

JUNI 2021
TYRESÖ KOMMUN

DAGVATTENUTREDNING

WÄTTINGEBACKEN, OMRÅDE A, B OCH C



JUNI 2021
TYRESÖ KOMMUN

DAGVATTENUTREDNING

WÄTTINGEBACKEN, OMRÅDE A, B OCH C

PROJEKTNR.

A114743

DOKUMENTNR.

A114743-04-05-UTR-001

VERSION

2.0

UTGIVNINGSDATUM

2021-06-02

BESKRIVNING

Dagvattenutredning

UTARBETAD

Kristina Lundgren

GRANSKAD

Hanna Lundquist

GODKÄND

Rebecka Jenryd

INNEHÅLL

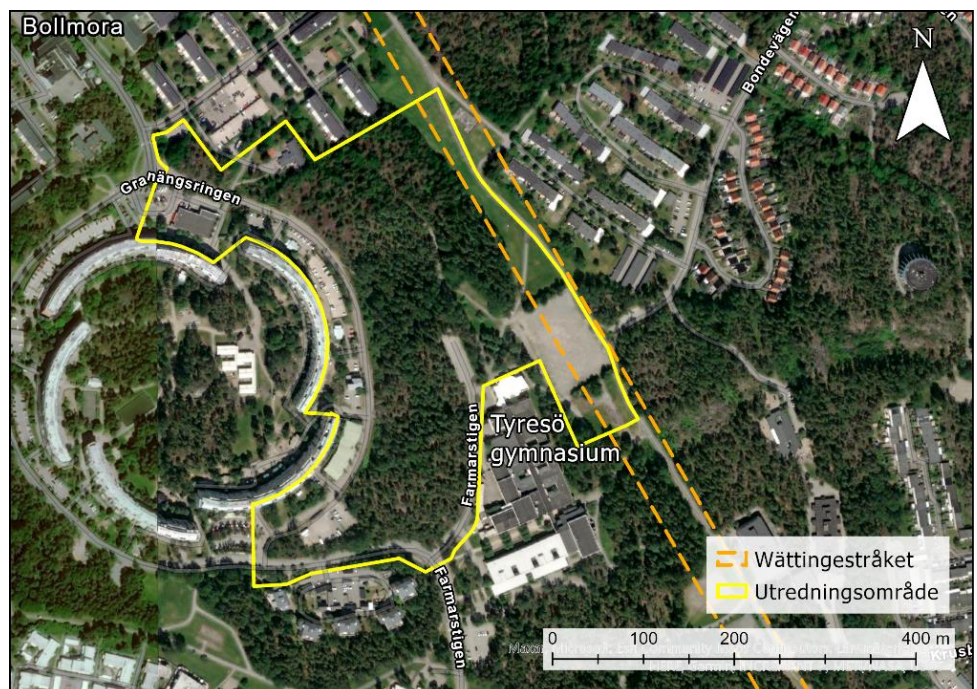
1	Inledning	7
1.1	Bakgrund	7
1.2	Uppdragsbeskrivning	8
1.3	Underlag	9
2	Förutsättningar	10
2.1	Fördröjnings- och dimensioneringskrav	11
2.2	Reningskrav	11
2.3	Utredningsområdets föreslagna utformning	12
3	Befintliga förhållanden	14
3.1	Områdesbeskrivning	14
3.2	Hydrogeologi, geotekniska förhållanden och markmiljö	15
3.3	Natur- och kulturintressen	17
3.4	Recipient	18
3.5	Befintliga avrinningsförhållanden	18
3.6	Befintligt dag-, spill- och dricksvattensystem	20
3.7	Övriga ledningssystem	21
4	Dimensionering och fördröjningsbehov	22
4.1	Framtida avrinningsförhållanden	22
4.2	Beskrivning av beräkningar och antaganden	23
4.3	Kvartersmark	23
4.4	Allmän platsmark	24
4.5	Fördröjningslösning i Wättingestråket	26
5	Föreslagen dagvattenhantering	29
5.1	Förslag för dagvattenhantering	29
5.2	Förslag på principlösningar på kvartersmark	34

6	Konsekvenser av skyfall	39
7	Rening av dagvatten	40
7.1	Föroreningsberäkning	40
7.2	Påverkan på recipient	42
8	Konsekvenser vid förlorad lokal hantering	43
9	Slutsatser och rekommendationer	44
10	Fortsatt arbete	45
11	Referenser	46
12	Appendix	48
12.1	Indata för beräkning av flöden och fördröjning	48
12.2	Dimensionerande flöden och fördröjningsvolymen inom kvartersmark	54
12.3	Antagen markanvändning för reningsberäkningar	56
13	Bilagor	58
13.1	Bilaga 1 – Föreslagen dagvattenhantering	58

1 Inledning

1.1 Bakgrund

I samband med projektering av ett nytt lägenhetsområde i Wättingebacken har ett behov av en ny dagvattenutredning uppstått. Utredningsområdet är ca 14 ha stort och består i dagsläget till stor del av skogsmark men i de västra delarna finns även befintliga parkeringar och ett par byggnader (Figur 1). Området ligger ca 1,5 km söder om Tyresö centrum. Utredningen skall bland annat resultera i beräkningar för dimensionering av en fördröjningslösning i Wättingestråket, dalen nedanför området där bebyggelse planeras (Figur 1).



Figur 1. Översiktskarta över utredningsområdet.

1.2 Uppdragsbeskrivning

COWI AB har fått i uppdrag av Tyresö kommun att ta fram en samlad dagvattenutredning för hela Wättingebacken utifrån tidigare utredningar och aktuella förutsättningar. Utredningen ska visa på fördröjningsbehov på både kvartersmark och allmän platsmark samt resultera i en beräkning av dagvattnets föroreningsmängd före och efter exploatering. Utredningen skall även dimensionera en uppsamlade och fördröjande dagvattenlösning i Wättingestråket vars syftet är att minska belastningen på befintlig dagvattenledning i Wättingestråket.

Parallellt med denna utredning tar COWI fram en skyfallsutredning, därmed beskrivs inte skyfallshantering i denna rapport. COWI arbetar även med justeringar av systemhandling för gata- och VA och ledningssamordning.

Koordinatsystem som används i området är SWEREF99 18 00 och höjdsystem RH2000.

1.3 Underlag

Följande underlag ligger till grund för utredningen:

- > Dagvattenutredning Wättingebacken, 2017, WRS
- > Dagvattenutredning Wättingebacken, etapp 1, 2019a, WRS
- > Dagvattenutredning Wättingebacken etapp 2, kvartersmark, 2019b, WRS
- > Tekniskt PM, Miljöteknisk markundersökning, Wättinge, 2019, Golder
- > PM geoteknik, Ny dagvattendamm och förskola, 2020a, Golder
- > PM Grundvattennivåer – dagvattendamm och förskola, samt fördröjningsmagasin i Wättinge, (Skördevägen/Granängsringen), 2020b, Golder
- > Kontrollprogram grundvattenprovtagning Wättinge – Tyresö kommun, 2020c, Golder
- > Trafikunderlag, *Trafikstudier för Wättingebacken och Granängstorget*, 2016, ÅF
- > Dagvattenhanteringsplan för Tyresö kommun, 2011, Tyresö kommun
- > Riktlinjer för dagvattenhantering i Tyresö kommun, 2008, Tyresö kommun
- > Ritningar som visar systemhandling för gata, inkl. skelettjorlar, 2021-04-09, COWI.
- > Ritningar som visar systemhandling för VA, 2021-04-09, COWI
- > Information och kartunderlag från ledningssamordning, 2020, COWI
- > Grundkarta från Tyresö kommun
- > Länsstyrelsens geodatabas
- > SCALGO Live

2 Förutsättningar

Tyresö kommun har en dagvattenhanteringsplan (2011) och riktlinjer för dagvattenhantering (2008). I riktlinjerna anges att ambitionen är att det dagvatten som når yt- eller grundvatten inte ska innehålla mer föroreningar än nederbörden. För att bibehålla vattenbalansen lyfts även att omhändertagande av dagvatten främst bör ske lokalt genom infiltration eller perkolation i marken (Tyresö kommun, 2008). Kommunen arbetar med att uppdatera dessa dokument och därmed har kraven i kommande avsnitt justerats något så att de motsvarar de nya ambitionerna kring rening för att uppnå MKN. Målen för Tyresös dagvattenriktlinjer är att skapa genomtänkta, miljöanpassade och kostnadseffektiva rutiner för att ta hand om dagvattnet. Målen delas in i:

Funktionella och ekonomiska mål

- > skapa riktiga förutsättningar redan i planarbetet
- > skapa genomtänkta rutiner för dagvattenhanteringen
- > använda kostnadseffektiva lösningar
- > minska risken för översvämning
- > använda lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) och betrakta dagvatten som en resurs

Ekologiska mål

- > minska belastningen av föroreningar på recipienter
- > minska avloppsbräddningar
- > öka de biologiska förutsättningarna, bland annat genom att behålla träd, vegetation och genomsläppliga ytor
- > upprätthålla den hydrologiska balansen
- > förhindra igenväxning i sjöar och vattendrag

