
RAPPORT

GENOVA BOSTAD PROJEKTUTVECKLING AB

Kvarter Handelsmannen 1

Dagvattenutredning

UPPDRAGSNUMMER 13005544



SLUTLIG VERSION

2018-04-27

REVIDERAD 2019-06-19

REVIDERAD 2019-07-09

REVIDERAD 2019-11-14

VATTEN & KLIMATANPASSNING

ALEXANDROS CHATZAKIS

SIMON ERIKSSON

JOHANNA RENNERFELT

Sammanfattning

Sweco har på uppdrag av Genova Bostad Projektutveckling AB utfört en dagvattenutredning för kv. Handelsmannen 1, som ligger centrala Norrtälje. I dagsläget består området av industri- och kontorsbyggnader, hårdgjorda markytor samt parkeringsytor i markplan. All avvattnings sker till det allmänna ledningsnätet via dagvattenledningar till Norrtäljeån och sedan vidare till Norrtäljeviken. Genova Bostad Projektutveckling AB planerar att uppföra ett antal flerfamiljshus på området med innergårdar som omsluts av husen. Den västra och östra innergården byggs upp på bjälklag med garage under markplan.

Det övergripande målet med dagvattenutredningen är att föreslå en hållbar systemlösning för hur dagvattnet ska hanteras, både med tanke på dagvattnets kvalitet och kvantitet. Kvaliteten på dagvattnet som avleds från planområdet ska vara så bra att det inte riskerar att påverka recipientens status negativt eller dess möjlighet att uppnå miljökvalitetsnormerna. För de ämnen som recipienten är känslig mot måste belastningen minskas motsvarande det procentuella förbättringsbehovet. Kvantitetsmässigt får inte de dimensionerande flödena öka efter planens genomförande jämfört med dagsläget och Norrtälje kommuns fördröjningskrav gällande 20-årsregn tillämpas.

Resultatet av utredningen visar att de dimensionerande flödena efter planerad exploatering och utan fördröjande åtgärder minskar jämfört med befintlig situation. Med fördröjande åtgärder, minskar flödet betydligt.

En större lågpunkt identifierades vid Diamantgatan som också leder till att markytan översvämmas vid ett 100-årsregn. Cirka 50 cm vatten kan då bli stående vid korsningen Diamantgatan/Rubingatan. Höjdsättning av byggnad A och E bör ta hänsyn till detta för att undvika skador på byggnader och översvämningsproblematik. Byggnadernas färdiga golvnivåer (FG) föreslås av den anledningen ligga över översvämningsnivån, dvs markhöjd plus vattendjup. Tillgänglighet till entréer möjliggörs med trappa alternativt ramp.

Ytterligare en lågpunkt identifierades i planområdets västra del, intill Estunavägen. Denna lågpunkt föreslås behållas för att planområdet magasinering förmåga ska vara lika stor som i befintlig situation. Garagenedfarterna ligger utanför lågpunkten och riskerar därmed inte att översvämmas.

Fördröjning och rening av dagvatten från takytor och innergårdsmark föreslås i öppna växtbäddslösningar, innan det leds vidare till kommunalt ledningsnät. Avledning av dagvatten från takytor som avvattnas ut mot gatorna placeras på förgårdsmarken längs med husfasaderna. En större nedsänkt växtbädd per innergårdsyta placeras så att så stor yta som möjligt av innergårdsmarken samt takytor som avvattnas mot innergård avleds till växtbäddarna.

Beräkningarna visar att föroreningshalter och belastning minskar efter planerad exploatering, i fallen utan och med rening. Med de planerade växtbäddarna blir både halter och belastning betydligt lägre än vad de är idag, och de minskar även i sådan grad att förbättringsbehovet uppnås, vilket är positivt ur ett recipientperspektiv.

Tillämpas dessa principer uppnås den fördröjning och rening av dagvattnet som krävs för att följa Norrtälje kommuns riktlinjer gällande fördröjning. Reningsgraden är också så pass god att den inte riskerar att påverka recipientens status negativt eller dess möjligheter att uppnå miljökvalitetsnormerna.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte	1
2	Förutsättningar	1
2.1	Underlag	1
3	Riktlinjer för dagvattenhantering	3
4	Miljökvalitetsnormer för ytvatten	4
5	Områdesbeskrivning och markanvändning	5
5.1	Befintliga förhållanden	5
5.2	Planerad exploatering och utformning av området	6
6	Platsspecifika förutsättningar	7
6.1	Mark- och vattenförhållanden	7
6.2	Avrinningsområdet	8
6.3	Avledning av dagvatten från planområdet via ledningsnätet	9
6.4	Recipient, status och miljökvalitetsnormer	9
6.5	Markavvattningsföretag	10
7	Metod och indata	11
7.1	Flödesberäkningar	11
7.2	Erforderlig fördröjningsvolym	12
7.3	Föroreningsberäkningar	12
7.4	Översvämningsanalys	13
7.4.1	Scalgo Live	13
7.4.2	Massbalans	15
8	Resultat	16
8.1	Dagvattenflöden	16
8.2	Föroreningar	16
8.3	Översvämningsanalys	16
8.3.1	Före exploatering	16
8.3.2	Efter exploatering	17
9	Principförslag för dagvattenhantering	19
9.1	Dagvatten från takytor som avvattnas mot förgårdsmark	19

9.2	Dagvatten från takytor som avvattnas mot innergård samt innergårdsmark	20
9.3	Dagvatten från genomfartsväg	21
9.4	Dagvatten från omkringliggande allmänna vägar	21
9.5	Höjdsättning på markytor på innergårdarna	21
9.6	Sekundära avrinningsvägar vid skyfallsflöden	22
9.7	Anpassning till översvämningsrisken	23
10	Föroreningshalter och föroreningsbelastning idag och med föreslagen principlösning för planerad exploatering	25
11	Slutsatser	28
12	Referenser	30

Rapportens omslagsbild är framtagen av C.F. Möller Arkitekter.

Figur 15 har erhållits av Norrtälje kommun.

1 Bakgrund och syfte

Sweco har på uppdrag av Genova Bostad Projektutveckling AB utfört en dagvattenutredning för fastigheten Handelsmannen 1, i Norrtälje. Planområdet är cirka 1.6 hektar och är en del av ett större industriområde. Planområdet har tidigare nyttjats som ett industri- och kontorsområde. Efter exploatering kommer området att omvandlas till ett flerfamiljshusområde med innergårdar, ett större underliggande garage, en tvärgata mellan bostadshusen och en gata öster om fastigheten. Den planerade bebyggelsen kommer inte bara omvandla områdets utseende utan också ge det en ny markanvändning och därmed en förändrad dagvattenavrinning och föroreningssituation.

Syftet med utredningen är att redovisa dagvattenförhållandet inom planområdet. Beräkningar av flöden, fördröjningsvolym och föroreningar presenteras tillsammans med förslag på åtgärder, som är i linje med miljökvalitetsnormer för recipienten och Norrtälje kommuns dagvattenstrategi. En kompletterande översvämningssanalys och massbalansberäkning utförs också.

2 Förutsättningar

Nedanstående förutsättningar har legat till grund för dagvattenutredningen:

- Norrtälje kommuns dagvattenstrategi (Norrtälje kommun 2016a) och Norrtälje kommuns fördjupade dagvattenpolicy (Norrtälje kommun 2016b) har följts
- Ramdirektivet för vatten (Europaparlamentet 2000), dvs att alla yt- och grundvattenförekomster ska uppnå en god status
- Beräkningar baseras på Svenskt Vattens riktlinjer i publikationerna P104 (Svenskt Vatten, 2011a), P105 (Svenskt Vatten 2011b) och P110 (Svenskt Vatten, 2016)
- En klimatfaktor på 1.25 används för beräkningar av dagvattenflödet

2.1 Underlag

Som underlag för denna dagvattenutredning har följande använts:

- Platsbesök, 2018-04-04
- Planskiss, 2019-05-17
- Utredningsskiss, Garageplan, östra kvarteret, 2019-11-07
- Översiktsplan 10, Entréplan, västra kvarteret: Förskola och vårdboende, 2019-06-28
- Markteknisk undersökning, Bjerking, 2018-02-13
- Dagvattenutredning, Tyréns, 2017-09-04
- Telefonmöte med arkitekt, CF Moller 2018-04-09

- Situationsplan med projekterade höjder, CF Moller, mottagen 2019-05-23
- Förprojektering, 2019-06-14
- Samlingskarta över aktuellt område
- Norrtälje kommuns checklista för dagvattenhantering

3 Riktlinjer för dagvattenhantering

I detta kapitel redovisas de huvudsakliga riktlinjerna när det gäller hantering av dagvattnet som återfinns i Norrtälje kommuns dagvattenstrategi. Dagvattenstrategin utgör den praktiska tillämpningen av kommunens fördjupade dagvattenpolicy, antagen år 2016. De huvudsakliga riktlinjerna i strategin är:

- Planera i tidigt skede för långsiktigt hållbar och klimatsäker dagvattenhantering
- Byggnader och samhällsviktiga anläggningar ska placeras och höjdsättas så att översvämningar inte orsakar betydande skador
- Planområden ska höjdsättas med utgångspunkt från att ett 100-årsregn ska kunna avledas utan skador på byggnader eller andra konstruktioner
- Undvik att bebygga instängda områden
- Dagvatten ska i första hand omhändertas lokalt genom infiltration och i andra hand genom fördröjning inom tomtmark.
- Vid större flöden än de som VA-huvudmannen ansvarar för krävs det att samhället planeras så att dagvattnet kan avrinna ytligt på mark. Dagvattenlösningar bör göras synliga och estetiskt tilltalande
- Planera för ytliga evakueringsvägar för vatten vid skyfall
- Dagvatten ska omhändertas så att det inte riskerar att orsaka översvämningar av nedströms liggande områden
- Användandet av byggnads- och anläggningsmaterial innehållande miljöstörande ämnen ska undvikas. Detta gäller material i utemiljön som exponeras för nederbörd.
- Recipientens möjlighet att uppnå miljökvalitetsnormerna i ytvatten får inte äventyras i och med en exploatering. Dagvatten ska inte medföra att recipientens status eller ingående kvalitetsfaktorer försämras eller att gällande miljökvalitetsnormer för vatten inte uppnås. Särskilt hänsyn ska tas till ämnen som recipienten är extra känslig mot.

Förutom dagvattenpolicyn finns också en checklista för dagvattenutredningar i planskede, vilken har följts. Specifika krav enligt checklistan:

- Enligt Norrtälje kommuns checklista (2017-05-17) ska 50 % av ett 10-minuters 20-årsregn fördröjas på kvartersmark, vilket motsvarar 93 m³ på kvartersmarken för aktuellt område.

4 Miljökvalitetsnormer för ytvatten

Miljökvalitetsnormerna för ytvatten är bestämmelser om kvaliteten på miljön i en vattenförekomst. Varje vattenförekomst är statusklassad (ekologisk status och kemisk status).

