

PM DAGVATTEN GAMLA TYRESÖVÄGEN

Kvartersmark Kvarter A-D

Structor Mark
Inför detaljplan
2019-10-09



Structor

| | |
|-----------------|--|
| Författare | Martin Jonsson |
| Beställare: | Skanska Sverige AB, Fastsam, Wästbygg Projektutveckling AB och Magnolia Produktion AB |
| Konsultbolag: | Structor Mark Stockholm AB |
| Uppdragsnamn: | Gamla Tyresövägen |
| Uppdragsnummer: | 4057 |
| Datum: | 2019-10-09 |
| Uppdragsledare: | Tim Nestéus |
| Utredare: | Martin Jonsson |
| Granskare: | Tim Nestéus |

Sammanfattning

Structor har fått i uppdrag att ta fram en dagvattenutredning åt fyra olika byggherrar; Skanska Nya hem, Wästbygg Projektutveckling AB, Fastsam och Magnolia Produktion AB för fyra kvarter längs Gamla Tyresövägen (GTV) i Stockholms kommun.

Planerad exploatering syftar till att möjliggöra byggnation av ca 480 lägenheter i flerfamiljshus, lokaler och förskola med 4 avdelningar längs med Gamla Tyresövägen samt park i skogen på en yta om totalt ca 1,3 hektar. Allmänna ytor som ska rustas är Gamla Tyresövägen och korsningen med Flygledargatan samt Skevrodrets skog. Den planerade bebyggelsen innebär att bostäder, parkeringsgarage, och förskola ska bebyggas inom totalt fyra kvarter (KV A-D). Kvarter C kommer att bestå av två fastigheter och delas in i kvarter C1 och C2 där Wästbygg är byggherre. Kvarter A, B, C2 och D kommer att bebyggas med flerfamiljshus med parkering i källarplan och helt eller delvis underbyggd gård. Kvarter C1 kommer bestå av en förskola med förskolegård.

Kommunala ledningar för vatten, spillvatten och dagvatten finns utbyggda utanför planområdet. Ledningsnätet utgörs av enskilda ledningar i ett duplikatsystem. I delar utav Gamla Tyresövägen finns en befintligt D300-ledning som huvudsakligen avvattnar körbanan. Dagvatten från utredningsområdet avvattnas idag till Flaten. Flaten har en yta på ca 15,3 ha med största djupet på 7m. Flaten ligger mellan Älta och Skarpnäck i Stockholms kommun och har idag god ekologisk status enligt VISS (Vatteninformationssystem Sverige). Flaten uppnår ej god kemisk status. Vattenförekomsten uppnår inte god status med avseende på polybromerade difenyletrar (PBDE).

Ekologisk status 2019: ■ God

Kemisk ytvattenstatus 2019¹: ■ Uppnår ej god

Även efter planförslagets genomförande så kommer dagvatten att ledas till Flaten men via fördröjande- och renande dagvattenåtgärder. Totalt krävs 123 m³ fördröjningsvolym för hela planområdet beräknat utifrån kravet att fördröja de första 20 mm av ett regn. För att tillgodose reningseffekten och för att inte riskera recipientens miljö kvalitetsnormer krävs en total fördröjningsvolym på ca 330 m³. De föreslagna reningsåtgärderna består av växtbäddar, krossdiken, dagvattenmagasin samt översilningsytor ovan bjälklag. Resultatet från föroreningsberäkningarna visar att en byggnation enligt planförslaget innebär att föroreningsbelastningen och koncentrationen av föroreningar i dagvattnet kommer att minska för samtliga undersökta ämnen.

Markanvändningen för den befintliga situationen har angetts som skogsmark med en avrinningskoefficient på 0,2. Anledningen till att avrinningskoefficienten har höjts till 0,2 beror på den kraftiga höjdskillnaden och bristen av skogsliknande jordmån samt berg i dagen i delar av delavrinningsområden A och B i anslutning till kvarter A och kvarter B. Enligt den marktekniska undersökningsrapporten är stora delar utav planområdet dessutom utfyllt med varierande fyllnadsmassa av olika sort och fraktion. Planområdet består till viss del av berg i dagen.

¹ VISS, 2019-02-11

Innehåll

| | |
|---|-----------|
| 1. INLEDNING..... | 6 |
| 2. Områdesbeskrivning..... | 8 |
| 2.1. Befintlig situation | 8 |
| 2.2. Planerad bebyggelse..... | 9 |
| 2.2.1. Kvarter A..... | 11 |
| 2.2.2. Kvarter B..... | 12 |
| 2.2.3. Kvarter C | 13 |
| 2.2.4. Kvarter D | 14 |
| 2.3. Markförutsättningar | 15 |
| 2.4. Markföroreningar | 16 |
| 2.5. Grundvatten..... | 16 |
| 2.6. Markavvattningsföretag | 16 |
| 2.7. Befintlig skyfallssituation | 16 |
| 3. recipienter | 20 |
| 3.1. Flaten..... | 20 |
| 3.2. Miljökvalitetsnormer..... | 20 |
| 3.3. Lokala recipientbedömningar | 20 |
| 4. Lokala föreskrifter för dagvattenhantering..... | 22 |
| 4.1. Kommunens dagvattenstrategi..... | 22 |
| 5. Flödes- och föroreningsberäkningar | 24 |
| 5.1. Metod..... | 24 |
| 5.2. Indata..... | 24 |
| 5.2.1. Befintlig markanvändning | 25 |
| 5.2.2. Kompensationsfördröjning..... | 25 |
| 5.3. Resultat Flödesberäkningar | 25 |
| 5.4. Resultat föroreningsberäkningar | 29 |
| 5.4.1. Påverkan på miljökvalitetsnormer | 31 |
| 6. FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING | 32 |
| 6.1. Princip för dagvattenhantering | 32 |
| 6.2. Kvartersvisa dagvattenåtgärder | 32 |
| 6.2.1. Dagvattenhantering - Kvarter A..... | 32 |
| 6.2.2. Dagvattenhantering – Kvarter B..... | 33 |
| 6.2.3. Dagvattenhantering – Kvarter C1..... | 34 |
| 6.2.4. Dagvattenhantering – Kvarter C2..... | 35 |
| 6.2.5. Dagvattenhantering – Kvarter D..... | 35 |
| 6.3. Höjdsättning..... | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 6.4. Skyfallshantering | 36 |
| 6.5. Under byggskedet | 37 |
| 6.6. Exempel på utformning av anläggningar | 37 |
| 6.6.1. Växtbäddar | 37 |
| 6.6.2. Dräneringssystem ovan bjälklag | 38 |
| 6.6.3. Dagvattenmagasin | 39 |
| 6.7. Materialval | 41 |
| 6.8. Under byggskedet | 41 |
| 7. Fortsatt arbete | 41 |
| 8. Bilagor | 42 |
| 8.1. Bilaga 1 – Avvattningsplan | 42 |
| 8.2. Föroreningsberäkningar KV A-D | 43 |
| 8.2.1. Föroreningsberäkningar Kvarter A | 43 |
| 8.2.2. Föroreningsberäkningar Kvarter B | 44 |
| 8.2.3. Föroreningsberäkningar Kvarter C1 | 45 |
| 8.2.4. Föroreningsberäkningar Kvarter C2 | 47 |
| 8.2.5. Föroreningsberäkningar Kvarter D | 48 |

1. INLEDNING

Structor har fått i uppdrag att ta fram en dagvattenutredning åt fyra olika byggherrar; Skanska Nya hem, Wästbygg Projektutveckling AB, Active Fastighet i Norden AB (Fastsam) och Magnolia Produktion AB för fyra kvarter längs Gamla Tyresövägen (GTV) i Stockholms kommun. Utredningen ska användas som underlag inför och kommande projektering. Planerad exploatering syftar till att möjliggöra byggnation av ca 480 lägenheter i flerfamiljehus, samt lokaler och förskola med 6 avdelningar längs med Gamla Tyresövägen på en yta om ca 1,3 hektar. Allmänna ytor som ska rustas är Gamla Tyresövägen och korsningen med Flygledargatan samt Skevrodrets skog.

Planområdet med planerade kvarter är markerat med röd linje i figur 1.



Figur 1. Planområdet markerat inom rödlinje (ungefärlig position).²

Denna PM Dagvatten ska utreda planerad exploatering av fyra bostadskvarter och ett förskoleområde. Kvarter A och B utformas sammanhängande i den norra delen av Skevrodsskogen. Kvarter C utformas i två fastigheter kallade C1 och C2 i denna PM, där

² Startpremoria planläggning Gamla Tyresövägen - 2017

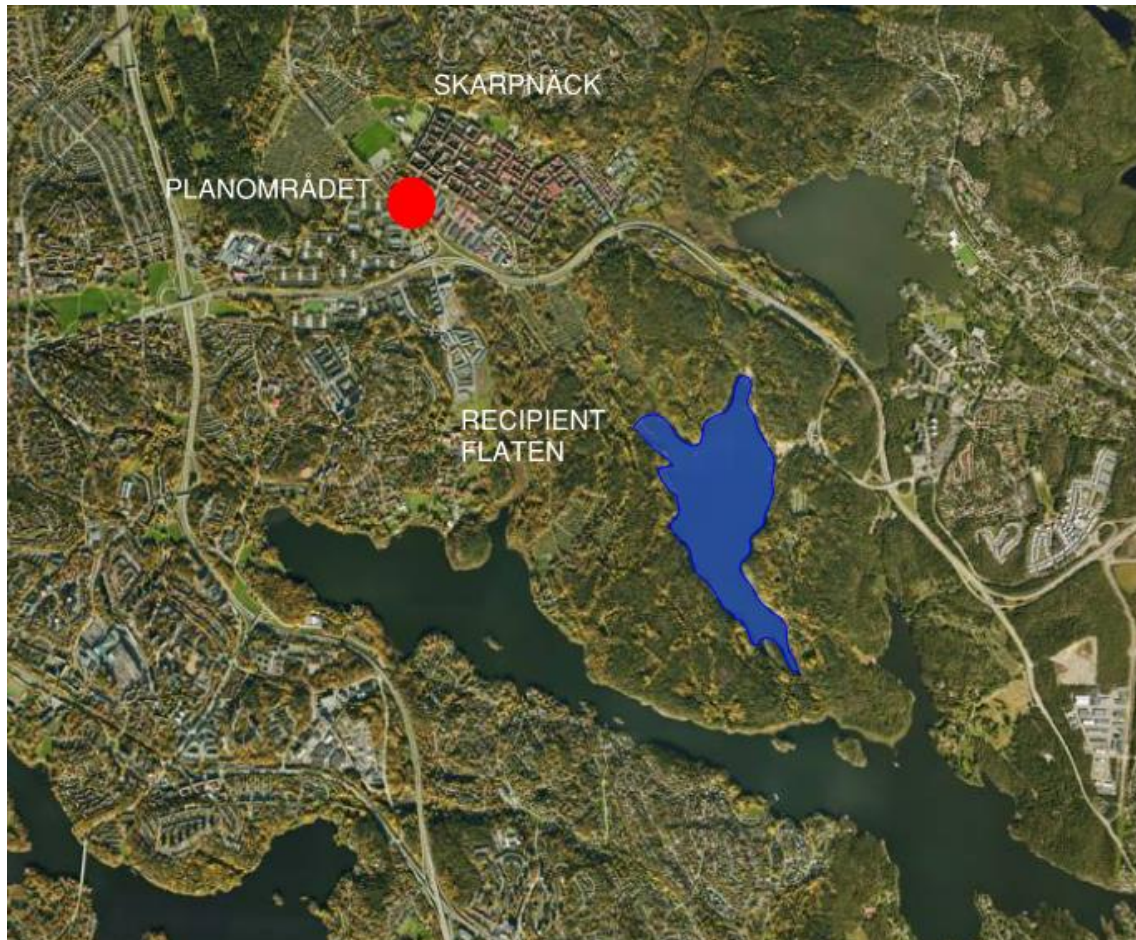
C1 är planerad för förskola och C2 för bostadskvarter. Kvarter D planeras för bostäder och lokaler i markplan.

Befintlig markanvändning inom planområdet utgörs idag delvis av Skevrodsskogen norr om Gamla Tyresövägen. Marken inom planområdet ägs idag av staden.

Syftet med utredningen är att bedöma områdets förutsättningar och ge förslag på lämplig hantering av dagvattnet med hänsyn till recipientens känslighet, lokala föreskrifter och planerad bebyggelse.

2. OMRÅDESBESKRIVNING

Aktuellt planområde ligger i stadsdelen Skarpnäck i Stockholms kommun. Planområdet gränsar i norr till Skevrodsskogen och befintlig bebyggelse norr om skogskullen. I Sydöst ligger Flygledargatan och väst om planområdet ligger Gamla Tyresövägen och Norra Sköndal³.



Figur 2. Planområdet är markerat med röd markering. Recipienten Flaten är markerad med blå markering i figuren.

2.1. Befintlig situation

Planområdet består delvis utav Skevrodsskogen vilket är ett skogbeväxt grönområde med inslag av berg i dagen och ligger längs med Gamla Tyresövägen och korsningen Flygledargatan. Planområdets totala area är ca 1,3 ha. Planområdets befintliga topografi

³ Startpremorier planläggning GTV - 2017

gör att området lutar idag från öst till väst, från Skevrodsskogen på ca + 30 m mot Gamla Tyresövägen och Flygledargatan på ca + 28 m.

Det befintliga dagvattennätet i Skarpnäck utgörs till stor del av kombinerade ledningar där spillvatten och dagvatten leds i samma nät till Henriksdals reningsverk. Kring utredningsområdet vid Gamla Tyresövägen och Flygledargatan består VA-nätet av ett duplikatsystem där dagvatten leds till recipienten Flaten.

2.2. Planerad bebyggelse

Inom planområdet planeras det för bostäder, förskola och mindre handelsverksamhet. Planområdet är uppdelat i 4 kvarter med 4 olika byggherrar.

- Kvarter A – Magnolia
- Kvarter B – Fastsam
- Kvarter C – Wästbygg
- Kvarter D – Skanska

Kvarter C kommer bestå av två fastigheter och delas in i Kvarter C1 + C2 där Wästbygg är byggherre. Gemensamt för hela planområdet är den befintliga strukturen i landskapet och Skevrodsskogen lutning mot Gamla Tyresövägen. Ytligt avrinnande vatten från skogen kommer att delvis avrinna mot planerad bebyggelse för Kvarter A-B vilket beaktas under kapitel 6. Se avvattningsplan Bilaga 1.