Sociala mål

- > förbättra närmiljön genom synlig och estetisk dagvattenhantering

2.1 Fördröjnings- och dimensioneringskrav

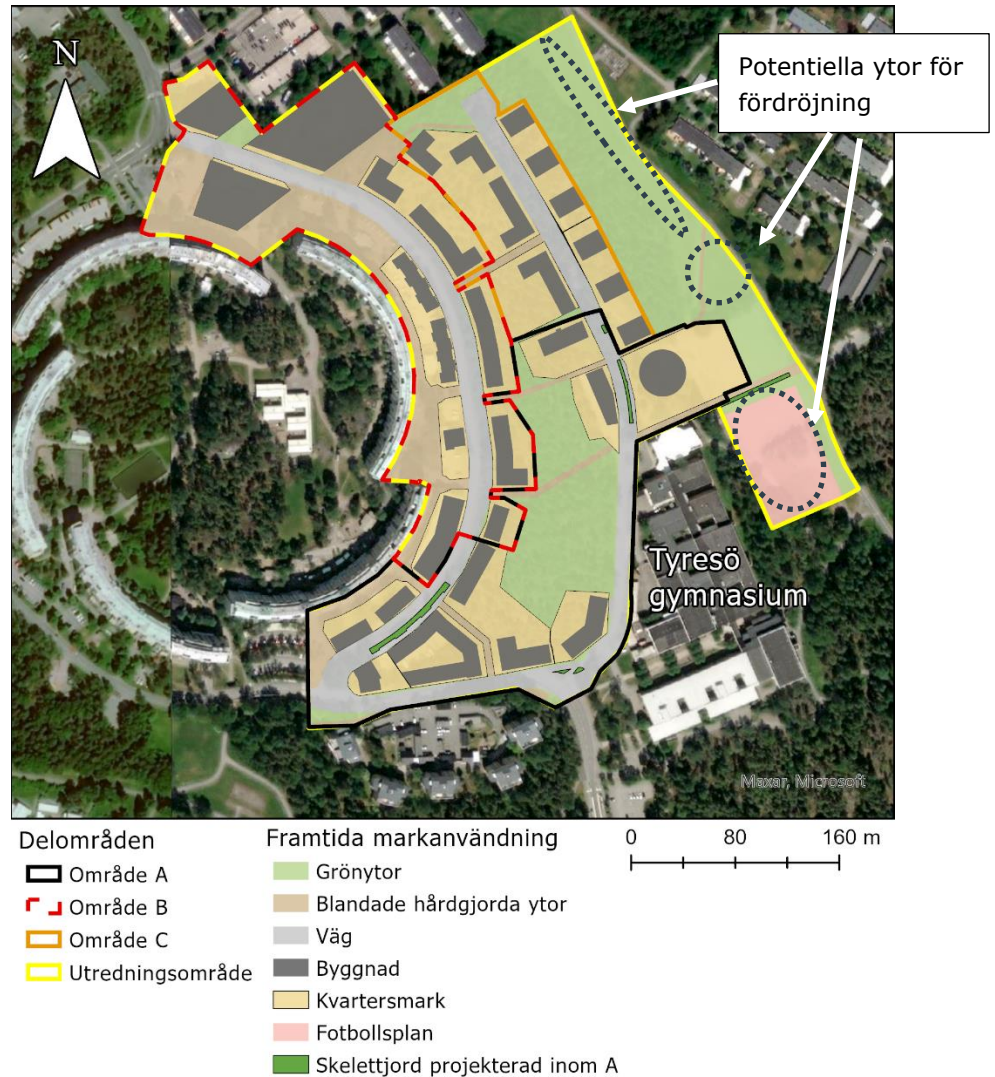
Enligt beslut från Tyresö kommun ska både kvartermark och allmän platsmark fördröja 10 mm per m² hårdgjord yta inom Wättingebacken (detta krav benämns fortsatt som "10 mm-kravet"). Kravet är satt specifikt för Wättingebacken. Vidare ska dagvattensystemen dimensioneras efter ett 20-årsregn med klimatfaktor 1,3.

Det mesta av dagvattnet från Wättingebacken kommer att rinna ner till Wättingestråket och den befintliga 1500 mm dagvattenledning som finns där (ses i avsnitt 3.6). Eftersom denna ledning är högt belastad finns önskemål om att begränsa flödet dit. Detta innebär att ytterligare fördröjning, utöver 10 mm-kravet, kommer att behövas. Denna ytterligare fördröjning ska dock erhållas i en lösning i Wättingestråket och innebär inga skarpare krav på fördröjning uppe i Wättingebacken.

Då marköversvämningar i Wättingestråket observerats vid 5-årsregn på grund av bristande kapacitet har så har utflödeskrav till dagvattenledningen i Wättingestråket satts till 5-årsregn för befintlig markanvändning utan klimatfaktor.

2.2 Reningskrav

Reningen av dagvatten måste ta hänsyn till miljökvalitetsnormerna (MKN) för recipient så att dagvattnet inte bidrar till en försämring av recipientens vattenkvalitet. För att säkerställa detta bör reningen av dagvatten sikta mot samma föroreningsnivåer som i dagsläget, eller längre om så är möjligt. Resonemanget baseras även på Weserdomen från EU-domstolen (meddelades 1 juli 2015, mål C461/13) gällande hur MKN ska tolkas och tillämpas i tillståndsärenden.



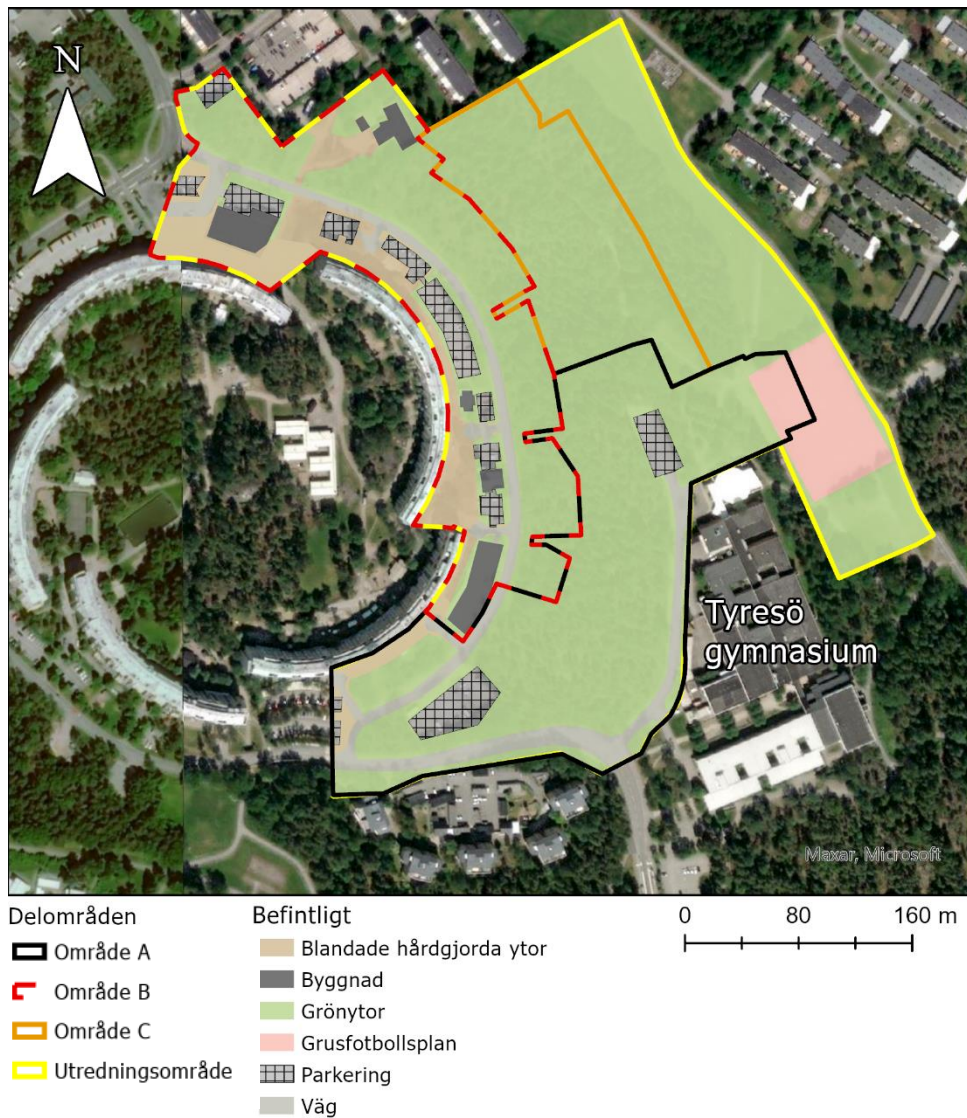
Figur 3. Framtida markanvändning inom utredningsområdet.

I Wättingestråket, alldeles i östra kanten av utredningsområdet, finns plats för att anlägga en långsmal damm mellan cykelvägen och skogsbrynet i väst (Figur 3). Fördröjning i form av magasin skulle även kunna anläggas under fotbollsplan som ses i sydöstra delen av utredningsområdet. Utrymme för fördröjningslösning finns också i den gröna triangel som bildas mellan två GC-banor och norra kanten på fotbollsplanen. Placering och val av fördröjningsåtgärd diskuteras vidare i avsnitt 4.5.3.