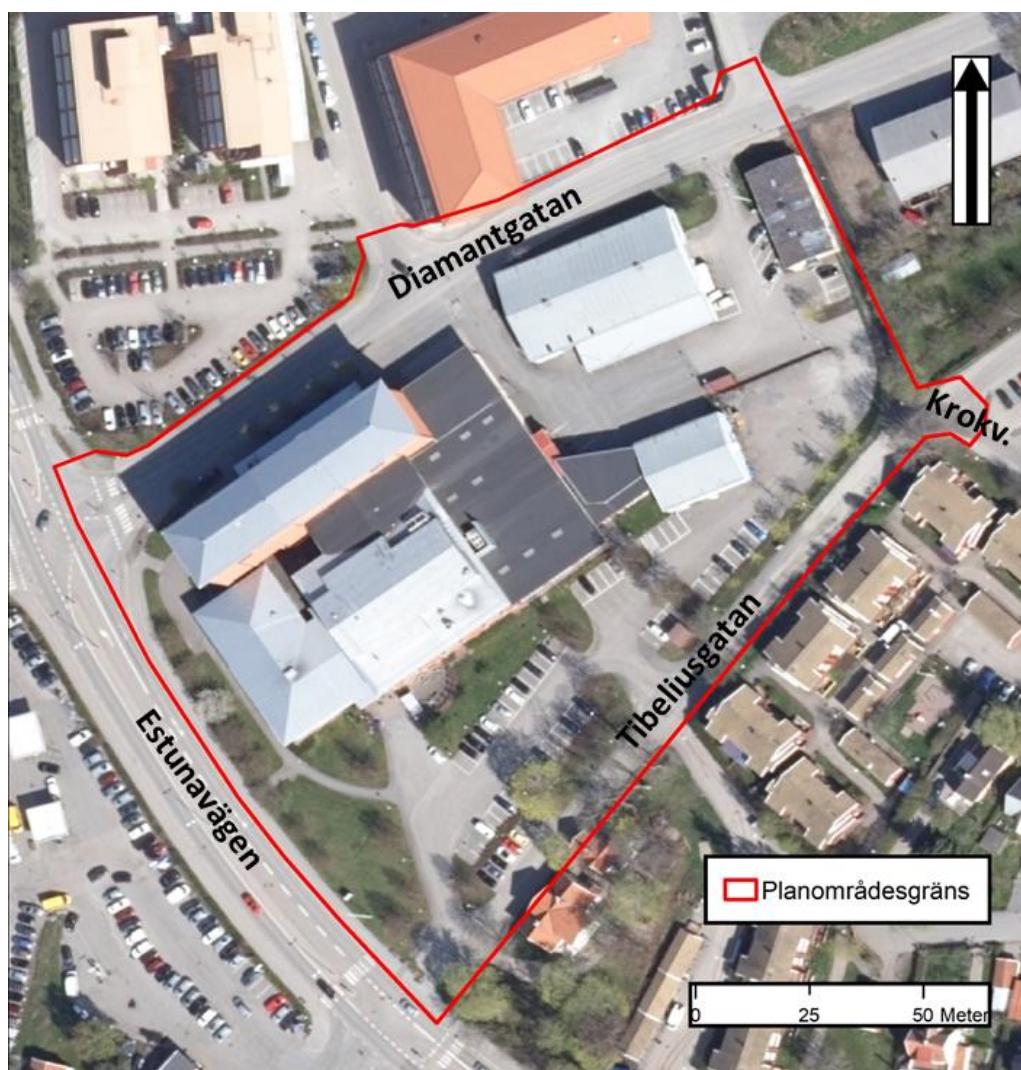
Vid planärenden ska alltid hänsyn tas till recipientens status och dess miljökvalitetsnormer. Planens genomförande får ej negativt påverka recipientens status eller dess möjlighet att uppnå miljökvalitetsnormerna för ytvatten. Ingen försämring i statusen till en lägre klass får ske vad gäller den sammanvägda statusen, men även för var och en av de enskilda kvalitetsfaktorerna.

I dagvattenutredningen beräknas förutom föroreningshalter, även belastning av föroreningar i dagvattnet, innan och efter planens genomförande. Det principförslag för dagvattenhantering som föreslås för planområdet ska säkerställa att miljökvalitetsnormerna för recipienten ska kunna uppnås även vid planerad exploatering av området. Utgångspunkten är att uppnå en så hållbar dagvattenhantering som möjligt utifrån gällande riktlinjer samt att minska belastningen av de ämnen som recipienten har problem med, motsvarande minst det procentuella förbättringsbehovet för recipienten.

5 Områdesbeskrivning och markanvändning

5.1 Befintliga förhållanden

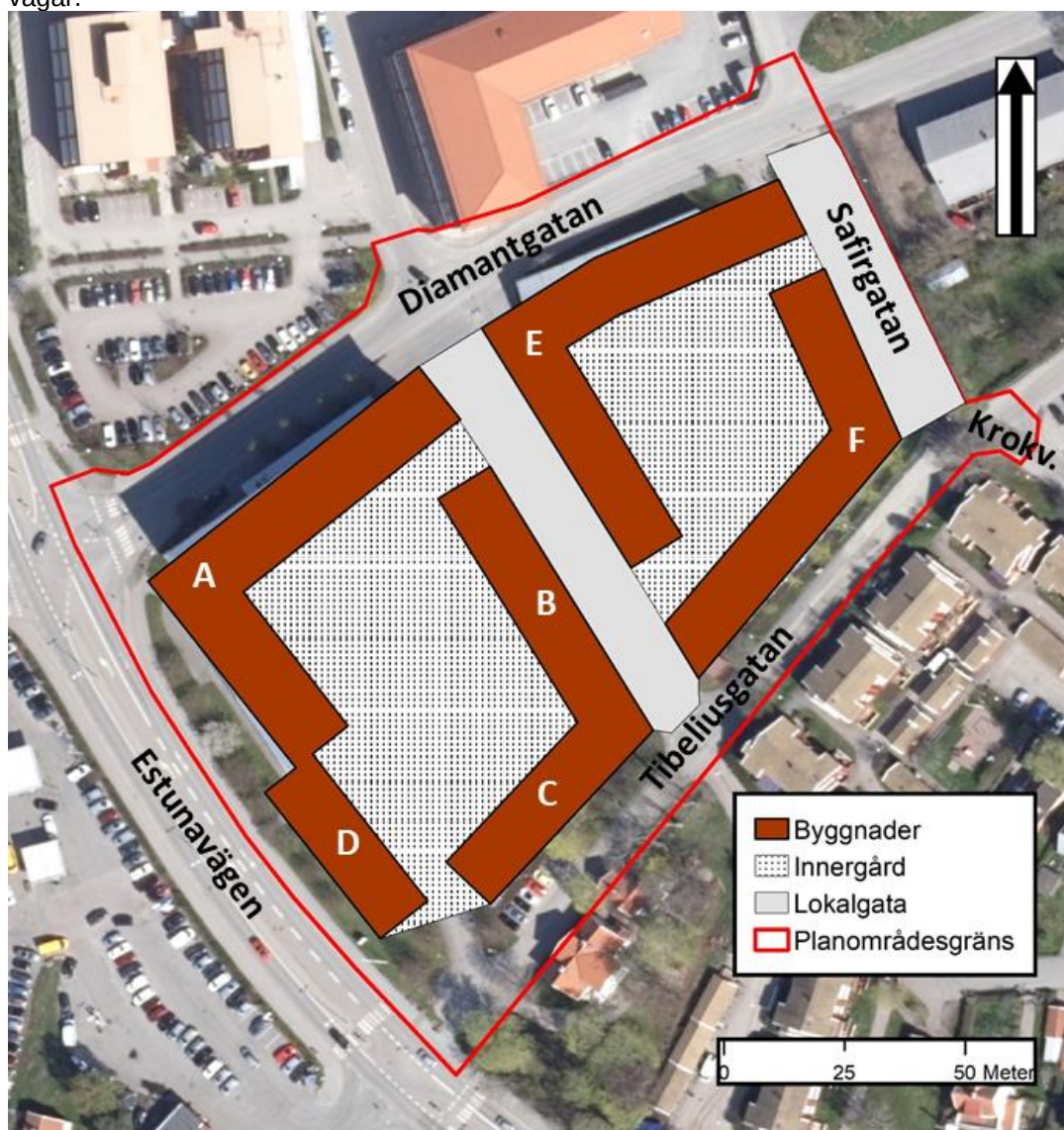
Handelsmannen 1 tillhör ett större industriområde beläget i centrala Norrtälje, bara drygt 100 meter från Norrtäljeån. I dagsläget består området av industri- och kontorsbyggnader, hårdgjorda markytor samt parkeringsytor i markplan, enligt Figur 1. Planområdet avgränsas av Estunavägen i väster, Diamantgatan i norr, Tibeliusgatan i söder och grannverksamheter i planområdets i östra delar.



Figur 1. Befintliga förhållanden, Handelsmannen 1. Planområdet markeras med rött.

5.2 Planerad exploatering och utformning av området

Planen syftar till att omvandla det tidigare industriområdet till flerfamiljshusområde med tillhörande innergårdar. Sammanlagt är det 6 bostadshus (A-F) om 3 - 6 våningar med sammanlagt 200–300 lägenheter, se Figur 2. Innergårdarna görs delvis slutna. Både den västra och östra innergården byggs upp på bjälklag med garage under markplan. En lokalgata som förbinder Tibeliusgatan och Diamantgatan kommer att avskilja de två bostadsgårdarna. Längs med den östra bostadsgårdens östra gräns binds Krok- och Diamantgatan samman i och med Safirgatan. Alla vägar inom planområdet blir allmänna vägar.

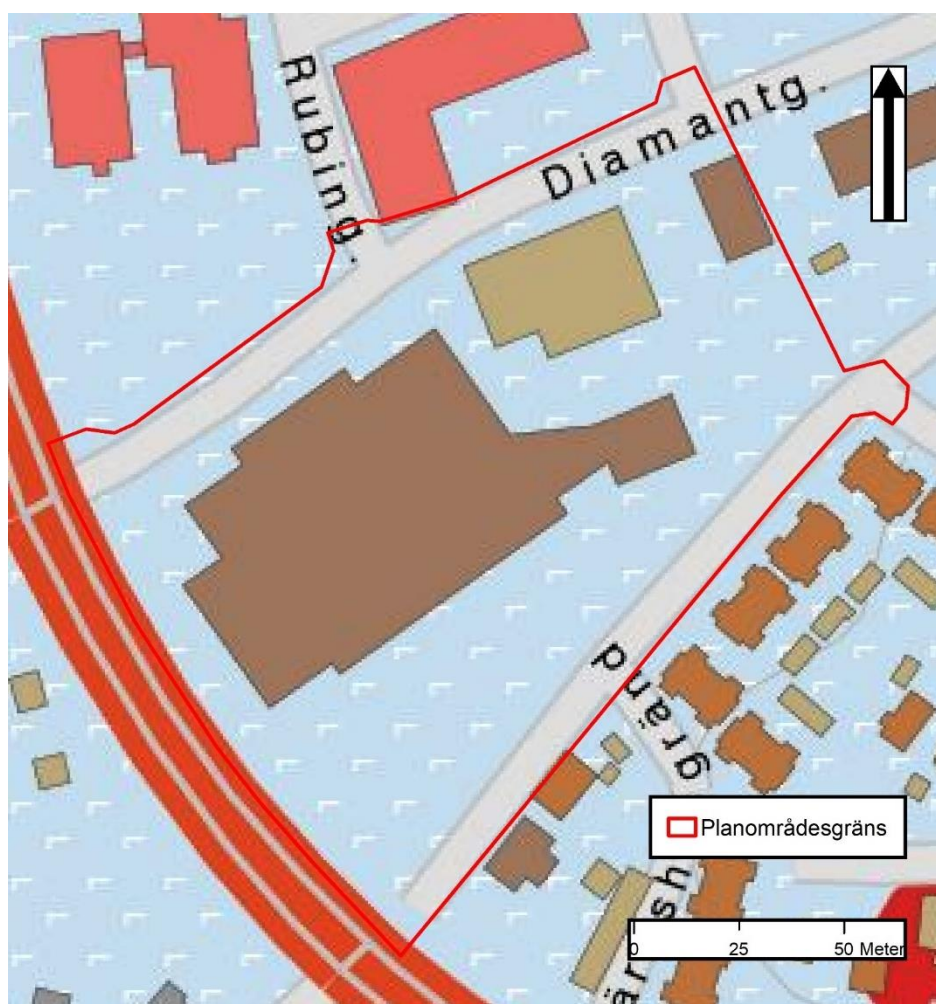


Figur 2. Planerad exploatering efter strukturskiss, daterad 2019-05-17. Ytan mellan omkringliggande vägar och byggnader antas som grönyta efter planillustration, daterad 2019-05-17. Planområdet markeras med rött.

