

Göteborgs Stad

Dagvattenutredning Göketorpsgatan



Göteborg 2017-03-13

Dagvattenutredning Göketorpsgatan

PM Dagvattenutredning

Datum	2017-03-13
Uppdragsnummer	1320025496
Utgåva/Status	Granskad

Mikaela Rudling
Uppdragsledare

Mikaela Rudling
Handläggare

Patrik Glivesson
Granskare

Rambøll Sverige AB
Box 5343, Vädursgatan 6
402 27 Göteborg

Telefon 010-615 60 00
Fax

Unr 1320025496 Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

På uppdrag av Göteborgs Stad har Ramböll Sverige AB utfört en dagvattenutredning för planområdet Göketorpsgratan. Planområdet Göketorpsgratan ligger i östra Göteborg, i stadsdelen Torp. Området är idag en park som består av en lekplats, bollplan, grillplats och gräsytor i södra delen med ytterligare gräsytor i norra delen av parken. I parken finns flera gamla ekträd dessa är dock till största del placerade i områdets norra del. I planområdets södra del planeras ett boende med särskild service, BmSS, att byggas. Boendet kommer bestå av ett flervåningshus, inrymmande ca 8 lägenheter och samtliga ytor kommer att vara tillgänglighetsanpassade. Strax öster om planområdets gräns ligger en lågpunkt där dagvatten ansamlas vid ett 100-årsregn enligt Göteborgs Stads skyfallsmodell.

Dagvattenutredningen har undersökt hur byggnationen av boendet påverkar dagvattensituationen i planområdet. Då med hänsyn till avledning, fördröjning och rening för att slutligen mynna ut i ett systemförslag med lämpliga metoder för att hantera dagvatten inom planområdet.

Beräkningar av dagvattenflöden före och efter exploatering utförts för planområdets avrinningsområde samt endast för kvartermarken där boendet planeras att byggas. Vid flödesberäkningar efter exploatering har ett scenario där hela den avsatta kvartermarken för boendet, total ca 1000 m² antagits kunna hårdgöras. Erforderlig fördröjningsvolym på kvartermark har tagits fram i enighet med Göteborgs Stads krav på att minst 10 mm/m² hårdgjord yta ska fördröja inom kvartermarken, vilket i detta fall blir ca 10 m³.

På kvartermarken föreslås boendet avvattnas till rörmagasin av plast förlagda under parkeringen. En svackdike föreslås också på kanten av parkeringen så att dagvatten från parkeringen först genomgår en enklare rening innan det når rörmagasinen och slutligen förbindelsepunkten med anslutning till befintligt kombinerat ledningssystem i Göketorpsgratan. Detta för att ytterligare minska föroreningsbelastningen på Delsjöbäcken och recipienten Mölndalsån.

När det kommer dagvattenhantering och framförallt skyfallshantering på allmän platsmark finns det där mer tillgänglig yta att ta i anspråk. Då områdets lågpunkt ligger nära avrinningsområdets upplöppspunkt föreslås lågpunkten befästas ytterligare genom exempelvis en marksänkning för att magasinera dagvattnet som genereras vid kraftigare skyfall. Yta för dagvattenhantering på allmän platsmark rekommenderas därför att avsättas i detaljplanen för Göketorpsgratan.

Dagvattenutredningen har utöver förbindelsepunkten i Göketorpsgratan undersökt två stycken andra anslutningar till befintligt kombinerat ledningssystem. En av dessa potentiella anslutningar, nämligen alternativ 3 visade sig vara lämpligast när det kommer till skyfallshantering sett till hela området som helhet.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	1
1.1	Bakgrund och syfte	1
1.2	Uppdragsbeskrivning	1
2.	Förutsättningar	1
2.1	Riktlinjer för dagvattenhantering	1
2.2	Underlag och källor	2
3.	Befintliga förhållanden	3
3.1	Planområdesbeskrivning	3
3.2	Topografi	6
3.3	Geotekniska förhållanden och hydrologi	7
3.4	Befintlig avvattnings	8
3.5	Skyfallskartering	10
3.6	Avrinningsområde	11
3.7	Dagvattenflöden före exploatering	12
3.8	Miljö kvalitetsnormer och föroreningsbelastning	13
4.	Framtida förhållanden	15
4.1	Dagvattenflöden efter exploatering	16
4.2	Erforderlig fördröjningsvolym	16
4.2.1	Kvartersmark	16
4.2.2	Allmän platsmark	17
5.	Föreslagen dagvattenhantering	17
5.1	Alternativ 1 - Förbindelsepunkt Gökatorpsgratan	18
5.2	Alternativ 2 - Förbindelsepunkt sydöst om planområdet	18
5.3	Alternativ 3 - Förbindelsepunkt öster om planområdet	18
5.3.1	Dagvattenhantering på kvartersmark	19
5.3.2	Dagvattenhantering på allmän platsmark	23
6.	Skyfallshantering	24
6.1	Kvartersmark	24
6.2	Allmän platsmark	24
7.	Föroreningsituationen efter exploatering	27
8.	Översiktlig bedömning av investeringskostnader	27
8.1	Rörmagasin	28
8.2	Makadamdike	28
8.3	Ledningsstråk	29
9.	Översiktlig bedömning av drift- och underhållskostnader	29

9.1	Rörmagasin	29
9.2	Makadamdike	30
10.	Fortsatt arbete	31

Bilagor

Bilaga 1. Dimensinerande dagvattenflöden och erforderlig fördröjningsvolym.

Bilaga 2. Befintliga förhållanden - Avrinningsområde.

Bilaga 3. Framtida förhållanden - Föreslagna åtgärder.

PM Dagvattenutredning Göketorpsgatan

1. Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Planområdet Göketorpsgatan ligger i östra Göteborg, i stadsdelen Torp. Området är idag en kvarterspark som består av en lekplats, bollplan och gräsytor i södra delen med ytterligare gräsytor samt gamla ekträd i norra delen av parken. I planområdets södra del planeras ett boende med särskild service, BmSS, att byggas. Boendet planeras bestå av ett flervåningshus, inrymmande ca 8 lägenheter där samtliga ytor är tillgänglighetsanpassade.

Ramböll Sverige AB har av Göteborgs Stad fått i uppdrag att utföra en dagvattenutredning för planområdet Göketorpsgatan. Utredningen syftar till att undersöka hur byggnationen av boendet påverkar dagvattensituationen i planområdet. Detta med hänsyn till avledning, fördröjning och rening för att slutligen mynna ut i ett systemförslag med lämpliga metoder för att hantera dagvatten inom planområdet. Idéförslaget kan på så sätt ligga till grund för att jämföra och värdera olika handlingsalternativ avseende dagvattenhantering vid detaljplanehandläggning.

1.2 Uppdragsbeskrivning

Dagvattenutredningen innefattar:

- Att undersöka befintliga och framtida förhållanden gällande avledning, fördröjning och eventuell rening
- Föreslå olika metoder för dagvattenhantering inom kvartersmark och på allmän platsmark
- Föreslå olika metoder för skyfallshantering inom kvartersmark och på allmän platsmark
- Översiktlig bedömning av investeringskostnader för föreslagna dagvattenanläggningar
- Översiktlig bedömning drift- och underhållskostnader för föreslagna dagvattenanläggningar

2. Förutsättningar

2.1 Riktlinjer för dagvattenhantering

Förutsättningarna för dagvattenhanteringen i planområdet är framtagna i samråd med Göteborgs Stad och är baserade på publikationer som dagvattenhandboken, vattenplanen med flera. Även Svenskt Vattens publikationer; P110 *Dimensionering av allmänna avloppsledningar*, P105 *Hållbar dag- och dränvattenhantering* och

P104 *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem* riktlinjer har använts vid framtagandet av lämpliga dagvattenhanteringsmetoder. Enligt Göteborgs Stads dagvattenhandbok bör nya områden planeras utefter följande principer:

1. Dagvatten bör hanteras så lokalt och nära källan som möjligt för att minimera uppkomsten av flöden och föroreningar.
2. Dagvatten från hårdgjorda ytor ska fördröjas och, om nödvändigt, renas genom LOD innan det avleds till diken, recipienter eller ledningar.
3. I sista hand kan dagvattnet avledas direkt till ledningsnätet.

Det bör ej förekomma någon ökad belastning på recipienten för planområdet området i form av större dagvattenflöden eller en högre föroreningsgrad i dagvattnet efter exploatering. Fördröjning av dagvatten på kvartersmark ordnas därför efter Kretslopp och vattens riktlinjer som i nuläget motsvarar minst 10 mm/m² hårdgjord yta.

Rening av dagvatten ska uppfylla krav enligt vattenplanen och miljöförvaltningens riktlinjer som är sammanfattade och uppdaterade i Kretslopp och vattens publikation Reningskrav för dagvatten.

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade nederbördsmängder ansätts en klimatkfaktor på 1,25 enligt Svenskt Vattens Publikation P110.

2.2 Underlag och källor

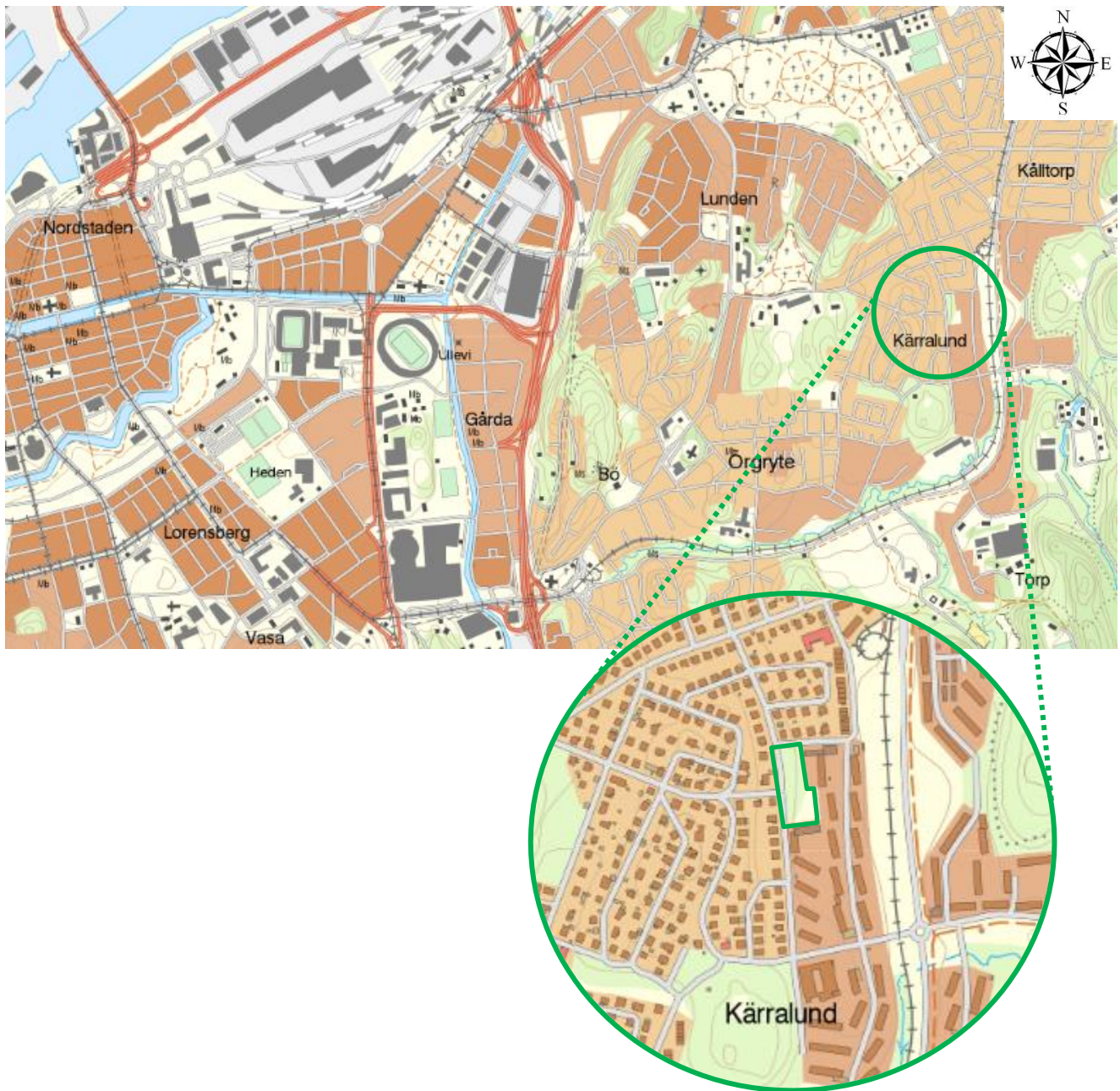
Nedan listas tillgängligt material som använts under utredningen.