3 Befintliga förhållanden

3.1 Områdesbeskrivning

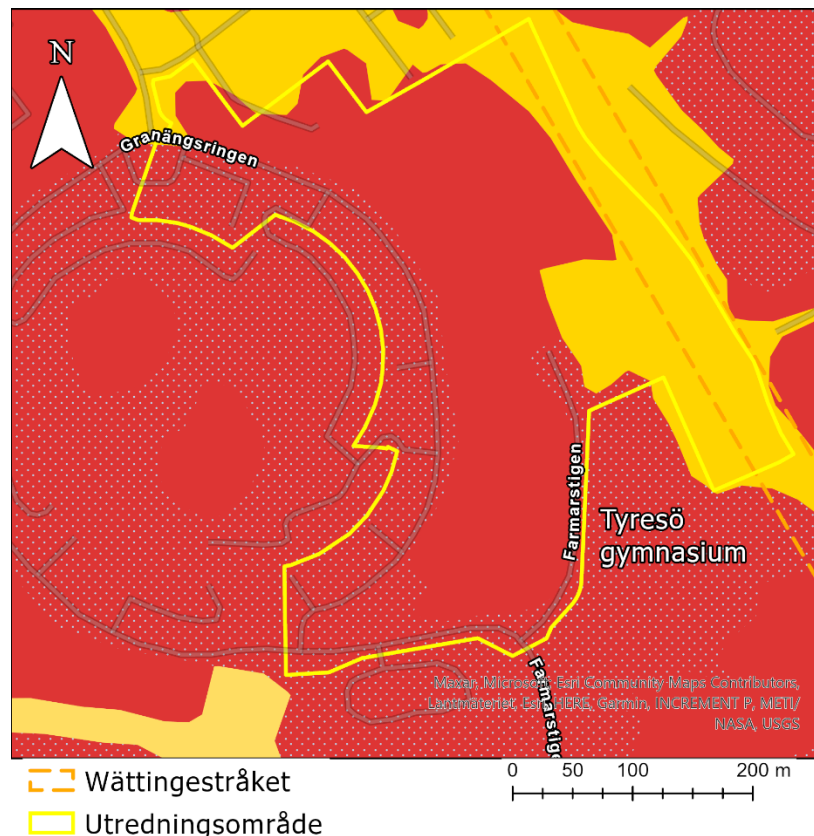
Utredningsområdet är ca 14 ha stort (Figur 4) och består i dagsläget till stor del av en skogbeklädd sluttning med berg i dagen genom vilken det går några stigar och en GC-bana. Det finns även flera parkeringar i området, främst i den västra kanten (inom område B, se Figur 4). Tyresö gymnasium ligger utanför utredningsområdets sydöstra kant och gränsar till område A. Väster om området finns nuvarande bebyggelse i form av höghus längs Granängsringen. Norr om området ligger flerfamiljshus. Öster om sluttningen ligger dalgången Wättingestråket som främst består av öppna gräsytor och några GC-banor. På andra sidan dalgången finns radhus.



Figur 4. Översiktskarta som visar befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

3.2 Hydrogeologi, geotekniska förhållanden och markmiljö

I den höglänta delen i väster återfinns berget i dagen och i öster stupar det brant ned under leran som fyller upp dalgången (se SGU:s jordartskarta i Figur 5). I sluttningarna finns morän ovan berget. Inom områdets planerade kvartersmark finns därmed sannolikt begränsad möjlighet till infiltration. Nedan beskrivs förhållandena i Wättingestråket närmare för att förtydliga förutsättningarna för en fördröjningslösning i dalgången.



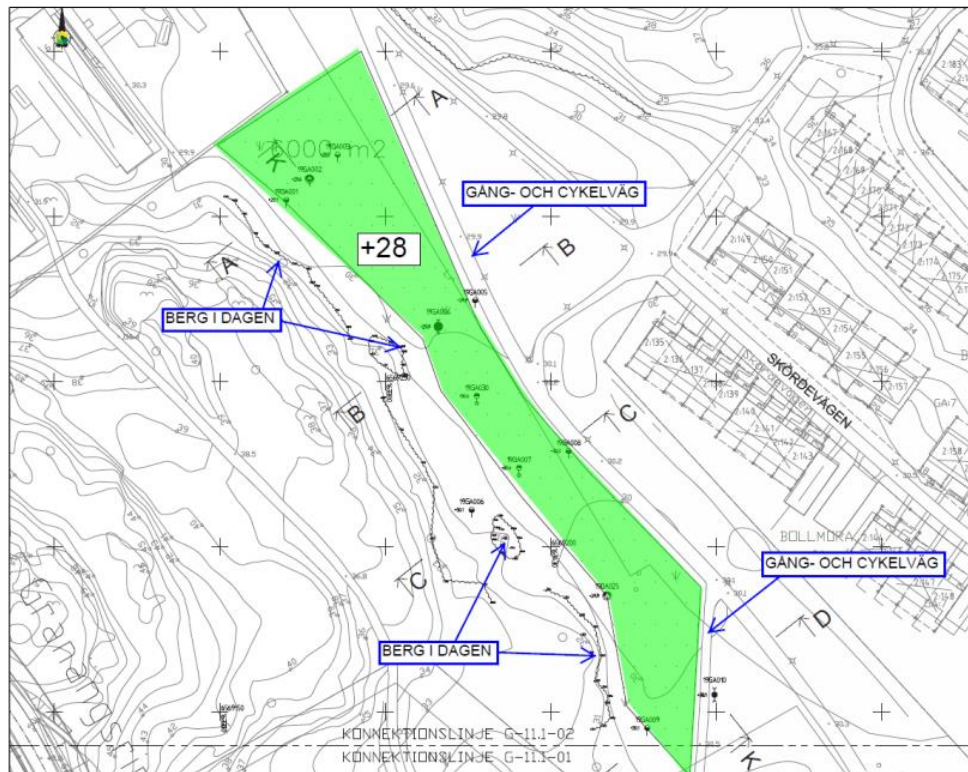
Figur 5. Jordartskarta för området (från SGU) där rött indikerar berg, vita prickar indikerar moränlager och gult indikerar lera.

3.2.1 Wättingestråket

I Wättingestråkets norra del består översta lagret av marken av upp till 3 m fyllning av sten, grus och sand (Golder, 2020a). Under fyllningen återfanns ca 2 m lera innan friktionsjord tar vid. I stråkets södra del är fyllningen grövre (block, sten, grus och sand) och lerlagret endast 1 m djup. Infiltrationsmöjligheten bör vara god i fyllningsmaterialet då det har förhållandevis grov kornstorlek.

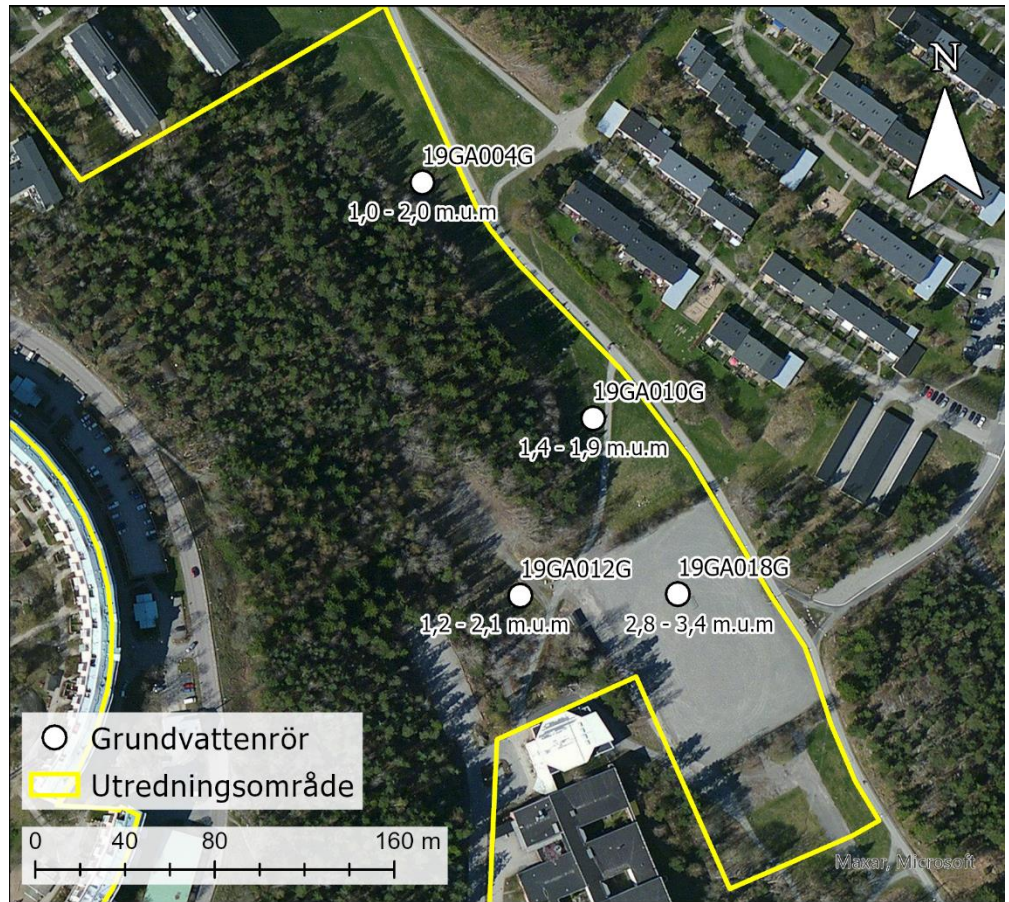
Ur geoteknisk synpunkt bör en damm i Wättingestråket maximalt ha släntlutning 1:2 och rekommenderat läge avgränsas av berg i dagen i väster och av GC-bana och dagvattenkulvert i öst, se Figur 6 (Golder, 2020a). Slänternas krön ska utföras minst 2 m från närliggande GC-banor och minst 5 m från inmätt berg i

dagen (Golder, 2020a). Maximal utbredning av damm enligt den geotekniska utredningen ses i Figur 6.