6 Platsspecifika förutsättningar

6.1 Mark- och vattenförhållanden

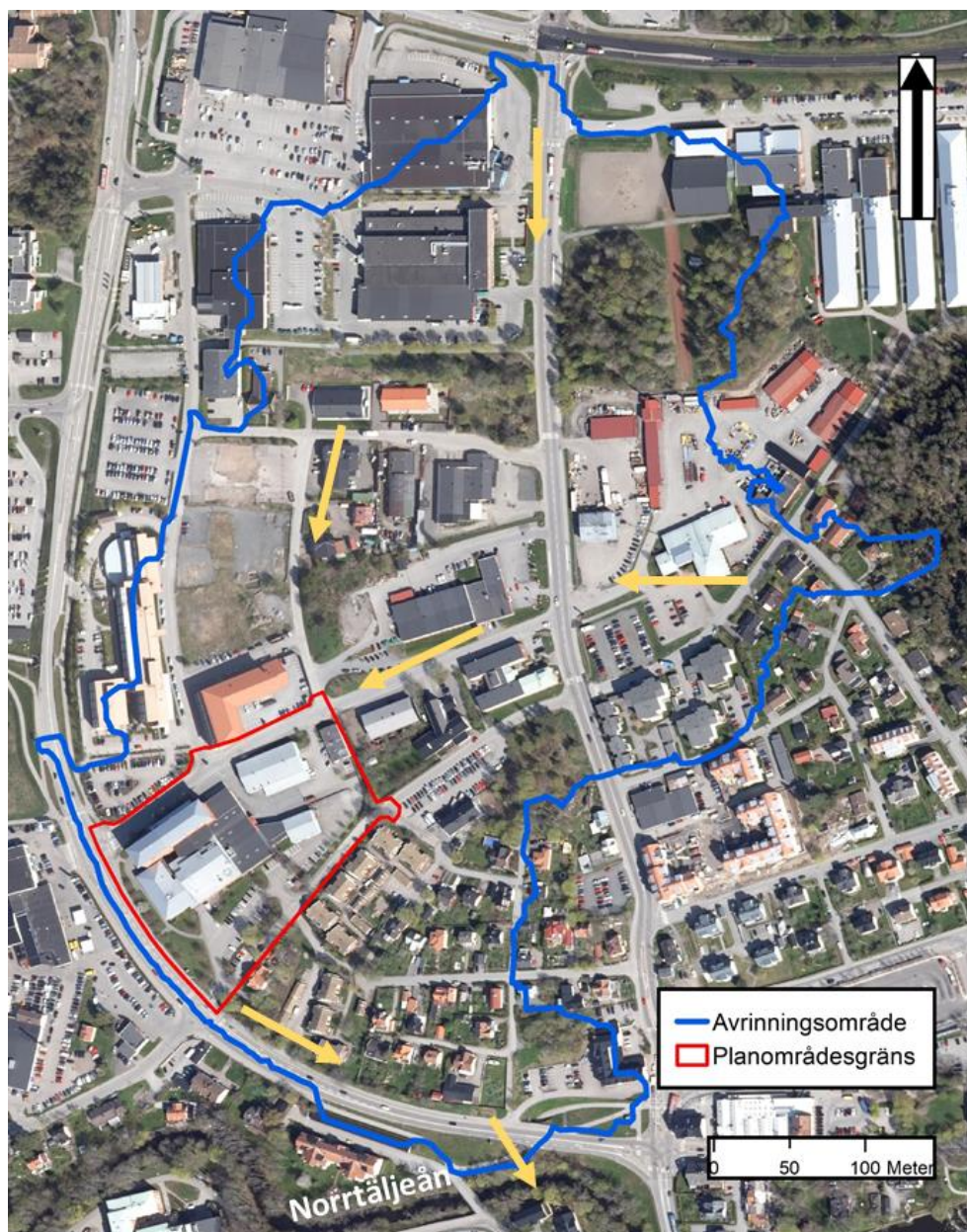
Enligt jordartskartan från SGU består planområdet av lerig morän, se Figur 3. Den uppfattningen stärks av den marktekniska undersökningen utförd av Bjerking (2018) som visar att större delen av planområdet består av fyllnadsmaterial överlagrandes lermorän som sin tur vilar på berg, vars djup ligger på mellan 2 och 11.5 m djup under markytan. Fyllnadsjorden utgörs främst av mulljord, sand, grus och lera, men även tegel och geotextil har påträffats. Dess mäktighet varierar i stort mellan 0.6 och 2.1 m. Lermoränen förekommer på djup mellan cirka 2 och 10.7 m och har en sandig-grusig karaktär och innehåller en hel del större block. I en tidigare hydrogeologisk undersökning utförd av Ramböll (2009), bedöms grundvattenytan ligga 1 till 1.5 m under markytan. Inget ytvatten noterades i området (Ramböll, 2009).



Figur 3. Enligt SGU:s jordartskarta består området av lerig morän (ljusblått i kartan). Planområdet markeras med rött.

6.2 Avrinningsområdet

Planområdet tillhör ett avrinningsområde på med en storlek på 22 ha, se Figur 4. Avrinningsområdet är bebyggt till stor del och består främst av industriområden. I söder förekommer även bostadsområden. Området avvattnas i en sydlig riktning, till Norrtäljeån.



Figur 4. Avrinningsområde (blått) som planområdet (rött) tillhör. Avrinningsområdet avvattnas i sydlig riktning enligt generella rinnriktningar (gula pilar).

6.3 Avledning av dagvatten från planområdet via ledningsnätet

Dagvatten från planområdet avleds huvudsakligen i två punkter. Den ena i Diamantgatan till en D500 vilken avleds vidare under Estunavägen och till Norrtäljeån via dagvattendammar och den andra till en annan D500-ledning i Estunavägen i områdets södra del. Båda dagvattenledningarna har utlopp i Norrtäljeån.

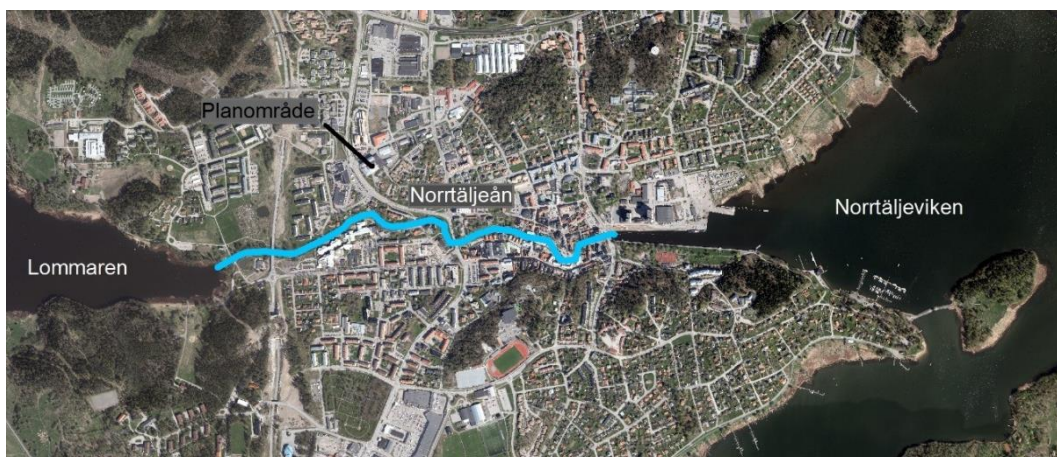
6.4 Recipient, status och miljö kvalitetsnormer

Planområdet ligger inom Norrtäljeåns avrinningsområde och dagvatten leds till Norrtäljeån (VISS EU_CD: SE663002-166254), som avvattnar sjön Lommaren och mynnar i Norrtäljeviken (VISS EU_CD: SE594670-185500) som tillhör Östersjön, se Figur 5. Övergödning och miljögifter är dokumenterade problem i Norrtäljeån. Övergödningen beror p.g.a. hög belastning av näringsämnen. Ämnen som inte uppnår god kemisk status i vattenförekomsten är kvicksilver, polybromerade difenyletrar (PBDE) och PFOS. Utförligare information om ämnens statusklassning inklusive klassningens tillförlitlighet hittas under respektive ämne i VISS.

Vattenmyndigheten klassificerar Norrtäljeån med "måttlig ekologisk status", och tillförlitligheten i bedömningen är mycket bra (VISS). Miljö kvalitetsnormen är "god ekologisk status" 2027. Tidsundantaget beror på morfologiska förändringar och övergödning i vattenförekomster uppströms Norrtäljeån. Åtgärder för recipienten behöver dock genomföras till 2021 för att god ekologisk status ska uppnås 2027.

Vattenmyndigheten klassificerar Norrtäljeån med "uppnår ej god kemisk status". Klassningen beror på ämnena kvicksilver och kvicksilverföreningar, polybromerade difenyletrar (PBDE) och PFOS. Bedömningen anses vara tillförlitlig (enligt VISS som utgår utifrån vissa bedömningsgrunder och antal prover som ligger till grund för bedömningen). Kravet för recipienten är "god kemisk ytvattenstatus", med undantag för bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar. Det beror på att det anses vara tekniskt omöjligt att sänka ämnernas halter till nivåer som motsvarar god kemisk status. Störst påverkan har atmosfärisk deposition.

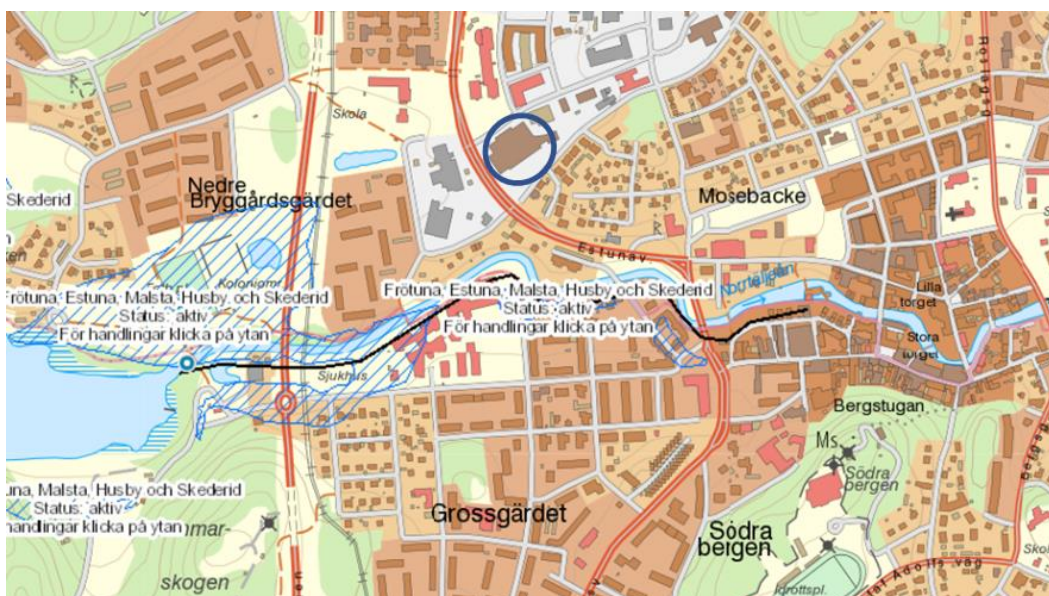
Planområdet ligger inte inom ett avrinningsområde för en klassad grundvattenförekomst.