- Kartmaterial: Grundkarta med höjddata, samlingskarta med ledningar, inmätta träd i planområdet samt utkast från plankarta tillhandahållet av Göteborgs Stad (2016-12-13).
- Göteborgs Stad dagvattenhandbok för kommunal planering och förvaltning, *Dagvatten, så här gör vi!* (2010).
- Göteborgs VA-verks publikation, *Dagvatten – Inom planlagda områden*, VA-Verket (2001).
- Geoteknisk utredning, *Detaljplan för BmSS vid Göketorpsgatan i Torp*, Fastighetskontoret, Göteborgs Stad (2015-11-30).
- MKN för Mölndalsån – Ullevi till Liseberg/Delsjöbäckens inflöde, ID: SE640387-127270, VISS (2016-12-21).
- Riktlinjer och krav för rening av dagvatten, *PM Reningskrav för dagvatten*, Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad (2016-10-31)
- Vid beräkningar, Svenskt Vattens publikationer P110 - *Avledning av dag-, drän- och spillvatten*, P105- *Hållbar dag- och dränvattenhantering* och P104 – *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*, Svenskt Vatten.

3. Befintliga förhållanden

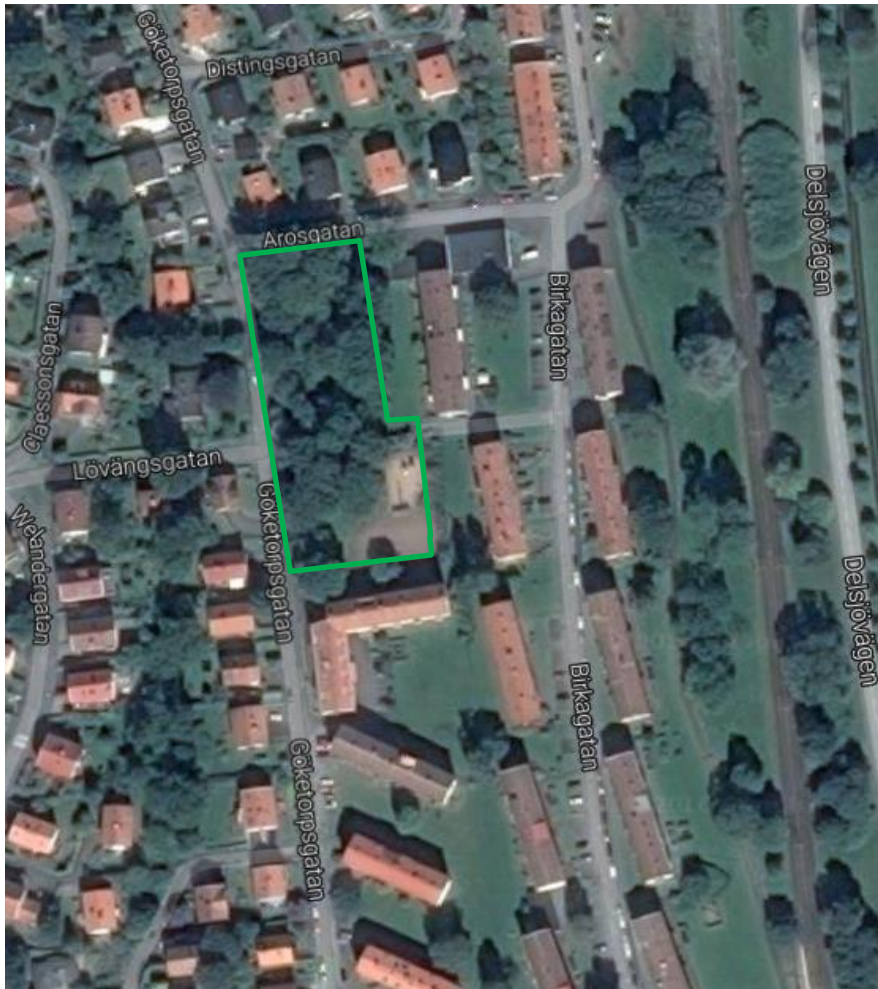
3.1 Planområdesbeskrivning

Planområdet Gökatorpsgratan ligger östra delen av Göteborg, i stadsdelen Torp (Figur 1). Nordost om planområdet ligger Kålltorp, i nordväst Lunden och i sydväst Örgryte. Syd-sydväst om ligger Kärralund som ingår i stadsdelen Torp och ännu längre söderut finns Delsjöområdet naturreservat.



Figur 1. Översiktsskarta över Göteborg med planområdet markerat och inzoomat. Infokartan för Västra Götalands län är hämtad från Länsstyrelsens GIS-baserade webbtjänster, 2016-12-20.

Planområdet är ca 0,6 ha stort (Figur 2) och avgränsas av Göketorpsgatan i väst och Arosqatan i norr. I öst och syd avgränsar flerfamiljsbostäder om ca tre våningar planområdet. Bebyggelsen invid lokalgatona Göketorpsgatan och Arosqatan består av villaområden.



Figur 2. Avgränsning av planområdet (markerat med grönt). Ortofoto hämtat i avropsförfrågan från Göteborgs Stad, 2017-02-20.

Södra delen av planområdet där BmSS-bygganden är tänkt att byggas utgörs idag av gräsytor med gamla ekträd, en grusad bollplan och en lekplats med sand och lekredskap. Det finns även en grillplats invid lekplatsen samt en asfalterad gångväg som har sin början i det sydvästra hörnet av planområdet, se Figur 3.



Figur 3. Foto taget i sydöstlig riktning som visar den södra delen av planområdet med lekplats och bollplan bakom gamla träd samt gångvägarna genom parken.

Den norra delen av planområdet utgörs av parkområde med gräsytor och fler gamla ekträd. Det finns en asfalterad gångväg som går från väst till öst och som delar planområdet mitt itu. Denna gångväg korsas av gångvägen som löper från det sydvästra till det nordöstra hörnet av planområdet, se Figur 4.



Figur 4. Foto taget i nordvästlig riktning som visar gångvägen som delar parken i mitt itu samt korsande gångväg mellan sydvästra och nordöstra hörnet av parken. Till höger ur bild ligger parkens lekplats.

Planområdet ägs av Göteborgs Stad och fungerar i dagsläget som en kvarterspark för boende i området. Lekplatsen och bollplanen erbjuder barn i alla åldrar möjlighet till aktivitet. Grillplatsen inspirerar till familjeaktivitet och de korsade gångvägarna inne bland träden gör det trevligt att ta vägen genom parken.

3.2

Topografi

Marken i planområdet utgörs till största del av gräsytor med asfalterade gångvägar, en grusad plan och lekplatsen med sand. Planområdet sluttar från Gökatorpsgratan i väst, åt öster med en höjdskillnad på ca 3 m då med en lågpunkt i områdets östra del, se Figur 5 och Figur 6.



Figur 5. Foto taget i nordöstlig riktning som visar hur planområdet sluttar lågpunkten belägen bortom lekplatsen invid gångvägen i öst.



Figur 6. Foto taget östlig riktning som tydligt visar planområdets sluttning mot planområdets lågpunkt i öst.

Väster om Göketorpsgatan och planområdet ligger en höjdrygg, där höjdskillnaden är ca 23 m (som högst +52 på höjdryggen till som lägst ca +29 i Göketorpsgatan). Figur 7 visar höjdryggen i väst.



Figur 7. Foto som visar höjdryggen väster om planområdet taget i korsningen mellan Göketorpsgatan/Lundehagsgatan.

3.3

Geotekniska förhållanden och hydrologi

Enligt en geoteknisk utredning utförd av Fastighetskontoret på Göteborgs Stad 2015 utgörs jordlagren i marken generellt överst av ett mullskikt, i söder lokalt sand som underlagras av lera. Leran är sannolikt till den översta delen utbildad som torrskorpa och under denna finns troligtvis ett lager av friktionsjord innan berg tar vid. Det finns inget blottat berg i eller i direkt anslutning till planområdet (Fastighetskontoret, Göteborgs Stad, 2015).

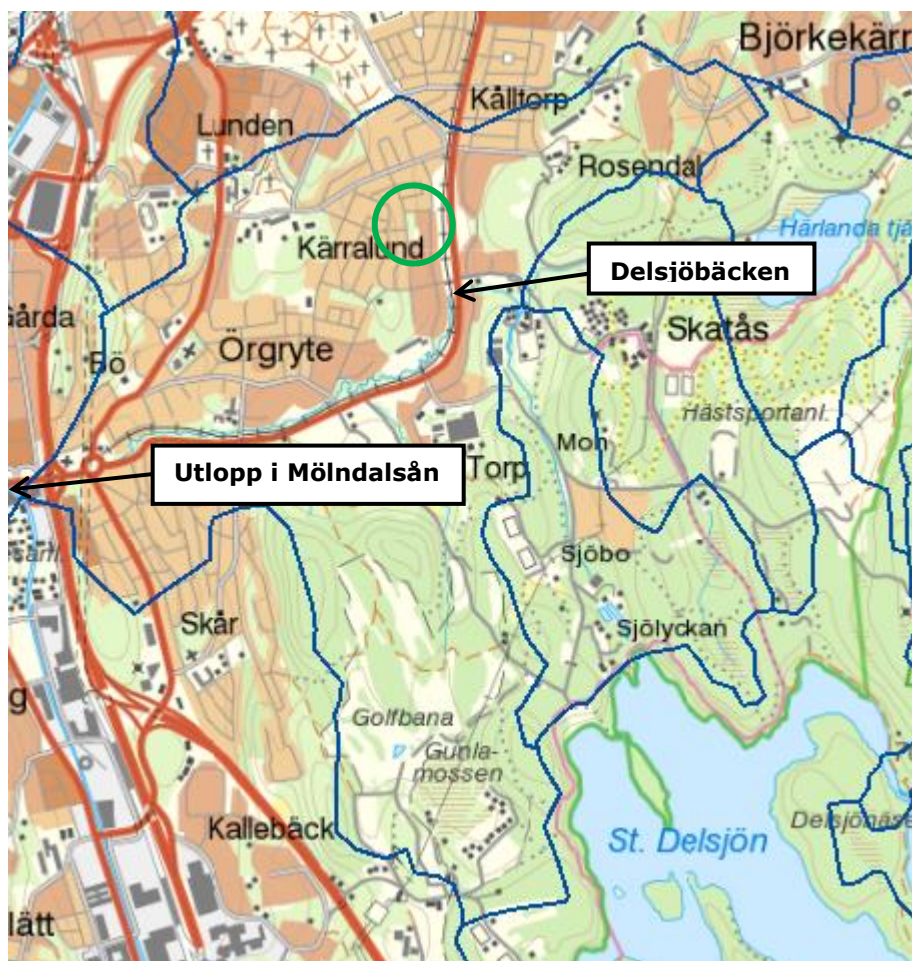
Den geotekniska bedömningen är baserad på underlag i form av SGUs jordartskarta, en geoteknisk sonderingspunkt inom planområdet men även några till området angränsade punkter hämtade från stadsbyggnadskontorets geoarkiv samt okulärbesiktning och kartering med markundersökningskäpp (Fastighetskontoret, Göteborgs Stad, 2015).