Figur 6. Rekommenderat läge av dagvattendamm (grön markering) med grundläggningsnivå ca +28. Figur från PM Geoteknik Golder, 2020a.

Grundvattenmätningar har utförts i Wättingestråket mellan augusti 2019 och mars 2020 (se punkter i Figur 7, Golder 2020b). Nivåerna har varit likartade i hela stråket och avser nivån i undre magasin (dvs. under leran), se Figur 7. Baserat på dessa mätningar rekommenderas att botten på dagvattendamm inte placeras lägre än ca 1 m under markytan för att undvika bottenuppträckning (Golder, 2020b). Utifrån detta tycks det rimligast att anlägga en torrdamm som inte kräver en permanent vattenyta och därmed mindre djup. En dagvattendamm rekommenderas nämligen ha ett permanentdjup på minst 0,8 m för att undvika uppvirvling av sediment, vilket skulle ge ytterst lite utrymme för fördröjningsvolym (även kallad reglervolym) innan 1 m totaldjup är nådd.



Figur 7. Mätpunkter för grundvattennivåer samt uppmätta nivåer i meter under markytan (m.u.m) (baserat på figur från Golder, 2020b).

Under 2019 utfördes även en översiktlig miljöteknisk markundersökning i Wättingestråket (Golder, 2019). Denna visade att samtliga analyserade halter i jord underskred Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) med undantag för kadmium i Wättingestråkets norra del. Golders rekommendation kring hantering av denna punkt lyder: "Då punkten är belägen längst norr ut i området där dagvattendammen planeras att anläggas, samt 2,4 m under markytan, bedöms en eventuell miljö- eller hälsorisk som liten, även om den lämnas kvar på området."

3.3 Natur- och kulturintressen

Enligt en naturvärdesinventering från 2016 (Ekologigruppen) finns det ett område med hållmarkstallskog i den södra delen mellan Granängsringen och Tyresö gymnasium. Det är klassat som naturvärdesklass 4 (lokalt värdefullt).

Det finns inga registrerade kulturintressen i utredningsområdet.

3.4 Recipient

Ytvattenrecipient för utredningsområdet är Albysjön som ligger sydöst om Wättingebacken. Innan vattnet når Albysjön, som ligger ca 3 km bort, leds dagvattnet via Kolardammarna.

Tyresö kommun har klassificerat Albysjön som mycket känslig för ökad belastning av näringsämnen och föroreningar. Albysjön är inte en egen vattenförekomst i VISS utan är del av vattendraget Tyresån.

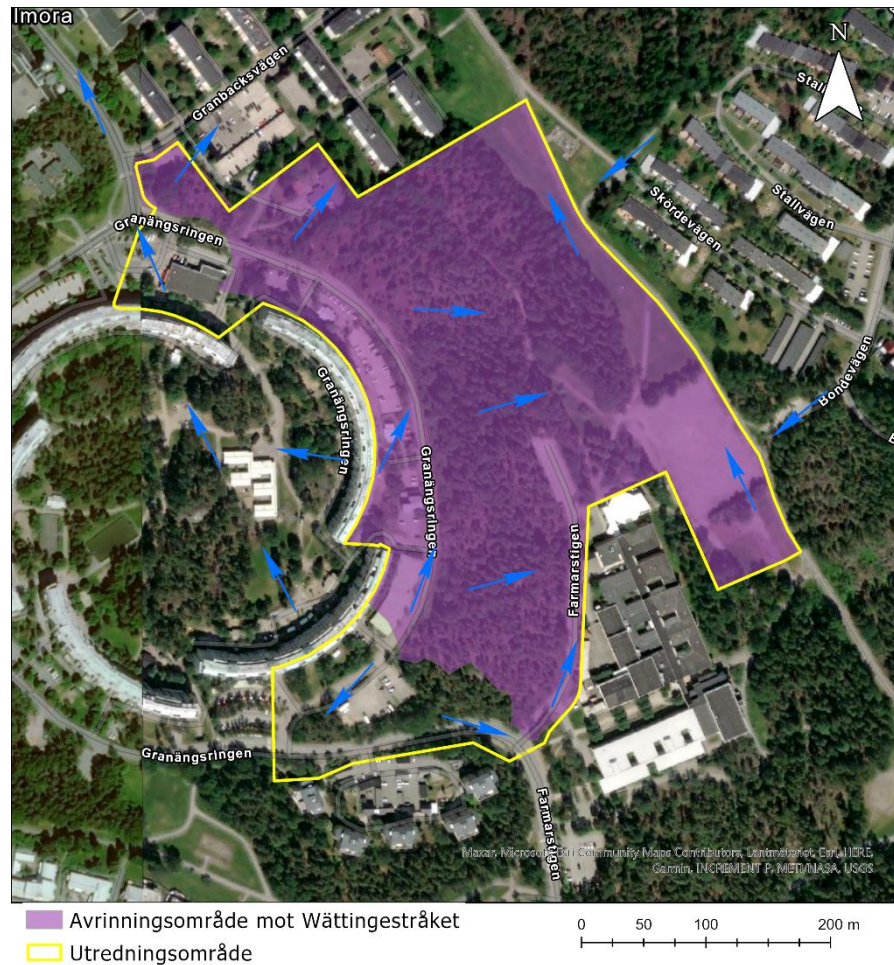
Den ekologiska statusen för Tyresån är klassad som dålig enligt förvaltningscykel 2. Den utslagsgivande parametern för bedömningen är dålig status för fisk. Statusen för näringsämnen är måttlig baserat på totalhalten fosfor. Den kemiska statusen är uppnår ej god status på grund av överskridande halter av kvicksilver, bromerad difenyleter och PFOS i fisk. Miljö kvalitetsnormen för ekologisk status är att uppnå god status till 2027. Tidsfristen är förlängd på grund av att det är tekniskt omöjligt att uppnå god status för näringsämnen till 2021. God kemisk status bedöms kunna uppnås till 2021 med undantag för bromerade difenyleter och kvicksilver.

3.5 Befintliga avrinningsförhållanden

Området sluttar från Granängsringen i väst till Wättingestråket i öst (se Figur 8). Granängsringen ligger på omkring +52 (RH2000) medan Wättingestråket ligger på +29,5 i den norra delen och +33 i den södra delen (Golder, 2020a). Ytavrinningen sker därmed generellt från väst till öst ner till dalgången.

Dagvattnet från de sydvästra delarna av utredningsområdet rinner dock inte ner mot Wättingestråket utan rinner istället främst söderut i ett öppet, mindre dike längst Farmarstigen (se Figur 8).

Avrinningen från utredningsområdets nordvästra delar sker norrut till befintligt dagvattensystem (se Figur 10) i Granängsvägen och når därmed inte Wättingestråket ytledes. Dagvattensystemet ansluter dock till dagvattenledningen i Wättingestråket strax norr om planområdet.



Figur 8. Befintlig avrinning inom planområdet.

I dagsläget finns inget öppet dike i botten på dalgången i Wättingestråket (se Figur 9), men detta har funnits tidigare enligt äldre ekonomiska kartor (WRS, 2017). Under 60-70-talet, när området runtomkring bebyggdes, anlades istället en dagvattenledning för att avleda dagvattnet.

Några markavvattningsföretag finns inte inom eller i närheten av området.



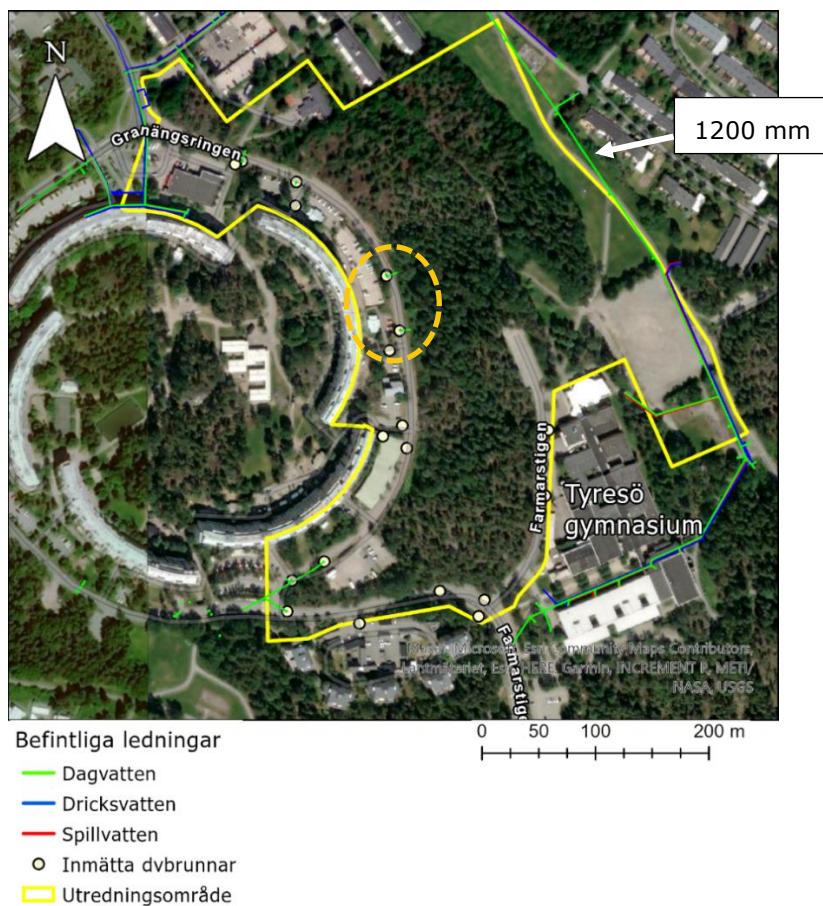
Figur 9. Foto från Wättingestråkets norra del i riktning söderut. Foto från Golder 2020a.