Figur 5. Recipienten Norrtäljeån (blå linje) rinner genom centrala Norrtälje. Planområdet (utpekad med svart linje) ligger strax norr om Norrtäljeån.

6.5 Markavvattningsföretag

Området avvattnas inte direkt till något markavvattningsföretag, se Figur 6. Däremot är Norrtäljeån ett markavvattningsföretag enligt Länsstyrelsens WebbGIS.



Figur 6. Planområdet inringat i blått och Norrtäljeån som är ett aktivt markavvattningsföretag. Dagvatten från planområdet avvattnas inte direkt till markavvattningsföretaget.

7 Metod och indata

7.1 Flödesberäkningar

Dagvattenflöden har beräknats med dagvatten-och recipientmodellen StormTac. Modellen beräknar flöden utifrån markanvändning och årlig nederbörd. Dimensionerande flöden har beräknats för 1-, 10-, 20- och 100-årsregn med intensitet enligt Tabell 1 och markanvändning och avrinningskoefficienter enligt Tabell 2 och Tabell 3. Hela planområdet är inkluderat i beräkningarna för de dimensionerande flödena, även de omgivande allmänna vägarna.

Tabell 3 Vid flödesberäkningar sätts regnets varaktighet till 10 min, enligt uppskattad rinntid till anslutningspunkterna för kommunalt ledningsnät. Enligt P110 bör generellt inte en kortare rinntid än 10 minuter användas inom bebyggda områden. Flödesberäkningar efter exploatering tar därför hänsyn till ett klimatpåslag om 25 %, i och med att SMHI förutspår mer intensiva regn i framtiden vilket kommer att leda till ökade dimensionerade flöden. Att räkna med klimatfaktor minimerar framtida översvänningsrisker.

Flödesberäkningarna utfördes för följande två fall:

1. Befintlig situation: Innebär att den nuvarande markanvändningen har använts som underlag i beräkningarna för att beräkna flöden utifrån dagens markanvändning. Markanvändning är för detta fall fördelad enligt Tabell 2 på hårdgjord markyta, allmänna vägar, grönyta och takyta. Dagens markanvändning har uppskattats utifrån platsbesök och grundkarta.
2. Planerad situation: Planerad markanvändning efter planens genomförande. Markanvändning är fördelad enligt Tabell 3 på takyta, hårdgjord markyta på kvartersmark, allmänna vägar, genomsläpplig beläggning, och grönyta. Markanvändningen är framtagen från situationsplan daterad 2019-05-17.

Avrinningskoefficienterna som använts för de identifierade markanvändningarna i planområdet är hämtade ur Svenskt Vattens P110, kapitel 5. Dessa värden är teoretiska schablonvärden som inte tar hänsyn till underliggande marks infiltrationskapacitet och enbart gäller för dimensionerande regn. Vid mindre regn minskar avrinningskoefficienten (dvs. avrinningen) till förmån för infiltration och avdunstning.

Tabell 1. Använda regnintensiteter för flödesberäkningar, enligt statistik för Sverige. Vid beräkning av flöde för befintlig situation gjordes beräkningar utan klimatpåslag, medan flödesberäkningar för planerad exploatering tog hänsyn till förväntade ökade flöden och ett klimatpåslag på 25 % användes (klimatfaktor 1.25).

Återkomsttid och varaktighet för dimensionerande regn	Regnintensitet (l/s, ha)	Regnintensitet inkl. klimatfaktor 1,25 (l/s, ha)
1-årsregn, 10 min varaktighet	107	134
10-årsregn, 10 min varaktighet	228	285
20-årsregn, 10 min varaktighet	287	358
100-årsregn, 10 min varaktighet	489	611

Tabell 2. Markanvändning, tillämpade avrinningskoefficienter (ϕ) och områdets reducerade area (A_{red}) för befintlig situation. Hela planområdet är inkluderat, vilket omfattar både kvartersmark och omgivande allmänna vägar.

Markanvändning	ϕ	Area (ha)	A_{red} (ha)
Takyta (byggnader)	0.9	0.63	0.57
Hårdgjord markyta på kvartersmark	0.8	0.53	0.46
Allmänna vägar	0.8	0.50	0.40
Grönyta	0.1	0.32	0.03
Totalt	0.72	2.0	1.44

Tabell 3. Markanvändning, tillämpade avrinningskoefficienter (ϕ) och områdets reducerade area (A_{red}) för planerad exploatering. Hela planområdet är inkluderat, vilket omfattar både kvartersmark och omgivande allmänna vägar.

Markanvändning	ϕ	Area (ha)	A_{red} (ha)
Takyta (byggnader)	0.9	0.61	0.55
Hårdgjord markyta på kvartersmark	0.8	0.19	0.15
Allmänna vägar	0.8	0.50	0.4
Genomsläpplig beläggning	0.5	0.16	0.08
Grönyta	0.1	0.53	0.053
Totalt	0.61	2.0	1.22

7.2 Erforderlig fördröjningsvolym

Enligt Norrtälje kommuns dagvattenstrategi skall dagvatten renas och fördröjas så nära källan som möjligt. Kommunens krav är att 50 % av 20-årsregn (ett 10-minuters) ska fördröjas på kvartersmark, vilket motsvarar 85 m³/ha_{red area}. Inom kvartersmarken motsvarar det ett flöde om 160 l/s, eller 93 m³. Allmänna vägar utanför kvartersmark inkluderas således ej då erforderlig fördröjningsvolym beräknas på kvartersmark.

För att möta Norrtälje kommuns krav på fördröjning planeras det för växtbäddar på innergårdar och på förgårdsmark som har en fördröjande och samtidigt renande funktion. Åtgärderna presenteras mer i detalj i rubrik 9.

7.3 Föroreningsberäkningar

Beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvattnet har genomförts med dagvatten-, och recipientmodellen StormTac, webversion 18.1.1. Modellen beräknar föroreningshalter och årlig föroreningsbelastning med hjälp av föroreningshalter från angiven markanvändning, avrinningskoefficienter samt årsnederbörd. I rapporten redovisas föroreningshalt (µg/l) och föroreningsbelastning (kg/år) för hela planområdet. Följande föroreningar har beräknats: fosfor, kväve, bly, koppar, zink, kadmium, krom,

nickel, kvicksilver, suspenderad substans, opolära alifatiska kolväten (olja) och Bens(a)pyren (BaP). För samtliga ämnen redovisas totalhalter.

För alla fallen avses föroreningshalt/mängd i dagvattnet i den punkt där dagvattnet lämnar planområdet:

Föroreningsberäkningar har utförts för följande tre fall:

1. Befintlig situation med använd schablonhalt "mindre förorenat industriområde".
2. Planerad exploatering utan dagvattenåtgärder (utan LOD) med schablonhalter för: tak, gårdsyta inom kvarter, gräsyta och väg.
3. Planerad exploatering med föreslagna dagvattenåtgärder (med LOD) enligt rubrik 9 med schablonhalter: väg, takyta, gårdsyta inom kvarter samt gräsyta.

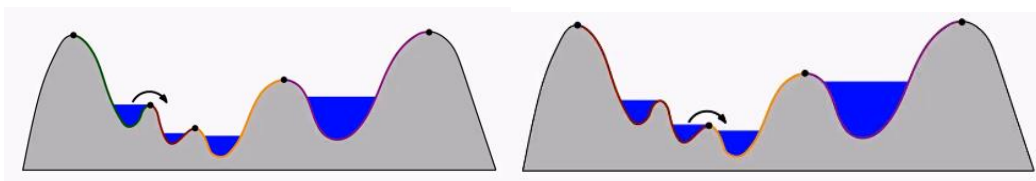
7.4 Översvämningsanalys

Mycket stora dagvattenflöden kan genereras vid kraftiga nederbördstillfällen vilket kan leda till att dagvattensystemet snabbt överbelastas och regnvatten avrinner ytligt enligt topografin, genom så kallad sekundär avrinning. Enligt aktuella riktlinjer är det kommunens ansvar att ett 100-årsregn kan hanteras utan att marköversvämning med skador på byggnader uppkommer (Svenskt Vatten, 2016). För att undvika dessa risker är det viktigt att se över vilka rinnvägar vattnet kommer att ta och samtidigt undvika att skapa instängda områden. Planerad exploatering ska även säkerställa att en försämring av omkringliggande områden (både nedströms och uppströms) undviks.

7.4.1 Scalgo Live

En generell översvämningsanalys av nuläget och planerad byggnation har utförts med lågpunktskarteringsverktyget Scalgo Live (<http://scalgo.com/live>). Verktöget används för att analysera höjddata ur ett ytvattenperspektiv och ger en övergripande systemförståelse vid kraftig nederbörd. Höjddata från Lantmäteriets senaste laserskanning används för att ta fram avrinningsområden, flödesvägar och eventuella översvämningsytor. Datat har en upplösning på 2x2 m vilket innebär att varje höjdvärde representerar en area om 4 m².

Vatten från hela avrinningsområdet bidrar, enligt de topografiska förutsättningarna, och ansamlas sedan i tillgängliga lågpunkter. När en mindre lågpunkt fyllts till sin tröskelnivå fylls nedströms lågpunkter tills vattnet når utströmmande punkt i sjö eller hav, se Figur 7. I Scalgo Live används inte parametern tid och det förutsätts att allt regn når lågpunkterna direkt. Verktöget ger en bra bild av terrängens lågpunkter och vattenmassors djup och utbredning vid olika nederbördsmängder.



Figur 7. Konceptuell bild som visar fyra vattendelare (grön, röd, gul och lila). Så snart lågpunkten i det gröna avrinningsområdet nått sitt tröskelvärde kommer vatten flöda nedströms vilket ger upphov till en ny gemensam vattendelare.

För att kunna göra en översvämningsanalys efter ombyggnation skapades en ny höjdmodell utifrån:

- projekterad byggnation
- befintliga höjder på allmän mark

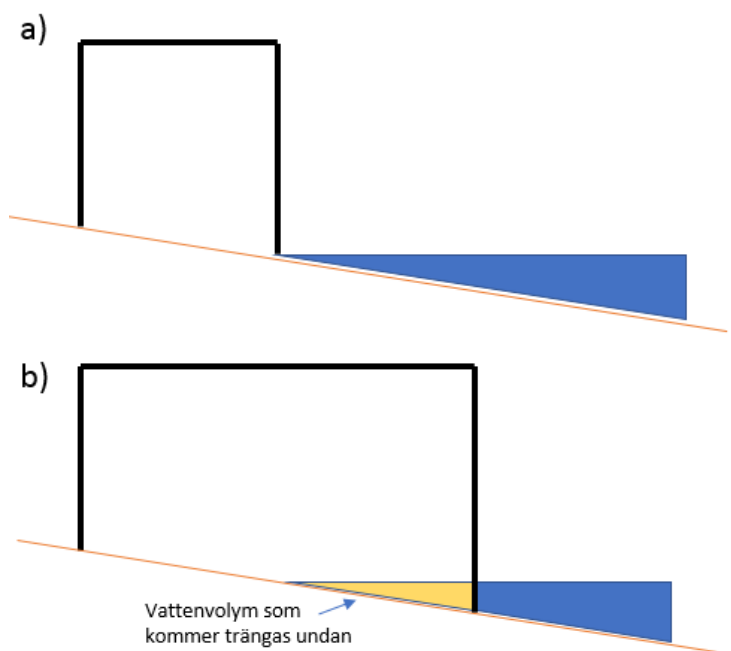
Uppdraget avser att analysera ett 100-årsregn med klimatkfaktor. De regn som används i Scalgo Live anges med avseende på dess storlek i antal mm (regndjup) och inte med avseende på återkomsttid. Regndjupet beräknas utifrån regnets återkomsttid och dess varaktighet. Regnvaraktigheten bestäms utifrån den tidsmässigt längsta rinnvägen inom avrinningsområdet fram till planområdet (Svenskt Vatten, 2016) vilket i det här fallet motsvarar 100 mm inklusive klimatkfaktor på 1.25. Ett avdrag gjordes sedan för att ta hänsyn till markens infiltrationsförmåga och ledningsnätets kapacitet, vilket grovt motsvarar ett 10-årsregn (Stockholms Stad, 2017), på 50 mm. Det dimensionerande regn som belastar höjdmodellerna före och efter exploatering blir då 50 mm.