Inga hydrogeologiska undersökningar har påträffats inom eller i direkt närhet till planområdet (Fastighetskontoret, Göteborgs Stad, 2015).

3.4

Befintlig avvattning

Planområdet avvattnas idag till ett kombinerat avloppsledningssystem som vid behov bräddas till Delsjöbäcken som har utlopp i Mölndalsån. Figur 8 visar delavrinningsområde för planområdet med Delsjöbäcken och utlopp i Mölndalsån markerat.

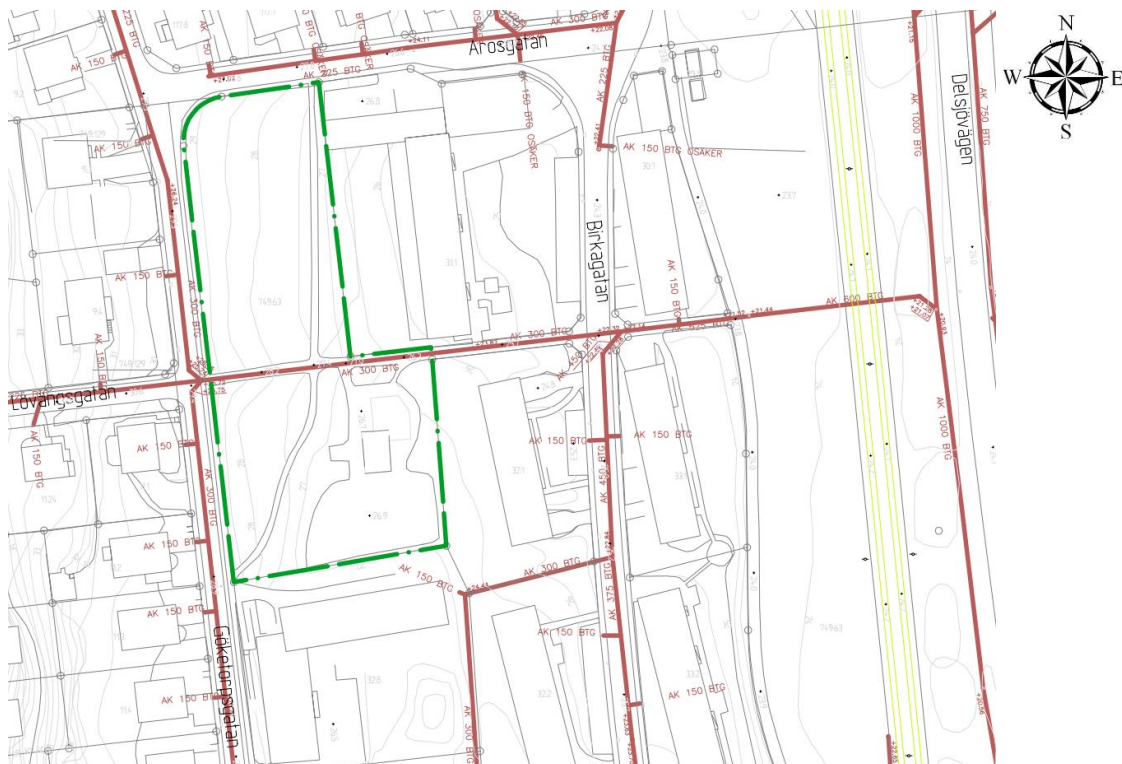


Figur 8. Avrinningsområdet för planområdets enligt SMHIs delavrinningsområdes indelning. Mörkblå markering kring planområdet inringat i grönt. "Vattenkartan" med lager "delavrinningsområden (2012:2)" hämtad från Länsstyrelsens GIS-baserade webbtjänster, 2016-12-20.

Ledningsnätet i, och angränsande planområdet är till största del kombinerat. Planområdet avvattas främst till den kombinerade ledning som löper under Lovängsgatan in under gångvägen i planområdets mitt (D300 mm), se Figur 9 och Bilaga 2. Till ledningen ansluts ledningen i Göketorpsgratan väster om planområdet och därmed delar av det bostadsområde som ligger på den västra höjdryggen. Det är till ledningen i Göketorpsgratan som det nya BmSS-boendet enligt underlag ska anslutas.

Planområdet avvattas öster ut, via ledningen under gångvägen i planområdets mitt. Dagvatten leds därefter in under spårvagnsspåren till en större kulvert (D1000 mm) invid Delsjövägen.

Under Arosgratan (norr om planområdet) finns också en kombinerad ledning (D225 mm) som så småningom också ansluter till kulverten vid Delsjövägen. Kulverten bräddas vid behov till Delsjöbäcken.



Figur 9. Befintligt kombinerat ledningssystem markerat med bruna linjer och planområdet med grön streckprickad linje.

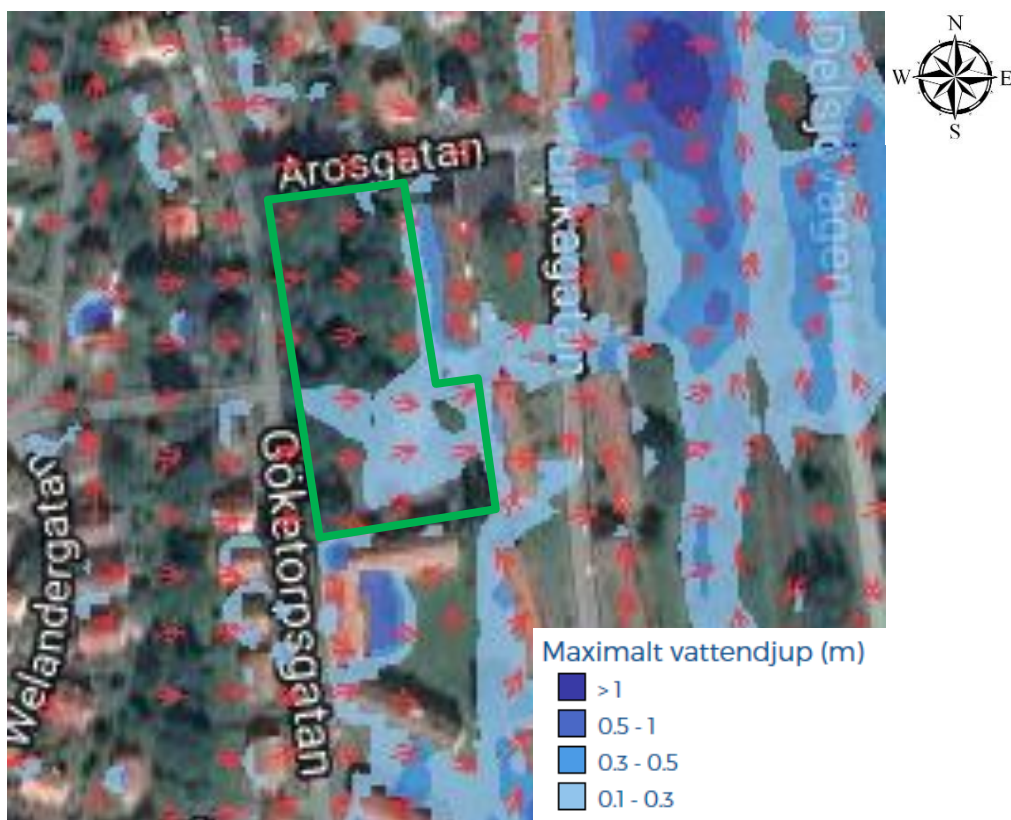
3.5

Skyfallskartering

Under kraftiga skyfall överskrider ledningssystemets kapacitet tillsammans med markens infiltrationsförmåga vilket medför att avrinning på markytan sker. Denna ytavrinning ansamlas i områdets lågpunkter och skapar översvämning.

Finns det ingen möjlighet för dagvattnet att rinna ut ur lågpunkten, kanske på grund av barriärer som vägar eller bebyggelse, blir lågpunkten ett så kallat instängt område. Översvämningar i lågpunkter som dessutom är instängda kan komma att orsaka stora materiella skador och medföra risk för hälsa och liv. Det är därför av stor vikt att identifiera dessa lågpunkter i terrängen vilket Göteborgs Stad har gjort i en skyfallsmodell.

Enligt skyfallsmodellen ansamlas ytavrinning upp till 0,3 m vid ett 100-årsregn i en utbredd lågpunkt i planområdets östra del, se Figur 10. Strax utanför planområdet längs med den nordöstra gränsen ansamlas ytavrinning upp till 0,3 - 0,5 m vid ett 100-årsregn. Ytavrinning upp till samma djup och återkomsttid samlas även strax utanför i det sydvästra hörnet av planområdet. Lyfts blicken ytterligare från planområdet visar skyfallsmodellen (Figur 10) att en större mängd avrunnet dagvatten ansamlas mellan Birkagatan och Delsjövägen, på gräsyten vid spårvagnsspåren.



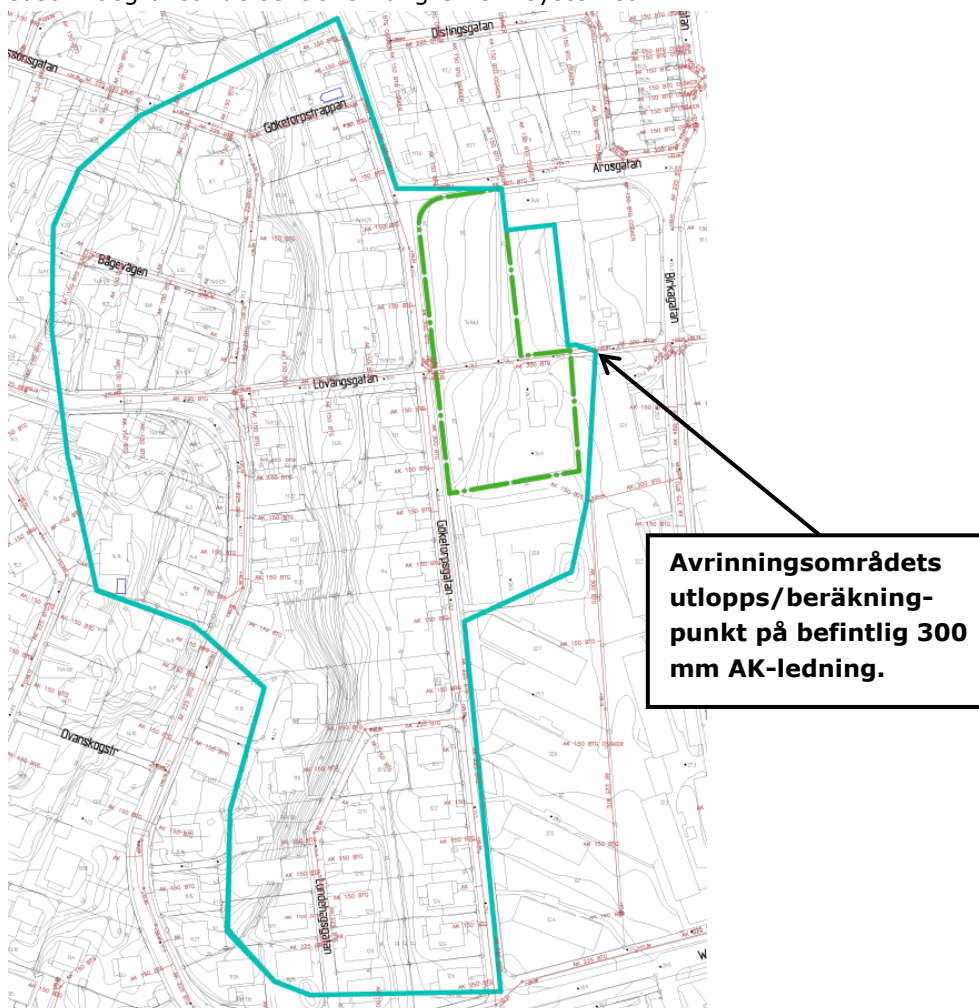
Figur 10. Skyfallsmodellering av ett 100-årsregn med fokus på planområdet. Blå områden visar vart översvämning sker med maximalt vattendjup i meter. Röda pilar visar i vilken riktning dagvattnet rinner av markytan. Hämtat från Göteborgs Stads hemsida: "Vatten i staden" 2016-12-20.