Gamla Tyresövägen kommer i och med planförslagen för kvarter A-D att göras om vilket ger plats för skelettjordsmagasin på vardera sida om körbanan för omhändertagande av dagvatten från allmän platsmark. Dagvattenhanteringen för allmän platsmark redovisas i en separat dagvattenutredning.

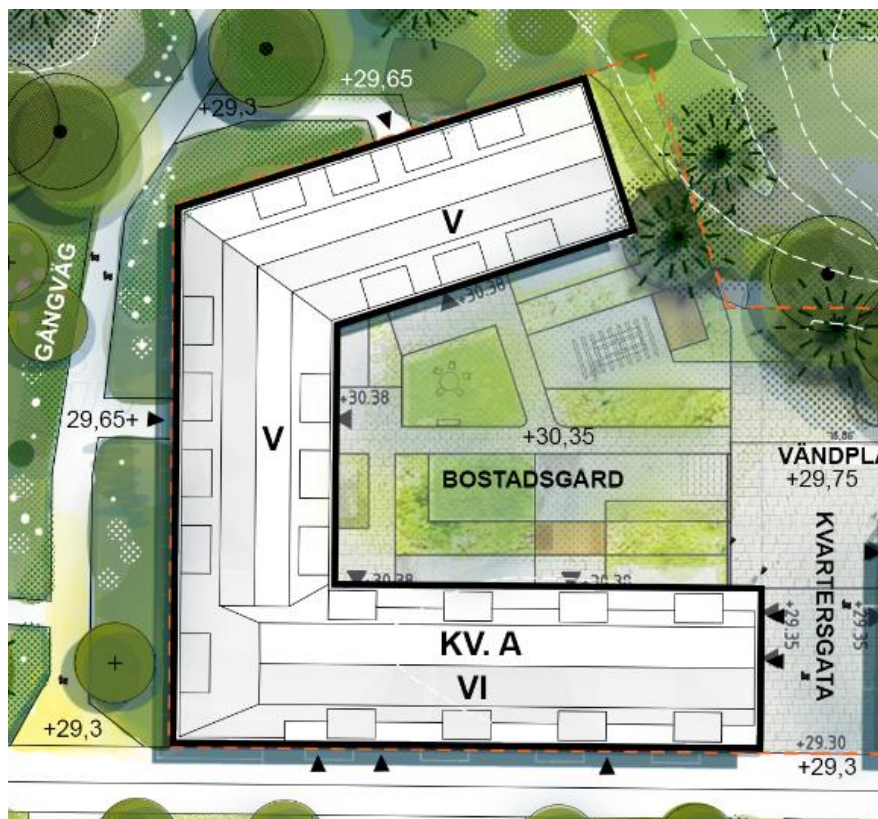


Figur 3. Illustrationsplan från White Arkitekter (2019-10-03) Redovisar kvarterens placering och omfattning.

2.2.1. Kvarter A

För kvarter A (Magnolia) planeras ett vinkelhus i olika våningsantal med ca 100 planerade lägenheter på en area om 2035 m² med plats för 49st parkeringsplatser i underbyggt garage under kvarterets innergård. Färdig golvnivå på garaget planeras till + 26,6 m. Kvarterets innergård och entré från innergården utförs med en färdig golvnivå på + 30 m. Entré från norr utformas med färdig golvnivå på + 29,6 respektive 29,4 m. Taket utformas som sadeltak.

Kvarter A kommer att utformas med förgårdsmark mot GC-väg norr om kvarteret med ca 0,5 m från huskropp och allmän platsmark.



Figur 4. Illustrationsplan Kvarter A, White Arkitekter 2019-10-03.

Kvarter A och B utformas med en gemensam vändplan där infartsväg och vändplan blir kvartersmark.

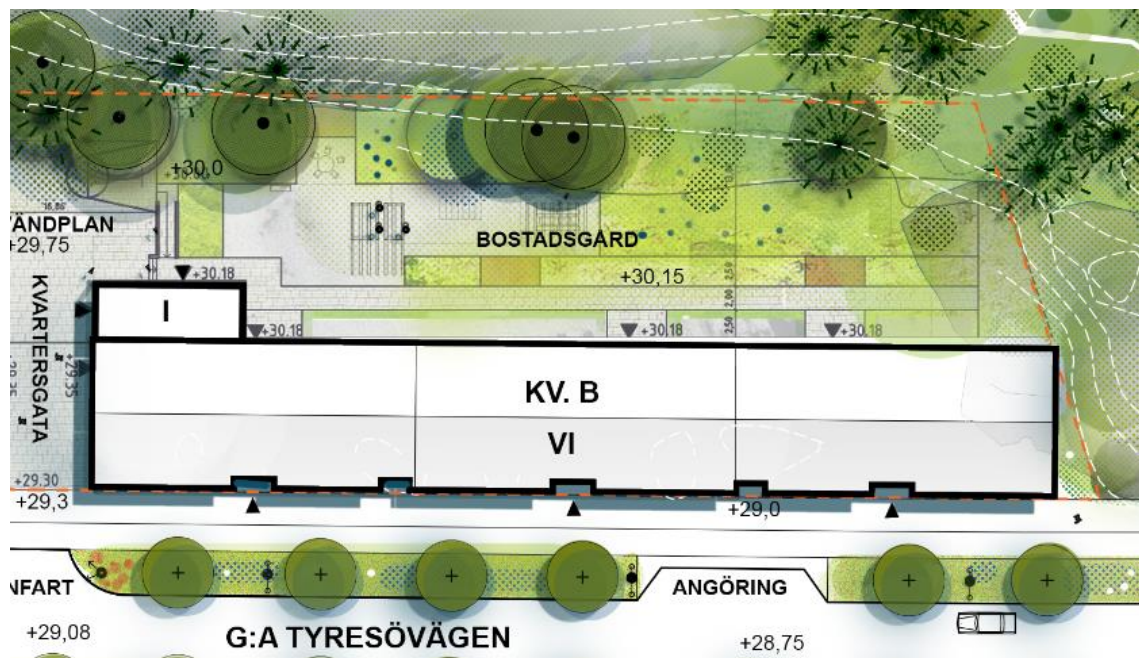
Höjdsättningen vid entrézonerna planeras att ligga på en högre nivå än infartsvägen. Detta medför att ytligt överskottsvatten inte blir instängt på gården, speciellt vid större regn än dimensionerat.

2.2.2. Kvarter B

Kvarter B (Fastsam) utformas som tre sammanhängande huskroppar i 6 våningar med ca 90 planerade lägenheter på en area om 2477 m² med 33 parkeringsplatser i underbyggt garage under huskropparna. Huskropparnas tak utformas som sadeltak.

Kvarter B planeras inte att utföras med förgårdsmark mot Gamla Tyresövägen. Gårdsytan gestaltas med tillgänglighetsstråk, uteplatser, cykelparkeringar, planteringar, mindre odlingsytor samt trädäck. Den nordöstra sidan om kvarter B mot Skevrodsskogen gestaltas med kvartersmark, uteplats och balkonger.

Höjdsättningen vid entrézonerna hamnar på +30,2 m samt +29,7 m vid infartsvägen. Detta medför att ytligt överskottsvatten inte blir instängt på gården, speciellt vid större regn än dimensionerat.

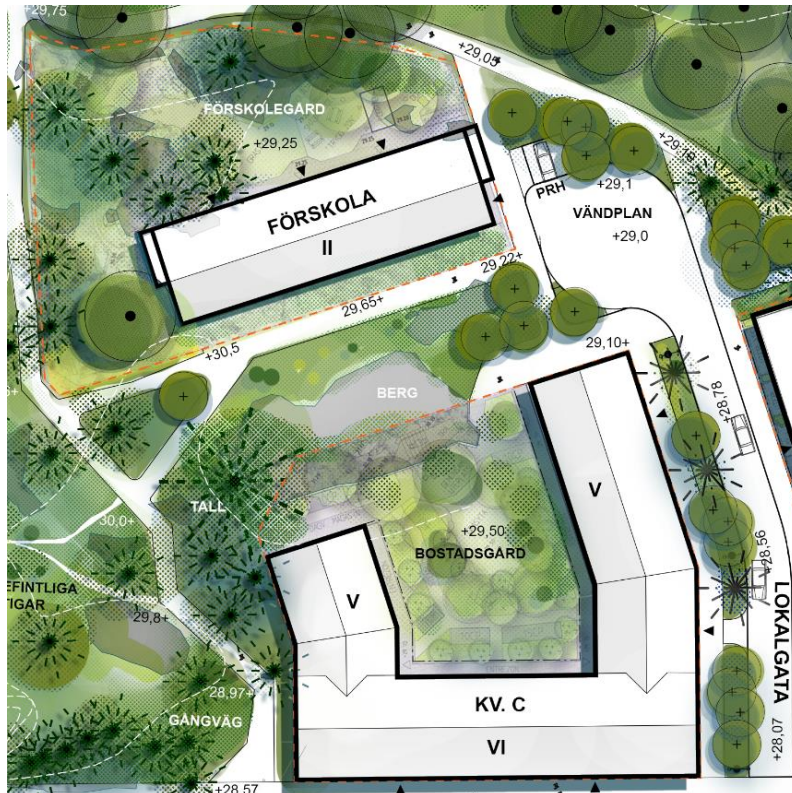


Figur 5. Illustrationsplan Kv B, White Arkitekter 2019-10-03.

2.2.3. Kvarter C

Kvarter C utformas i två fastigheter och benämns C1 och C2. För C1 planeras en förskola med 4 avdelningar på en yta om ca 1970 m². C2 består av ett bostadskvarter på en yta om 2304 m². Förskolan för C1 utformas med ca 500 m² takyta och resterande förskolegård. Mellan kvarter C1 och C2 kommer ett gångstråk angöras för att möjliggöra passage mellan kvarteren. Denna yta utformas som allmän platsmark. C2 planeras att bebyggas som ett vinkelhus med ca 120 lägenheter och parkeringsgarage i källarplan med plats för 47 p-platser och infart från ny infartsväg (allmän platsmark). Taket utformas som sadeltak. Bostadsgården/innergården kommer att bestå av ca 1000 m².

Förskolebyggnaden (C1) utförs med en färdig golvnivå på + 29,3 m, bostadsbyggnaden (C2) färdiga golvnivå + 29,7m. Vändplanen utförs med en höjdsättning på + 29,0 m med fallande höjd mot Gamla Tyresövägen. För kvarter C2 planeras ingen förgårdsmark mot Gamla Tyresövägen eller lokalgatan.



Figur 6. Illustrationsplan för Kv C1 och C2 (White Arkitekter 2019-10-03).

Höjdsättningen vid entrézonerna för C1 och C2 utformas så att ytligt överskottsvatten kan avrinna dels väst om byggnaderna mot planerat gångstråk samt öst om byggnaderna mot planerad infartsväg. Detta medför att ytligt överskottsvatten inte blir instängt på gårdarna, speciellt vid större regn än dimensionerat.

2.2.4. Kvarter D

Kvarter D utformas i två byggnader med bostadsrätter med ca 170 lägenheter. Den större byggnaden (gathuset) utformas som ett vinkelhus mot Gamla Tyresövägen och Flygledargatan. Inne på fastigheten i angränsning mot den allmänna platsmarken (infartsväg/vändplan) planeras parkhuset. Gathuset kommer utformas med sadeltak och den mindre byggnaden med inslag av vegetation på tak. Kvartersmarken på innergården kommer att ha en höjd om ca + 29,7 m. Entréhöjd mot Gamla Tyresövägen planeras till + 28,1 m. Den allmänna platsmarken mellan kvarter C och kvarter D planeras ansluta mot gångvägen mot Gamla Tyresövägen på + 28,1 m. Entrér till gathuset utformas med ca 25 m mellanrum. Lokaler planeras i bottenvåningarnas hörnlägen.

Totalt planeras fastigheten bestå av ca 3700 m². Delvis under gathuset och större delen av innergården planeras ett underbyggt garage utföras på en höjd om ca + 25,8 m med 73 parkeringsplatser.



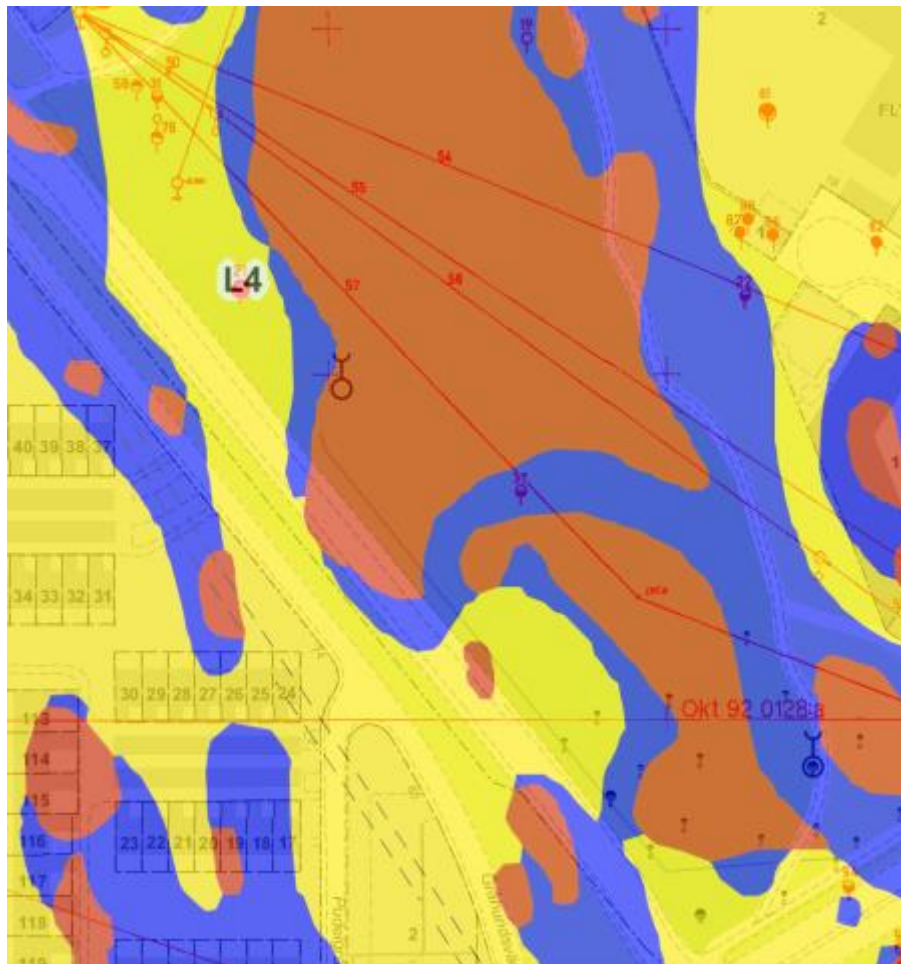
Figur 7. Illustrationsplan kvarter D, White Arkitekter 2019-10-03.