Följande osäkerheter med metoden har identifierats:

- **Upplösningen.** Genom höjddatats upplösning kan mindre vattendrag/diken vars botten är smalare än 2 m inte modelleras till fullo. Strukturer som kantstenar och vattenledande vägtrummor representeras inte i modellerna. *Kommentar:* För att öppna upp mindre vattenvägar som vägtrummor och gångtunnlar kan höjdmodellen justeras manuellt.
- **Rinnvägars vattendjup.** Översvämningsutbredningen i lågpunkter i samband med större nederbördsmängder visas, men inte det vattendjup som genereras av större rinnvägar. Det beror på att verktyget inte tar hänsyn till de hydrauliska förutsättningarna och därmed kan ett helt översvämningsförlopp inte studeras.
- **Ledningsnät och infiltration.** Eventuellt ledningsnät representeras inte, men dessa påverkar å andra sidan inte de hydrologiska förloppen nämnvärt vid nederbördsmängder om 100mm. Avsaknaden av infiltration kan också inverka på resultatet och medföra att mängden vatten överskattas något i modellen. Detta gäller först och främst i områden med jordar som kan hålla mycket vatten. *Kommentar:* För att kompensera för ledningsnät och infiltration har ett avdrag gjorts, enligt ovan.

7.4.2 Massbalans

Vid exploatering och ombyggnation är det viktigt att säkerställa att planen inte påverkar omkring- och nedströmsliggande områden genom att tränga undan vatten från planområdet. För att säkerställa detta, har en beräkning av planområdets magasineringsförmåga utförts. De vattenvolymer som ryms inom planområdet efter exploatering bör vara minst lika stora som före planens genomförande, se principskiss i Figur 8. Avrinningsområdet matas med samma regn som beskrevs i tidigare kapitel, före, och efter exploatering. En beräkning av de vattenvolymer som ryms inom planområdet utförs sedan.



Figur 8. a) Ett områdes magasineringsförmåga (blått). b) exploatering/ombyggnation av ett område kan leda till att områdets magasineringsförmåga försämras. En stor mängd vatten som tidigare lagrades i området (gult) kommer belasta omkring- och nedströmsliggande områden.

8 Resultat

8.1 Dagvattenflöden

Resultatet av flödesberäkningarna för hela planområdet visar att de dimensionerande flödena kommer att minska något efter planerad exploatering av området. Detta kan förklaras med en ändrad markanvändning där en del av den yta som idag är hårdgjord ersätts av grönyta/genomsläpplig beläggning med lägre avrinning. Tabell 4 visar beräknade dimensionerade flöden inom planområdet för befintlig situation (utan klimatfaktor) och efter planerad exploatering med klimatfaktor 1.25. För planerad exploatering avser det flöden utan fördröjande åtgärder.

Tabell 4. Dimensionerande regn med återkomsttid 1, 10, 20 och 100-år för hela planområdet för befintligt och planerat område. Alla beräkningar för planerad exploatering är gjorda med klimatfaktor 1,25.

Återkomsttid	Dimensionerande flöde, l/s	
	Befintligt område	Planerad exploatering utan LOD
1-årsregn	190	120
10-årsregn	400	250
20-årsregn	510	320
100-årsregn	870	540

För befintligt område: rinnsträcka 200 m, vattenhastighet 1.5 m/s. För planerad exploatering: rinnsträcka 1: 50 m yttlig avledning med vattenhastighet 0.1 m/s, därefter i ledning med rinnsträcka 150 m med vattenhastighet 1.5 m/s.

8.2 Föroreningar

Planerad exploatering får inte leda till en försämring av vattenkvaliteten i recipienten eller äventyra dess möjlighet att uppnå miljö kvalitetsnormerna. I Norrtälje kommun finns än så länge inga specifika riktvärden för en recipient att förhålla sig till när det gäller dagvattenutsläpp. Ett annat tillvägagångssätt som därför tillämpats i föreliggande utredning är att jämföra föroreningsbelastning för befintlig situation med föroreningsbelastning efter planerad exploatering, med- och utan dagvattenåtgärder.

Målsättningen har varit att dimensionera reningsanläggningar på kvartersmark som lokalt omhändertar och renar dagvattnet i så att ingen belastningsökning sker i fallet efter exploatering med LOD. Särskilt hänsyn tas de till de ämnen som recipienten är känslig för. Föroreningsberäkningarna presenteras under rubrik 0 och fallet efter exploatering med LOD förutsätter nedanstående principförslag för dagvattenhantering.

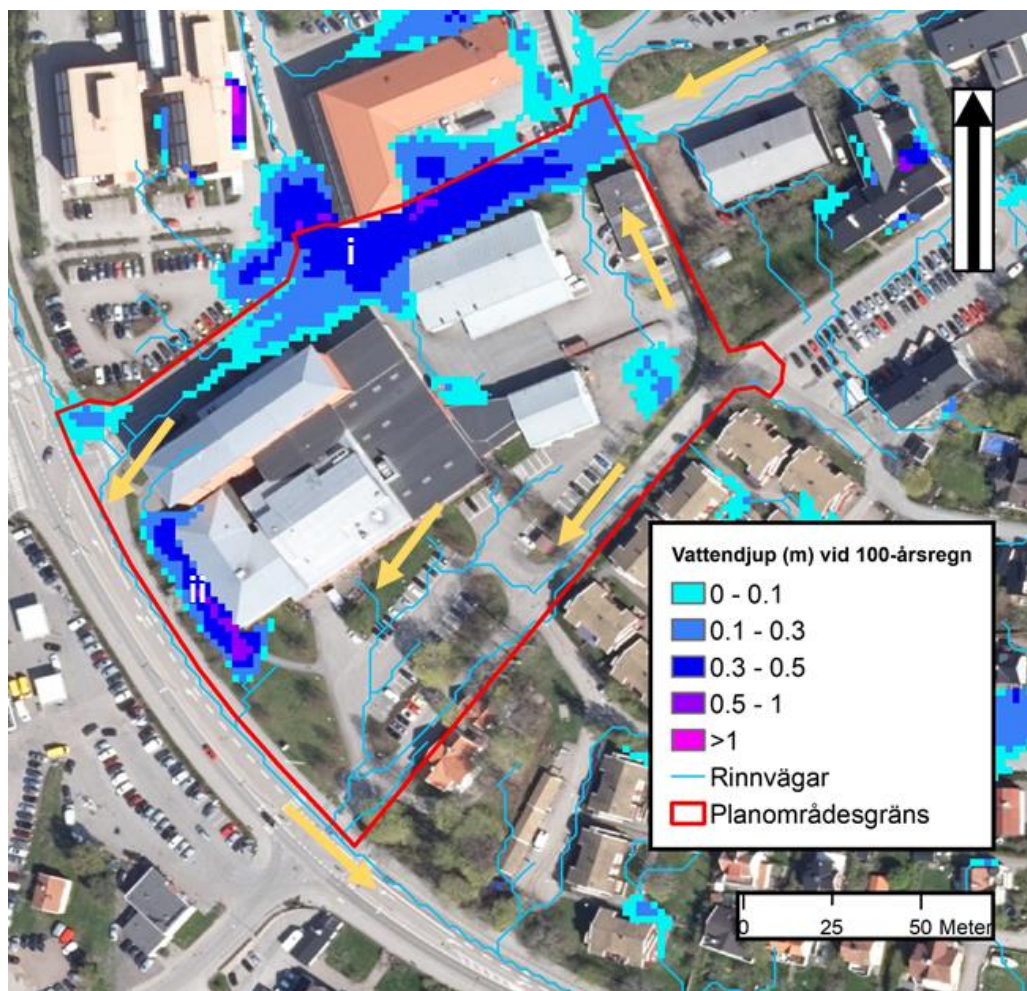
8.3 Översvämningsanalys

8.3.1 Före exploatering

Utbredning av vattensamlingar, vattendjup och rinnvägar för befintlig situation visas i Figur 9 nedan. Analysen visar på en större lågpunkt på Diamantgatan (i) invid Norrtälje kommunhus, Lantmäteriet och Handelsmannens norra del där en stor del av ytan har ett vattendjup om 0.5 m. En stor del av avrinningsområdet avvattnas till den här lågpunkten,

varför det bara krävs nederbördsmängder om drygt 10 mm för att fylla den. När lågpunkten väl fylls avvattnas den i västlig riktning, mot Estunavägen.

En annan lågpunkt som är mindre till ytan, men där vattendjupet kan bli upp till 0.75 m identifieras intill tryckeriets fasad (ii), i planområdets västra del.

