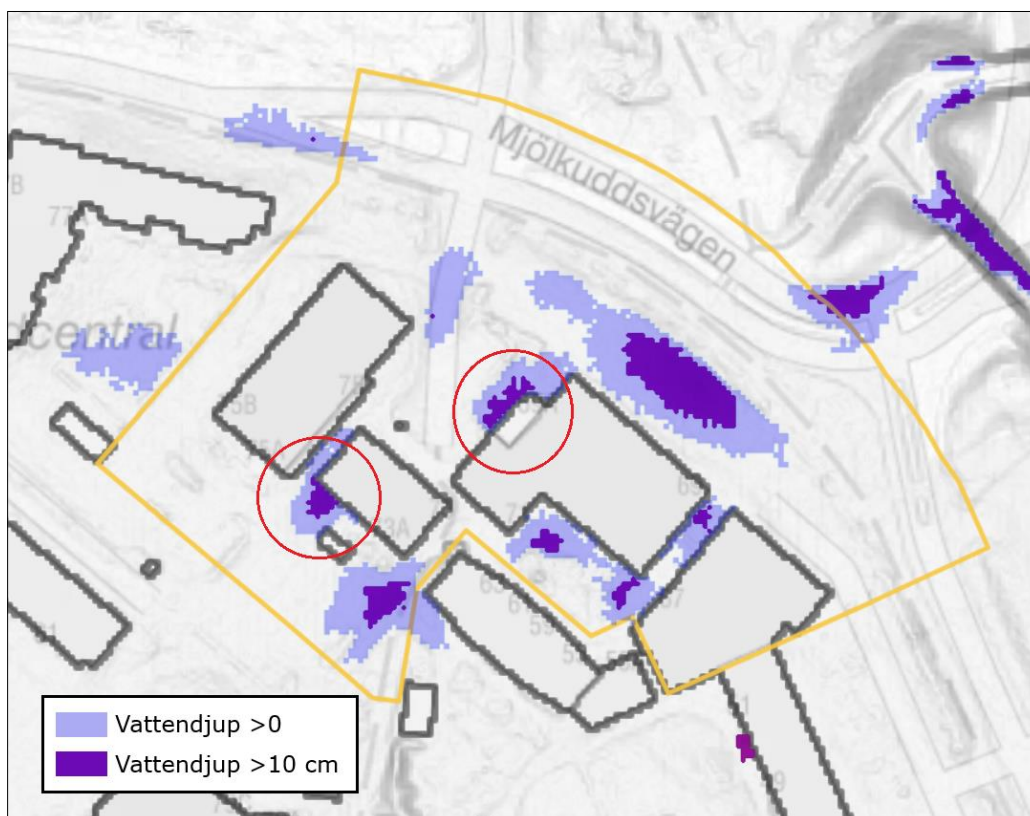
Figur 6.6-5 Gröna tak kan anläggas både på platta och lutande tak (Svenska Naturtak AB, 2019)

7 Skyfallsanalys

7.1 Befintligt

Ytavrinning som påverkar planerad exploatering sker från väst in i området enligt Figur 3-4. Vidare ytavrinningsväg sker till fastighet (Skepparn 3) söder om planområdet. En lågpunktsanalys med ett 106 mm regn (100-årsregn i 6 timmar) visar på stående vattenvolymer inom planområdet enligt Figur 7-1.

Det finns särskilt två områden som kan ha stående vattendjup över 10 cm längs med fasad, se röda markeringar i Figur 7-1.