Höjdsättningen vid entrézonerna för kvarter D utformas så att ytligt överskottsvatten kan avrinna mot planerad infartsväg. Detta medför att ytligt överskottsvatten inte blir instängt på gården, speciellt vid större regn än dimensionerat.

2.3. Markförutsättningar

Enligt den marktekniska undersökningsrapporten⁴ utgörs planområdet idag av ett skogsområde med lövträd och en del barrträd samt sly, buskage och berg i dagen vilket har med anledning gjorts att avrinningskoefficient för befintlig markanvändning angetts till 0,2 (vilket också beskrivs under kapitel 5). Ett befintligt dike finns längs delar vid kvarter A och B samt ett område med berg i dagen mellan kvarter B och C. Enligt Byggnadsgeologiska kartan utförd av Stockholm stad utgörs planområdet främst av lera och morän, i områdets västra och östra utkanter förekommer ytnära berg eller berg i dagen. Jordlagerföljden utgörs av fyllning och/eller morän på berg⁵.

Enligt jordartskartan från Geoarkivet, Stockholm stad består övre jordlagren av främst lera, morän och berg i dagen. Svart markering i Figur 9 markerar ett tidigare placerat grundvattenrör som idag är rivet.



Figur 8. Byggnadsgeologisk karta från Geoarkivet, Stockholms stad, 2019-07-31

⁴ Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik och Miljöteknik, 2019-08-19

⁵ Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik och Miljöteknik, 2019-08-19

Möjligheten för markinfiltration av dagvatten är begränsad till de partierna utan större yttlig lermäktighet och berg i dagen. Markinfiltrationen är begränsad till morän, tunna lermäktigheter och berg i dagen.

2.4. Markföroreningar

Enligt Länsstyrelsen i Stockholm Län har Webb-Gis kartan använts för att identifiera eventuellt förorenade områden i eller i närheten av planområdet. Resultatet visade att inget potentiellt förorenat område finns inom planområdet⁶.

2.5. Grundvatten

Enligt den marktekniska undersökningen⁷ har flera grundvattenmätningar gjorts med borrhäls- och utgrävningsmetoder. Två grundvattenrör SG1120 och SG1122 har installerats i norra delen av kvarter A respektive norra delen i kvarter B. Resultatet från mättillfällena i rör SG1122 låg grundvattnets nolltrycknivå på mellan +26,1 och + 24,4 vilket motsvarar ca 2,2 och 3,9 m under markytan i provpunkten.

Äldre grundvattenrör 128A76 inom kvarter B:s södra del finns inte kvar idag. Lodningar som genomförts på detta grundvattenrör mellan 1982 och 2013 visar att grundvattnets nolltrycknivå har legat på mellan +27,2 och + 23,4 vilket motsvarar ca 2,3 och 6,1 m under markytan i den punkten.

2.6. Markavvattningsföretag

Enligt Länsstyrelsen i Stockholm Län Webb-Gis avvattnas planområdet inte till något registrerat torrläggning-/markavvattningsföretag⁸.

2.7. Befintlig skyfallssituation

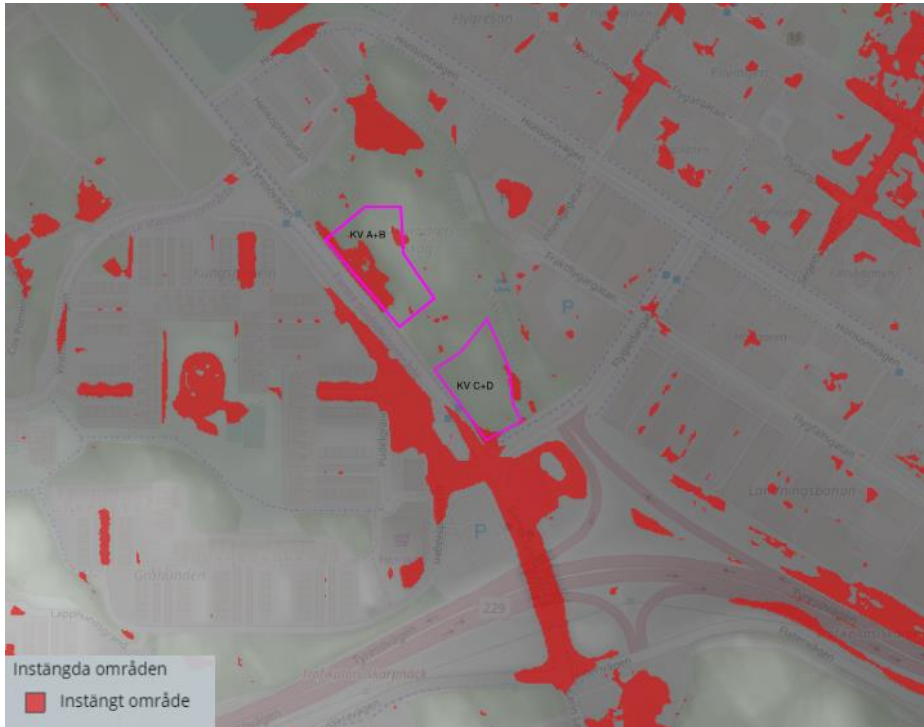
Nedan redovisas resultatet för den befintliga skyfallssituationen från Stockholms skyfallsmodell i Figur 9–12. Figur 9 redovisar instängda områden markerat med rött. Ett instängt område är ett område som saknar naturligt utlopp för vattnet vilket betyder att marken är formad som en sänka och därför inte yttligt avleds utan åtgärd.

Instängda områden i Figur 9 är framräknade från höjddata och visar de lågpunkter som saknar naturliga avrinningsstråk. Vilket enligt Figur 9 påträffas inom Kvarter A och B.

⁶ LstAB Länskarta Stockholms Län – 2019-04-08

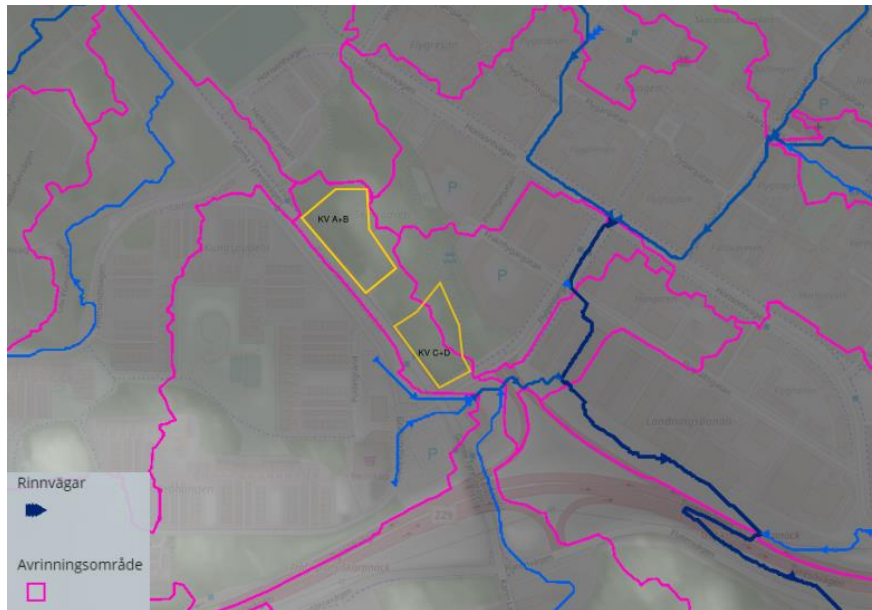
⁷ Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik och Miljöteknik 2019-08-19

⁸ Länsstyrelsens i Stockholms län Webb-Gis, 2019-02-06



Figur 9. Redovisar instängda områden i och kring planområdet. Planområdet Kv A-D är markerat med rosa markering.

Resultatet från Stockholms skyfallsmodell redovisar rinnvägarna i Figur 10 till och från planområdet, dessutom avrinningsområdena. Resultatet visar att sydväst om Kv C+D samt söder om Flygledargatan leds vattnet ytligt enligt rinnvägarna i sydöstlig riktning mot recipient Flaten via Gamla Tyresövägen, Flygledargatan och parallellt med väg 229 samt befintlig bebyggelse vid Flygfältsgatan.



Figur 10. Redovisar fiktiva beräknade rinnvägar från Stockholms skyfallsmodell. Planområdet är markerat med gul markering.

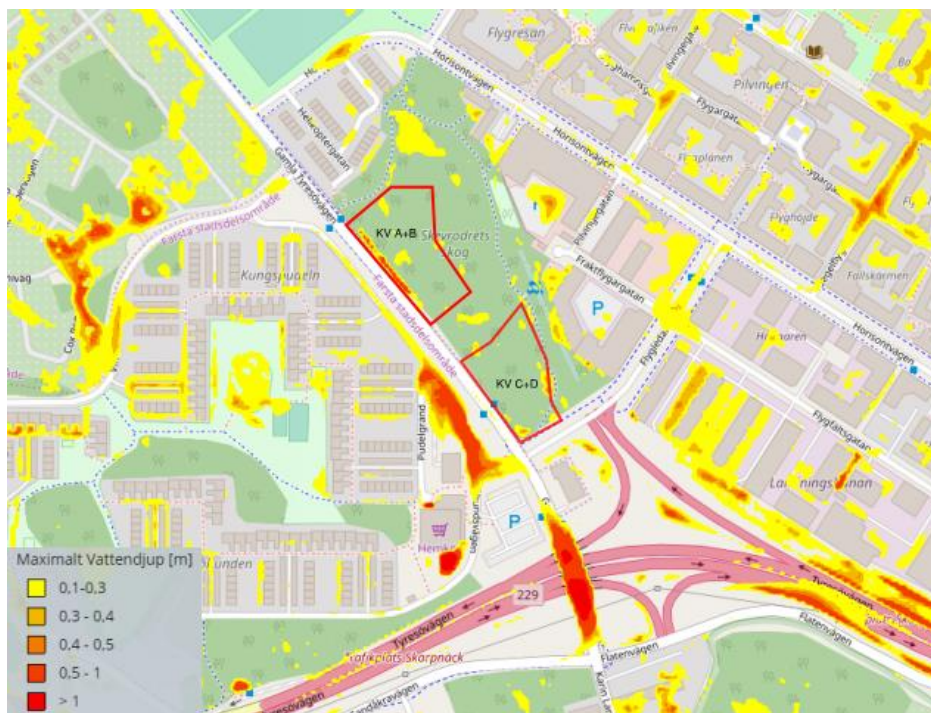
Figur 11 redovisas resultatet från Stockholms skyfallsmodell med framräknade flödesvägar. Idag redovisas ett högt flöde, söder om planområdet vid Gråhundsvägen och där Gamla Tyresövägen passerar under Tyresövägen.



Figur 11. Framräknade flödesvägar. Planområdet Kv A-D är markerat med röd markering.

Figur 12 redovisar översvämningssytor med maximalt vattendjup. Röd markering visar vattendjup på över 1 m för befintlig situation. Skyfallsmodellen från Stockholm stad har beräknat ett 100-årsregn med klimatfaktor på 1,25. Kv A+B har idag ett maximalt vattendjup på över 1 m vid ett 100-årsregn i linje med Gamla Tyresövägen. De befintliga översvämningsspunkterna inom anvisad kvartersmark består av sänkor inom naturen där mindre mängder vatten samlas. Inget dagvatten från planerad kvartersmark når idag Gråhundsvägen.

Vi anser att dessa mängder ej kommer påverka planerat område. Vattenmängderna är så pass små att det heller inte påverkar nedströms stående översvämningssytor.



Figur 12. Redovisar översvämningssytor med maximalt vattendjup. Planområdet är markerat med rött.

3. RECIPIENTER

Dagvatten leds idag via duplikatsystem till vattenförekomsten Flaten. Även efter exploatering kommer dagvatten att ledas till recipienten som ingår i Tyresöåns sjösystem. Recipienten ingår i Flatens Naturreservat. Tillrinningsområdet omfattar även en del av Tyresövägen samt Skarpnäck med bostäder och industriområde. Sjön Flaten ingår i Flatens naturreservat, som bildades 2005⁹.

3.1. Flaten

Flaten ligger mellan Älta och Skarpnäck i Stockholms kommun och har idag god ekologisk status enligt VISS (Vatteninformationssystem Sverige). Flaten uppnår ej god kemisk status. Vattenförekomsten uppnår inte god kemisk status med avseende på polybromerade difenyletrar (PBDE) och kvicksilverföreningar. Samtliga undersökta ytvattenförekomster i Sverige har för höga gränsvärden för både PBDE och kvicksilver. Detta beror på historiska utsläpp, långväga luftburen spridning och atmosfärisk deposition. Gränsvärdena överskrider även i fisk enligt Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer av ytvatten.

Flaten har inga miljöproblem avseende övergödning av näringsämnen eller förorening. Däremot finns klassade miljögifter.

Ekologisk status 2019: ■ God

Kemisk ytvattenstatus 2019¹⁰: ■ Uppnår ej god

3.2. Miljö kvalitetsnormer

Miljö kvalitetsnormer, MKN för vattenförekomster utgör kvalitetskrav. Enligt Weserdomen¹¹ från 2016 (ett prejudicerande fall i EU-domstolen) får ingen enskild kvalitetsfaktor försämrats även om den sammanlagda statusen inte påverkas. Det måste därmed säkerställas i planprocessen att dagvatten som leds till vattenförekomster inte påverkar någon kvalitetsfaktor negativt för att med säkerhet säga att exploateringen inte medför risk att recipienten inte uppfyller miljö kvalitetsnormerna.