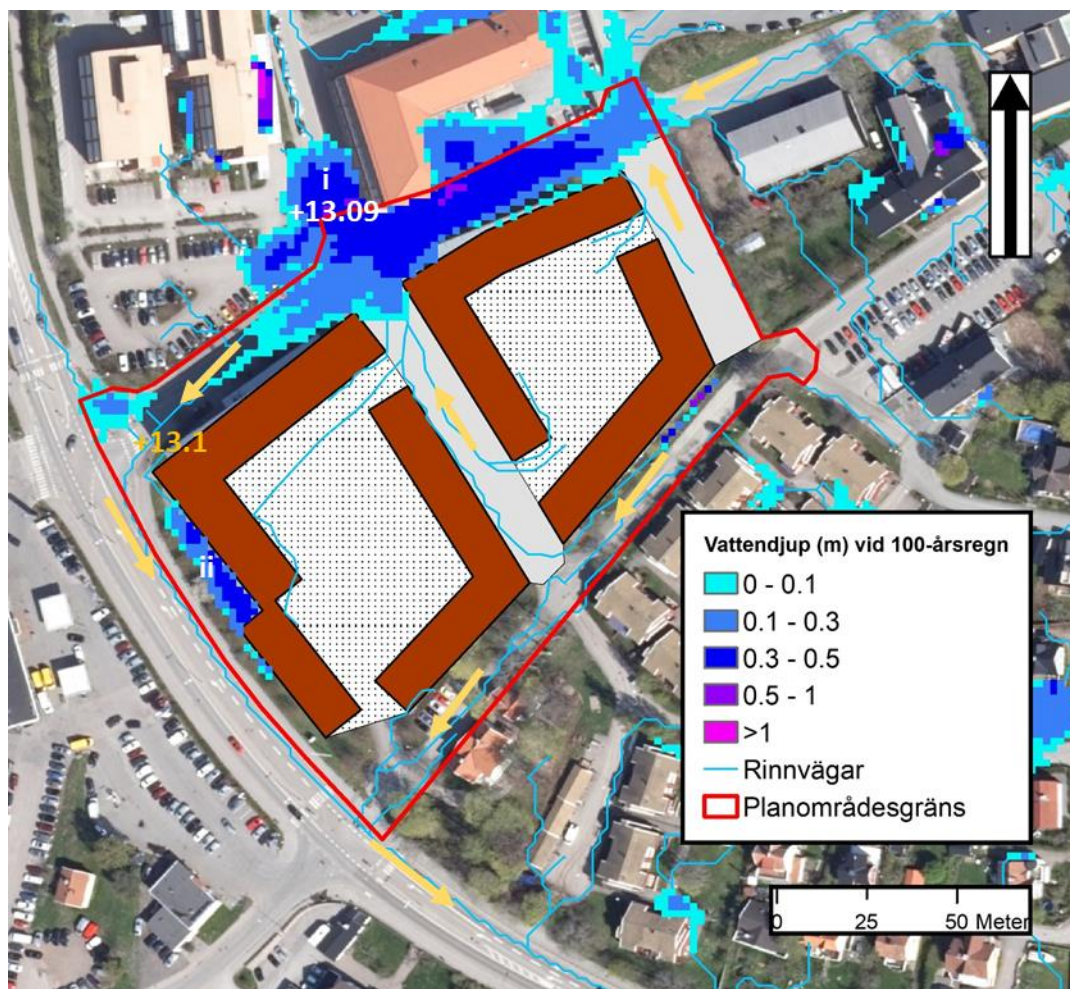


Figur 9. Rinnvägar (blå linjer) och vattensamlingar i och runt planområdet (rött). Gula pilar visar ytvavrinningens generella riktning.

Massbalansberäkningar visar att planområdets magasinerande förmåga är 647 m³ för befintlig situation.

8.3.2 Efter exploatering

Utbredning av vattensamlingar, vattendjup och rinnvägar efter exploatering visas i Figur 10 nedan. Analysen visar på liknande översvämningsdjup och utbredning av lågpunkten (i) i Diamantgatan. Vattensamlingen når ända fram till den östra bostadsgårdens norra länga, byggnad E.



Figur 10. Rinnvägar (blå linjer) och vattensamlingar i och runt planområdet (rött). Gula pilar visar ytvavrinningens generella riktning. Planerad exploatering visas med polygoner.

Lågpunktens (i) översvämningsnivå (markhöjd + vattendjup) ligger på +13.09 m. Avvattning av lågpunkten ut på Estunavägen förhindras av väghöjder öster om korsningen Diamantgatan/Estunavägen. Avvattning kan enbart ske när översvämningsnivån når över +13.09 m. För att undvika framtida översvämningsproblematik bör höjdsättning av projekterade byggnader ta hänsyn till resultatet och osäkerheten i det. Detta utreds närmare i kapitel 9.7.

Den västra lågpunkten (ii) byggs bort till viss del, men en större del kvarstår. Så länge färdigt golv (FG) ligger över översvämningsdjup är det en god idé att behålla denna lågpunkt, speciellt med tanke på planområdets magasinering förmåga.

Massbalansberäkningar visar att planområdets magasinering förmåga efter exploatering är 547 m³. Till detta tillkommer fördröjningslösningar i form av växtbäddar som tillsammans kan magasinera 93 m³ vatten. Summan av dessa siffror är i paritet med befintlig situation.

9 Principförslag för dagvattenhantering

Utgångspunkt för principförslagen har varit att föreslå en hållbar dagvattenlösning, både med hänsyn tagen till framtida klimatförändringar, uppnå fördröjningskravet på kvartersmark samt att inte äventyra recipientens möjlighet att uppnå miljökvalitetsnormerna. Prioritet har getts till öppna, gröna lösningar. Val av åtgärdsförslag baseras på bedömt renings- och fördröjningsbehov för dagvatten från respektive yta samt lämplighet med tanke på bl.a. geoteknik och byggnadstekniska förhållanden. Hänsyn har också tagits till förslagets estetiska värde och en dialog har förts med arkitekter på CF Moller för att principförslagen ska passa in i den planerade bebyggelsen. De dagvattenlösningar som presenteras i denna utredning är endast förslag och de kan ersättas med andra lösningar som ger motsvarande rening och fördröjning. Nedan beskrivs hur dagvatten från taktytor och innergårdsmark föreslås att omhändertas. Figur 13 sammanfattar principförslaget.

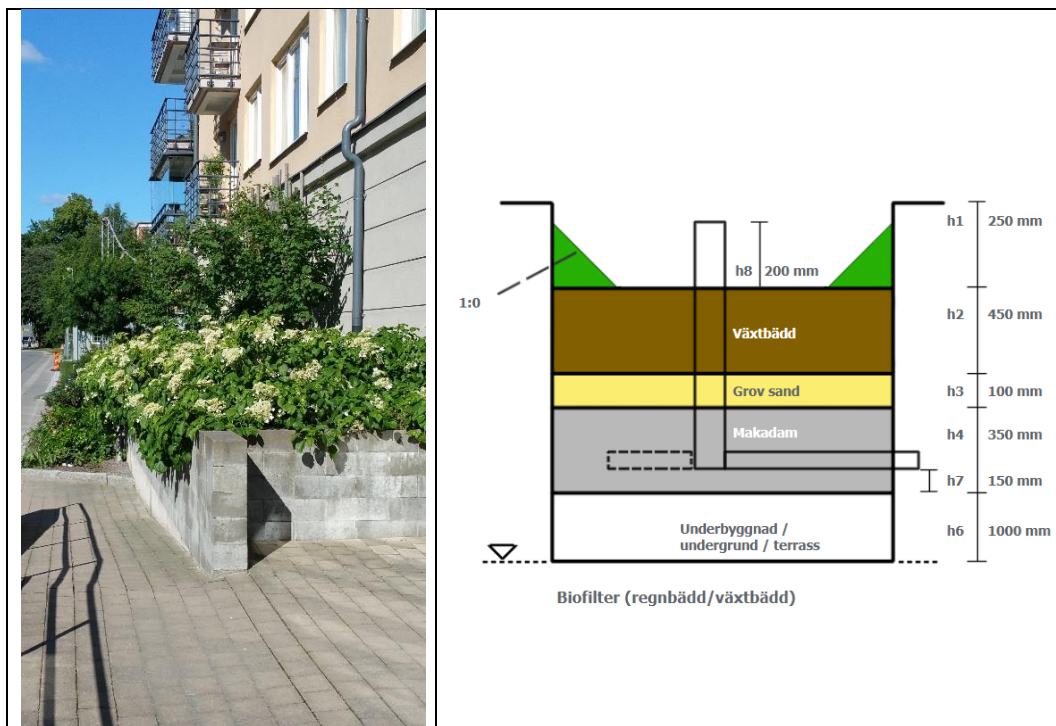
9.1 Dagvatten från taktytor som avvattnas mot förgårdsmark

Taken planeras att utformas som sadeltak, vilket gör att dagvatten från halva takytorna avvattnas mot innergård och halva ytorna mot förgårdsmark.

Dagvatten från takytorna som avvattnas mot förgårdsmark planeras att omhändertas i växtbäddar, som placeras på förgårdsmarken på utsidorna av varje hus. En växtbädd kan antingen göras nedsänkt eller upphöjd. Figur 11 visar bild på upphöjd växtbädd intill huskropp. Växtbäddar har mångfunktionella egenskaper; de fördröjer och renar dagvatten, bidrar till biologisk mångfald och bebyggelsens estetiska värde. Dagvatten avleds ytledes till växtbäddens översvämningsyta med 0.1 – 0.3 m djup. Växter planteras i ett filtrerande material som har ett djup på minst 0.5 m och en porositet om 15%. Det filtrerande materialet underlagras av ett lager makadam som förses med ett dräneringsrör i botten för att leda bort överflödigt vatten via dagvattenledning. Bräddfunktion till ledningsnätet vid intensiva nederbördstillfällen bör anordnas. Se Figur 11 för en principsektion över en växtbäddsuppbyggnad, som görs cirka 1 meter djup.

Totalt avvattnas 0.31 ha takyta mot förgårdsmark, vilken då behöver en total växtbäddsyta om cirka 69 m², för att uppnå både den rening och fördröjning som behövs inom området. Med en uppbyggnad av växtbädd enligt Figur 11 erhålls en tillgänglig fördröjningsvolym om cirka 36 m³.

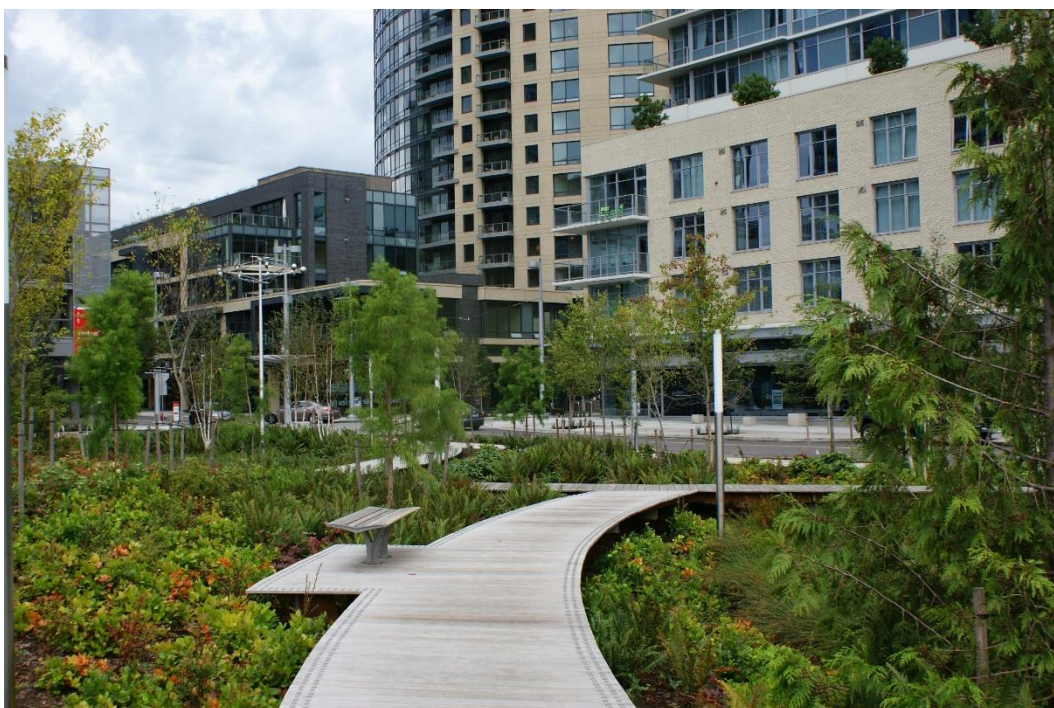
Om möjlighet till fördröjning och rening i växtbäddar saknas på förgårdsmark eller om förgårdsmark helt saknas, kan dagvatten ledas ofördröjt till kommunal dagvattenledning, och motsvarande fördröjningsvolym skapas i någon av de andra växtbäddarna. Om kommunen tillåter kan dagvattnet också via rännalsplattor avvattnas ytligt mot allmän gata. Det ofördröjda flödet måste dock kompenseras för i en annan växtbädd/fördröjningslösning.



Figur 11. Till vänster: Foto på upphöjd växtbädd intill husfasad. Stuprör leder ner dagvatten från takytorna till växtbädden. Till höger, en principskiss över växtbäddsuppbyggnad.