3.6 Befintligt dag-, spill- och dricksvattensystem

I Figur 10 redovisas de kommunala VA-ledningar som finns i området. Längs vägen Granängsringen finns det 2-3 dagvattenbrunnar vilka mynnar i skogen, se inringat i orange i Figur 10. Dagvattnet från de befintliga parkeringsdäcken vid Granängsringen avleds troligen inom bostadsområdets eget system (WRS, 2017) men då det inte är bekräftat antas i denna utredning att dagvatten från dessa i dagsläget avrinner ytligt i riktning mot Wättingestråket (enligt avsnittet ovan, se Figur 8).

I områdets södra del avrinner dagvattnet söderut längs Farmarstigen (se Figur 8 ovan). Längs med denna väg har fyra brunnar observerats vid platsbesök (WRS, 2019a), se Figur 10. På Tyresö gymnasiums område finns en dagvattenledning vilken börjar vid Farmarstigen och sedan avleder vattnet österut mot Wättingestråket. Det är sannolikt att de fyra brunnarna i Farmarstigen ansluter till denna.

I dalgången, Wättingestråket, avleder en dagvattenledning vattnet norrut mot Tyresö centrum, se Figur 10. Ledningen har en dimension på 1200 mm och det finns dagvattenbrunnar med 100-140 meters mellanrum i dalgången där dagvattnet kan rinna ned i ledningen. Ledningen är enligt information från kommunen högt belastad och marköversvämning har observerats i stråket vid 5-årsregn.

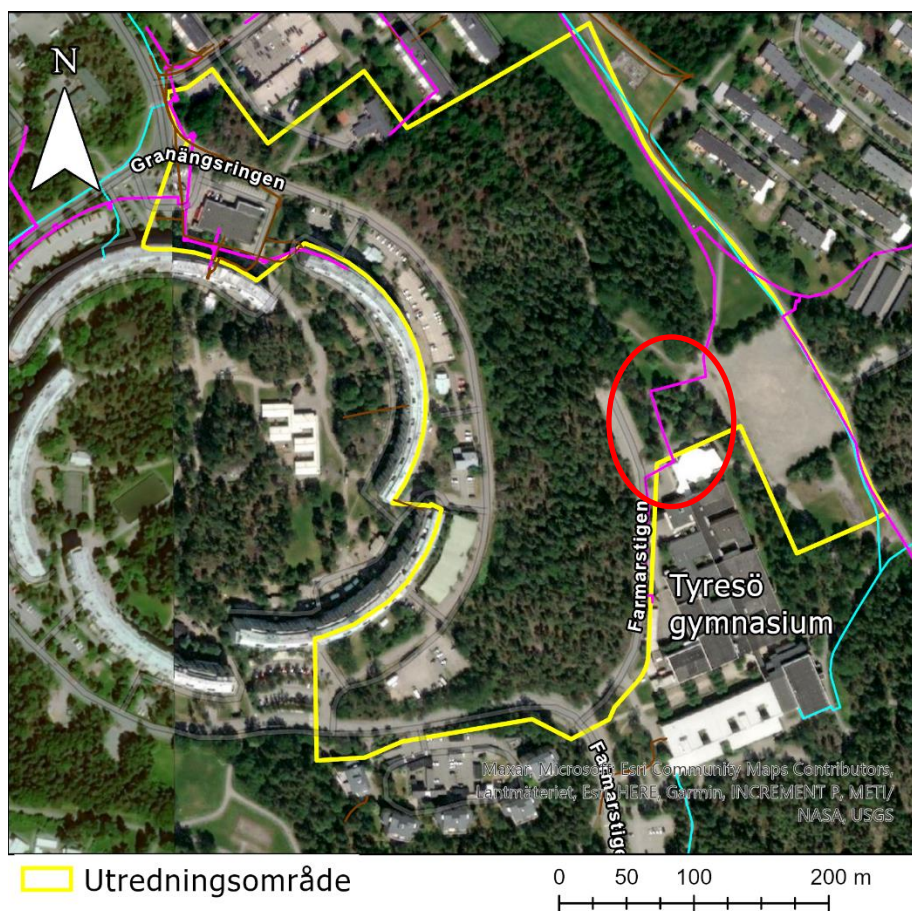


Figur 10. Karta som visar VA-ledningar i närheten av utredningsområdet. Inringat i orange är dagvattenledning som mynnar i skogen.

3.7 Övriga ledningssystem

För projektet i stort pågår ledningssamordning sedan våren 2020. Därmed beskrivs i detta avsnitt endast ledningar som påverkar dagvattenhanteringen.

I Wättingestråket går VA-ledningar men även en fjärrvärmeledning längs med befintlig GC-bana (se lila i Figur 11). För att undvika flytt av fjärrvärmeledningen bör torrdammens/dagvattendammens släntkrön placeras 3 m från ledningen. Viss flytt av fjärrvärmeledningen planeras dock, se inringat i rött i Figur 11. Fjärrvärmeledningen kommer att gå ner till stråket på samma ställe som nya dagvattenledningar (se läge för detta i Figur 12 nedan).

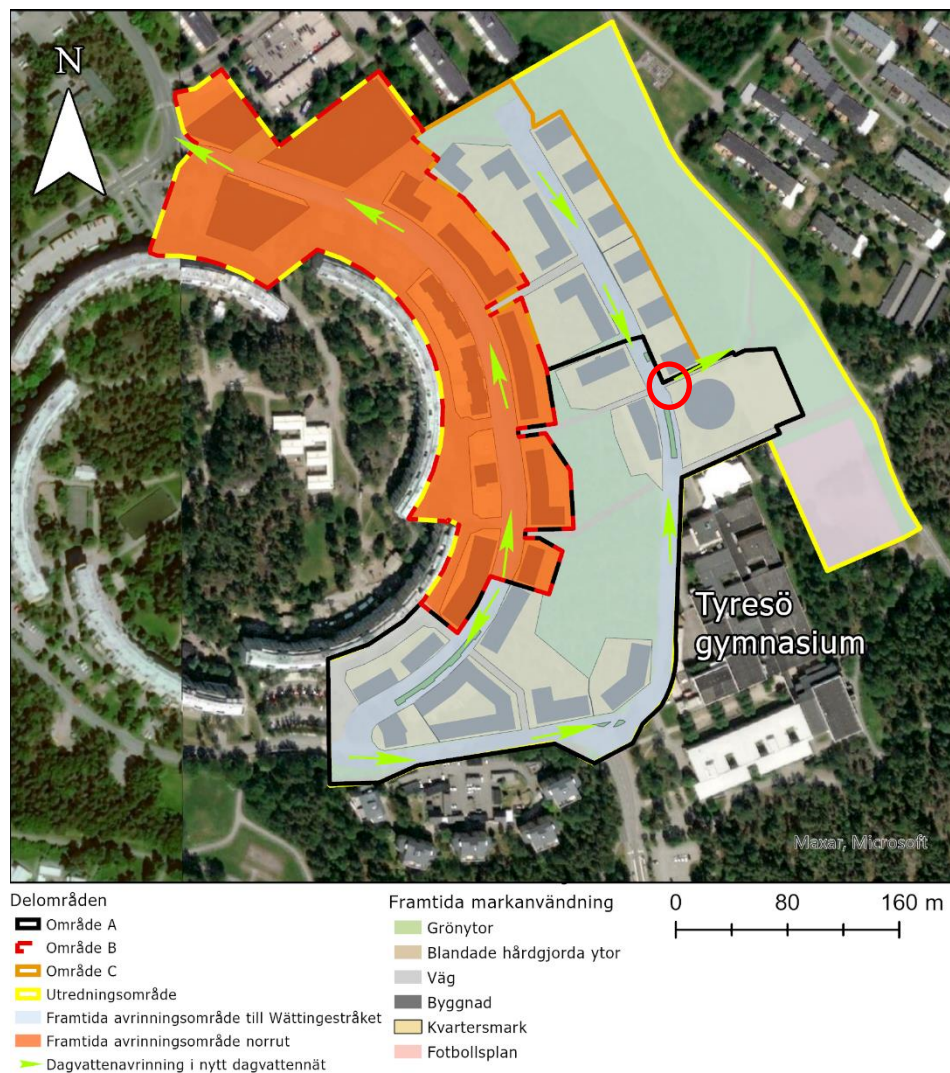


Figur 11. Övriga ledningar runt utredningsområdet. Rosa = fjärrvärme, ljusblå=fiber. I rött är inringat område där fjärrvärmedragningen kommer att justeras.

4 Dimensionering och fördröjningsbehov

4.1 Framtida avrinningsförhållanden

Efter exploatering kommer avrinningsområdena att förändras då dagvattensystemet byggs ut. Område B kommer att ledas norrut medan område A och C kommer att ledas ner mot Wättingestråket, se Figur 12 (kan även jämföras med Figur 2 tidigare i rapporten). Beräkningar av flöden och fördröjningsbehov baseras på dessa två framtida avrinningsförhållanden. Dagvatten från område B kommer alltså inte att räknas in vid dimensionering av fördröjande dagvattenlösning i Wättingestråket.