3.3. Lokala recipientbedömningar

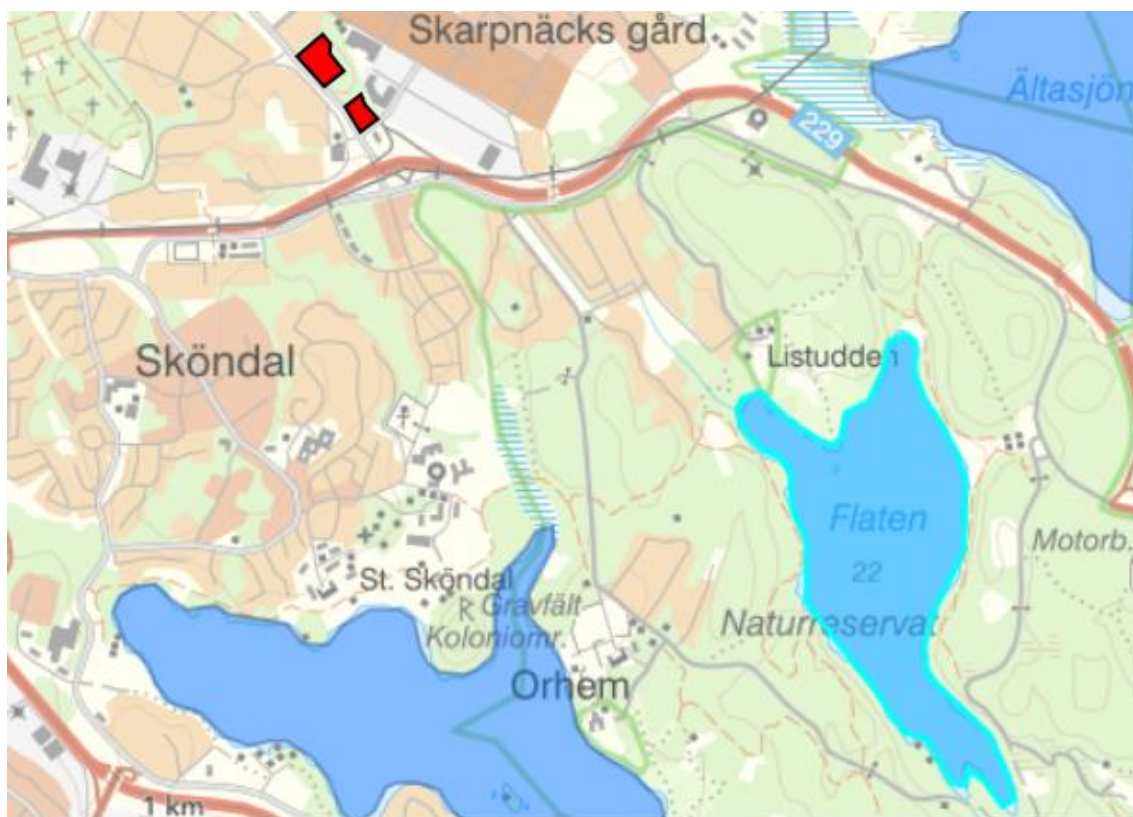
Den största näringstillförseln kommer från bebyggelsen norr om Flaten. De beräknade mängderna från koloniområdena är relativt små. Den tillförda fosformängden är mindre än den acceptabla och Flaten har lägsta näringshalterna och den bästa vattenkvaliteten bland Stockholms sjöar. Syrehalterna är dock låga i bottenvattnet under hösten pga. det stora djupet. Vattenkvaliteten visade tecken på försämring i början av 1990-talet, men har

⁹ Stockholms stads miljöbarometer – 2019-04-17

¹⁰ VISS, 2019-02-11

¹¹ Stockholms stads Miljöbarometer, Mål M 5176-17, 2019-02-11

förbättrats genom aluminiumbehandling av bottenvattnet och sediment som genomfördes 2000.



Figur 13. Vattenförekomsten Flaten. Planområdet markerat med röd markering.

4. LOKALA FÖRESKRIFTER FÖR DAGVATTENHANTERING

Stockholm har en åtgärdsnivå som också är ett krav och ska tillämpas för dagvatten vid all ny- och större ombyggnation. Åtgärdsnivån bygger på beräkningar som visar att ett fördröjande steg som klarar 20 mm nederbörd kan minska föroreningsbelastningen från dagvatten med 70–80 procent. Anledningen till denna åtgärdsnivå är för att miljö kvalitetsnormerna ska följas¹².

4.1. Kommunens dagvattenstrategi

Kommunens dagvattenstrategi, antagen i kommunfullmäktige 2015-03-09, beskriver kommunens mål med dagvattenhanteringen och ger riktlinjer för plan- och projekteringsarbetet. Riktlinjerna för ny exploatering säger bland annat att dagvattenhanteringen ska tas omhand lokalt, så nära dagvattnets uppkomst som möjligt. Omhändertagande av dagvatten innebär att såväl miljömässiga, ekonomiska samt sociala behov ska tillgodoses. Genom att ge utrymme åt dagvattnet nära dess uppkomst och efterlikna en naturlig avrinning i stadsmiljön, erhålls en rad fördelar ur ett hållbarhetsperspektiv.

Målen för en hållbar dagvattenhantering enligt Stockholms stads dagvattenstrategi är att¹³:

- Ge en förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten där dagvattenhanteringen ska bidra till en förbättring av stadens yt- och grundvattenkvalitet så att god vattenstatus eller motsvarande vattenkvalitet kan uppnås i stadens samtliga vattenområden.
- Robust och klimatanpassad dagvattenhantering där dagvattenhanteringen ska vara anpassad efter förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd och höjda vattennivåer i sjöar, kustvatten och vattendrag
- Resurs och värdeskapande för staden där dagvatten är en del av vattnets kretslopp i staden och ska användas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön
- Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande där en hållbar dagvattenhantering behöver beaktas i stadsbyggnadsprocessens alla skeden.

För att uppnå de ovanstående målen säger Stockholms stads dagvattenstrategi bl.a. att i första hand ska åtgärder vidtas vid källan så dagvattnet inte förorenas. I andra hand ska dagvatten hanteras nära uppkomsten genom lokala dagvattenlösningar på kvartersmark och allmän mark. I tredje hand ska dagvatten renas i anläggningar. Det finns även

¹² Dagvattenhantering Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation, 2016

¹³ Stockholms stads dagvattenstrategi, 2015-03-09

särskilda riktlinjer för hur dagvatten från kvartersmark ska hanteras. Riktlinjerna ska tillämpas vid ny- och större ombyggnation i tät stadsbebyggelse. Riktlinjerna säger bl.a. att dagvatten från kvartersmark ska fördröjas och renas inom kvarteret. Anläggningarna ska klara att fördröja och rena dagvatten från regn som ger upp till **20 mm** nederbörd. Material som innehåller höga halter av zink, koppar och andra miljöfarliga ämnen ska undvikas. Exempel på sådana material är obehandlade förzinkade belysningsstolpar och tak- och avvattningssystem i koppar.

5. FLÖDES- OCH FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

5.1. Metod

För beräkning av dagvattenflöden och föroreningstransport från utredningsområdet har recipient- och dagvattenmodellen StormTac¹⁴ använts. Med hjälp av schablonhalter (uppmätta genom flödesproportionell provtagning) för olika typer av markanvändning ges en uppskattning av den förändring i föroreningsbelastning på recipienten som planerad exploatering innebär. Presenterade siffror ska dock inte användas som säkra värden utan visar tendensen till förändring som exploateringen innebär.

Flödes- och föroreningsberäkningar har utförts för planområdet med dagens markanvändning (nuläge) samt för planerad exploatering (planförslag) för att se skillnaden i flöden och föroreningsbelastning som exploateringen innebär. Föroreningsberäkningarna förutsätter att de första 20 mm regn leds in och fördröjs i föreslagna reningsanläggningar. En sådan lösning innebär att ca 90 % av årsnederbörden genomgår fördröjning och rening. I detta fall föreslås dagvattenåtgärder i form av växtbäddar, Gröna tak, planterings- och gräsytor med underliggande dräneringssystem samt ett dagvattenmagasin.

Flödesberäkningarna har utförts enligt Svenskt Vattens publikation P110. Med hänsyn till planområdets utformning med tät bostadsbebyggelse har ett regn med 20-års återkomsttid valts. En klimatkfaktor på 1,25 har använts för beräkningarna efter exploatering för att ta hänsyn till framtida klimatförändringar med intensivare regn.

För beräkning av flöden med hänsyn till att de första 20 mm regn fördröjs och renas används ett samband från Svenskt Vattens P110¹⁵. Sambandet ger att om man fördröjer de första 20 mm av ett regn med en återkomsttid på 10 år så ökar den dimensionerande varaktigheten för regnet med 15 min. D.v.s. om den dimensionerande varaktigheten från början är 10 minuter så blir den dimensionerande varaktigheten med fördröjningen av de första 20 mm $10 + 15 \text{ min} = 25 \text{ min}$. En längre varaktighet ger i sin tur en lägre regnintensitet och därmed ett mindre flöde.

Sammanfattningsvis

10-årsregnets dimensionerande varaktighet utan fördröjning = 10 minuter

10-årsregnets dimensionerande varaktighet med fördröjning = 25 minuter

5.2. Indata

Som indata till beräkningarna har situationsplaner, baskarta, sektioner och planskisser från byggherrarnas respektive arkitekter använts.

¹⁴ StormTac webbapplikation, version 18.3.2 (2018-11-26).

¹⁵ Figur 1.42, sid 32. Svenskt Vatten publikation P110.

5.2.1. Befintlig markanvändning

Markanvändningen för den befintliga situationen har angetts som skogsmark med en avrinningskoefficient på 0,2. Anledningen till att avrinningskoefficienten har höjts till 0,2 beror på den kraftiga höjdskillnaden och bristen av skogsliknande jordmån samt berg i dagen i delar av delavrinningsområden A och B i anslutning till kvarter A och kvarter B. Enligt den marktekniska undersökningsrapporten är stora delar utav planområdet dessutom utfyllt med varierande fyllnadsmassa av olika sort och fraktion. Planområdet består till viss del av berg i dagen. Markanvändningsfaktorn för skogsmark har ökat från 5.0 (standardvärde) till 7.0, eftersom detta skogsområde ligger i en central bebyggd miljö är skogsmarken troligtvis mer förorenad i jämförelse med en skogsmark utanför Stockholmsregionen med ett standardvärde på 5.0. StormTacs markanvändningsfaktorer utgår generellt från en skala mellan 0–10 där schablonhalten utgör standardvärdet 5.0. Kortfattat innebär detta att 0 = minimum schablonhalt, 10 = maximum schablonhalt.

Markanvändningsfaktorn kan inte ändras för alla markanvändningar. Detta beror på brist på data för att kunna få fram min- och maxhalter eller för att vissa markanvändnings schablonhalter är beräknade från antagna faktorer. I det här fallet är det möjligt att öka markanvändningsfaktorn eftersom intervallet i schablonhalterna har i StormTacs mer på samlad data från studier, databaser och undersökningar. Konsekvensen av att höja markanvändningsfaktorn innebär att skogsmarken får en mer verklighetstrogen föroreningsituation. Detta tas även i beaktande i beräkningar efter planförslagets genomförande gällande de delavrinningsområden som påverkar kvarter A och B.

5.2.2. Kompensationsfördröjning

Gemensamt för alla kvarter A-D är bristen på förgårdsmark vilket ger otillräckliga ytor att anlägga dagvattenåtgärder på kvartersmark för att omhänderta takdagvatten som avrinner mot Gamla Tyresövägen och Flygledargatan.

Under projektets gång har respektive byggherre för samtliga kvarter utrett möjligheten att utöka förgårdsmarken, alternativt att ha punktvisa indrag i fasaden för att ge plats åt dagvattenhantering. Det resulterade i att beräkningar utförs utifrån att de takytor som avrinner mot Gamla Tyresövägen och Flygledargatan kompensationsfördröjs inom respektive kvartersmark.

5.3. Resultat Flödesberäkningar

I Tabell 1 visas resultatet av flödesberäkningarna för ett regn med återkomsttid 20 år. Fördröjning och rening av det första 20 mm regn bidrar till längre dimensionerande varaktighet vilket ger minskande flöden från området efter exploatering (förutsatt att föreslagna fördröjningsåtgärder genomförs).

Anledningen till att differensen mellan varaktigheterna före och efter fördröjning inte är 15 min som vi ökat varaktigheten med beror på att när man räknar på flöden aldrig använder kortare varaktigheter än 10 min. Är varaktigheten kortare, avrundas tiden uppåt till 10 min. De dimensionerande varaktigheterna är ofta kortare än 10 min på små områden. I det här fallet adderas 15 min på varaktigheten och det blir totalt 25 min så är alltså varaktigheten egentligen 10 min.

Tabell 1. Total reducerad area, regnvaraktighet, regnintensitet samt dimensionerande flöde från planområden (Kv A- Kv D) för befintliga och framtida förhållanden (utan fördröjningsåtgärd samt med fördröjningsåtgärd).

| Scenario | Red.area (ha) | Varaktighet (min) | Klimatfaktor | Regn-intensitet (l/s, ha) | Flöde (l/s) |
|---------------------------------|---------------|-------------------|--------------|---------------------------|-------------|
| Bef. situation | 0,34 | 10 | 1 | 287 | 98 |
| Efter expl. (före fördröjning) | 0,61 | 10 | 1.25 | 359 | 220 |
| Efter expl. (efter fördröjning) | 0,61 | 25 | 1.25 | 205 | 126 |

Årsmedelflödet från hela planområdet (Kv A - Kv D) före exploatering beräknas vara ca 3130 m³/år. Efter exploatering har årsmedelflödet beräknats vara 4890 m³/år.

Årsmedelflödet för varje kvarter beräknas vara ca:

| | |
|-----------------------------------|------------------------------------|
| A (Före): 850 m ³ /år | A (Efter): 1100 m ³ /år |
| B (Före): 810 m ³ /år | B (Efter): 1200 m ³ /år |
| C1 (Före): 360 m ³ /år | C1 (Efter): 640 m ³ /år |
| C2 (Före): 420 m ³ /år | C2 (Efter): 750 m ³ /år |
| D (Före): 690 m ³ /år | D (Efter): 1200 m ³ /år |

Planerad exploatering medför att avrinningsområdet (Kvarter A-D) har en högre avrinningskoefficient än nuläget vilket gör att volymen vatten från hela planområdet ökar. Däremot med föreslagna fördröjande åtgärder medför att det momentana flödet mot recipienten Flaten minskar efter fördröjning.

I Tabell 2–7 presenteras resultatet av flödes- och fördröjningsvolymsberäkningar som ligger till grund för föroreningsberäkningarna. Flödesberäkningarna för befintlig situation utgår från ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet och en klimatfaktor på 1,0.

Planförslagets flödesberäkningar baseras på ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet före fördröjande åtgärder (20 mm), samt ett 20-årsregn med 25 minuters varaktighet efter fördröjande åtgärder (20 mm). Planförslagets flödes- och fördröjningsberäkningar har utgått från en markanvändning av typen ”flerfamiljehusområde” för Kv A, B, C2 och D med en avrinningskoefficient på 0,4 och skogsmark med en avrinningskoefficient på 0,2

för den befintliga situationen. För Kv C1 har ”skolområde” använts som markanvändning med en avrinningskoefficient på 0,5.