9.2 Dagvatten från takytor som avvattnas mot innergård samt innergårdsmark

Dagvatten som avrinner takytor som avvattnas mot innergård liksom marken på innergårdarna på västra och östra delen föreslås också omhändertagas i växtbäddar. En större nedsänkt växtbädd per innergård planeras som både fördröjer och renar dagvattnet. De bör ha en sammanlagd yta om 130 m². Totalt upptar växtbäddarna cirka 2.5 % av den anslutna reducerade ytan, vilket även ger en effektiv rening av dagvattnet. Figur 12 visar en stor växtbädd på innergård.



Figur 12. Bild på en större växtbädd på innergård.

9.3 Dagvatten från genomfartsväg

Dagvatten från genomfartsväg kan med fördel renas och fördröjas. Om vägen anläggs med enkelskevning kan en mindre skålad grönremsa på ena sidan av vägen fördröja och rena dagvatten. Överskottsvatten kan avledas i kupolbrunn som ansluts till dagvattenledning i gata.

9.4 Dagvatten från omkringliggande allmänna vägar

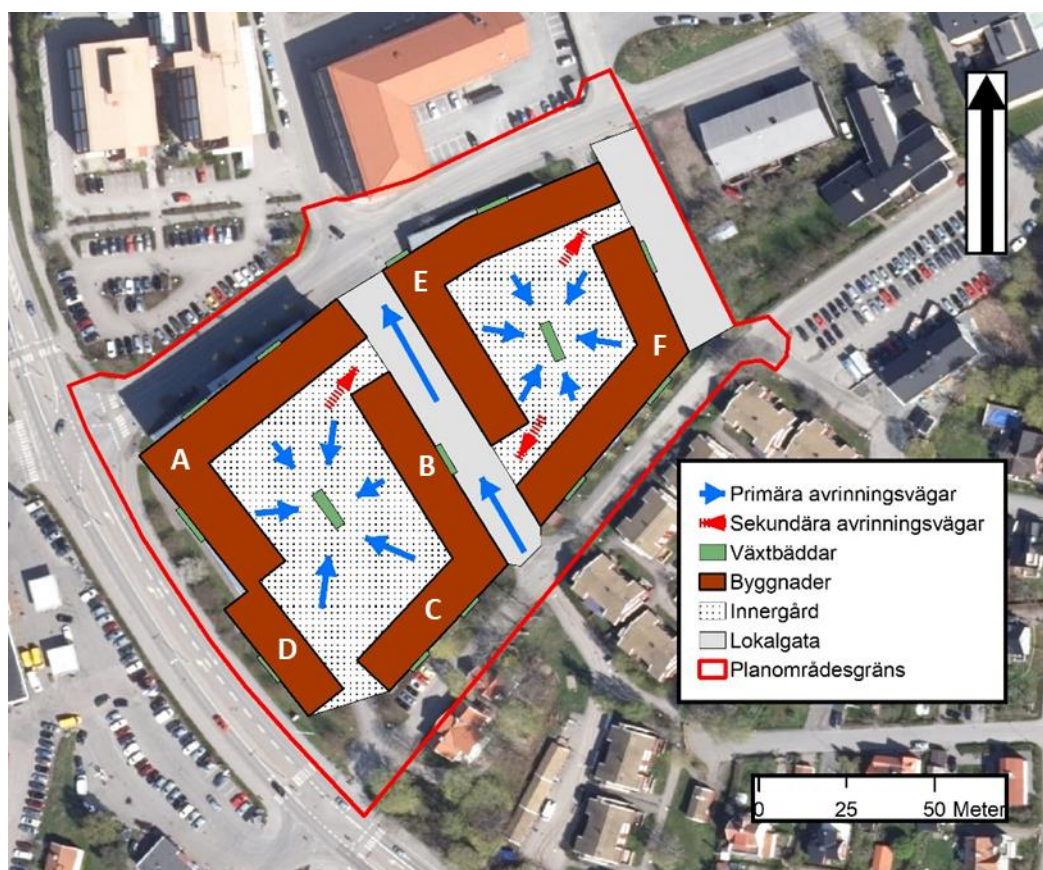
En viss del av dagvatten från de omkringliggande allmänna vägarna som ingår i planområdet planeras enligt Norrtälje kommun att fördröjas i skelettjordar i trädreder längs med vägarna. Detta skapar viss fördröjning. Då det i detta skede ej är bestämt omfattning och utbredning av träd och därmed skelettjordar har Norrtälje kommun rekommenderat att exkludera dess fördröjande och renande effekt i dagvattenutredningen. Föroreningsberäkningarna bortser därmed från den renande effekt som skelettjordarna ger.

9.5 Höjdsättning på markytor på innergårdarna

Kvartersmarkens höjdsättning bör säkerställa att dagvattnet kan avledas ytligt till de planerade växtbäddarna på innergården. Vid extremnederbörd ska höjdsättningen även säkerställa att dagvattnet kan avrinna ytligt via sekundära avrinningsvägar (röda pilar).

9.6 Sekundära avrinningsvägar vid skyfallsflöden

Vid skyfallsflöden behöver dagvatten kunna avledas ytligt från innergårdarna via sekundära avledningsvägar till kommunal väg. Figur 13 visar hur skyfallsflöden är tänkt att avledas inom och från planområdet. Växtbädden fylls först upp och när den är mättad så sker ytlig avrinning på markytan från växtbädden och ut från innergården. För att det ska fungera krävs att nivån mot lokalgatan/genomfartsvägen är lägre än nivån vid entréerna på innergården.

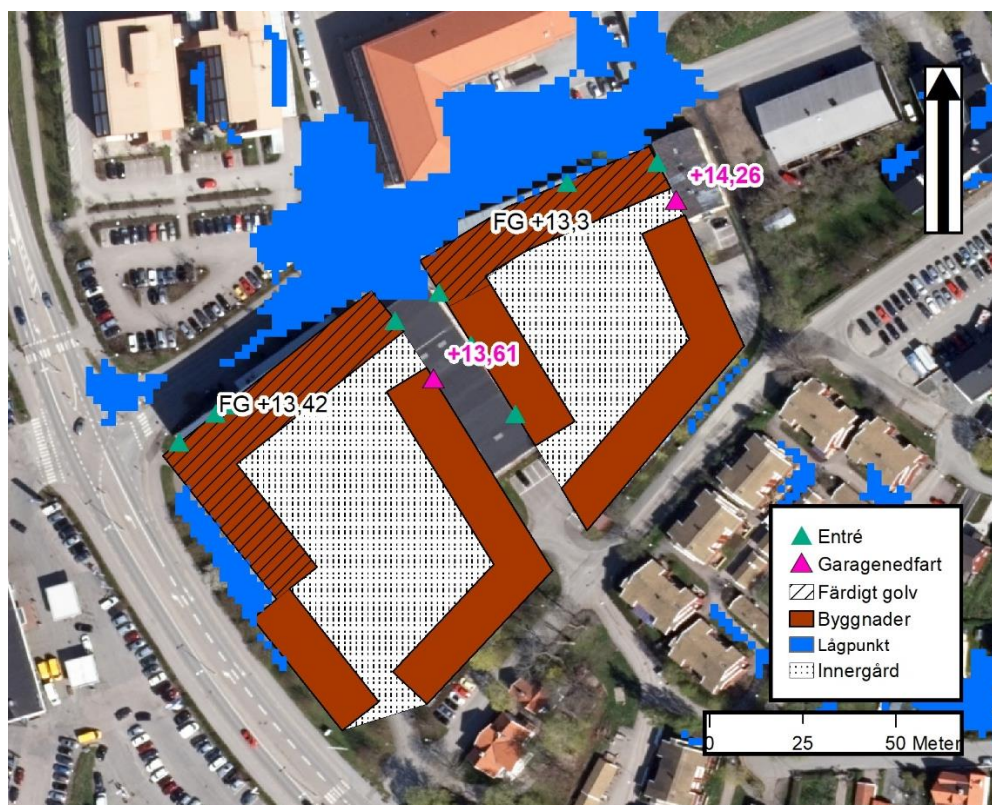


Figur 13. Principskiss över systemlösning på dagvattenhantering. Blå pilar visar föreslagen ytlig primär avrinningsväg. Röd pil visar sekundära avrinningsvägar.

9.7 Anpassning till översvämningsrisken

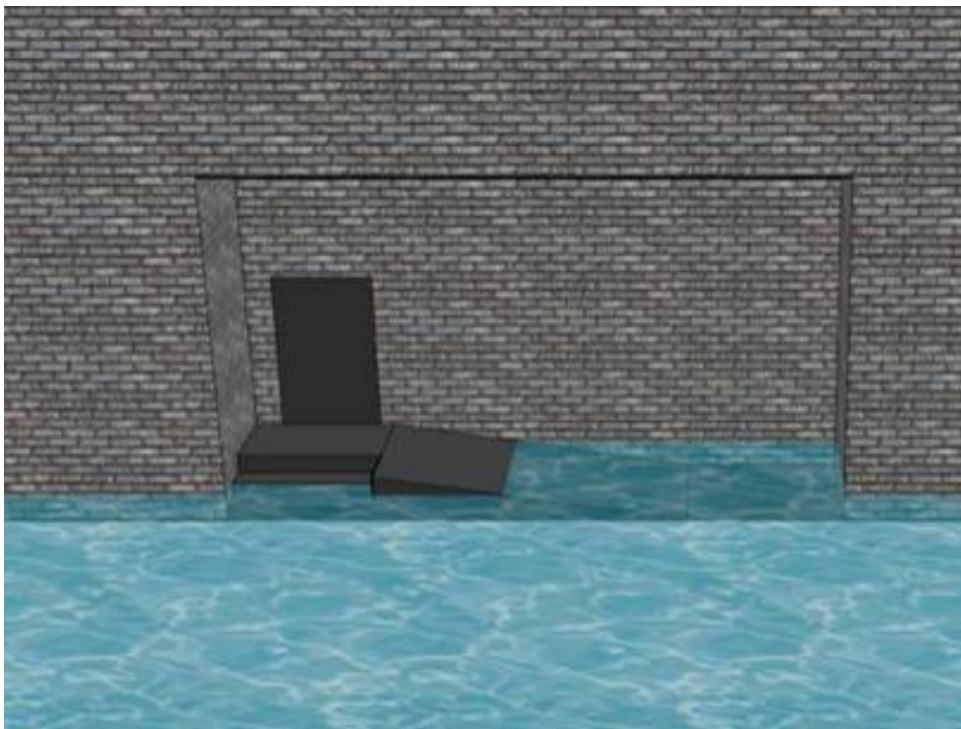
Byggnad A och E ligger inom en lågpunkt som utgörs av en sträcka av den kommunala Diamantgatan varför det krävs en anpassning till översvämningsrisken kopplad till lågpunkten. För att undvika skador på Byggnad A och E rekommenderas att FG för dessa byggnader ges en nivå på ca 0.2 m över översvämningsnivån, dvs minst +13.3 m. Denna höjdskillnad mellan översvämningsnivå och FG rekommenderas då ^{a)} metoden inte tar hänsyn till dämningseffekter, vilket kan underskatta översvämningsnivån ^{b)} osäkerheter i höjdmodellen, som har en upplösning på 4 m².

Enligt det studerade underlaget har byggnad A ett FG på +13.42 m och byggnad E +13.3 m, vilket följer dagvattenutredningens rekommendation med avseende på översvämningsrisken. De två garagedofarterna har enligt underlaget entrénivåer på +13.61 m respektive +14.26 m. Entréernas nivåer vid garagedofarterna, och deras placering gör dem anpassade till översvämningsrisken, se Figur 14.