3.6

Avrinningsområde

Ett avrinningsområde på ca 5,5 ha har tagits fram med hjälp av höjdkurvor och det befintliga ledningsnät som belastar planområdet. Beräkningspunkten eller utloppspunkten för avrinningsområdet har placerats vid planområdets östra gräns och den kombinerade ledning som finns under gångbanan i planområdets mitt, se Figur 11.

För att få en fingervisning om det kombinerade systemets kapacitet har en beräkning gjorts för avrinningsområdets utlopps/beräkningspunkt placerad på befintlig kombinerad ledning. Kapaciteten hos denna kombinerade ledning har med hjälp av Colebrooks formel beräknats till ca 207 l/s. Beräknat flöde baseras på ledningens längd (ca 37 m), råhet samt på ledningens sammanväga lutning på ca 43 ‰ som bestäms med hjälp av vattengången hos anslutande brunnar. Kapaciteten i ledningssystemet beror dock även på nedströms förhållanden, såsom begränsande sektioner längre ner i systemet.



Figur 11. Avrinningsområdet markerat med blå linjer (ca 5,5 ha), planområdet ryms inom de gröna streckrickiga linjerna.

3.7 Dagvattenflöden före exploatering

Beräkningar för dagvattenflöden inom delavrinningsområdet har gjorts enligt Svenskt Vattens publikationer. Vid beräkningar av dimensionerande dagvattenflöden har Rationella metoden använts. Beräkningarna redovisas utförligare i Bilaga 1.

Dimensionerande flöde beräknas för avrinningsområdet, alltså för den markyta som avvattnas till beräkningspunkten vid planområdets östra kant. De avrinningskoefficienter som har använts vid dimensionering är uppskattade enligt P110 och kan ses nedan i Tabell 1.

Tabell 1. Avrinningskoefficienter för olika typer av ytor.

Typ av yta	Avrinningskoefficient (ϕ)
Tak	0,9
Vägar och gator	0,8
Sluttande naturmark inom villaområde	0,3
Grusplan	0,2
Parkmark	0,1

Rinntiden för avrinningsområdet är ca 7 minuter. Inom tätortsbebyggelse där dagvatten avleds i rörsystem är rinntiden från den mest avlägsna hårdgjorda ytan till närmsta minst fem minuter, vilket innebär att ett delavrinningsområde sällan har kortare rinntid än 10 min. Den regnvaraktighet/rinntid som använts i vidare beräkningar är därför 10 minuter.

Beräkningar har utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 5-, 20- och 100 år.

Tabell 2 visar dimensionerande regnintensitet och flöde före exploatering för hela avrinningsområdet (ca 5,5 ha).

Tabell 2. Dimensionerande regnintensitet och flöde före exploatering.

Återkomsttid (år)	Regnintensitet (l/s, ha)	Flöde (l/s)
5	181	485
20	287	769
100	489	1310

Det viktigt att notera att de för avrinningsområdet framräknade flödena gäller endast dagvatten. Jämförs dimensionerande dagvattenflöden med flödet i den kombinerade ledningen i avrinningsområdets utloppspunkt som uppskattats till ca 207 l/s är ledningen redan före exploatering underdimensionerad.

Tittar man endast på den kvartersmarken som boendet planeras att uppföras på blir de beräknade dagvattenflödena före exploatering enligt Tabell 3.

Tabell 3. Dimensionerande regnintensitet och flöde före exploatering, på kvartersmark.

Återkomsttid	Regnintensitet (l/s, ha)	Flöde (l/s)
5 år	181	3
20 år	287	5
100 år	489	9

3.8

Miljö kvalitetsnormer och föroreningsbelastning

Miljö kvalitetsnormer, MKN, är ett styrinstrument inom Vattenförvaltningen som står för den svenska lagstiftningens implementering av EUs vattendirektiv. Direktiven utgår från vattnets naturliga avrinningsområden istället för administrativa gränser i form av länder och kommuner. Miljö kvalitetsnormerna uttrycker den kvalitet en vattenförekomst bör ha. Som underlag för MKN har ekologisk status och kemisk ytvattenstatus bedömts för varje vattenförekomst. Vattenförekomsternas nuvarande ekologiska status, de vill säga dess miljö tillstånd, bedöms enligt en femgradig skala: Hög, God, Måttlig, Otillfredsställande och Dålig.

Ekologisk status är en sammanvägning av biologiska, kemiska och hydrologiska parametrar medan kemisk ytvattenstatus bestäms av gränsvärden för 33 stycken ämnen som är gemensamma för EU. Samtliga ämnen är miljögifter och benämns i vattenförvaltningsarbetet som prioriterade ämnen. Om gränsvärdet för ett av ämnena överskrids klaras inte kravet på god kemisk ytvattenstatus.

Enligt planområdets befintliga avvattning så leds dagvattnet i kombinerade ledningar via Delsjöbäcken till recipienten Mölndalsån. Delsjöbäcken status har dock inte klassats enligt MKN men det har däremot recipienten Mölndalsån, med sträckningen Ullevi till Liseberg/Delsjöbäckens (VISS, 2016-12-21).

Den ekologiska statusen bedömdes för sträckningen vara måttlig då vattenförekomsten inte uppfyller kvalitetskraven för konnektivitet och övergödning. Enligt arbetsmaterialet är det tekniskt omöjligt att uppnå god ekologisk status i recipienten till 2015 som därför fått tidsundantag till 2021. Skälet till tidsundantaget är att genomförda åtgärder för att minska övergödning understiger förbättringsbehovet med mer än 25 %. Samt att återställa vattendraget till ett mer naturligt tillstånd (förbättra konnektiviteten) innebär orimliga kostnader på grund av att den administrativa kapaciteten är otillräcklig då tillsyns- och omprövningsprocesser är tids- och resurskrävande.

Den kemiska ytvattenstatusen bedömdes god 2009/2015, då exklusive kvicksilver och kvicksilverföreningar och polybromerade difenylterar (PBDE) (VISS, 2016-12-21).

Enligt Göteborgs Stads publikation *Reningskrav för dagvatten*, finns Delsjöbäcken med bland skyddsvärda avrinningsområden/recipienter. Delsjöbäcken har tilldelats prioriteringsklass 2 av totalt 4 där 1 innebär mest känslig. Indelningen av olika prioriteringsklasser görs genom att jämföra relativ föroreningsbelastning beräknad av VA-verket och ett sammanvägt värde för ekologi och rekreation enligt Miljöförvaltningen (Mf) och Park och Naturförvaltningen (Ponf). Planområdet har klass 2 (medelbelastad yta, då det anses vara ett flerfamiljshusområde) vad gäller de avvattnade ytornas föroreningsbelastning (Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad, 2016-10-31).

Sammanfattningsvis betyder detta att enklare rening av dagvatten bör eftersträvas innan det når Delsjöbäcken och i förlängningen Mölndalsån, se Tabell 4.

Tabell 4. Matris för dagvattenrening, hämtad från Kretslopps och vattens publikation Reningskrav för dagvatten.

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

Med enklare rening avses användning LOD, fördröjning, översilning, utjämningsmagasin eller avledning i öppet dike (Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad, 2016-10-31). Vidtas dessa åtgärder kan det även bidra (om än ytterst lite) till att förbättra den ekologiska statusen i Mölndalsån och till att MKN uppfylls till år 2021.

4. Framtida förhållanden

Enligt plankartan (Figur 13) för området har BmSS-byggnaden med tillhörande parkeringar, uteplats med mera placerats längst ner i den södra delen av parken, detta för att bevara så många större träd som möjligt inom parken. Byggnaden kommer bestå av två våningar, inrymmande ca 8 lägenheter. Då boendet kommer att vara tillgänglighetsanpassat har golvnivån med entreplan placeras på +29,2 de vill säga strax över Gökatorps gatans höjd som ligger på + 28,9. I den östra delen av byggnaden kommer en sockel att uppstå då marken sluttar åt öst. Kvartersmarken som tagits i anspråk bedöms uppgå i ca 1000 m² och byggnadsarean som högst 450 m².



Figur 12. Utkast av plankartan med kvartermark för bostäder inom gulmarkerat. Stadsbyggnadskontoret, 2016-12-13.

4.1 Dagvattenflöden efter exploatering

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade nederbörds mängder ansätts en klimatfaktor (KF) på 1,25 enligt Svenskt Vattens Publikation P110. Klimatfaktorn har lagts på dimensionerande regnintensiteten före exploatering. I övrigt har dagvattenflödet efter exploatering beräknats på samma sätt som innan, där avrinningsområdet och regnvaraktigheten har antagits vara de samma.

Förändringen efter exploatering kan i värsta fall medföra att hela kvartersmarken hårdgörs, närmare bestämt 1000 m². Det är också detta värsta scenario som har använts vid beräkningar av dagvattenflöden efter exploatering. Tabell 5 visar dimensionerande regnintensitet och flöde efter exploatering samt skillnaden i flöde före kontra efter exploatering för hela avrinningsområdet. Tabell 6 visar det samma men endast för kvartersmark.

Tabell 5. Dimensionerande regnintensitet och flöde efter exploatering samt skillnaden i flöde före kontra efter exploatering, hela avrinningsområdet.

Återkomsttid (år)	Regnintensitet inklusive KF (l/s, ha)	Flöde (l/s)	Skillnad i flöde före och efter exploatering (l/s)
5	226	619	136
20	359	981	215
100	611	1674	368

Tabell 6. Dimensionerande regnintensitet och flöde efter exploatering samt skillnaden i flöde före kontra efter exploatering, på kvartersmark.

Återkomsttid (år)	Regnintensitet inklusive KF (l/s, ha)	Flöde (l/s)	Skillnad i flöde före och efter exploatering (l/s)
5	226	19	16
20	287	31	25
100	611	52	43

Viktigt att ha i åtanke att det inte endast är ökningen av andelen hårdgjord yta som utgör skillnaden i flöde före och efter exploatering. Klimatfaktorn har också en betydande inverkan.

4.2 Erforderlig fördröjningsvolym

4.2.1 Kvartersmark

Stadens krav på att minst 10 mm per kvadratmeter hårdgjord yta ska fördröjas inom kvartersmark medför en erforderlig fördröjningsvolym på 10 m³. Fördröjningsvolymen är beräknad utifrån antagandet att hela kvartersmarken hårdgörs vilket då innebär en area på ca 1000 m².

4.2.2

Allmän platsmark

För den allmänna platsmarken har magasinsberäkningar utförts enligt P110 kapitel 10.6, med stöd från Svenskt Vattens hemsida och den webb-baserade bilagan *Magasinsberäkning med hänsyn till rinntid enligt Dahlström 2010 för varaktigheter upp till ett dygn*. I beräkningarna tas hänsyn till återkomsttid, regnvaraktighet och andel hårdgjord yta och beräknas enligt Dahlström 2010. Andra faktorer som klimatfaktor och specifik avtappning/utsläppskrav av fördröjningsmagasinet tas också i beaktande.