Tabell 2. Markanvändningen för planområdets befintliga situation.

| Markanvändning (Skogsmark) | Area (m ²) | Avr.koef (φ) | Reducerad Area (m ²) | Flöde (l/s) 20-årsregn, 10 minuter |
|-------------------------------------|------------------------|--------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Kv A | 2035 | 0,2 | 407 | 12 |
| Kv B | 2477 | 0,2 | 495 | 14 |
| Kv C1 | 1970 | 0,2 | 394 | 11 |
| Kv C2 | 2304 | 0,2 | 461 | 13 |
| Kv D | 3753 | 0,2 | 751 | 22 |
| Summa | 12 539 | | 2508 | 72 |
| *Delavrinningsområde A | 2623 | 0,2 | 525 | 15 |
| *Delavrinningsområde B | 1968 | 0,2 | 394 | 11 |
| Summa (delavrinningsområden) | 4591 | | 919 | 26 |
| Summa total | 17 130 | | 1767 | 98 |

**Två delavrinningsområden har identifierats. Delavrinningsområde A och B. Delavrinningsområde A och B består av en yta av skogsmark inom Skevrodsskogen som avrinner mot Kvarter A och Kvarter B. Dessa ytor beaktas i utredningen och ingår i flödes- och föroreningsberäkningar.*

I tabell 2–6 presenteras beräkningar över planområdets planerade situation för Kvarter A–D.

Tabell 3. Planförslagets markanvändning och delavrinningsområden för Kvarter A.

| Kvarter A | Area (m ²) | Avr.koef (φ) | Reducerad Area (m ²) | Åtgärdsnivå (0,02 m) | Fördröjningsvolym (m ³) | Flöde (l/s) Före fördröjning | Flöde (l/s) Efter fördröjning |
|-----------------------------------|------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Flerfamiljehusområde | 2035 | 0,4 | 814 | 0,02 | 16 | 29 | 17 |
| Delavrinningsområde A (skogsmark) | 2623 | 0,2 | 525 | 0,02 | 10 | 19 | 11 |
| Summa | 4658 | | 1076 | | 26 | 48 | 28 |

Takytan (Kvarter A) består totalt av 1157 m². Den del av takytan som behöver kompensationsfördröjas motsvarar ca 660 m². Detta ger en kompensationsfördröjningsvolym på 5,3 m³.

Tabell 4. Planförslagets markanvändning och delavrinningsområden för Kvarter B.

| Kvarter B | Area (m ²) | Avr.koef (φ) | Reducerad Area (m ²) | Åtgärdsnivå (0,02 m) | Förd-röjnings volym (m ³) | Flöde (l/s) Före fördröjning | Flöde (l/s) Efter fördröjning |
|------------------------------------|------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Flerfamiljehus-område | 2477 | 0,4 | 991 | 0,02 | 20 | 36 | 20 |
| Delavrinnings-område B (skogsmark) | 1968 | 0,2 | 394 | 0,02 | 8 | 14 | 8 |
| Summa | 4445 | | 1188 | | 28 | 50 | 28 |

Takytan (Kvarter B) består totalt av 1900 m². Den del av takytan som behöver kompensationsfördröjas är ca 990 m². Detta motsvarar en kompensationsfördröjningsvolym på 8 m³.

Tabell 5. Planförslagets markanvändning och delavrinningsområden för Kvarter C1.

| Kvarter C1 | Area (m ²) | Avr.koef (φ) | Reducerad Area (m ²) | Åtgärdsnivå (0,02 m) | Förd-röjnings volym (m ³) | Flöde (l/s) Före fördröjning | Flöde (l/s) Efter fördröjning |
|--------------|------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Skolområde | 1970 | 0,5 | 985 | 0,02 | 20 | 35 | 20 |
| Summa | 1970 | | 1970 | | 20 | 35 | 20 |

Tabell 6. Planförslagets markanvändning och delavrinningsområden för Kvarter C2.

| Kvarter C2 | Area (m ²) | Avr.koef (φ) | Reducerad Area (m ²) | Åtgärdsnivå (0,02 m) | Förd-röjnings volym (m ³) | Flöde (l/s) Före fördröjning | Flöde (l/s) Efter fördröjning |
|-----------------------|------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Flerfamiljehus-område | 2304 | 0,4 | 922 | 0,02 | 18 | 33 | 19 |
| Summa | 2304 | | 922 | | 18 | 33 | 19 |

Takytan (Kvarter C2) består totalt av 1383 m². Den del av takytan som behöver kompensationsfördröjas är ca 692 m². Detta motsvarar en kompensationsfördröjningsvolym på 5,5 m³.

Tabell 7. Planförslagets markanvändning och delavrinningsområden för Kvarter D.

| Kvarter D | Area (m ²) | Avr.koef (φ) | Reducerad Area (m ²) | Åtgärdsnivå (0,02 m) | Förd-röjnings volym (m ³) | Flöde (l/s) Före fördröjning | Flöde (l/s) Efter fördröjning |
|-----------------------|------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Flerfamiljehus-område | 3753 | 0,4 | 1501 | 0,02 | 30 | 54 | 31 |
| Summa | 3753 | | 1501 | | 30 | 54 | 31 |

Takytan (Gathuset Kvarter D) består totalt av 1635 m². Den del av takytan som behöver kompensationsfördröjas är ca 820 m². Detta motsvarar en kompensationsfördröjningsvolym på 6,5 m³. Parkhuset bedöms klara fördröjning och rening av takdagvatten utan kompensationsfördröja.

I tabell 8 har områdets samtliga kvarters flödes- och fördröjningsvolymsberäkningar sammanställts i en tabell för att övergripande kunna se resultatet av vilka flöden- och fördröjningsvolym som hela planområdet ger upphov till.

Tabell 8. Sammanslagen beräkning av flödes- och fördröjningsvolym som hela planområdet ger upphov till

| Kvarter A-D | Area (m ²) | Avr.koef (φ) | Reducerad Area (m ²) | Åtgärdsnivå (0,02 m) | Fördröjningsvolym (m ³) | Flöde (l/s) Före fördröjning | Flöde (l/s) Efter fördröjning |
|----------------------|------------------------|--------------|----------------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Flerfamiljehusområde | 10579 | 0,4 | 4231 | 0,02 | 85 | 152 | 87 |
| Skolområde | 1970 | 0,5 | 985 | 0,02 | 20 | 35 | 20 |
| Skogsmark | 4591 | 0,2 | 919 | 0,02 | 18 | 33 | 19 |
| Summa | 17444 | | 6134 | | 123 | 220 | 126 |

För att förhålla sig till åtgärdsnivån genom att fördröja det första 20 mm av nederbörden visar beräkningarna i tabell 8 att gemensamt för alla kvarter krävs en total fördröjningsvolym på 123 m³. För att även klara reningskraven kommer ytterligare fördröjningsvolym att erfordras, vilket beskrivs under kapitel 6. Den totala kompensationsfördröjningsvolymen för samtliga kvarter behöver 24 m³.

5.4. Resultat föroreningsberäkningar

Under kapitel 8.1 presenteras de föroreningsberäkningar som gjorts för respektive kvarter för ett medelår (medelnederbörd). Föroreningsberäkningarna är separerade kvartersvis (Kv A-D) i tabell 1–1 till 10–10. Nedan (tabell 9 och tabell 10) presenteras resultaten från de sammanslagna föroreningsberäkningar som gjorts för hela planområdet för ett medelår (medelnederbörd).

Resultatet för föroreningsberäkningarna över samtliga kvarter visar att belastningen efter reningsåtgärder inte överskrider med omfattningen av föreslagna reningsåtgärder med utgångspunkt från scenario 2. Takdagvatten är förhållandevis rent vilket bör därför inte påverka föroreningsberäkningarna avsevärt, utan istället flödet. Diskussionen kring scenario 1 och scenario 2 beskrivs tydligare under kapitel 6.

Tabell 9. Föroreningsbelastning (kg/år) från hela planområdet (Kvarter A-D) i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder

| Ämne | Nuläge [kg/år] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [kg/år] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [kg/år] |
|------|----------------|--|--|
|------|----------------|--|--|

| | | | |
|--------------------------|---------|----------|----------|
| Fosfor, P | 1,1E-01 | 9,0E-01 | 0,97E-01 |
| Kväve, N | 3,2 | 7,2 | 1,9 |
| Bly, Pb | 4,1E-02 | 6,4E-02 | 0,28E-02 |
| Koppar, Cu | 9,6E-02 | 11,5E-02 | 0,69E-02 |
| Zink, Zn | 7,8E-02 | 38,3E-02 | 1,8E-02 |
| Kadmium, Cd | 1,0E-03 | 2,7E-03 | 0,1E-03 |
| Krom, Cr | 1,4E-02 | 4,6E-02 | 0,41E-02 |
| Nickel, Ni | 1,4E-02 | 3,7E-02 | 0,2E-02 |
| Kvicksilver, Hg | 9,9E-05 | 12,0E-05 | 1,8E-05 |
| Suspenderat material, SS | 101 | 276 | 13 |
| Olja | 0,43 | 2,56 | 0,14 |
| PAH16 | 2,6E-04 | 21,3E-04 | 1,1E-04 |
| BaP | 2,6E-05 | 18,1E-05 | 0,91E-05 |
| PBDE 47 | 2,6E-06 | 2,8E-06 | 0,5E-06 |
| PBDE 99 | 2,7E-06 | 2,9E-06 | 0,5E-06 |
| PBDE 209 | 4,7E-05 | 7,3E-05 | 1,0E-05 |

Tabell 10. Koncentrationen (µg/l) av föroreningar i dagvattnet från hela planområdet (Kvarter A-D) i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder.

| Ämne | Nuläge [µg/l] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [µg/l] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [µg/l] |
|--------------------------|------------------|---|--|
| Fosfor, P | 180 | 960 | 106 |
| Kväve, N | 5000 | 7500 | 2110 |
| Bly, Pb | 65 | 65 | 3,2 |
| Koppar, Cu | 46 | 118 | 9 |
| Zink, Zn | 125 | 398 | 20 |
| Kadmium, Cd | 1,6 | 2,8 | 0,1 |
| Krom, Cr | 22 | 46 | 5 |
| Nickel, Ni | 23 | 39 | 2,1 |
| Kvicksilver, Hg | 0,16 | 0,12 | 0,02 |
| Suspenderat material, SS | 160 000 | 284 000 | 16 500 |
| Olja | 700 | 2670 | 154 |
| PAH16 | 0,4 | 2,2 | 0,12 |
| BaP | 0,04 | 0,19 | 0,01 |

| | | | |
|----------|----------|---------|----------|
| PBDE 47 | 4,1E-03 | 2,7E-03 | 0,6E-03 |
| PBDE 99 | 12,0E-03 | 2,9E-03 | 0,61E-03 |
| PBDE 209 | 7,5E-02 | 7,5E-02 | 1,5E-02 |

Resultatet visar att med en byggnation enligt planförslaget kommer föroreningsbelastningen från planområdets samtliga kvarter att minska för alla undersökta ämnen förutsatt att rening genomförs.

Resultaten av koncentrationen av föroreningar i dagvattnet från hela planområdet kommer att minska för samtliga undersökta ämnen. För recipienten är det mängden föroreningar som påverkar dess status (såvida inte föroreningskoncentrationerna är så höga att det blir toxiska, vilket inte är fallet).

5.4.1. Påverkan på miljökvalitetsnormer

I dagvatten är generellt omkring sex metaller vanligtvis rapporterade, bl.a. zink, koppar och bly följda av krom och nickel¹⁶. Förekomsten av krom är starkt kopplad till trafik men förekomsten av krom finns även i byggnadsmaterial och andra ytor¹⁷. Eftersom StormTacs beräkningar utgår från schablonhalter (uppmätta genom flödesproportionell provtagning) för olika typer av markanvändning ges därför en uppskattning av den förändring i föroreningsbelastningen på recipienten som planerad exploatering innebär. Det kan därför vara extra viktigt att se till att använda byggnadsmaterial med icke-/ eller låghaltigt innehåll av krom och andra metaller.

PAH16:s huvudsakliga lokala källor till spridning är framförallt från vedeldning, bilavgaser, bildäck samt utsläpp från industrier. Effekten av dessa polyaromatiska kolväten kan vara skadligt för djur, fiskar, alger och plankton. När man talar om föroreningar i dagvatten och dimensionering av reningsanläggningar använder man ofta från uttrycket ”first flush”. Begreppet härleds till att en större andel av föroreningarna kommer i början av ett avrinningstillfälle koncentreras (högre koncentration). Koncentrationen av föroreningarna avtar vartefter avrinningen fortgår.

Recipienten Flaten har enligt VISS inte uppnått god kemisk status med avseende på kvicksilver och PBDE (polybromerade difenyletrar). Därför har BaP (bens(a)pyren) och samtliga förekomster av PBDE redovisats i föroreningsberäkningarna. Flatens fysikaliska kemiska kvalitetsfaktorer för särskilt förorenade ämnen är idag goda med avseende på koppar och zink. Beräkningarna tyder därmed på att ett genomförande av planförslaget med föreslagna reningsåtgärder skulle innebära en liten förbättring för vattenförekomsten Flaten och möjligheterna att klara miljökvalitetsnormerna riskeras inte.

¹⁶ Föroreningar i dagvatten, Luleå Tekniska Universitet, Augusti 2017

¹⁷ Utredning av Föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten, 2010-12-16

6. FÖRESLAGEN DAGVATTENHANTERING

6.1. Princip för dagvattenhantering

Dagvatten från kvartersmark ska passera anläggning för rening och fördröjning innan utsläpp till det kommunala dagvattennätet. För att klara Stockholm stads riktlinjer på att fördröja de första 20 mm krävs en fördröjningsvolym på ca 123 m³ för hela planområdet (Kv A-D), se tabell 8. För att även klara reningskraven och att inte försämra möjligheten för recipienten Flaten att klara miljö kvalitetsnormerna krävs en större total fördröjningsvolym på totalt 327 m³. Under kapitel 6.2 beskrivs föreslagen dagvattenhantering för varje kvarter.

6.2. Kvartersvisa dagvattenåtgärder

Se Bilaga 1 för föreslagen placering av dagvattenåtgärder.