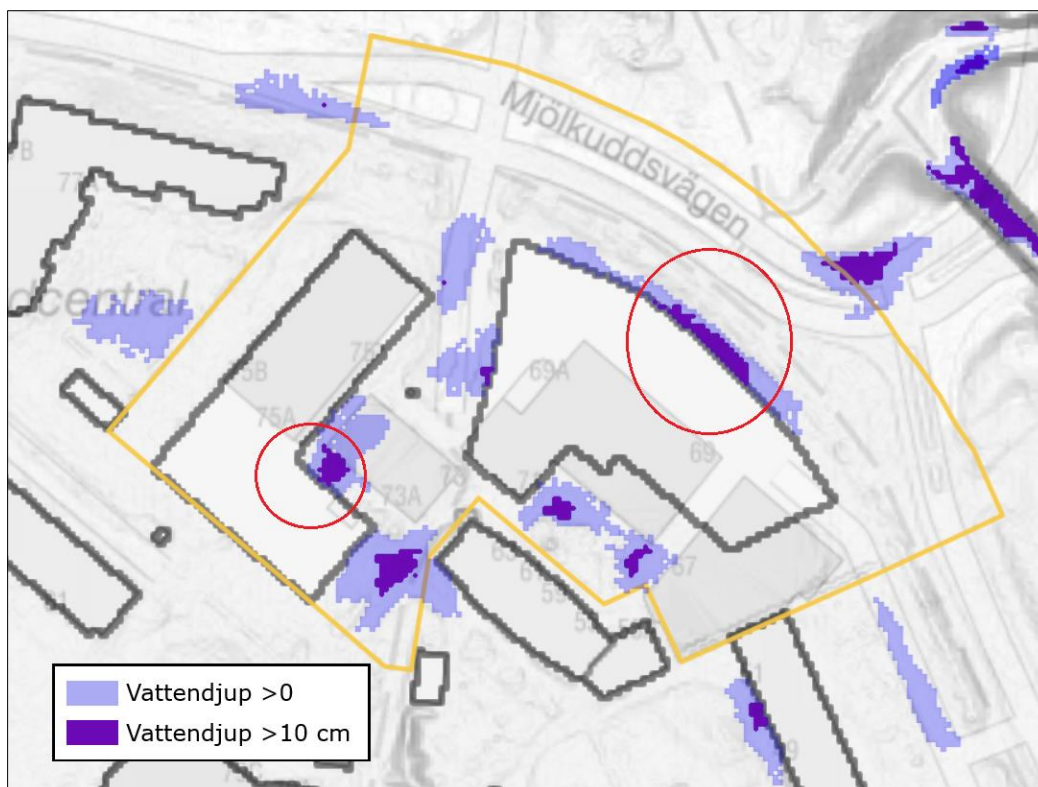


Figur 7-1. Stående vattenvolymer för den befintliga situationen med mest utsatta områden inom röd markering.

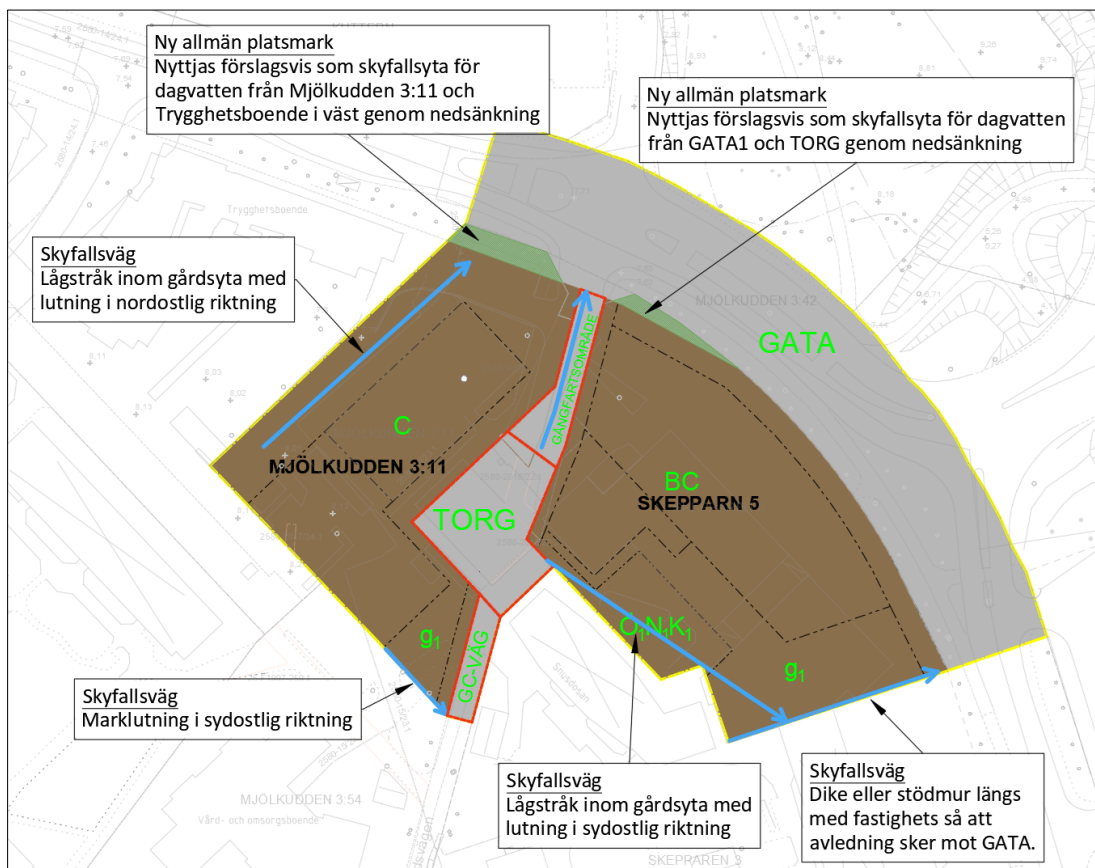
7.2 Exploatering

Efter exploatering bedöms särskilt två områden vara utsatt vilka behöver säkerställa att instängda områden undviks, se Figur 7-2. Vidare bör ytterligare höjdsättning av mark eller genom avledning av diken säkerställa att skyfall kan avledas mot GATA, se Figur 7-3.