Beräkningar har gjorts för två regn med återkomsttid 20 år respektive 100 år, se Tabell 7.

Tabell 7. Erforderlig fördröjningsvolym för allmän platsmark.

Återkomst- tid (år)	Reducerad area (ha_{red})	Avtappning (l/s, ha_{red})	Regnvaraktighet (min)	Magasinsvolym (m^3)
20	2,75	75	20	445
100	2,75	75	40	1050

Att det skulle bli aktuellt att fördröja volymerna redovisade ovan förutsätter att det är möjligt att släppa ut 207 l/s till det kombinerade ledningsnätet, de vill säga att den beräknade avtappning medges samt att det kombinerade systemet i planområdet separeras.

5. Föreslagen dagvattenhantering

Den övergripande strategin för dagvattenhanteringen i planområdet är att fördröja dagvattenavrinningen inom kvartersmark i enighet med Göteborgs Stads krav och att genom denna fördröjning bidra med enklare rening så att belastningen på Delsjöbäcken och slutligen recipienten Mölndalsån förblir oförändrad eller till och med förbättras. Dagvattenhanteringen föreslås utformas till största del som ett trögt system med lokal fördröjning som i sista hand ansluts till befintliga kombinerade ledningar.

Tre stycken alternativ för anslutning till det befintliga avloppssystemet har undersökts:

- Alt 1 - Förbindelsepunkt i Gökatorpsgratan väster om planområdet
- Alt 2 - Förbindelsepunkt mellan fastigheter sydöst om planområdet
- Alt 3 - Förbindelsepunkt under gångvägen vid östra gränsen av planområdet

Samtliga alternativ ansluter till en kombinerad ledning med en diameter på 300 mm, se Bilaga 3.

5.1 **Alternativ 1 - Förbindelsepunkt Göketorpsgatan**

Det första alternativet behandlar anslutning till kombinerad avloppsledning och allmänt ledningsnät i Göketorpsgatan. Denna förbindelsepunkt är den anslutning som förordas enligt underlaget och är därför den anslutning som idéförslaget för dagvattenhanteringen på kvartersmark bygger på, se vidare under Rubrik 5.3.1. *Dagvattenhantering på kvartersmark.*

Förbindelsepunkten ligger närmast fastighetsgränsen till den planerade BmSS-byggnaden och anslutningen kommer att ske i vägen vilket underlättar anläggning samt drift och underhåll, se bilaga 3.

Planerad höjd på färdigt golv för BmSS-byggnaden ligger på +29,2, de vill säga strax över Göketorpsgatans nivå på +28,9. Anledningen till att golvnivån inte ligger precis i gatunivå är för att extra säkerhet (0,3 m) bör vidtas vid anslutning till kombinerat ledningsnät så att risken för uppdämning minimeras.

Vattengången i den brunn som ligger närmast BmSS-byggnaden är +25,96. Detta innebär att föreslagna dagvattenåtgärder med självfall bör klara av att avleda dagvatten inom en höjdskillnad på 29,2 – 25,96 alltså ca 3,25 m, för att pumpning inte ska vara nödvändigt.

Rekommenderad minsta lutning på dagvattenledningar är ca 5 ‰ och förläggning av dagvattenledningar rekommenderas ligga på ca 1,2 m under markytan. Beroende av hur lång sträcka som avledningen beräknas ske över, samt vilken typ av dagvattenåtgärder som föreslås kan den föreslagna markhöjningen inte komma att räcka till för självfall vilket betyder att pumpning krävs. Alternativ 1 är således beroende av att markytan under BmSS-byggnaden höjs.

5.2 **Alternativ 2 – Förbindelsepunkt sydöst om planområdet**

Det andra alternativet är en anslutning till befintligt kombinerat ledningssystem utanför det sydöstra hörnet av planområdet. Alternativ 2 ligger näst närmast fastighetsgränsen i jämförelse med de andra alternativen dock kräver denna anslutning en ny ledningsrätt då en servisledning kommer korsa fastighet Torp 32:8. Anslutningen bedöms vara svåråtkomlig då den ligger i en gräsyta i fastighetsgränsen och ej på allmän platsmark, vilket försvårar både anläggning och skötsel.

Vattengången i den brunn som anslutningen avser är +24,44 vilket innebär att denna ligger lägre än vattengången i alternativ 1 och att det då är lättare att få till självfall i planerade dagvattenåtgärder och att undvika pumpning, se bilaga 3.

5.3 **Alternativ 3 - Förbindelsepunkt öster om planområdet**

Tredje alternativet är att ansluta till befintligt ledningsnät vid den östra gränsen av planområdet, vid den beräknade utloppspunkten för avrinningsområdet, se bilaga 3.

Alternativet 3 är den förbindelsepunkt som ligger längst bort från fastighetsgränsen vilket innebär ökade investeringskostnader i form av att längre ledningar krävs. Anslutningen skulle dock ske under en bredare gångväg vilket underlättar anläggning och skötsel.

Vattengången i den brunn där anslutningen till befintlig kombinerad ledning avses är +23,87. Alternativ 3 är således den förbindelsepunkt vars vattengång ligger lägst ibland de olika alternativen.

Alternativ 3 är även den anslutning som lämpar sig bäst sett till dagvattenhantering på allmän platsmark och framförallt med hänsyn till skyfallshantering. Detta eftersom det redan finns en naturlig lågpunkt nära förbindelsepunkten samt att parken redan innehåller stora ytor där dagvatten kan tillåtas dämna upp vilket bidrar till en mer kontrollerad översvämning och ett jämnare flöde. Med tanke på att den kombinerade ledningen som i detta fall planeras anslutas till är underdimensionerad skulle belastningen på det befintliga ledningsnätet minska vilket förbättrar hela avrinningsområdets situation.

Alternativ 3 visar således att det kan vara läge att avsätta yta för dagvattenhantering nedanför den planerade BmSS-byggnaden, då på allmän platsmark. Idéförslaget för dagvattenhantering samt skyfallshantering på allmän platsmark bygger därför på alternativ 3 och presenteras vidare under Rubrik 5.3.2. *Dagvattenhantering på allmän platsmark.*

Viktigt att ha i åtanke är att alternativ 3 förutsätter att hela ledningssystemet i avrinningsområdet separeras och att olika dagvattenanläggningar implementeras uppströms planområdet, både på kvartersmark och allmän platsmark.

5.3.1 **Dagvattenhantering på kvartersmark**

Dagvattenåtgärder på kvartersmark bör uppfylla fördröjningskravet om 10 mm per kvadratmeter hårdgjord yta vilket motsvarar en magasineringsvolym på ca 10 m³. Idéförslaget med dagvattenanläggningar som kan fördröja denna mängd dagvatten förslås för alternativ 1 med förbindelsepunkten i Gökatorpsgratan och visas i Bilaga 3.

Samtliga dagvattenåtgärder som föreslås förutsätter att markytan och byggnadens entréplan enligt underlag höjs till +29,2 strax över Gökatorpsgratan (+ 28,9). Detta för att möjliggöra självfall i dagvattenledningar och därmed undvika pumpning.

Nedan redovisas en grov uträkning på hur föreslagna dagvattenlösningar klarar av att avleda dagvatten med självfall med planerad golvnivå:

$$\text{Beräknad markyta} = VG_{FP} + DN_{KL} + SF_{KL} + DN_{RM} + L \cdot \frac{\Delta y}{\Delta x} + D_{FF}$$

$$VG_{FP} = \text{Vattengång förbindelsepunkt} = 25,96 \text{ m}$$

$$DN_{KL} = \text{Dimension kombinerad ledning} = 0,3 \text{ m}$$

$$SF_{KL} = \text{Säkerhetsfaktor kombinerad ledning} = 0,5 \text{ m}$$

$$DN_{RM} = \text{Dimension rörmagasin} = 0,85 \text{ m}$$

$$L \cdot \frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{Längd ledning} \cdot \text{lutning för självfall} = 50 \cdot 0,005 = 0,25 \text{ m}$$

$$D_{FF} = \text{Förläggningsdjup} = 1,2 \text{ m}$$

$$\text{Beräknad markyta} = 29,06 \text{ m} \sim 29,10 \text{ m}$$

Den beräknade markytan för att avledning med självfall hamnar strax under planerad markyta på +29,2.

Idéförslaget förutsätter en separering av dag- och spillvatten vilket gör att ytterligare en anslutning för spillvattnet behövs i Göketorpsgatan. Med de nya anslutningarna till befintligt ledningssystem som nybyggnationen av boendet medför krävs en anmälan till Kretslopp och vatten.

5.3.1.1 Takavvattning

Dagvatten från BmSS-byggnadens tak föreslås avvattnas till två stycken rörmagasin av plast, se Bilaga 3. Via stuprör anslutna till dagvattenledningar leds takvattnet med självfall till rörmagasinen placerade under parkeringen på den västra kortsidan av byggnaden. Rörmagasinen ansluts med en dagvattenledning till den befintliga ledningen under Göketorpsgatan (AK 300mm).

Två stycken brunnar med sandfång föreslås på dagvattenledningen innan rörmagasinen samt två stycken spolbrunnar för att möjliggöra underhåll och således öka livslängden av rörmagasinen.

Genom att lägga ett paket med polyetenrör (plast) i marken dit dagvattnet leds kan vattnet lagras (fördröjas) i dessa tills det konventionella ledningssystemet kan ta emot och föra dagvattnet vidare till recipient. Rören kan antingen läggas bredvid varandra och bygga på bredden eller kopplas samman och istället bygga på längden. En sammankoppling kräver att rören gängas eller svetsas samman eller att de både gängas och svetsas. I och med att varje rördel anpassas utifrån beställarens krav kan magasinet utformas efter de topografiska förutsättningar som finns på den aktuella platsen. Figur 13 visar ett exempel på hur rörmagasin kan se ut.



Figur 13. Exempelbild på dagvattenmagasin av plast. Fotot visar Weholite dubbelväggiga lättviktsrör i polyeten. Källa: www.kwhpipe.se

Ett rörmagasin av polyeten är korrosions- och kemikaliebeständigt och beräknas hålla i cirka 100 år och kräver, förutom spolning, i stort sett inget underhåll. Livslängden baseras på kunskap om materialets beständighet samt skicket på de rör som tagits upp ur marken efter att varit i bruk i ca 50 år (www.kwhpipe.se). Dessutom har materialet låg densitet om det jämförs med exempelvis betong.

Rörmagasinen bidrar även till att rena dagvattnet eftersom orenheter i vattnet kan sedimenteras, de vill säga långsamt sjunka till botten och där samlas som botten slam.

Föreslagna rörmagasin med en diameter på 800 mm och en sammanlagd längd på ca 20 m beräknas kunna ta hand om den erforderliga fördröjningsvolymen på 10 m³.

5.3.1.2 **Avvattning av parkering**

Dagvatten från parkeringen föreslås avvattnas till ett infiltrationsstråk i form av ett makadamdike (Bilaga 3). Nära makadamdikets botten placeras en dräneringsledning som via dagvattenledningar är ansluten både till rörmagasinen under parkeringen och till förbindelsepunkten i Gökatorpsgatan.

Parkeringen föreslås luta mot makadamdiket utformat som en mjuk gräsbeklädd skål (Figur 14) där dagvatten ges en möjlighet att samlas för att så småningom infiltrera ner i underbyggnaden av makadam och omkringliggande marklager. Parkeringen bör inte slutta mer än ca 1-2 % mot föreslaget makadamdike, detta då en för skarp lutning kan komma att hindra framkomligheten.