Figur 12. Översikt som visar framtida avrinningsområden. Röd ring visar var det nya dagvattennätet kommer att gå ner mot Wättingestråket.

4.2 Beskrivning av beräkningar och antaganden

Flödesberäkningar för att uppskatta dagvattenavrinningen har utförts med rationella metoden. Den matematiska formel som beskriver den rationella metoden ges av Ekvation 1 nedan (från P110, Svenskt Vatten, 2016).

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf \quad (\text{ekvation 1})$$

där q_{dim} är dimensionerande flöde (l/s), A är avrinningsområdets area (ha), φ är avrinningskoefficient (-), $i(t_r)$ är dimensionerande regnintensitet [l/s · ha], t_r är regnets varaktighet/rinntid (min) och kf är klimatfaktor (-).

Avrinningskoefficienten anger hur stor del av nederbörden som avrinner från en yta. Denna multiplicerat med arean benämns som reducerad area.

Koncentrations/rinntiden avser den tid det tar för hela området att bidra till flödet i beräkningspunkten.

Valda återkomsttider är 20 år och 5 år enligt kraven beskrivna i avsnitt 2.1. 5-årsregnet används för beräkning av tillåtet inflöde till befintlig dagvattenledning i Wättingestråket, så för detta flöde används klimatfaktor 1. För övriga flöden används klimatfaktor 1,3 för att kompensera för påverkan från pågående klimatförändringar.

För beräkning av erforderlig fördröjning har två olika metoder använts. Beräkning enligt 10-mm kravet görs genom att multiplicera den reducerade arean med 10 mm och sedan justera för enhetsomvandling. Beräkning av fördröjningsbehovet för den uppsamlade fördröjningslösningen i Wättingestråket beräknades med hjälp av rationella metoden (se bilaga 10.6 i Svenskt vattens publikation P110) med utflödet motsvarande befintligt 5-årsflöde utan klimatfaktor.

4.3 Kvartersmark

4.3.1 Flöden och fördröjningsbehov

Kvartersmarken har delats in i 22 kvarter baserat på planerade serviser och sannolika fastighetsgränser (se Figur 25 i Appendix, avsnitt 12.1). Indelningen inom både område B och C är osäker då fastighetsgränser inte är fastslagna. Ytor och markanvändning för respektive delområde ses i Tabell 8, Tabell 9 och Tabell 10 i Appendix (avsnitt 12.1).

Rinntid inom quartersmark har uppskattats till kortare än 10 minuter men då P110 ej rekommenderar att kortare rinntid än så används, har rinntid satts till just 10 minuter. Uppskattningen har gjorts utifrån lägsta rinnsträcka inom varje delområde och med antagandet att avledning främst sker i ledning där vatten generellt rinner med 1,5 m/s (enligt P110).

Beräknade flöden från de olika kvarteren för framtida situation innan och efter fördröjning ses i Tabell 17 i Appendix (avsnitt 12.2). Fördröjningsbehovet per kvarter baserat på 10 mm-kravet presenteras i Tabell 17 i appendix och baseras på markanvändningen enligt Tabell 8, Tabell 9 och Tabell 10 i avsnitt 12.1 i Appendix. Den samlade fördröjningsvolymen per delområde presenteras nedan i Tabell 1 tillsammans med de totala dimensionerande flödena innan och efter fördröjning vid ett 20-årsregn.

Tabell 1. Erforderlig fördröjningsvolym inom kvartersmark per delområde.

Delområde	Dimensionerande 20-årsflöde (l/s)	Erforderlig fördröjningsvolym (m ³)	Utflöde efter fördröjning vid 20-årsregn (l/s)
A	641	172	232
B	780	209	283
C	430	115	156

Relevant för fortsatt arbete med VA-projektering är att det dimensionerande flödet mot Wättingestråket (dvs. från område A och C) från kvartersmarken är ca 1071 l/s utan fördröjning och ca 388 l/s med fördröjning. Totalt flöde, inklusive flöden från allmän plats, redovisas i kommande avsnitt.

4.4 Allmän platsmark

4.4.1 Flöden och fördröjningsbehov

Flöden från den allmänna platsmarken har beräknats per delområde (A, B, C samt Wättingestråket). Rinntiden har uppskattats till mindre än 10 minuter och därmed används varaktigheten 10 minuter i beräkningarna. Den framtida markanvändningen som har antagits ses i Tabell 11, Tabell 12, Tabell 13 och Tabell 14 i Appendix, avsnitt 12.1.

Det beräknade flödet från allmän platsmark för de fyra delområdena presenteras i Tabell 2 nedan. Fördröjningsbehovet för allmän platsmark inom A, B och C baserat på 10 mm-kravet presenteras också i Tabell 2 tillsammans med utflödet efter fördröjning. För dagvattenflödet inom delområde Wättingestråket visas enbart ofördröjt flöde då fördröjning ska ske i den uppsamlade lösningen i Wättingestråket.

Tabell 2. Dimensionerande flöden för allmän platsmark innan och efter lokal fördröjning samt beräknad fördröjningsvolym.

Delområde	Dimensionerande flöde vid 20-årsregn innan lokal fördröjning (l/s)	Fördröjningsvolym enligt 10 mm-kravet (m ³)	Dimensionerande flöde vid 20-årsregn efter lokal fördröjning (l/s)
A	477	128 / 50*	173 / 275*
B	533	143	193
C	123	33	45
Wättingestråket	232	Ej relevant, fördröjning av detta flöde sker enbart i den uppsamlade lösningen i delområde Wättingestråket	

* Andra siffran motsvarar det som är projekterat i dagsläget.

Inom område A krävs 128 m³ fördröjningsvolym för att uppfylla 10-mm kravet. För område A har ett första förslag på skelettjordar redan projekterats (ses i Figur 4 i avsnitt 2.3). De skelettjordar som är projekterade längst med Granängsringen och Farmarstigen uppskattats ha en fördröjningsvolym om ca 50 m³, beräknat med 1 m djup och porvolym 15 % (baserat på SH ritningar 444-M-101-001 och 444-M-400-003 daterade 2021-04-09, COWI). Eftersom det är svårt att få plats med fler skelettjordar inom område A förutsätts att resterande volym (78 m³) tillåts fördröjas i Wättingestråket.

Ytterligare en skelettjord har projekterats vid GC-banan precis norr om Tyresö gymnasium (ses i Figur 3 och i 444-M-101-001 och 444-M-400-004, 2021-04-09, COWI). Denna uppskattas kunna hålla ca 24 m³ och förväntas omhänderta dagvatten från GC-banan och möjligen delar av den nya fotbollsplanen. Dräneringsledning från denna skelettjord kopplas direkt på befintlig ledning i Wättingestråket.

För område B och C finns ännu inget projekterat så det antas att volymerna i Tabell 2 kommer att erhållas i skelettjordar och inte behöva någon ytterligare fördröjning på annan plats för att uppnå 10 mm-kravet.

Det totala dimensionerande utflödet till Wättingestråket från Wättingebacken vid 20-årsregn är ca 1671 l/s utan fördröjning och ca 708 l/s med fördröjning (enligt värden från Tabell 1 och Tabell 2 för område A och C). Utöver detta tillkommer ett flöde från Wättingestråket direkt till den uppsamlade dagvattenlösningen, detta flöde (232 l/s) behöver därför inte inkluderas i dimensioneringen av dagvattenledningar uppe i Wättingebacken.

Det totala dimensionerande utflödet från område B vid 20-årsregn är ca 1313 l/s utan fördröjning och ca 476 l/s efter fördröjning (enligt värden från Tabell 1 och Tabell 2 för område B).

4.5 Fördröjningslösning i Wättingestråket

Nedan beskrivs beräkningarna för dimensionering av en fördröjningslösning i Wättingestråket för att reducera utflödet ner till befintligt 5-årsflöde innan dagvattnet ansluter på befintlig 1500 mm ledning i Wättingestråket.

4.5.1 Befintligt 5-årsflöde

Eftersom kapacitetsbrist i befintlig dagvattenledning i Wättingestråket har observerats vid 5-årsregn så är detta satt till utflödeskrav till ledningen från ny dagvattenanläggning i stråket. Därmed beräknades först det befintliga dimensionerande flödet från området vid ett 5-årsregn. I dagsläget är det ca 11,4 ha av utredningsområdet som avrinner mot Wättingestråket (se Figur 8 i avsnitt 3.5), så därmed är det flödet för detta område som utgör utflödeskravet.

Uppskattad markanvändning och avrinningskoefficient för befintlig situation ses i Tabell 15 i appendix, avsnitt 12.1, och kan även ses i Figur 4 i avsnitt 3.1.

Rinntiden ner till stråket via skogsmark och avrinning på väg har uppskattats med Mannings formel till ca 15 min. Med angiven markanvändning och 15 min rinntid fås det dimensionerande flödet till ca 488 l/s.

4.5.2 Framtida 20-årsflöde till Wättingestråket och fördröjningsbehov

Inflödet till den framtida fördröjningslösningen i Wättingestråket motsvarar framtida 20-årsflöde från område A och C samt från ytorna i själva Wättingestråket. Det framtida avrinningsområdet är ca 9,3 ha stort och ger ett flöde på ca 1903 l/s (enligt värden i Tabell 1 och Tabell 2). Den totala ytan på avrinningsområdet minskar alltså, men den reducerade ytan ökar eftersom området hårdgörs. Detta i kombination med ett påslag från klimatförändringarna ger en flödesökning jämfört med befintligt läge.