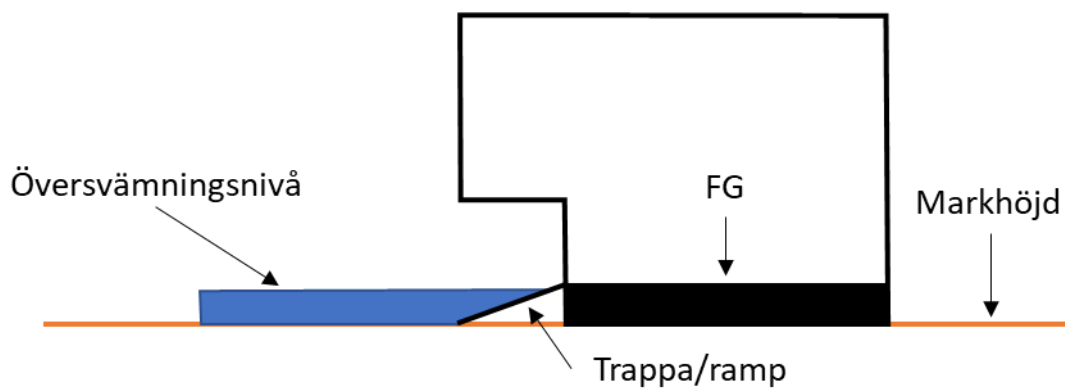
Figur 14. Samtliga entréers placering utmed Diamantgatan, bostadsgårdarnas garagedofarter och färdigt golv på byggnader som berörs av översvämningsrisken i lågpunkten i Diamantgatan.

Gångbanan i direkt anslutning till vissa entréer ligger lägre än FG. För att möta dessa höjdskillnader används trappor och ramper, se Figur 15 nedan.



Figur 15. Förslag på ramp mellan lokalgata och entré (bild från Norrtälje kommun).

Vidare visas en konceptuell profilsnittsskiss av denna funktion i Figur 16 nedan.



Figur 16. Profilsnittsskiss av förslag på översvämningsanpassning utmed Diamantgatan.

10 Föroreningshalter och föroreningsbelastning idag och med föreslagen principiell lösning för planerad exploatering

Föroreningshalter efter genomförande av föreslagen dagvattenhantering, växtbäddar som fördröjer och renar dagvatten på kvartermark och på förgårdsmark, redovisas i Tabell 5 och föroreningsbelastning i Tabell 6. Föroreningsberäkningarna avser hela planområdet vilket även inkluderar de omkringliggande allmänna vägarna.

Föroreningshalterna före exploatering är relativt höga jämfört med Förslag till Riktvärden för dagvattenutsläpp Nivå 2M (vilket avser ett dagvattenutsläpp uppströms till en mindre eller känslig recipient). De flesta ämnena ligger över riktvärdena. Halterna i dagvattnet blir betydligt lägre för fallet efter exploatering med planerade reningsåtgärder, då även alla ämnen ligger under riktvärdena. En jämförelse med Riktvärdena ska dock ske med försiktighet och inte ensamt vara avgörande för beslut, utan endast ge en fingervisning om föroreningsgraden i dagvattnet och dess reningsbehov.

Det viktigaste måttet på dagvattnets recipientpåverkan är föroreningsbelastningen i kg/år. Denna tar hänsyn både till hur halterna/koncentrationen av föroreningar i dagvattnet förändras samt till flödesökningen. Genom att studera föroreningsbelastningen inkluderas både åtgärder för att reducera föroreningsmängderna genom olika reningsåtgärder och åtgärder som reducerar totala mängden avrinning. För samtliga föroreningsämnen beräknas den framtida belastningen minska jämfört med belastningen i befintlig situation (se Tabell 6). Det beror på att dagens dagvattenhantering inte inkluderar någon rening eller fördröjning i ett område som är klassat som en mindre förorenad industriyta. Föroreningsbelastningen minskar i sådan omfattning motsvarande det i VISS beräknade förbättringsbehovet för recipienten Norrtäljeviken (för kväve = 17 % och för fosfor = 34 %). För Norrtäljeån finns endast förbättringsbehov för fosfor (= 20 %).

Tillämpas föreslagen dagvattenhantering kan det därför konstateras att planens genomförande inte negativt kommer påverka Norrtäljeåns möjligheter att uppnå miljö kvalitetsnormer.

Tabell 5. Beräknade föroreningshalter för planområdet före exploatering, efter exploatering utan LOD-lösningar och efter exploatering med föreslagna LOD-lösningar. Rödmarkerade fält visar att riktvärden överskrids.

Ämne	Enhet	Riktvärde, 2M	Före exploatering	Efter exploatering - utan LOD	Efter exploatering - med LOD
P	ug/l	175	260	160	94
N	mg/l	2.5	1.6	1.6	1.1
Pb	ug/l	10	21	2.8	1.1
Cu	ug/l	30	31	14	8.4
Zn	ug/l	90	190	22	7.1
Cd	ug/l	0.5	0.9	0.45	0.098
Cr	ug/l	15	8.2	4.9	2.8
Ni	ug/l	30	11	4.3	1.6
Hg	ug/l	0.07	0.05	0.04	0.022
SS	mg/l	60	70	44	17
Olja	mg/l	0.7	1.4	0.35	0.13
PAH16	ug/l	*	0.69	0.31	0.068
BaP	ug/l	0.07	0.09	0.009	0.0033

* Riktvärden saknas för PAH16.

Tabell 6. Beräknad föroreningsbelastning för befintligt område, efter planerad exploatering utan LOD-lösningar och efter exploatering med föreslagna LOD-lösningar. Procentuell förändring (%) visar den procentuella förändring i belastning då befintlig situation jämförs med exploatering med LOD.

Ämne	Enhet	Befintligt område	Efter exploatering - utan LOD	Efter exploatering - med LOD	%-förändring
P	kg/år	1.6	1.2	0.7	-56
N	kg/år	10	12	8.4	-16
Pb	kg/år	0.13	0.022	0.008	-94
Cu	kg/år	0.19	0.11	0.06	-68
Zn	kg/år	1.2	0.17	0.05	-95
Cd	kg/år	0.0058	0.0034	0.0008	-86
Cr	kg/år	0.051	0.037	0.022	57
Ni	kg/år	0.067	0.033	0.013	-80
Hg	kg/år	0.0003	0.00029	0.0002	-33
SS	kg/år	440	340	130	-70
Olja	kg/år	9	2.6	0.99	-89
PAH16	kg/år	0.0043	0.0024	0.00052	-88
BaP	kg/år	0.00057	0.000068	0.00003	-95

11 Slutsatser

Föreslagen planändring leder till en liten minskning av andelen hårdgjorda ytor inom planområdet jämfört med dagens situation. För att nå fördröjningskrav satta av Norrtälje kommun måste 50 % av ett 10-minuters 20-års regn fördröjas på kvartersmark, vilket motsvarar 93 m³. Detta fördröjningskrav gör att mer dagvatten än tidigare kommer fördröjas, infiltrera i grönytor på innergårdarna (ner till bjälklag) och renas på kvartersmark.

För att möta fördröjningskraven föreslås att dagvatten från takytorna leds via stuprör till växtbäddar intill fastigheten. Växtbäddar placeras både på förgårdsmark och på innergårdarna. Även innergårdsmark fördröjs och renas i växtbäddar. För att fördröja och rena dagvatten från innergårdsmarken föreslås att innergårdarna höjsätts så att så mycket dagvatten som möjligt kan rinna till en större centralt placerad växtbädd på varje innergård.

Den sammanlagda ytan växtbäddar för att fördröja och rena dagvatten från takytorna och innergårdarna bör uppgå till totalt 200 m² för hela kvartersmarken, vilket motsvarar cirka 100 m³ erforderlig fördröjningsvolym.

Tillämpas principen med växtbäddar för fördröjning av dagvatten inom kvartersmark erhålls samtidigt rening av dagvatten. De dimensionerade växtbäddarna för planområdet leder till att både halt och belastning av de beräknade föroreningar minskar medan övriga är oförändrade jämfört med dagens situation. Med föreslagna reningsåtgärder hamnar alla förorenande ämnens halter under föreslagna riktvärden, vilket är en klar förbättring jämfört med dagsläget och situationen efter exploatering utan reningsåtgärder, då 9 förorenande ämnen överstiger föreslagna riktvärden. Recipienten är känslig för fosfor, och kväve eftersom recipienten, Norrtäljeån, både är övergödd. Föreslagna åtgärder minskar belastningen av kväve med 16 % och fosfor med 56 %, vilket minst motsvarar det beräknade förbättringsbehovet för dessa ämnen (i VISS). Föreslagen exploatering och hantering av dagvatten riskerar därmed inte att leda till någon försämring i status för recipienten.

En större lågpunkt identifierades längs med en sträckning av Diamantgatan. Vid större nederbördsmängder, när ledningsnät går fullt och marken är mättad, krävs endast 10 mm nederbörd för att lågpunkten ska fyllas. Vattendjupet når upp till 50 cm i korsningen Diamantgatan/Rubingatan. Vattenansamlingen i lågpunkten sträcker sig fram mot fasaderna av byggnad A och E, varför deras höjdsättning behöver anpassas till översvämningsrisken. FG i de delar av byggnad A och E som ligger i anslutning till lågpunkten behöver därför ges en höjd på minst +13.3 m. För att möta de höjdskillnader som uppstår mellan gångbana och FG föreslås trappor alternativt ramper. Ytterligare en lågpunkt identifierades inom planområdets gränser, intill Estunavägen. Denna lågpunkt föreslås behållas då den behövs för att planområdets magasinande förmåga ska vara lika stor efter exploatering som i befintlig situation.

Garagenedfarternas höjder och placering är anpassade till lågpunkten och riskerar därmed inte att svämmas över. Garagen bör inte heller anslutas till det befintliga ledningsnätet utan bör istället torrsopas.

Massbalansberäkningar före och efter exploatering visar att planområdet behåller sin magasinering förmåga, delvis med hjälp av föreslagna dagvattenlösningar.

12 Referenser

- Bjerking, 2018, Projekterings PM Geo- och Miljöteknik - Nya bostadshus i Norrtälje, Handelsmannen 1
- Florberger, Jenny (2006). *Dagvattendammars reningseffekt – påverkande faktorer och metodik för statistisk modellering*. UPTec W06 011. Sveriges lantbruksuniversitet., Uppsala.
- Norrtälje kommun, 2016a, Dagvattenstrategi för Norrtälje kommun – kommunala riktlinjer
- Norrtälje kommun, 2016b, Fördjupad dagvattenpolicy för Norrtälje kommun
- Regionplane- och trafikkontoret Stockholms län, 2009, Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp
- SMHI 2009, Klimatkarta som illustrerar uppskattad årsnederbörds medelvärde för den av WMO definierade normalperioden 1961-1990
- Stockholm stad, 2017. Dagvatten, bilaga med typexempel.
- Stormtac 2016, Schablonhalter för dagvatten StormTac
- Svensk Vatten, 2011a, Publikation P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem
- Svensk Vatten, 2011b, Publikation P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering.
- Svensk Vatten, 2016, Publikation P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten.
- Tyréns, 2017, PM Handelsmannen – Dagvattenutredning
- Webbsidor:*
- SGU, Jordarter 1:25 000 – 1:100 000, <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>, 2018-04-03
- Storm Tac. <http://www.stormtac.com/> , 2018-04
- VISS, Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se>, 2018-04-03