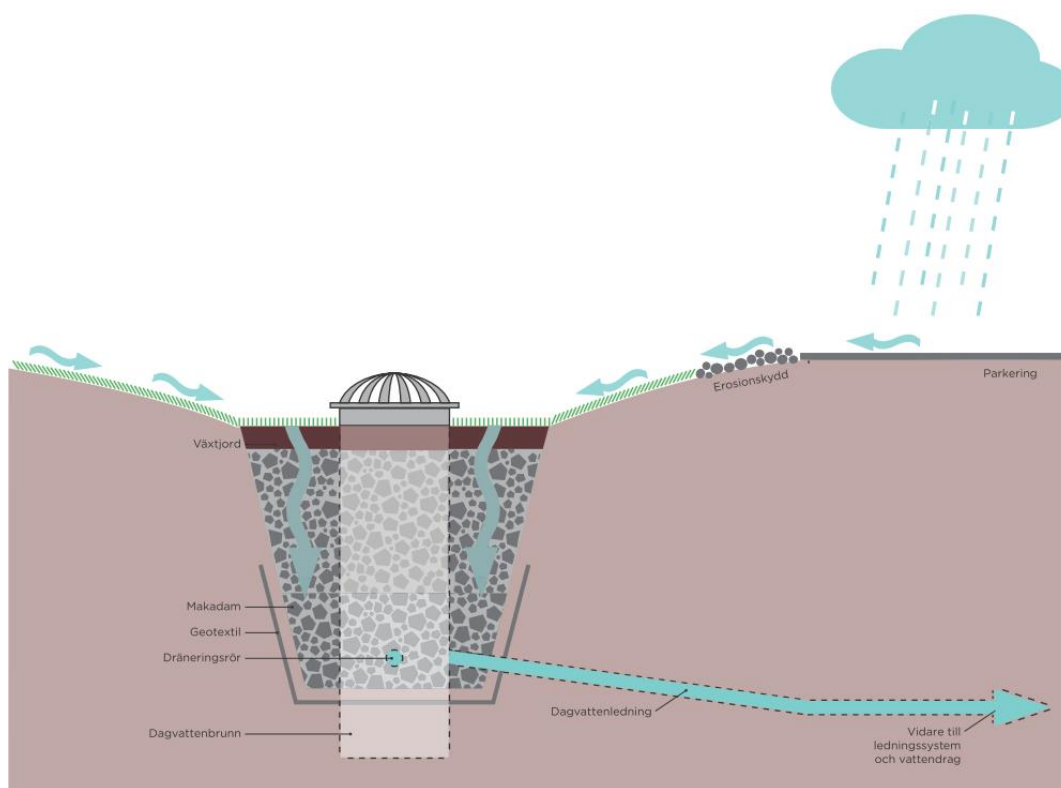
Figur 14. Exempelbild på ett mjukt skålat svackdike i Köpenhamn. Källa: Ramböll

Makadamdikets underbyggnad rekommenderas bestå av ett ca 1 m djupt dike fyllt med genomsläppligt material av typen makadam. Magasineringsvolymen utgörs av porvolymen (hålrumsvolymen) i fyllningsmassorna, ca 30 % av den totala volymen. Ett lager av geotextil bör placeras runt makadammassorna för att förhindra att omkringliggande jordlager tränger in och täpper till hålrummen mellan makadamen.

Avtappningen av makadamdiket kan ske genom dräneringsledningen nära dikets botten. För att tömningen inte ska bli för snabb kan dräneringsledningens kapacitet strypas. I infiltrationsstråkets västra kant föreslås en kupolbrunn med sandfång som vid kraftiga skyfall fungerar som ett bräddintag för det dagvatten som då dämmer upp i den skålformade gräsytan. Detta för att förhindra att översvämning sker utanför makadamdiket, på platser där det potentiellt kan åstadkomma mer skada. Se principsektion av makadamdiket i Figur 15 på nästa sida.

När dagvattenmagasin under mark utförs som en otät konstruktion bör grundvattennivån vara känd. Detta för att grundvattenytan måste ligga under magasinets botten annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering. Då hydrologiska undersökningar saknas för området bör mätningar av grundvattennivån utföras innan vidare arbete vidtas.

Gräsytan på makadamdiket binder och bryter ner föroreningar som kommer från parkeringen. På detta sätt bidrar makadamdiket med ytterligare rening samtidigt som vattenvolymer reduceras och flödestoppar utjämnas. Infiltrationsstråk ställer dock högre krav på drift och underhåll.



Figur 15. Principsektion av gräsbeklätt makadamdike med kupolbrunn för bräddning framtagen av Ramböll på uppdrag av Göteborgs Stad.

5.3.2

Dagvattenhantering på allmän platsmark

Med allmän platsmark avses i detta fall resterande del av parken och planområdet. Dagvattenåtgärder på allmän platsmark bör enligt beräkningar kunna ta hand om erforderlig fördröjningsvolym på ca 445 m³. Denna fördröjningsvolym gäller för hela avrinningsområdet och är beräknad för ett 20-årsregn. Samma typer av dagvattenhanteringsmetoder som föreslås på kvartersmark kan också implementeras på allmän platsmark. Dock finns det här en mycket större yta att använda vilket gör det möjligt att anlägga öppna dagvattenåtgärder som är just platskrävande, eller att införa en kedja av olika dagvattenåtgärder. På så vis skulle parken i planområdet kunna ses som en framtida buffertzoon för hela avrinningsområdet. En samlad dagvattenhantering på allmän platsmark kan endast införas om ledningssystemet i det beräknade avrinningsområdet sparas.

6. Skyfallshantering

Vid extremregn (100-årsregn) beräknas befintligt ledningssystem för dagvatten ta om hand ca 5 % av regnvolymen. Resten rinner av på ytan och ansamlas i lågpunkter i området. Skyfallsmodellen för Göteborgs Stad visar var dagvattenavrinningen ansamlas vid ett 100-årsregn, se Figur 10. Enligt skyfallsmodellen ansamlas dagvatten upp till 0,3 m i en utbredd lågpunkt i den östra delen av planområdet, ungefär där det idag ligger en lekplats. Strax utanför planområdet längs med den nordöstra gränsen mot angränsande fastighet ansamlas dock ytavrinning upp till 0,3 - 0,5 m vid ett 100-årsregn. Det finns alltså en djupare lågpunkt strax utanför planområdet. Ur ett skyfallshanteringsperspektiv är det därför av vikt att lyfta blicken utanför planområdet och se skyfallshantering mer som ett helhetskoncept och mindre som enskilda tekniska system.

För att säkerställa en effektiv skyfallshantering där dagvattenavrinningen vid extrema regnhändelser tar sig till föreslagna dagvattenåtgärder och till platser där det kan tillåtas att dämna upp krävs en genomtänkt höjdsättning vid fortsatt exploatering. I detta fall handlar det om att skapa skyfallsvägar till de öppna grösyrtorna vid spårvagnsspåren öster om planområdet, där det enligt skyfallsmodellen ansamlas ytavrinning till betydande djup (Figur 10). Föreslagna skyfallsvägar finns utmarkerade i Bilaga 3.

6.1 Kvartersmark

Under riktigt kraftiga skyfall kommer föreslagna åtgärder på kvartersmark inte hinna med att avleda dagvattnet och dagvatten kommer att rinna på markytan. Ny höjdsättning bör därför säkerställa att dagvatten kan rinna bort från byggnader, marken bör därför luta 2-5 % från fasaden. Höjdsättningen bör också se till att dagvattnet rinner mot dagvattenanläggningar och vidare mellan byggnader via skyfallsvägar som gångvägar och gator till mindre känsliga platser där dagvattnet kan tillåtas att dämna upp. Kantsten kan brukas som hjälpmedel för att leda dagvatten till föreslagna och befintliga uppdämningsytor.

6.2 Allmän platsmark

Skyfallsmodellen (Figur 10) visar var det är lämpligt att placera fördröjningsmagasin och var alternativa ytliga avledningsvägar kan vara aktuella. Då planområdets lågpunkt vid lekplatsen finns i den östra delen av planområdet, på allmän platsmark, innebär det att dagvattenåtgärder med syftet att magasinera kraftiga skyfall kan vara lämpliga att placera där eller i närheten.

Genom att befästa planområdets lågpunkt ytterligare genom en marksänkning och aktivt leda ytavrinning hit skulle översvämningsrisken i hela avrinningsområdet kunna minskas. Det är av vikt att se till att inga nya barriärer skapas kring marksänkningen som potentiellt kan hindra dagvatten från att hamna där.

Som exempel skulle markytan för lekplatsen sänkas gradvis så att naturliga trappsteg skapas i kanterna på lekplatsen se Figur 17. Som andra exempel kan lekplatsen ersättas av en nedsänkt bollplan eller någon form av amfiteater, se Figur 18. En åtgärd av detta slag kan dock komma att förändra funktionen hos platsen och sannolik också målgruppen.



Figur 16. Båda exempelbilder visar nedsänkta lekplatser i Zürich.

I den översta bilden är ytan hårdgjord medan den understa bilden yta består av sand.

Källa: Ramböll



Figur 17. Båda exempelbilder visar nedsänka ytor i Augustenborg, Malmö. Källa: Ramböll

Den nedsänkta lekplatsen kan avvattnas till den kombinerade ledningen som finns under gångvägen i planområdets mitt, vid östra gränsen på planområdet (förbindelsepunkt enligt alternativ 3). En marksänkning med avsikten att fördröja den dagvattenavrinning som genereras vid skyfall i hela avrinningsområdet förutsätter en separering av det kombinerade systemet.

Strax utanför planområdet längs med den nordöstra gränsen finns en djupare lågpunkt än den inom planområdet. För att förhindra att dagvatten dämmer upp här krävs någon form av avskärande åtgärd. Exempelvis kan ett avskärningsdike med ett djup på ca 30 cm placeras strax innanför fastighetsgränsen utanför planområdet. Alternativt skulle avskärningsdiket kunna placeras invid den asfalterade gångbanan i den norra delen av parken. Figur 19 visar en exempelbild på hur avskärningsdiket kan se ut.



Figur 18. Exempelbild på ett mjukt skålat avskärningsdike/svackdike med flacka slänter. Källa: Rambøll

Avskärningsdiket primära funktion är att genom självfall leda dagvatten till den mer befästa lågpunkten och marksänkningen som föreslås inom planområdet. För att därefter anslutas till kombinerade ledningen under gångvägen.

Enligt skyfallskarteringen ansamlas dagvatten strax utanför det sydvästra hörnet av planområdet. Att BmSS-byggnaden placeras i detta hörn kan medföra att en ny barriär för ytavrinningen skapas här, speciellt med tanke på att markytan planeras höjas. Flödespilarna i Figur 10 och i Bilaga 3 visar dock att ytavrinningen som hamnar här kommer från västra höjdryggen och skulle potentiellt kunna ledas norrut mot parken via Göketorpsgatan med hjälp av exempelvis kantstöd och små upphöjningar i gatan. På detta vis riskeras inte den intilliggande fastigheten att översvämmas till följd av att BmSS-byggnaden.

7. Föroreningssituationen efter exploatering

Sett ur ett helhetsperspektiv kommer själva klassningen av området, vilket är ett flerfamiljshusområde och en medelbelastad yta, inte att förändras märkbart efter exploatering. Detta innebär att föroreningsbelastningen inte heller kommer att öka nämnvärt vilket gör att vidare föroreningsberäkningar/simuleringar inte behövs. Kikar man närmare på enbart den kvartersmark som ämnar att bebyggas kan föroreningsbelastningen komma att öka beroende av andelen hårdgjorda ytor samt materialvalet på dessa (nuvarande parkyta kommer att hårdgöras i form av tak- och parkeringsytor).