Det totala fördröjningsbehovet för område A,C och Wättingestråket beräknades med rationella metoden (se bilaga 10.6 i Svenskt Vattens publikation P110). Rinntiden baserades på att majoriteten av vattnet rinner i ledningsnät och valdes därmed till 10 minuter. Resultande erforderlig volym presenteras i Tabell 3.

Tabell 3. Dimensionerande in- och utflöde, totalt fördröjningsbehov, tillgängliga volymer uppströms samt erforderlig volym för fördröjningslösning i Wättingestråket.

Dimensionerande flöden	
Totalt flöde från område A och C = inflöde	1906 l/s
Tillåtet utflöde	488 l/s
Volymer	
Total erforderlig fördröjningsvolym	749 m ³
Fördröjning inom kvarter, A	172 m ³
Fördröjning inom kvarter, C	115 m ³
Fördröjning inom allmän plats, A	50 m ³
Fördröjning inom allmän plats, C	33 m ³
Volym för fördröjningslösning i Wättingestråket	379

För att kunna strypa flödet från 1903 l/s ner till 488 l/s krävs en total fördröjningsvolym om 749 m³ (Tabell 3). Om fördröjningsvolymerna på kvartersmark och allmän plats uppe i område A¹ och C dras av från totalen fås att dagvattenanläggningen i Wättingestråket behöver kunna omhänderta 379 m³ dagvatten (se Tabell 3).

4.5.3 Val och utformning av fördröjningslösning i Wättingestråket

Fördröjning föreslås ske i en **torrdamm** baserat på följande förutsättningar:

- > På grund av hög grundvattennivå rekommenderas maximalt djup till 1 m under befintlig markyta (Golder, 2020b). Detta innebär att lösningar som behöver en permanent vattenyta, såsom våtmark eller dagvattendamm, är svåra att anlägga eftersom dessa kräver större djup än en torrdamm som inte kräver någon vattenspegel.
- > Fjärrvärmeledning i Wättingestråket är svår att flytta på vilket innebär att inlopp- och utlopp till en fördröjningslösning antingen behöver kunna korsa fjärrvärmeledningen på ett säkert sätt eller så behöver fördröjningslösningen placeras så att korsning inte behövs. En torrdamm kräver mindre yta och mindre djup, vilket ökar sannolikheten att det går att placera dammen så att korsning underlättas.

¹ Observera att skelettjorden norr om Tyresö gymnasium inte räknats med då den har eget utlopp till befintlig ledning.

- > Torrdamm kräver mindre yta än dagvattendamm och våtmark vilket innebär mindre schakt.
- > Torrdamm är att föredra framför underjordiskt magasin då en öppen lösning kan tillåtas översvämma ut i Wättingestråket vid extrema regn. Dessutom är underhåll av gräsbeklädd torrdamm enklare att utföra än underhåll av underjordiskt magasin.

För en första uppskattning av yta och förslag på placering av torrdamm har följande parametrar använts:

- > Maximalt djup = 0,4 m
- > Släntlutning = 1:4
- > Avstånd från släntkrön till fjärrvärmeledning > 3 m (enligt information från ledningsägare)
- > Avstånd från släntkrön till befintliga GC-banor > 2 m (enligt rekommendation i Golder, 2020a)
- > Avstånd från släntkrön till inmätt berg i dagen > 5 m (enligt rekommendation i Golder, 2020a)

Ungefärlig yta för torrdamm har uppskattats till ca 1137 m² baserat på ovanstående antaganden samt antagande om att torrdammens botten är ca 9 m bred och 90 m lång. Denna yta gäller endast teoretiskt, i verkligheten kommer inte markytan vara helt platt och därmed kommer den totala ytan, inklusive slänt till befintlig mark, sannolikt att vara större.

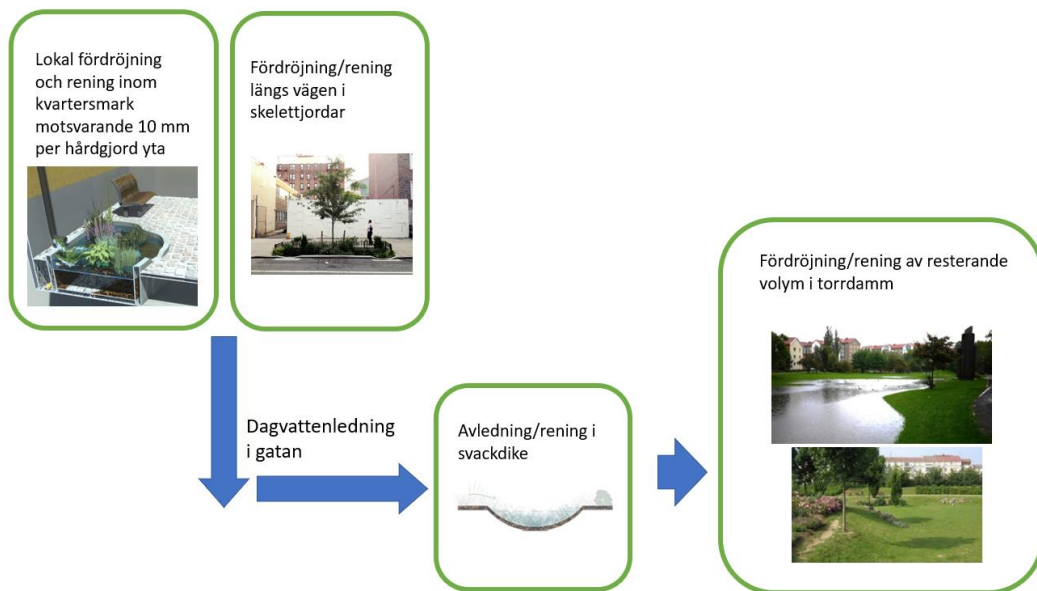
5 Föreslagen dagvattenhantering

Nedan beskrivs den övergripande föreslagna dagvattenhanteringen för utredningsområdet. Dagvattenavrinningen kommer att ske dels norrut (för område B), dels mot Wättingestråket (för A och C) enligt avsnitt 4.1. Först beskrivs hanteringen inom allmän platsmark för område A och C och för område B. Därefter beskrivs generella lösningar som är lämpliga för rening och fördröjning inom kvartersmark.