6.2.1. Dagvattenhantering - Kvarter A

Krossdike

Krossdike placeras för att avskilja ytligt avrinnande vatten från delavrinningsområde A att rinna in mot kvarteret. Krossdiket utformas med grov makadam av fraktion 32–64 mm på en total anläggningsyta om 86 m². Den totala anläggningsvolymen för krossdiket ska vara 34 m³ för att omhänderta till större delar vatten från delavrinningsområdet men kan också nyttjas för ytligt avrinnande vatten från kvarter A:s norra del innergård. Kupolbrunnar sätts i krossdikets lågpunkter där bräddavlopp ansluts till kvarterets förbindelsepunkt för dagvatten.

Syftet med att ha ett avskärande krossdike för både kvarter A och B är att förhindra ytligt avrinnande vatten från Skevrodsskogen även efter exploatering då topografin medför att ytligt avrinnande dagvatten annars kan tränga in hos kvarter A och B. Totalt behöver krossdiket vara 75 m³ (34 m³ för kvarter A samt 41 m³ för kvarter B räknat utifrån delavrinningsområden A och B). Krossdiket kan utföras sammanhängande eller sektionsvis med sammankopplade dräneringsledningar. Placeringen utav krossdiket måste utredas och bedömas då vissa platsspecifika förutsättningar kan avgöra dess placering och utformning. I ett fortsatt arbete är det viktigt att se till att träd, sprickor i berg samt omfattning av sprängningsarbete beaktas och undersöks för att finna den optimala placeringen och utformningen.

Exempelvis görs krossdiket sammanhängande på en sträcka om ca 105 m. Utförs krossdiket med ett djup på 0,85 m och en bredd på 0,85 med ett hållrum på 33 % ger detta en total volym på 75 m³ vilket avser storleken på krossdiket för både kvarter A och kvarter B.

Det är positivt om infartsvägen mellan kvarter A och B inte underbyggs av något sammanhängande parkeringsgarage. Detta möjliggör till ytterligare en yta för dagvattenhantering där exempelvis ett dagvattenmagasin kan placeras som både kvarter A och B kan nyttja. Enligt flödes- och föroreningsberäkningarna behövs inget

dagvattenmagasin för ytterligare fördröjning eller rening. Men om kvarterens förutsättningar för dagvattenåtgärder ändras under projektets gång är denna yta lämplig att beakta.

Växtbäddar

Växtbäddar placeras på innergården i anslutning till stuprörsutkastare från takavvattning. Växtbäddarna kan vara upphöjda alternativt nedsänkta mot bjälklaget. Där taket lutar mot allmän platsmark (norra och nordöstra delen) där ingen förgårdsmark går att tillhandahålla räknas därför denna volym in som kompensationsvolym i växtbäddarnas totala fördröjningsvolym. För att omhänderta innergårdens dagvatten från rörelseytor så som gångstråk kan dessa skevas mot nedsänkta växtbäddar/planteringslådor.

Om växtbäddarna har en nedsänkning på 0,2 m i förhållande till planteringslådan skapas en fördröjningsvolym på 18 m³ ovanpå växtbädden som sakta kan infiltrera ner. Tillsammans med ett jorddjup på 0,5 m med en tillgänglig porvolym på 15 % i växtbäddsjorden skapas en total volym på 26 m³.

Totalt krävs **26 m³** växtbäddar (utjämningsvolym) för växtbäddar i kvarter A på en yta om 90 m².

Översilningsyta ovan bjälklag

Innergårdens gräsbeklädda ytor bör utformas som översilningsytor ovan bjälklag, dräneringsledningar placeras med kupolbrunnar i lågpunkter strategiskt över innergårdens gräsytor för att sprida ut vattnet. Fördröjning och rening sker i jordfraktionen. Om jordfraktionen anläggs med 0,5 m ovan bjälklag med en porvolym på 15 % med en anläggningsyta på 150 m² en volym på **11,5 m³**. Kupolbrunnarna fungerar även som ett skydd mot stående vatten där bräddavlopp kopplas till förbindelsepunkten för dagvatten.

Total fördröjningsvolym Kvarter A (inklusive kompensationsfördröjning): **71,5 m³**.

6.2.2. Dagvattenhantering – Kvarter B

Krossdike

Likväl krossdiket för kvarter A krävs även ett avskärmande dike för kvarter B för att hindra dagvatten från delavrinningsområde B att rinna in på fastigheten. Krossdiket placeras för att avskilja ytligt avrinnande vatten från delavrinningsområde A att rinna in mot kvarteret. Krossdiket utformas med grov makadam av fraktion 32–64 mm. Den totala anläggningsvolymen för krossdiket ska vara **41 m³** för att omhänderta till större delar vatten från delavrinningsområde B men kan också nyttjas för ytligt avrinnande vatten från kvarter B:s norra del.

Växtbäddar

Växtbäddar placeras på innergården i anslutning till stuprörsutkastare från takdagvatten. Växtbäddarna kan vara upphöjda alternativt nedsänkta mot bjälklaget. Där taket lutar mot allmän platsmark (norra och nordöstra delen) där ingen förgårdsmark går att tillhandahålla räknas därför denna volym in som kompensationsvolym i växtbäddarnas totala fördröjningsvolym. För att omhänderta innergårdens dagvatten från rörelseytor så som gångstråk kan dessa skevas mot nedsänkta växtbäddar/planteringslådor. Mot gamla Tyresövägen finns 0,5 m förgårdsmark att tillgå, här kan växtbäddar placeras i anslutning till stuprörsutkastare.

Om växtbäddarna har en nedsänknings på 0,2 m i förhållande till planteringslådan skapas en fördröjningsvolym på 18 m³ ovanpå växtbädden som sakta kan infiltrera ner. Tillsammans med ett jorddjup på 0,5 m med en tillgänglig porvolym på 15 % i växtbäddsjorden skapas en total volym på 26 m³.

Totalt krävs **20 m³** växtbäddar (utjämningsvolym) för växtbäddar i kvarter A på en yta om 90 m².

Total fördröjningsvolym Kvarter B (inklusive kompensationsfördröjning): **61 m³**.

6.2.3. Dagvattenhantering – Kvarter C1

Växtbäddar

Upphöjda växtbäddar placeras runt skolbyggnaden i anslutning till stuprörsutkastare från takdagvatten. För att omhänderta skolgårdens dagvatten från rörelseytor så som gångstråk och öppna lekplatser kan dessa ytor skevas mot nedsänkta växtbäddar/planteringslådor.

Om växtbäddarna har en nedsänknings på 0,2 m i förhållande till planteringslådan skapas en fördröjningsvolym på 20 m³ ovanpå växtbädden som sakta kan infiltrera ner. Tillsammans med ett jorddjup på 0,5 m med en tillgänglig porvolym på 15 % i växtbäddsjorden skapas en total volym på 28 m³.

Totalt krävs **28 m³** växtbäddar (utjämningsvolym) för växtbäddar i kvarter C1 på en yta om 100 m².

Dagvattenmagasin

På skolgården bör bräddavloppslösningar installeras med dräneringsledning från nedsänkta växtbäddarna vilket ansluts mot ett mindre dagvattenmagasin. Dagvattenmagasinet bör placeras i den östra delen i närheten av vändplanen för att ansluta sitt bräddavlopp till förbindelsepunkten för dagvatten.

Dagvattenmagasinet kan anläggas med makadam med en hålrumsvolym på 33 %. Våt volymen kräver **18 m³**. Den totala anläggningsvolymen med angiven hålrumsvolym blir totalt 54,5 m³.

Total fördröjningsvolym Kvarter C1 (inklusive kompensationsfördröjning): **46 m³**.

6.2.4. Dagvattenhantering – Kvarter C2

Växtbäddar

Upphöjda växtbäddar placeras på innergården i anslutning till stuprörsutkastare från takdagvatten. Där taket lutar mot allmän platsmark där ingen förgårdsmark går att tillhandahålla räknas därför denna volym in som kompensationsvolym i växtbäddarnas totala fördröjningsvolym. För att omhänderta innergårdens dagvatten från rörelseytor så som gångstråk kan dessa ytor skevas mot nedsänkta växtbäddar/planteringslådor.

Om växtbäddarna har en nedsänkning på 0,2 m i förhållande till planteringslådan skapas en fördröjningsvolym på 32 m³ ovanpå växtbädden som sakta kan infiltrera ner. Tillsammans med ett jorddjup på 0,5 m med en tillgänglig porvolym på 15 % i växtbäddsjorden skapas en total volym på 43 m³.

Totalt krävs **43 m³** växtbäddar (utjämningsvolym) för växtbäddar i kvarter C2 på en yta om 160 m².

Dagvattenmagasin

En ytterligare fördröjnings- och reningsåtgärd föreslås i kvarterets norra del. Ett dagvattenmagasin med en våt volym på **16 m³** krävs. Förslagsvis anläggs ett dagvattenmagasin med permanentvattenyta för att tillhandahålla den reningseffekt som kvarteret kräver. Det krävs då att magasinet har en permanentvattenyta för att tillåta partikelbundna föroreningar att sedimentera under längre tid. Den permanenta vattenytan gör också att partiklarna som sediment, stannar kvar på botten och uppvirvlingseffekter undviks om den görs tillräckligt djup. Fördelen med ett dagvattenmagasin med permanentvattenyta är att den kräver mindre anläggningsvolym än ett krossmagasin/stenkista. Ett krossmagasin med en hålrumsvolym på 33 % kräver en anläggningsvolym på 48,5 m³. Ett dagvattenmagasin från exempelvis Ecovault med en våt volym på 16 m³ kräver en anläggningsvolym på ca 20 m³.

Kv. C2 har idag ingen eller liten föreslagen remsa förgårdsmark mot Gamla Tyresövägen. Det krävs ca 5,5 m³ växtbäddsvolym för att omhänderta takdagvatten med lutning mot Gamla Tyresövägen och infartsvägen.

Total fördröjningsvolym Kvarter C2 (inklusive kompensationsfördröjning): **59 m³**.

6.2.5. Dagvattenhantering – Kvarter D

Växtbäddar

Upphöjda växtbäddar placeras på innergården i anslutning till stuprörsutkastare från takdagvatten. Där taket lutar mot allmän platsmark där ingen förgårdsmark går att tillhandahålla räknas därför denna volym in som kompensationsvolym i växtbäddarnas totala fördröjningsvolym. För att omhänderta innergårdens dagvatten från rörelseytor så

som gångstråk kan dessa ytor skevas mot nedsänkta växtbäddar/planteringslådor på innergårdens gräsytor.

Om växtbäddarna har en nedsänkning på 0,2 m i förhållande till planteringslådan skapas en fördröjningsvolym på 37 m³ ovanpå växtbädden som sakta kan infiltrera ner. Tillsammans med ett jorddjup på 0,5 m med en tillgänglig porvolym på 15 % i växtbäddsjorden skapas en total volym på 51 m³.

Totalt krävs **51 m³** växtbäddar (utjämningsvolym) för växtbäddar i kvarter D på en yta om 185 m².

Översilningsyta ovan bjälklag

Gräsytor på innergården ovan bjälklag kan nyttjas för dagvattenhantering. Eftersom vattnet inte kan infiltrera marken mer än det jorddjup som läggs ovan bjälklag, placeras dräneringsledningar med kupolbrunnar i konstruerade lågpunkter strategiskt över innergården likt ett Savaq-system som beskrivs ytterligare i kapitel 6.6.2. Fördröjning och rening sker i jordfraktionen. Om jordfraktionen anläggs med 0,7 m ovan bjälklag med en porvolym på 15 % och en anläggningsyta på 150 m² ger detta en volym på **11,5 m³**.

Dagvattenmagasin

En ytterligare fördröjnings- och reningsåtgärd föreslås i kvarterets norra del. Ett dagvattenmagasin med en våt volym på **25 m³** krävs. Förslagsvis anläggs ett dagvattenmagasin med permanentvattenyta för att tillhandahålla den reningseffekt som kvarteret kräver. Det krävs då att magasinet har en permanentvattenyta för att tillåta partikelbundna föroreningar att sedimentera under längre tid. Den permanenta vattenytan gör också att partiklarna som sediment, stannar kvar på botten och uppvirvlingseffekter undviks om den görs tillräckligt djup. Ämnen som renas i ett magasin är generellt fosfor, metaller och partikelbundna oljeföreningar. Fördelen med ett dagvattenmagasin med permanentvattenyta är att den kräver mindre anläggningsvolym än ett krossmagasin/stenkista. Ett krossmagasin med en hållrumsvolym på 33 % kräver en anläggningsvolym på 82 m³.

Total fördröjningsvolym Kvarter D (inklusive kompensationsfördröjning): **88 m³**.

6.3. Höjdsättning

För att föreslagen dagvattenhantering ska fungera är det viktigt att samtliga kvarter/innergårdar höjdsätts så att föreslagen dagvattenhantering inte omöjliggörs. Höjdsättningen är även viktig för att avleda ytligt avrinnande dagvatten från större regn än vad dagvattenåtgärderna är dimensionerade för att inte orsaka skada på byggnader. Se Avvattningsplan (Bilaga 1) för föreslagen höjdsättning.

6.4. Skyfallshantering

Vid extrem nederbörd, så som till exempel ett 100-årsregn med klimatfaktor kommer det att regna så mycket och så intensivt att kapaciteten av dagvattenanläggningarna och

ledningsnätet är otillräckligt. Vatten kan därför bli stående inne på kvartersmark. Detta är kopplat till hur höjdsättningen av innergårdarna och kvartersmark görs för att förhindra stående vatten och skapa en sekundär avrinningsväg för dagvattnet under kraftig nederbörd. Om möjligt, är det också viktigt att samtliga kvarters färdiga golv läggs på en högre nivå än gatan för att minska risken för översvämning. Entréer, ingångar till källare, och garagenedfarter bör, där det är möjligt förses med trösklar eller lutning mot gata. För garagenedfarterna är trösklar ingen åtgärd. Här bör man istället se till att anslutning till garagenedfart skevar mot gatan. Om höjdsättning sker enligt avvattningsplanen (bilaga 1) kommer inga skador ske på byggnader.

6.5. Under byggskedet

Under byggnation förekommer mycket suspenderat material och föroreningar i dagvattnet och länshållningsvattnet. För att inte riskera att recipienten påverkas negativt är dagvattenhanteringen, framförallt genom sedimentering, viktig att ta hänsyn till vid byggstart. Allt länshållningsvatten ska därför under pågående byggnation och iordningställande renas innan det når recipient eller kopplas till ledningsnätet. Anmälan ska upprättas av upphandlade entreprenörer och i god tid före markarbeten påbörjas.