Eftersom byggnationen av boendet innebär en flervåningsbyggnad med ett fåtal parkeringar uppskattas föroreningsbelastningen efter exploatering dock vara liten. De dagvattenåtgärder som föreslås i form av rörmagasin och makadamdike bör kunna avhjälpa den ökade föroreningsbelastning boendet kan komma att medföra. Inget separat reningssteg bedöms behövas utöver fördröjning och den enklare rening som de föreslagna dagvattenanläggningarna bidrar med.

Förutsatt att föreslagna dagvattenåtgärder som bidrar till rening implementeras på planområdet bör exploateringen som boendet innebär inte äventyra att MKN uppfylls till 2021.

8. Översiktlig bedömning av investeringskostnader

En översiktlig bedömning av investeringskostnader för de föreslagna dagvattenanläggningarna har genomförts. Kostnaderna är framtagna med hjälp av å-prislista markarbeten 2012 Norconsult med indexreglering, tidigare erfarenhet från liknande projekt samt insamlad kostnadsinformation från olika VA-produktleverantörer och entreprenörer. Vid kostnadsberäkningar har nedanstående antaganden gjorts:

- Beräkningar har gjorts utifrån antal, löpmeter, kvadrat eller kubik av dagvattenanläggning.
- Schakt för ledningar har antagits att ske främst i jord/lera.
- Arbets- och materialkostnader är inkluderade i priset.
- Omkostnader (30 %) omfattar administration, försäkringar, vinst, risk, over-head kostnader, allmänna hjälpmedel och småmaskiner ingår ej.
- Byggherrekostnader, som exempelvis projekterings- och bygglidningskostnader ingår ej.
- Rivning av befintligt dagvattensystem är inte heller kostnadsberäknat. Detta på grund av att samtliga ytor planeras göras om i samband med ombyggnaden i planområdet och därför har heller inte kostnader för markarbeten tagits med.
- Bortforsling av material är inte medräknat.

Totala investeringskostnaden för föreslagna dagvattenanläggningar uppskattas till ca 330 000 kr.

8.1

Rörmagasin

Förslaget innehåller två stycken rörmagasin med en diameter på 800 mm, 12 respektive 8,8 m (totalt ca 21 m) belägna på den västra kortsidan av det nya BmSS-byggnaden. Rörmagasinen har beräknats kunna ge en fördröjningsvolym på ca 10,5 m³. I anslutning till rörmagasinen föreslås tre stycken brunnar med sandfång och två spolbrunnar. Anläggningen av rörmagasinen ger en totalkostnad på ca 143 400 kr (Tabell 8).

Tabell 8. Investeringskostnad för rörmagasin.

Aktivitet:	Mängd:	Å-pris:	Kostnad (kr):
Jordschakt	42 m ³	300 – 350 kr/m ³ I kalkyl används 325 kr/m ³	13 650
Rörmagasin (plaströr D800 mm)	21 m	3 000 – 3 500 kr/m I kalkyl används 3250 kr/m	68 250
Brunn med sandfång	3 st	15 000 – 20 000 kr/st I kalkyl används 17 500 kr/st	52 500
Spolbrunn	2 st	4 000 – 5 000 kr/st I kalkyl används 4 500 kr/st	9 000
TOTALT:			Ca 143 400

8.2

Makadamdike

Förslaget avser också ett makadamdike på framsidan av BmSS-byggnaden. Den totala arean av makadamdiket är beräknat till 32 x 2,1 m det vill säga ca 70 m². I investeringskostnaden är schakt, geotextil, dränering, dränerande fyllning samt grässådd medräknade. Anläggningen av makadamdiket beräknas kosta ca 87 500 kr (Tabell 9).

Tabell 9. Investeringskostnad av makadamdike.

Aktivitet:	Mängd:	Å-pris:	Kostnad (kr):
Jordschakt	40 m ³	325 kr/m ³	13 000
Geotextil	140 m ²	30 kr/m ²	4 200
Dränering	32 m	900 kr/m	28 800
Dränerande fyllning	40 m ³	450 kr/m ³	18 000
Grässådd	60 m ²	100 kr/m ²	6 000
Brunn med kupolsil och sandfång	1 st	15 000 – 20 000 kr I kalkyl används 17 500 kr/st	17 500
TOTALT:			Ca 87 500

8.3

Ledningsstråk

För att leda dagvatten till de olika dagvattenanläggningarna och ansluta till befintligt kombinerat ledningsnät i Göketorpsgatan krävs ledningar. Enligt förslaget omfattar nya dag- och dränledningar ett ledningsstråk på totalt ca 115 m. I ledningsstråket är jordschakt med fyllning samt kupolbrunnar med sandfång inkluderade. Ledningsstråket ger en totalkostnad på ca 97 350 kr (Tabell 10).

Tabell 10. Investeringskostnad av ledningsstråk.

Aktivitet:	Mängd:	Å-Kostnad:	Kostnad (kr):
Jordschakt	18 m ³	325 kr/m ³	5 850
Fyllning	10 m ³	400 kr/m ³	4 000
Ledningar (dag- och drän)	115 m	250 - 750 kr/m I kalkyl används 500 kr/st	57 500
Brunn med sandfång	5 st	15 000 - 20 000 kr/st I kalkyl används 17 500 kr/st	30 000
TOTALT:			Ca 97 350

9.

Översiktlig bedömning av drift- och underhållskostnader

Kostnad för skötsel uppgår årligen till ca 5-8 % av anläggningskostnaderna. Kostnaderna för skötsel baseras på grova uppskattningar. En bedömning görs för varje enskilt fall och kostnaderna varierar från år till år. Nyanlagda anläggningar kräver utökad skötsel de tre första åren. För alla typer av anläggningar ska man vid planeringen tänka på åtkomst för skötsel, såsom angöring med gräsklippare, snöröjningsfordon, övriga maskiner för exempelvis slamsugning etcetera.

Driftkostnaden för föreslagna dagvattenanordningar kommer vara högre de första åren för att sedan minska när växter med mera har etablerat sig. Kostnaden är en årlig uppskattning men kommer att variera kraftigt beroende på om det förekommer skyfall och stormar.

9.1

Rörmagasin

Förslaget innehåller två stycken rörmagasin med en diameter på 800 mm och en total längd på ca 21 m belägna på den västra kortsidan av den nya BmSS-byggnaden. Då dessa rörmagasin är slutna dagvattenanläggningar behövs underhåll av grovrensning ca en gång per år för att inte riskera igensättning. Eftersom dagvattnet kan bli stillastående i rörmagasinet krävs kontinuerlig rengöring med spolning av de ytor som har tilllopp till magasinet.

Underhåll som spolningen bör ske regelbundet men minst en gång per år utöver tillsyn som bör ske en till två gånger per år och är speciellt lämpligt att genomföra efter skyfall.

Vid förutsättning att en rensning är möjlig och utförs regelbundet beräknas livslängden för varje rörmagasin till några årtionden. Genom att sopa ytorna som dagvattnet rinner av till anläggningen minskar man andelen sediment som rinner ner i anläggningen. Det är viktigt att sedimentering sker i så stor utsträckning som möjligt innan vatten leds in i anläggningen, detta för att minska risken för igensättning. Den bästa lösningen är att låta vattnet infiltreras ner i magasinet för att minska halten suspenderat material i dagvattnet.

Det är lämpligt att in- och utlopp till underjordiska magasin inspekteras en gång per år för att se att de inte sätts igen. Livslängden är starkt beroende av igensättningsrisken och om anläggningen sköts regelbundet eller inte. Tabell 7 ger en grov uppskattning av kostnader för drift och underhåll av rörmagasinet.

Tabell 11. Drift och underhåll för rörmagasin per år.

Rörmagasin (Volym ca 10,5 m ³)	Underhåll (ggr/år)	Å-pris	Kostnad (kr)
Tillsyn	1-4	400 kr/h	1 600
Rengöring (spolning/slamsugning)	1-2	2 000 kr/gg (2 pers, 1 bil, 1,5 h)	4 000
TOTALT:			Ca 5 600

9.2

Makadamdike

Ett skötselråd av makadamdiket (på framsidan av det nya boendet) är regelbunden klippning av gräsytan. Då makadamdiket ansluter till den hårdgjorda ytan på parkering bör infiltrationsytan/gräsytan anläggas lägre. Anledningen är till detta är att gräsytan höjer sig några millimeter per år och efter hand hindrar dagvattnet att rinna ut över ytan. För att få vattnet att rinna ut över ytan kan det bli nödvändigt att skära bort och sänka gräsytan utmed den hårdgjorda ytan.

Väster om makadamdiket finns en dagvattenbrunn som bör rengöras ca en gång om året, för att minnera risken av igensättning av exempelvis löv, skräp, större gruskorn, smuts etcetera från kringliggande miljöer som parkeringsplatsen, gångvägen, bilvägen och grönområdet.

En dräneringsledning går genom makadamdiket för att vatten ska kunna avledas efter infiltration och fungerar som en sista lösning i en prioriterad fördröjningsmetod. Rensning och slamsugning av dräneringsledningen kan behövas och beslutas om vid tillsynstillfällen. En inspektion kan vara lämplig att genomföra för dagvattenbrunnen efter skyfall.

Livslängden för ett makadammagasin eller dike uppskattas till några årtionden men i och med att det är igensättningsrisk som är den största avgörande faktorn ökar livslängden om anläggningen sköts regelbundet. Tabell 8 ger en grov uppskattning av kostnader för drift och underhåll av makadamdike.

Tabell 12. Drift och underhåll för makadamdike per år.

Makadamdike (Area ca 70 m ²)	Underhåll (ggr/år)	Å-pris	Kostnad (kr)
Tillsyn av ledning	1-4	650 kr/h	2 600
Rensning av dränsystem (spolning/slamsugning)	1	2 000 kr/gg (2 pers, 1 bil, 1,5 h)	2 000
Klippning av gräsyta	Regelbundet	400 kr/h (Uppskattas till 6 h/år)	2 400
Bortskärning av gräsyta och underliggande jord	Vart annat år	400 kr/h (Uppskattas ta ca 3h)	600
TOTALT:			Ca 7 600

Driftkostnaden för föreslagna dagvattenanordningar i området uppskattas till totalt ca 13 500 kr/år.

10. Fortsatt arbete

Inga hydrogeologiska undersökningar har påträffats inom eller i direkt närhet till planområdet. Innan anläggning av föreslagna lösningar och då speciellt med hänsyn till makadamdike bör befintlig grundvattenyta fastställas. Detta för att försäkra sig om att förelagen åtgärd kan fylla den funktion som den är avsedd att göra.

En kostnads- och nyttoanalys över de olika dagvattenåtgärderna för Gökatorpsgratan skulle på ett tydligare sett påvisa för- och nackdelar med förslagen under ett längre tidsperspektiv.

Bilaga 1 – Beräkning av dimensionerande dagvattenflöden och erforderlig fördröjningsvolym

1. Dagvattenflöden

Beräkningar för dagvattenflöden inom delavrinningsområdet har gjorts enligt Svenskt Vattens publikationer P110 "Avledning av dag-, drän- och spillvatten", P104 "Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem" samt P105 "Hållbar dag- och dränvattenhantering".

1.1 Dimensionerande dagvattenflöden

Vid beräkningar av dimensionerande dagvattenflöden (q_{dim}) har rationella metoden använts. Rationella metoden ges av formeln nedan:

$$q_{dim} = i_A \cdot A_{red}$$

där:

i_A = regninintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet [l/s, ha]

A_{red} = reducerad area, $A_{red} = \varphi \cdot A$ [ha]

φ = avrinningskoefficient

A = avrinningsområdets storlek [ha]

Dimensionerande flöde beräknas för avrinningsområdet, alltså för den markyta som avvattnas till beräkningspunkten vid planområdets östra kant. De avrinningskoefficienter som har använts vid dimensionering är uppskattade enligt P110 och kan ses nedan i Tabell 1.