För att undvika skyfallsproblem bör all mark runt byggnader utformas med lutning bort från fasad. Utöver detta bör markmodellering eller diken anläggas enligt Figur 7-3 med avledning mot GATA i öst.



Figur 7-2. Stående vattenvolymer för den framtida situationen med mest utsatta områden inom röd markering.



Figur 7-3. Förslag skyfallshantering för att begränsa stående vattenvolymer inom planområdet samt att inte avleda ytvatten till grannfastighet.

8 Slutsatser

Exploateringen innebär ett nästan oförändrat dagvattenflöde jämfört med den befintliga situationen men exploateringen behöver även ta hänsyn till klimatförändringar i form av en klimatkfaktor.

Anslutningspunkt för dagvatten bedöms ha begränsad kapacitet vilket medför att relativt stora dagvattenvolymer behöver fördröjas, särskilt inom kvartersmark. Det största flödet kommer från takytor vilket medför att ytliga dagvattenlösningar kan vara utmanande att etablera. Underjordiska dagvattenmagasin bedöms som den primära dagvattenlösningen för kvartersmark. Magasinen bör i första hand utformas som infiltrationsanläggningar men ytterligare geotekniska undersökning bör utföras för att säkerställa infiltration. Detta kan utföras i projektering/byggandet av området.

Planen bedöms som genomförbar med hänsyn till MKN då samtliga kontrollerade ämnen minskar eller har oförändrat värde efter exploatering med enklare reningslösningar.

Planområdet bedöms inte vara särskilt utsatt vid skyfall. För att följa gällande branschstandard bör dock marken närmast byggnaderna utformas med lutning bort från byggnaderna, så att dagvatten leds bort på ett kontrollerat sätt. Vidare bör lågstråk inom kvartersmark anläggas som avleder skyfall i östlig riktning. Vid planområdets sydöstragräns bör även någon typ av avledning ske mot GATA.

9 Referenser

Havs- och vattenmyndigheten. (den 17 november 2016). *Följder av Weserdomen Analys av rättsläget med sammanställning av domar Havs- och vattenmyndighetens rapport 2016:30*. Hämtat från www.havochvatten.se: <https://www.havochvatten.se/download/18.53aacfc115874884dc91f2e8/1708800060733/hav-rapport-2016-30-foljder-av-weserdomen.pdf>

Havs- och vattenmyndigheten. (den 11 december 2019). *Havs- och vattenmyndigheten*. Hämtat från Miljö kvalitetsnormer för vatten vid tillsyn och provning: <https://www.havochvatten.se/hav/vagledning--lagar/vagledningar/provning-och-tillsyn/miljokvalitetsnormer-vid-provning-och-tillsyn.html>

Helthy Waterways. (oktober 2014). *Bioretention Technical Design Guidelines*. Hämtat från Water by Design: <https://waterbydesign.com.au/download/bioretention-technical-design-guidelines>

Larm, T., & Blecken, G. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Bromma: Svenskt vatten Utveckling. Hämtat från Vattenbokhandeln.

Länsstyrelsen. (2023). *Länsstyrelsen*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/News.aspx>

Solna Stad. (den 11 december 2019). *Solna Stad, dagvattenstrategi*. Hämtat från Solna Stad, dagvattenstrategi: <https://www.solna.se/download/18.67fd55f16b98feab9411b9/1561721777180/Solna%20stads%20dagvattenstrategi%20inkl.%20bilagor.pdf>

Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022d). *Skelettjord*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall:

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022e). *Makadamdike*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall:
https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/md_h.pdf

Stockholm Vatten och Avfall. (den 12 september 2022f). *Nedsänkt växtbädd*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall:
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/nvb.pdf>

Stockholm Vatten och Avfall. (den 15 mars 2022h). *Tekniska lösningar*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall:
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/under-mark/>

Stockholm Vatten och Avfall. (den 13 september 2022j). *Vegetationsklädda tak*. Hämtat från Stockholm Vatten och Avfall:
https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/subsajter/dagvatten/pdf/vegtak_h2.pdf

Svenska Naturtak AB. (den 11 december 2019). Hämtat från
<https://www.svenskanaturtak.se/>

Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110*. Stockholm: Svenskt Vatten AB.

T. Lindfors, H. B.-S. (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer - Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*. Vinnova.

VA-guiden. (den 12 september 2022d). *Vegetationsklädda tak*. Hämtat från VA-guiden: <https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/vegetationskladda-tak/>

Vattenmyndigheterna. (u.d.). *Vattenmyndigheterna*. Hämtat från
<https://www.vattenmyndigheterna.se/vattenforvaltning/miljokvalitetsnormer-for-vatten.html>