6.6. Exempel på utformning av anläggningar

6.6.1. Växtbäddar

Växtbäddar bör bestå av växter som tål både torka och stående vatten under korta perioder. Växtbäddarnas syfte är att fördröja och rena dagvattnet. Rening av dagvatten sker genom sedimentering och växtupptag. För att kunna leda in vatten ytligt är växtbäddarna ofta nedsänkta. Detta möjliggör också en fördröjningsvolym ovanpå växtbädden där vatten kan uppehållas vid kraftigare regn innan det tillåts infiltrera vidare genom anläggningen.

Utöver fördelen de utgör som enkel dagvattenåtgärd bidrar de också med estetiska värden för boende på fastigheten och möjlighet till ökad biologisk mångfald i stadsmiljö. Växtbäddar kan med fördel placeras i direkt anslutning till byggnader för att möjliggöra att stuprör leds direkt till anläggningen men kräver dränering för att säkerställa att byggnadens grundläggning inte påverkas av stående vatten.



Figur 14. Principskiss över en växtbädd med stuprörsanslutning och bräddutlopp.



Figur 15. Inspirationsbilder i gatumiljö, Tyresö kommun i bilden till vänster. Nedsänkt växtbädd i kvartersmiljö från Malmö Stad i bilder till höger.

6.6.2. Dräneringssystem ovan bjälklag

Innergårdar med gräsytor ovan bjälklag kan ett större nät av dräneringsledningar anläggas. Exempelvis kan ett Savaq-system anläggas, ett kapillärt bevattningssystem som leder vatten till planteringsytor. Vattnet evaporeras, tas upp och och transpireras till

växtligheten samt fördröjs i de magasin som planteringsjorden och Savaq-systemen utgör. Systemet håller 15 liter vatten/ längdmeter (vid dimension 160 mm).



Figur 16. Exempelbilder på ett SAVAQ-system¹⁸

6.6.3. Dagvattenmagasin

Ett dagvattenmagasin anläggs under mark för att samla upp, fördröja och rena dagvattnet genom sedimentering. Det krävs då att magasinet har en permanentvattenyta för att tillåta partikelbundna föroreningar att sedimentera. Ämnen som renas i ett magasin är generellt fosfor, metaller och partikelbundna oljeföreningar. Regn som faller över städer leds ofta via dagvattenbrunnar och dagvattenledningar under mark till reningsanläggningar eller till närliggande recipienter.

Fördelen med ett fördröjningsmagasin är att vattnet kan samlas upp och fördröjas i ett magasin då utloppet är placerat högre än magasinets botten, detta gör att föroreningarna stannar kvar i magasinet. Det renade dagvattnet kan ledas och kopplas till befintligt dagvattennät i gata eller till infiltrationsyta. Exempelvis kan ett dagvattenmagasin med dess huvudsakliga uppgift, fördröjning, anläggas och konstrueras i olika typer av material och former. Ett exempel är dagvattenkassetter (med 96 % hållrum) anläggas under mark och konstrueras enligt det platsspecifika utrymmesbehovet. Ytterligare exempel är rörmagasin, som egentligen är större dimensionerade dagvattenledningar med svagt fall vilket skapar en buffert av dagvatten med strypt utlopp vilket begränsar flödet till anslutande ledning.

Ett annat exempel på ett dagvattenmagasin med permanentvattenyta vilket också tillgodoser en viss reningsgrad är exempelvis EcoVault. Detta magasin är en större betongkammare med en hög reningseffekt avseende partiklar, olja och lösa ämnen. Magasinet är utrustat med ett filterpaket där filtermaterialet kan anpassas efter de ämnen som är viktigast att reducera. Fördelen med denna konstruktion är att den har en hög reningseffektivitet, utrymmeseffektiv, hög flödeskapacitet och kostnadseffektiva¹⁹.

Ett annat exempel på ett dagvattenmagasin är ett krossmagasin/stenkista med en grov makadamfraktion (16–32/32–64). Detta magasin kräver ingen permanentvattenyta, men

¹⁸ Savaq Irrigation System

¹⁹ Seka Miljöteknik AB. 2019-05-19

kräver en större anläggningsvolym då hålrumsvolymer är 33 %. Ett sandfång bör placeras uppströms krossmagasinet för att minska och reducera sedimentationen i magasinet. Sandfånget bör utformas så det enkelt kan tömmas från sediment. Det är viktigt att kontrollera detta sandfång minst 1–2 gånger årligen, dels för att kontrollera att det flödar vatten till magasinet dels för att kontrollera sandfångets nivå. Fördelen med ett krossmagasin/Stenkista är att det är en ekonomiskt bra lösning samtidigt som den tillhandahåller fördröjning av dagvatten och reducerar därmed partikelbundna föroreningar.



Figur 17. Exempelbild på dagvattenkassetter och dess konstruktion.



Figur 18. Exempelbild på Ecovault dagvattenmagasin. Bild från: Seka Miljöteknik AB.

6.7. Materialval

En viktig princip vid planering av nyexploateringar är att undvika uppkomst av föroreningar som sprids med dagvattnet. Materialvalen kan ha stor påverkan på föroreningsinnehållet i dagvatten. Att undvika koppartak, förzinkad utrustning, överdriven gödsling och biltvätt på tomten eller gatan kan ge betydande effekter.

Många av föroreningar i dagvatten kommer från byggnadsmaterial. En minska användning av miljöfarliga ämnen i olika typer av material, varor och kemiska produkter kan sänka föroreningsbelastningen. Det är särskilt viktigt att se till att färg, fogmassor, isoleringsmaterial och tak- och fasadmaterial inte innehåller ämnen som genom läckage eller korrosion kan hamna i dagvatten²⁰.

6.8. Under byggskedet

Under byggnation förekommer mycket suspenderat material och föroreningar i dagvattnet. Sprängning genererar kvävehaltigt vatten och byggtrafik oljespill och suspenderat material. För att inte riskera att recipienterna påverkas negativt är dagvattenhanteringen, framförallt genom sedimentering, viktig att ta hänsyn till vid byggstart. Att anlägga föreslagna anläggningar för rening tidigt i processen är en viktig åtgärd.

7. FORTSATT ARBETE

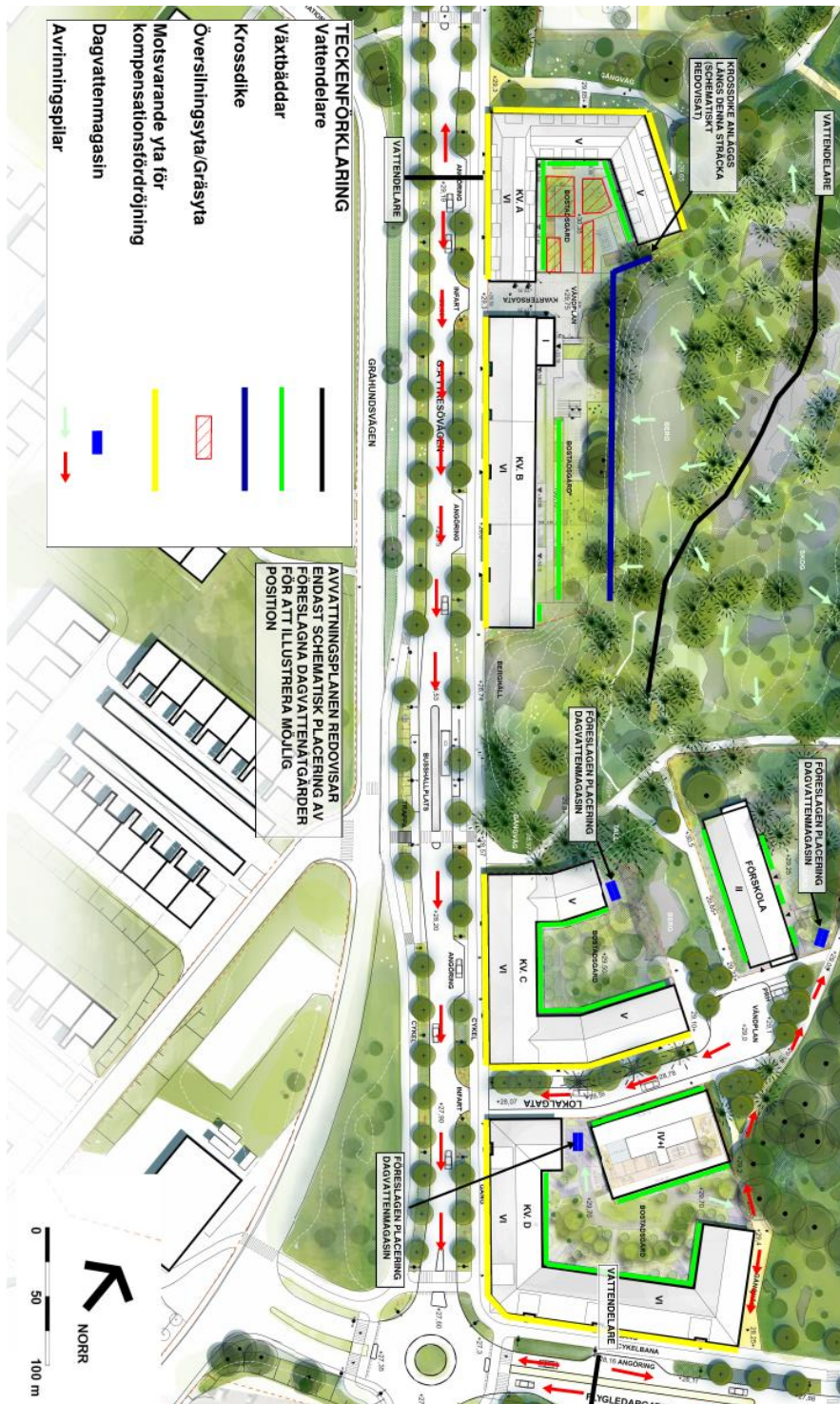
I det fortsatta plan- och projekteringsarbetet är det viktigt med ett tätt samarbete mellan landskapsarkitekt och dagvattenprojektör för att säkerställa att höjdsättning och omfattning av hårdgjorda ytor respektive grönytor samverkar för en så bra dagvattenhantering som möjligt. Ett genomtänkt val av växter till växtbäddar och andra anläggningar bör göras med hänsyn till fluktuationen av vattentillgång och önskat växtupptag av förorenade ämnen. Det är också viktigt att skötselplan tas fram för drift och underhåll av föreslagna anläggningar.

²⁰ Dagvattenhantering för riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse, Stockholm Stad – 2016.

8. BILAGOR

8.1. Bilaga 1 – Avvattningsplan

Bilaga 1 – Avvattningsplan bifogas även separat (A3)



8.2. Föroreningsberäkningar KV A-D

8.2.1. Föroreningsberäkningar Kvarter A

Tabell 1-1. Föroreningsbelastning (kg/år) från Kvarter A i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder.

| Ämne | Nuläge [kg/år] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [kg/år] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [kg/år] |
|-----------------------------|-------------------|--|---|
| Fosfor, P | 0,03 | 0,15 | 0,03 |
| Kväve, N | 0,9 | 1,5 | 0,4 |
| Bly, Pb | 110E-04 | 150E-04 | 7,30E-04 |
| Koppar, Cu | 7,8E-03 | 22E-03 | 2,1E-03 |
| Zink, Zn | 21E-03 | 70E-03 | 3,5E-03 |
| Kadmium, Cd | 28E-05 | 55E-05 | 2,7E-05 |
| Krom, Cr | 37E-04 | 88E-04 | 9,2E-04 |
| Nickel, Ni | 38E-04 | 76E-04 | 3,8E-04 |
| Kvicksilver, Hg | 27E-06 | 30E-06 | 6,6E-06 |
| Suspenderat material, SS | 27 | 56 | 2,8 |
| Olja | 0,12 | 0,46 | 0,02 |
| PAH16 | 7,0E-05 | 37E-05 | 1,9E-05 |
| BaP | 7,0E-06 | 32E-06 | 1,6E-06 |
| PBDE 47 | 7,0E-07 | 7,2E-07 | 1,1E-07 |
| PBDE 99 | 7,4E-07 | 7,7E-07 | 1,2E-07 |
| PBDE 209 | 1,3E-05 | 1,7E-05 | 0,3E-05 |

Tabell 2-2. Koncentrationen (µg/l) av föroreningar i dagvattnet från Kvarter A i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder.

| Ämne | Nuläge [µg/l] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [µg/l] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [µg/l] |
|------------|------------------|---|--|
| Fosfor, P | 36 | 130 | 24 |
| Kväve, N | 1000 | 1300 | 320 |
| Bly, Pb | 13 | 13 | 0,7 |
| Koppar, Cu | 9,2 | 19 | 2,0 |
| Zink, Zn | 25 | 62 | 3,1 |

| | | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|
| Kadmium, Cd | 0,32 | 0,48 | 0,02 |
| Krom, Cr | 4,3 | 7,8 | 0,8 |
| Nickel, Ni | 4,5 | 6,7 | 0,3 |
| Kvicksilver, Hg | 0,03 | 0,03 | 0,006 |
| Suspenderat material, SS | 32 000 | 49 000 | 2400 |
| Olja | 140 | 410 | 20 |
| PAH16 | 0,08 | 0,33 | 0,020 |
| BaP | 8,2E-03 | 28E-03 | 1,4E-03 |
| PBDE 47 | 82E-05 | 64E-05 | 9,9E-05 |
| PBDE 99 | 8,7E-04 | 6,8E-04 | 1,1E-04 |
| PBDE 209 | 0,020 | 0,020 | 0,002 |

8.2.2. Föroreningsberäkningar Kvarter B

Tabell 3-3. Föroreningsbelastning (kg/år) från Kvarter B i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder.

| Ämne | Nuläge [kg/år] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [kg/år] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [kg/år] |
|-----------------------------|-------------------|--|---|
| Fosfor, P | 0,03 | 0,18 | 0,03 |
| Kväve, N | 0,8 | 1,6 | 0,5 |
| Bly, Pb | 0,0100 | 0,0200 | 0,0008 |
| Koppar, Cu | 0,08 | 0,020 | 0,002 |
| Zink, Zn | 0,02 | 0,08 | 0,004 |
| Kadmium, Cd | 26E-05 | 59E-05 | 3,0E-05 |
| Krom, Cr | 35E-04 | 98E-04 | 5,4E-04 |
| Nickel, Ni | 37E-04 | 83E-04 | 4,1E-04 |
| Kvicksilver, Hg | 26E-06 | 29E-06 | 5,1E-06 |
| Suspenderat material, SS | 26 | 61 | 3,0 |
| Olja | 0,11 | 0,53 | 0,03 |
| PAH16 | 6,7E-05 | 44E-05 | 2,2E-05 |
| BaP | 6,7E-06 | 38E-06 | 1,90E-06 |
| PBDE 47 | 67E-08 | 70E-08 | 8,1E-08 |
| PBDE 99 | 71E-08 | 75E-08 | 8,6E-08 |
| PBDE 209 | 12E-06 | 17E-06 | 2,0E-06 |