Tabell 1. Avrinningskoefficienter för olika typer av ytor.

Typ av yta	Avrinningskoefficient (φ)
Tak	0,9
Vägar, gator och parkering	0,8
Sluttande naturmark inom villaområde	0,3
Grusplan	0,2
Parkmark	0,1

1.2 Dimensionerade regnintensitet

För beräkning av dimensionerande regnintensitet (i_A) har Dahlström (2010) ekvation använts. Dimensionerande regnintensitet har beräknats ur formeln:

$$i_A = 190 \cdot \sqrt[2]{A} \cdot \frac{\ln(T_R)}{T_{0,98}} + 2$$

där:

i_A = regninintensitet vid vald återkomsttid och varaktighet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [min]

Λ = återkomsttid [mån]

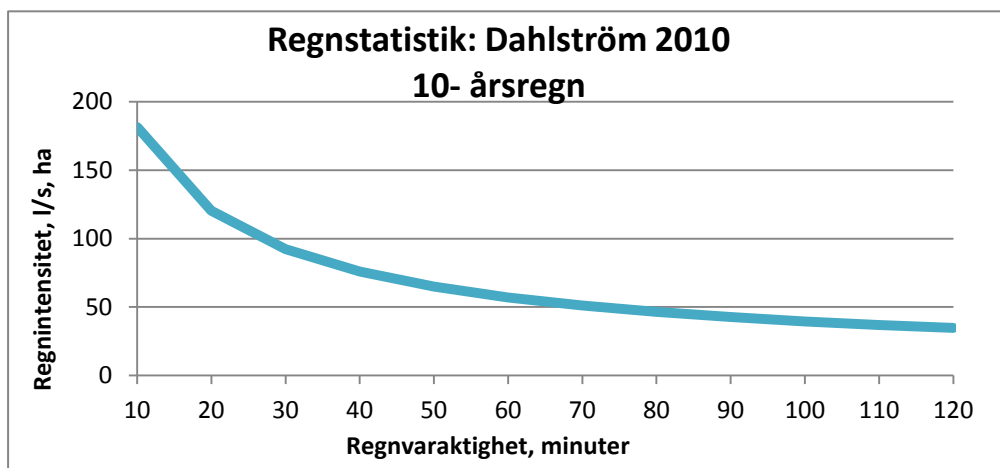
Regnvaraktigheten är lika med den tidsmässigt längsta rinnvägen genom delavrinningsområdet fram till beräkningspunkten och är beräknad med hjälp av P110 och Tabell 4.5. I tabellen finns olika vattenhastigheter som är beroende av om dagvattnet leds i ledning, dike eller mark med flera. Vattenhastigheten dividerat med den sträcka som dagvattnet avleds bestämmer rinntiden.

Rinntiden för avrinningsområdet är ca 7 minuter. Inom tätortsbebyggelse där dagvatten avleds i rörsystem är rinntiden från den mest avlägsna hårdgjorda ytan till närmsta minst fem minuter, vilket innebär att ett delavrinningsområde sällan har kortare rinntid än 10 min. Den regnvaraktighet/rinntid som använts i vidare beräkningar är därför 10 minuter.

Beräkningar har utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 5-, 20- och 100 år. Återkomsttiderna är hämtade från P110 och Tabell 2.1 med antagandet att avrinningsområdet består av tät bostadsbebyggelse.

$T_R = 10 \text{ min}$

$\Lambda = 5 \text{ år} = 60 \text{ mån}$



Figur 1. Intensitet-varaktighetsdata enligt Dahlström (2010) ekvation. Figuren visar regnvaraktigheter från 10 minuter upp till 2 timmar. Återkomsttiden är 5 år och regnvaraktigheten 10 min. Regnintensiteten blir då 181 l/s, ha.

Dimensionerande regnintensitet före exploatering blir 181 med en återkomsttid på 5 år, 287 l/s, ha och 489 l/s, ha med en återkomsttid på 20 respektive 100 år.

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade nederbördsmängder ansätts en klimatkfaktor på 1,25 enligt Svenskt Vattens Publikation P110. Klimatfaktorn har lagts på dimensionerande regnintensiteten före exploatering. I övrigt beräknas dagvattenflödet efter exploatering på samma sätt som innan, där avrinningsområdet och regnvaraktigheten har antas vara de samma.

1.3 Dimensionerande flöden före och efter exploatering för hela avrinningsområdet

Före exploatering ($\Delta = 5$ år)

Delyta	A [ha]	φ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Tak	0,92	0,9	0,83	181	150
Vägar, gator och parkering	1,23	0,8	0,98	181	178
Sluttande naturmark	2,62	0,3	0,79	181	142
Grusplan och lekplats	0,10	0,2	0,02	181	4
Parkmark	0,61	0,1	0,06	181	11
TOTALT	5,48		2,68		485

Efter exploatering ($\Delta = 5$ år)

Delyta	A [ha]	φ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Tak	0,96	0,9	0,86	226	195
Vägar, gator och parkering	1,29	0,8	1,03	226	233
Sluttande naturmark	2,62	0,3	0,79	226	178
Grusplan och lekplats	0,04	0,2	0,01	226	2
Parkmark	0,57	0,1	0,06	226	13
TOTALT	5,48		2,75		485

Ökning efter exploatering: 137 l/s

Före exploatering ($\Delta = 20$ år)

Delyta	A [ha]	φ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Tak	0,92	0,9	0,83	287	238
Vägar, gator och parkering	1,23	0,8	0,98	287	282
Sluttande naturmark	2,62	0,3	0,79	287	226
Grusplan och lekplats	0,10	0,2	0,02	287	6
Parkmark	0,61	0,1	0,06	287	18
TOTALT	5,48		2,68		769

Efter exploatering ($\Delta = 20$ år)

Delyta	A [ha]	φ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Tak	0,96	0,9	0,86	359	310
Vägar, gator och parkering	1,29	0,8	1,03	359	370
Sluttande naturmark	2,62	0,3	0,79	359	282

Grusplan och lekplats	0,04	0,2	0,01	359	2
Parkmark	0,57	0,1	0,06	359	20
TOTALT	5,48		2,75		984

Ökning efter exploatering: **216 l/s**
Före exploatering ($\Delta = 100$ år)

Delyta	A [ha]	ϕ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Tak	0,92	0,9	0,83	489	405
Vägar, gator och parkering	1,23	0,8	0,98	489	481
Sluttande naturmark	2,62	0,3	0,79	489	384
Grusplan och lekplats	0,10	0,2	0,02	489	10
Parkmark	0,61	0,1	0,06	489	30
TOTALT	5,48		2,68		1310

Efter exploatering ($\Delta = 100$ år)

Delyta	A [ha]	ϕ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Tak	0,96	0,9	0,86	611	528
Vägar, gator och parkering	1,29	0,8	1,03	611	631
Sluttande naturmark	2,62	0,3	0,79	611	480
Grusplan och lekplats	0,04	0,2	0,01	611	5
Parkmark	0,57	0,1	0,06	611	35
TOTALT	5,48		2,75		1679

Ökning efter exploatering: **369 l/s**

1.4 Dimensionerande flöden före och efter exploatering endast för kvartersmarken

Före exploatering ($\Delta = 5$ år)

Delyta	A [ha]	ϕ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Vägar, gator och parkering	0,004	0,8	0,003	181	0,6
Grusplan och lekplats	0,054	0,2	0,011	181	2,0
Parkmark	0,042	0,1	0,004	181	0,8
TOTALT	0,10		0,018		3,3

Efter exploatering ($\Delta = 5$ år)

Delyta	A [ha]	ϕ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Tak	0,05	0,9	0,041	226	9,2
Vägar, gator och parkering	0,06	0,8	0,045	226	10,1
TOTALT	0,10		0,085		19,3

Ökning efter exploatering: **16 l/s**

Före exploatering ($\bar{A} = 20$ år)

Delyta	A [ha]	φ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Vägar, gator och parkering	0,004	0,8	0,003	287	0,9
Grusplan och lekplats	0,054	0,2	0,011	287	3,1
Parkmark	0,042	0,1	0,004	287	1,2
TOTALT	0,10		0,018		5,2

Efter exploatering ($\bar{A} = 20$ år)

Delyta	A [ha]	φ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Tak	0,05	0,9	0,041	359	14,5
Vägar, gator och parkering	0,06	0,8	0,045	359	16,1
TOTALT	0,10		0,085		30,6

Ökning efter exploatering: 25 l/s

Före exploatering ($\bar{A} = 100$ år)

Delyta	A [ha]	φ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Vägar, gator och parkering	0,004	0,8	0,003	489	1,6
Grusplan och lekplats	0,054	0,2	0,011	489	5,3
Parkmark	0,042	0,1	0,004	489	2,1
TOTALT	0,10		0,018		8,9

Efter exploatering ($\bar{A} = 100$ år)

Delyta	A [ha]	φ	A _{red} [ha]	i _A [l/s, ha]	q _{d dim} [l/s]
Tak	0,05	0,9	0,041	611	24,8
Vägar, gator och parkering	0,06	0,8	0,045	611	27,4
TOTALT	0,10		0,085		52,1

Ökning efter exploatering: 43 l/s

2. Erforderlig fördröjningsvolym

2.1 Kvartersmark

Stadens krav på att minst 10 mm per kvadratmeter hårdgjord yta ska fördröjas inom kvartersmark medför en erforderlig fördröjningsvolym på 10 m³.

Fördröjningsvolymen är beräknad utifrån antagandet att hela kvartersmarken hårdgörs vilket då innebär en area på ca 1000 m².

2.2 Allmän platsmark

För den allmänna platsmarken har magasinsberäkningar utförts enligt P110 kapitel 10.6, med stöd från Svenskt Vattens hemsida och den webb-baserade bilagan *Magasinsberäkning med hänsyn till rinntid enligt Dahlström 2010 för varaktigheter upp till ett dygn*. I beräkningarna tas hänsyn till återkomsttid, regnvaraktighet och andel hårdgjord yta och beräknas enligt Dahlström 2010. Andra faktorer som klimatfaktor på 1,25 och specifik avtappning/utsläppskrav av fördröjningsmagasinet tas också i beaktande.

Utsläppskravet eller avtappningen baseras på befintlig kapacitet i den ledning som avrinningsområdets beräkningspunkt ansluter till samt den reducerade area efter exploatering. Kapaciteten hos ledningen bestäms med hjälp av ledningens längd som i detta fall är en ca 37 m lång ledning med en dimension på 300 mm och en sammanväg lutning på ca 43 ‰. Kapaciteten i ledningen beräknas enligt Colebrooks formel till ca 207 l/s. Den specifika avtappningen blir således 75 l/s, ha.

Vid extremregn (100-årsregn) beräknas befintligt ledningssystem för dagvatten ta om hand ca 5 % av regnvolymen. Resten rinner av på ytan och ansamlas i planområdets lågpunkter.

Beräkningar har gjorts för två regn med återkomsttid 20 år respektive 100 år. För 20-årsregnet nås maximal magasineringsvolym vid en regnvaraktighet på ca 20 min och för 100-årsregnet vid en regnvaraktighet på 40 min.

Erforderlig magasinsvolym för 20- respektive 100-årsregn

Återkomsttid (år)	Reducerad area (ha _{red})	Avtappning (l/s, ha _{red})	Regnvaraktighet (min)	Magasinsvolym (m ³)
20 år	2,75	75	20	445
100 år	2,75	75	40	1050