Tabell 4-4. Koncentrationen ($\mu\text{g/l}$) av föroreningar i dagvattnet från Kvarter B i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder.

| Ämne | Nuläge [$\mu\text{g/l}$] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [$\mu\text{g/l}$] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [$\mu\text{g/l}$] |
|--------------------------|-------------------------------|--|---|
| Fosfor, P | 36 | 150 | 36 |
| Kväve, N | 1000 | 1400 | 400 |
| Bly, Pb | 13 | 13 | 0,64 |
| Koppar, Cu | 9,2 | 21 | 3,1 |
| Zink, Zn | 25 | 69 | 3,5 |
| Kadmium, Cd | 0,32 | 0,51 | 0,03 |
| Krom, Cr | 4,3 | 8,5 | 1,2 |
| Nickel, Ni | 4,5 | 7,1 | 0,41 |
| Kviksilver, Hg | 0,03 | 0,03 | 0,006 |
| Suspenderat material, SS | 32 000 | 52 000 | 4500 |
| Olja | 140 | 460 | 23 |
| PAH16 | 0,08 | 0,40 | 0,02 |
| BaP | 8,2E-03 | 32E-03 | 2,1E-03 |
| PBDE 47 | 8,2E-04 | 6,0E-04 | 1,4E-04 |
| PBDE 99 | 8,7E-03 | 6,4E-04 | 1,5E-04 |
| PBDE 209 | 0,015 | 0,015 | 0,0034 |

8.2.3. Föroreningsberäkningar Kvarter C1

Tabell 5-5. Föroreningsbelastning (kg/år) från Kvarter C1 i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder.

| Ämne | Nuläge [kg/år] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [kg/år] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [kg/år] |
|-------------|------------------------------|---|--|
| Fosfor, P | 13E-02 | 17E-02 | 1,3E-02 |
| Kväve, N | 4,4E-01 | 10E-01 | 3,1E-01 |
| Bly, Pb | 55E-04 | 82E-04 | 4,1E-04 |
| Koppar, Cu | 3,9E-03 | 17E-03 | 1,1E-03 |
| Zink, Zn | 11E-03 | 57E-03 | 2,80E-03 |
| Kadmium, Cd | 12E-05 | 38E-05 | 1,9E-05 |
| Krom, Cr | 15E-04 | 66E-04 | 7,4E-04 |

| | | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|
| Nickel, Ni | 16E-04 | 53E-04 | 3,3E-04 |
| Kvicksilver, Hg | 11E-06 | 17E-06 | 2,6E-06 |
| Suspenderat material, SS | 12 | 39 | 2,1 |
| Olja | 0,05 | 39 | 0,03 |
| PAH16 | 3,5E-05 | 32E-05 | 1,6E-05 |
| BaP | 3,0E-06 | 2,7E-06 | 1,4E-06 |
| PBDE 47 | 30E-08 | 32E-08 | 8,1E-08 |
| PBDE 99 | 31E-08 | 35E-08 | 8,8E-08 |
| PBDE 209 | 5,4E-06 | 9,6E-06 | 2,4E-06 |

Tabell 6-6. Koncentrationen (µg/l) av föroreningar i dagvattnet från Kvarter C1 i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder.

| Ämne | Nuläge [µg/l] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [µg/l] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [µg/l] |
|--------------------------|------------------|---|--|
| Fosfor, P | 36 | 260 | 21 |
| Kväve, N | 1000 | 1600 | 490 |
| Bly, Pb | 13 | 13 | 0,6 |
| Koppar, Cu | 9,2 | 26 | 1,8 |
| Zink, Zn | 25 | 89 | 4,4 |
| Kadmium, Cd | 0,32 | 0,59 | 0,03 |
| Krom, Cr | 4,3 | 10 | 1,2 |
| Nickel, Ni | 4,5 | 8,3 | 0,5 |
| Kvicksilver, Hg | 0,030 | 0,030 | 0,004 |
| Suspenderat material, SS | 32 000 | 61 000 | 3400 |
| Olja | 140 | 600 | 46 |
| PAH16 | 0,08 | 0,51 | 0,03 |
| BaP | 8,2E-03 | 43E-03 | 2,2E-03 |
| PBDE 47 | 8,2E-04 | 5,0E-04 | 1,3E-04 |
| PBDE 99 | 8,7E-04 | 5,4E-04 | 1,4E-04 |
| PBDE 209 | 0,015 | 0,015 | 0,004 |

8.2.4. Föroreningsberäkningar Kvarter C2

Tabell 7-7. Föroreningsbelastning (kg/år) från Kvarter C2 i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder

| Ämne | Nuläge [kg/år] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [kg/år] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [kg/år] |
|-----------------------------|-------------------|--|---|
| Fosfor, P | 1,5E-02 | 15E-02 | 0,77E-02 |
| Kväve, N | 4,4E-01 | 12E-01 | 3,0E-01 |
| Bly, Pb | 55E-04 | 96E-04 | 4,8E-04 |
| Koppar, Cu | 39E-04 | 2,0E-04 | 9,8E-04 |
| Zink, Zn | 11E-03 | 66E-03 | 3,3E-03 |
| Kadmium, Cd | 14E-05 | 44E-05 | 2,2E-05 |
| Krom, Cr | 18E-04 | 77E-04 | 7,8E-04 |
| Nickel, Ni | 19E-04 | 62E-04 | 3,1E-04 |
| Kvikksilver, Hg | 13E-06 | 17E-06 | 2,0E-06 |
| Suspenderat material, SS | 1,4E+01 | 4,6E+01 | 0,23E+01 |
| Olja | 5,7E-02 | 45E-02 | 2,6E-02 |
| PAH16 | 3,5E-05 | 38E-05 | 1,9E-05 |
| BaP | 3,5E-06 | 32E-06 | 1,6E-06 |
| PBDE 47 | 37E-08 | 37E-08 | 7,6E-08 |
| PBDE 99 | 37E-08 | 41E-08 | 8,3E-08 |
| PBDE 209 | 63E-07 | 110E-07 | 0,23E-07 |

Tabell 8-8. Koncentrationen (µg/l) av föroreningar i dagvattnet från Kvarter C2 i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder.

| Ämne | Nuläge [µg/l] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [µg/l] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [µg/l] |
|-------------|------------------|---|--|
| Fosfor, P | 36 | 210 | 10 |
| Kväve, N | 1000 | 1600 | 410 |
| Bly, Pb | 13 | 13 | 0,6 |
| Koppar, Cu | 9,2 | 26 | 1,3 |
| Zink, Zn | 25 | 89 | 4,4 |
| Kadmium, Cd | 0,32 | 0,59 | 0,03 |
| Krom, Cr | 4,3 | 10 | 1,0 |

| | | | |
|--------------------------|---------|---------|---------|
| Nickel, Ni | 4,5 | 8,3 | 0,4 |
| Kvicksilver, Hg | 0,032 | 0,022 | 0,003 |
| Suspenderat material, SS | 32 000 | 61 000 | 3100 |
| Olja | 140 | 600 | 35 |
| PAH16 | 0,08 | 0,51 | 0,03 |
| BaP | 0,008 | 0,04 | 0,002 |
| PBDE 47 | 8,2E-04 | 5,0E-04 | 1,0E-04 |
| PBDE 99 | 8,7E-04 | 5,4E-04 | 1,1E-04 |
| PBDE 209 | 0,015 | 0,015 | 0,003 |

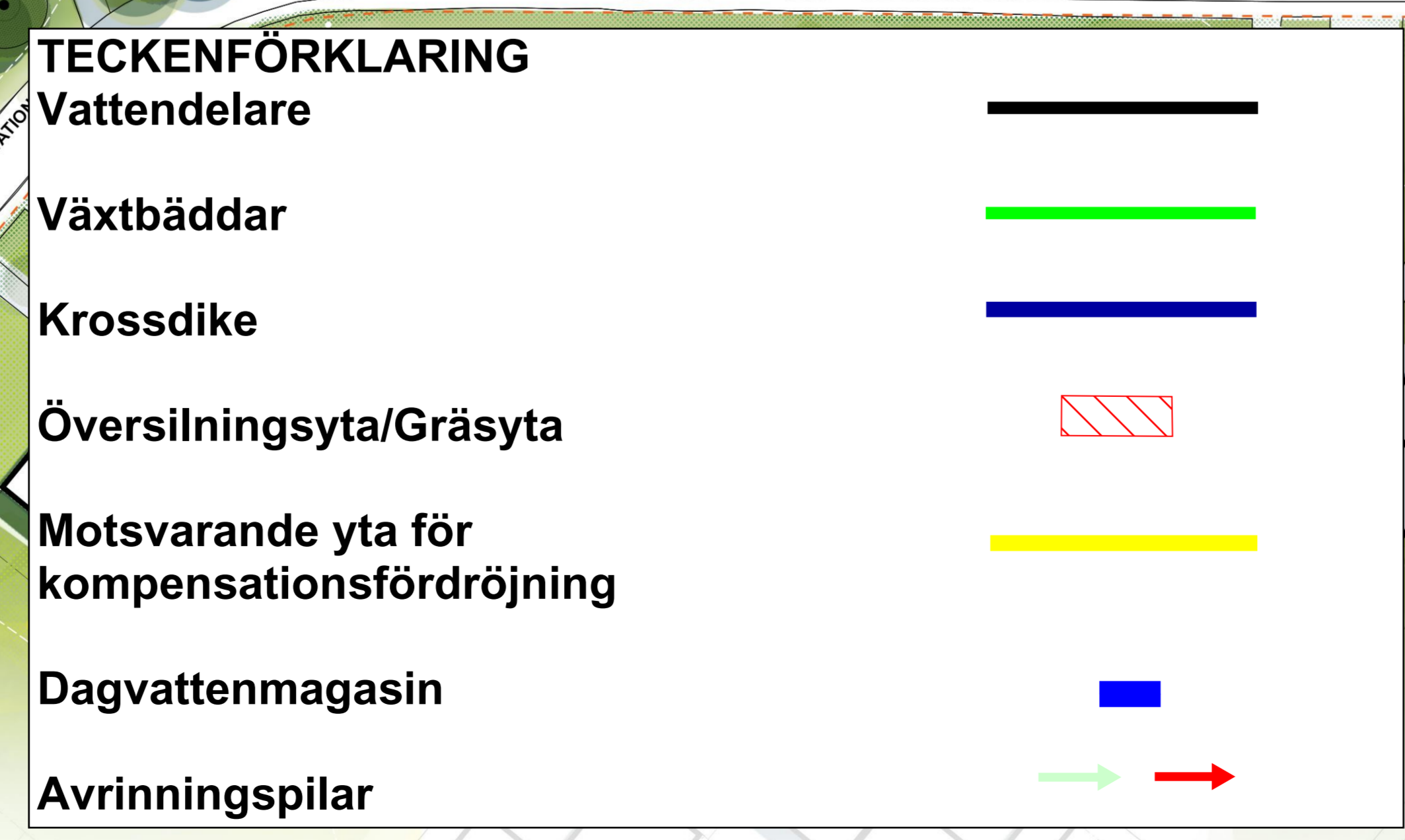
8.2.5. Föroreningsberäkningar Kvarter D

Tabell 9-9. Föroreningsbelastning (kg/år) från Kvarter D i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder

| Ämne | Nuläge [kg/år] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [kg/år] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [kg/år] |
|-----------------------------|-------------------|--|---|
| Fosfor, P | 2,5E-02 | 25E-02 | 1,9E-02 |
| Kväve, N | 7,1E-01 | 19E-01 | 6,0E-01 |
| Bly, Pb | 90E-04 | 160E-04 | 7,8E-04 |
| Koppar, Cu | 6,3E-03 | 32E-03 | 1,6E-03 |
| Zink, Zn | 17E-03 | 110E-03 | 5,4E-03 |
| Kadmium, Cd | 22E-05 | 72E-05 | 3,6E-05 |
| Krom, Cr | 30E-04 | 130E-04 | 9,3E-04 |
| Nickel, Ni | 31E-04 | 100E-04 | 5,1E-04 |
| Kvicksilver, Hg | 22E-06 | 27E-06 | 3,9E-06 |
| Suspenderat material, SS | 2,2E+01 | 7,4E+01 | 0,37E+01 |
| Olja | 9,3E-02 | 73E-02 | 3,7E-02 |
| PAH16 | 5,6E-05 | 62E-05 | 3,1E-05 |
| BaP | 5,6E-06 | 52E-06 | 2,6E-06 |
| PBDE 47 | 5,6E-07 | 6,1E-07 | 1,1E-07 |
| PBDE 99 | 6,0E-07 | 6,6E-07 | 1,2E-07 |
| PBDE 209 | 1,0E-05 | 1,8E-05 | 0,3E-05 |

Tabell 10-10. Koncentrationen (µg/l) av föroreningar i dagvattnet från Kvarter D i nuläget och efter exploatering med föreslagna reningsåtgärder.

| Ämne | Nuläge [µg/l] | Planförslag (utan reningsåtgärder) [µg/l] | Planförslag (med föreslagna reningsåtgärder) [µg/l] |
|--------------------------|------------------|---|--|
| Fosfor, P | 36 | 210 | 15 |
| Kväve, N | 1000 | 1600 | 490 |
| Bly, Pb | 13 | 13 | 0,6 |
| Koppar, Cu | 9,2 | 26 | 1,3 |
| Zink, Zn | 25 | 89 | 4,4 |
| Kadmium, Cd | 0,30 | 0,60 | 0,03 |
| Krom, Cr | 4,3 | 10 | 0,8 |
| Nickel, Ni | 4,5 | 8,3 | 0,4 |
| Kvicksilver, Hg | 0,030 | 0,020 | 0,003 |
| Suspenderat material, SS | 32 000 | 61 000 | 3100 |
| Olja | 140 | 600 | 30 |
| PAH16 | 0,08 | 0,51 | 0,03 |
| BaP | 0,008 | 0,040 | 0,002 |
| PBDE 47 | 82E-05 | 50E-05 | 8,9E-05 |
| PBDE 99 | 87E-05 | 54E-05 | 9,7E-05 |
| PBDE 209 | 0,015 | 0,015 | 0,003 |



A map of the study area showing the coastline of the North Sea. A dashed line indicates the coastline. A black arrow points to the location of the study site, labeled 'NORR'. A scale bar at the bottom indicates distances of 0, 50, and 100 m.