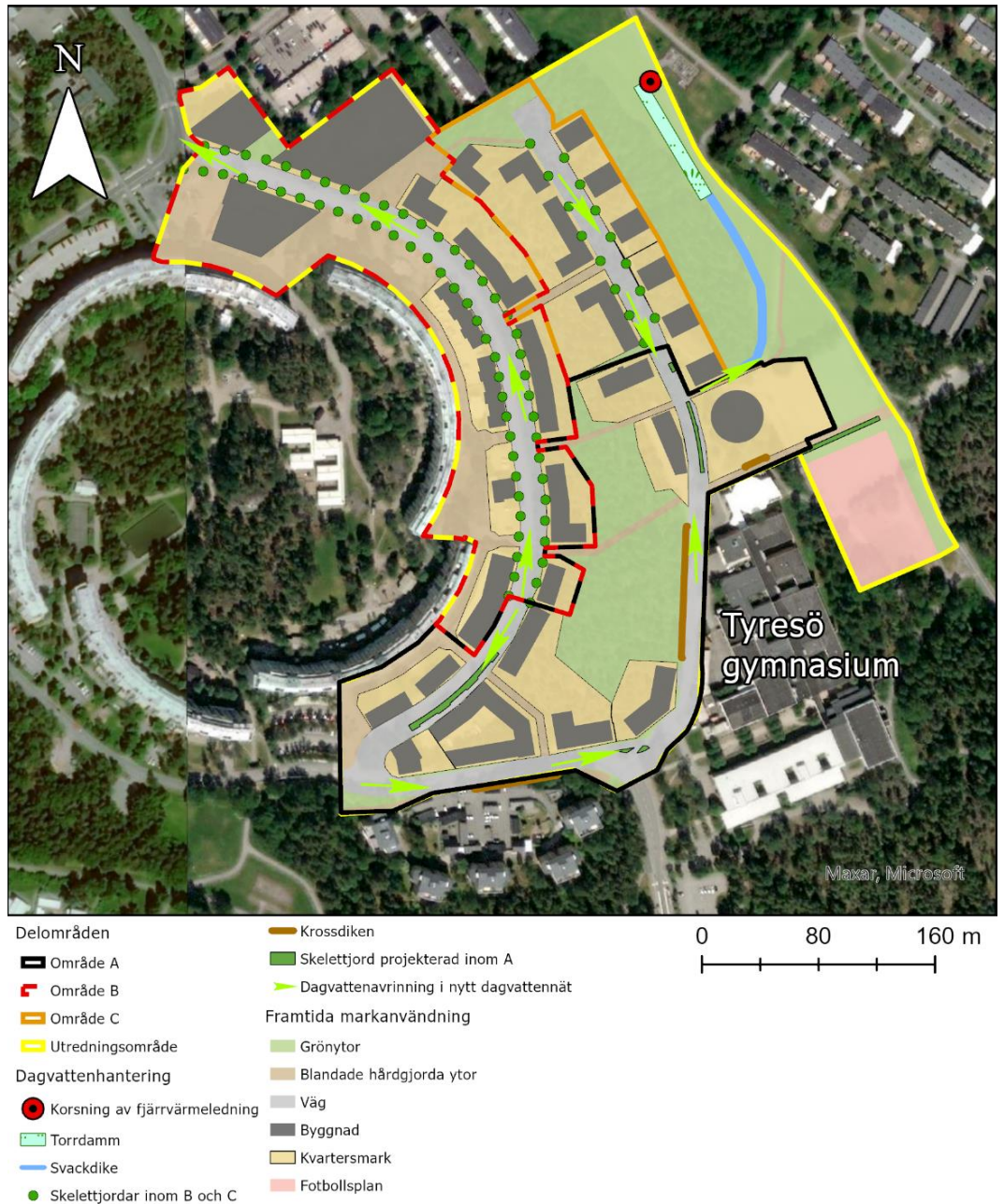
5.1 Förslag för dagvattenhantering

5.1.1 Område A och C

Den generella principen för dagvattenhantering inom område A och C ses i Figur 13 nedan. Efter fördröjning inom kvartersmark leds dagvattnet ut till dagvattenledning i gatan som senare mynnar i svackdike i Wättingestråket. Svackdiket övergår sedan i en torrdamm för slutlig fördröjning och rening innan dagvattnet ansluter till befintlig dagvattenledning i Wättingestråket. Dagvatten från allmän platsmark föreslås ledas till skelettjordar med biokol längst vägen för att renas och fördröjas innan vattnet leds via dagvattenledning mot svackdike och torrdamm i Wättingestråket. Föreslagna placeringar och ytbehov av skelettjordar, svackdike och torrdamm presenteras i Figur 14 och i Bilaga 1.



Figur 13. Principskiss över föreslagen hantering inom område A och C.



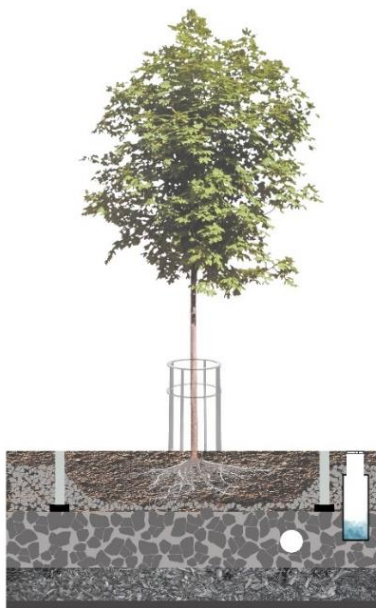
Figur 14. Plan som visar föreslagen dagvattenhantering. Ytbehov för torrdamm och svackdike motsvarar föreslagen utformning som beskrivs i denna utredning. Skelettjordar inom B och C är ej skalenliga och projekterade skelettjordar inom A är från systemhandlingsritningar, 2021-04-09.

Inom område A har skelettjordar motsvarande ca 50 m³ fördröjning projekterats² vid vägarna i området, vilket innebär att 78 m³ fördröjningsvolym saknas inom område A för att uppfylla 10 mm-kravet. Tills vidare antas denna volym omhändertas i torrdammen i Wättingestråket men skulle ytterligare ytor för fördröjning inom allmän platsmark uppstå inom område A i senare skede rekommenderas att fler skelettjordar anläggs. Ytterligare 24 m³ fördröjningsvolym skapas i skelettjord vid gc-bana, norr om Tyresö gymnasium

² Enligt ritningar från 2021-04-09.

men denna förväntas endast ta dagvatten från gc-banan och därmed har dess volym inte räknats med.

Inom allmän platsmark i område C ska 33 m³ dagvatten fördröjas i skelettjordar (se principskiss i Figur 15). Om porvolymen antas vara 15 % (vanligt för en standard skelettjord) krävs totalt 220 m³ skelettjord. Enligt Stockholm stad (2017) krävs minst 15 m³ skelettjord för att ge tillräcklig volym åt ett träd. Sätts endast ett träd per skelettjord krävs ca 15 st skelettjordar för att tillgodose fördröjningsvolymen. Föreslagen placering ses i Figur 14.



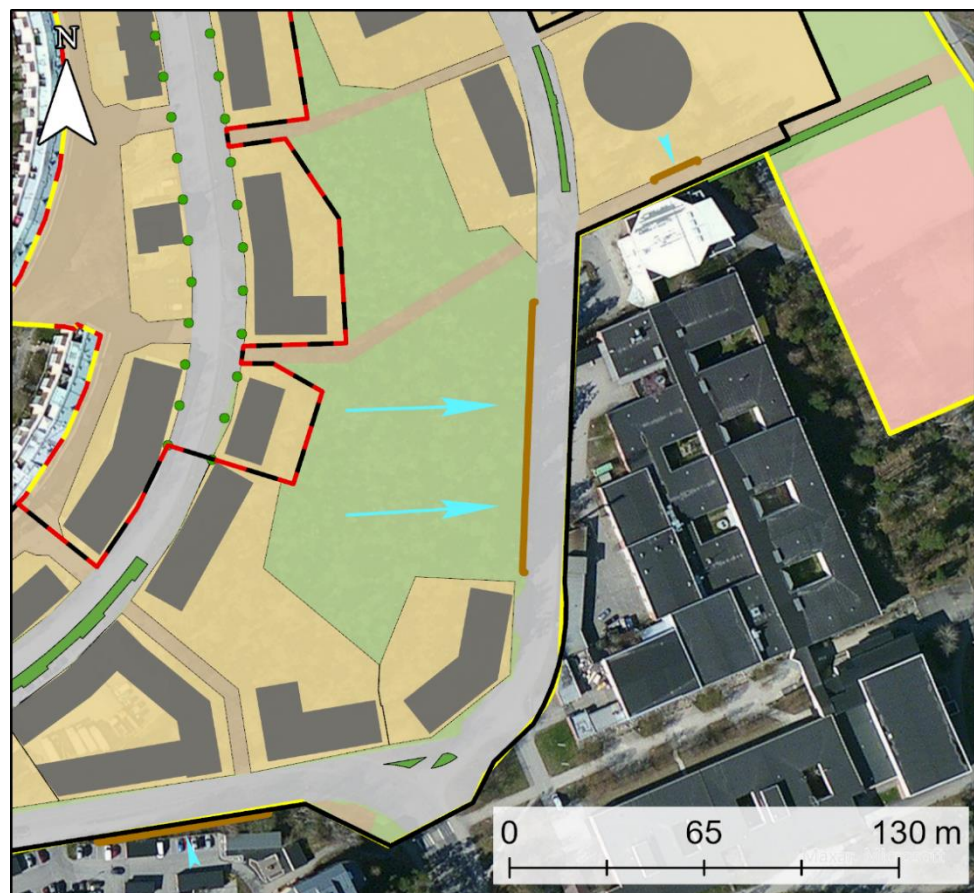
Figur 15. Exempel på utformning av skelettjord

För att ge en förbättrad rening föreslås att skelettjordarna innehålla biokol. Biokolet kan binda till sig näringsämnen som växtligheten sedan kan ta upp och därmed minskar utsläppet av näringsämnen. Ur dagvattenreningssynpunkt bör biokolet *inte* vara näringsberikat då det kan leda till att kväve och fosfor läcker ut från skelettjorden. Om viss gödsling eller näringsberikning behövs för en tillfredsställande etablering av växtlighet så rekommenderas att endast biokolet närmast rotzonen gödslas. Om ingen växtlighet etableras i skelettjorden (dvs. makadammagasin under exempelvis parkeringsytor) ska biokolet aldrig näringsberikas. Dagvattnet bör föra med sig tillräckligt med näringsämnen för att tillgodose näringsbehovet (StormTac, 2021).

Dagvattnet från trappgränderna inom A och C ska ledas till närmaste skelettjord längst gatan. Då det är stora nivåskillnader från början till slutet av trappgränderna kan vattnets hastighet behöva hejdas för att inte orsaka erosion vid trappgrändens kant. Förslagsvis kan dagvattnet ledas i krossdiken eller svackdiken med makadambotten.

Vid delar av Farmarstigen föreslås krossdiken för att dels dränering av vägterrassen, dels för avledning av ytvatten som kommer från omgivande terräng (se 444-M-101-001 från 2021-04-09 samt Figur 16 nedan). Viss

fördröjningsvolym erhålls i dessa men det ses som en säkerhetsmarginal i beräkningarna för torrdammen i Wättingestråket.



Delområden	Framtida markanvändning
Område A	Grönytor
Område B	Blandade hårdgjorda ytor
Utredningsområde	Väg
Dagvattenhantering	Byggnad
Skelettjordar inom B och C	Kvartersmark
Skelettjord projekterad inom A	Fotbollsplan
Krossdiken	
Ytavrinning	

Figur 16. Karta som visar krossdikena vid Farmarstigen och GC-bana samt vilken omgivande mark som avvattnas mot dem. De syftar även till dränering av vägrassen.

Efter fördröjning och rening både inom kvartersmark och längs väg kommer dagvattenledningen att mynna i ett svackdike som leder vattnet till en torrdamm (Figur 14). Svackdiket kan utformas på flera sätt, exempelvis 0,5 m bottenbredd, släntlutning 1:3 och 0,4 m djup (ger bredd vid dikeskrän på ca 3 m). Exempel på utformning ses i ritning 444-R-110-001 och 444-R-110-004 (2021-04-09).

Svackdiket ska sedan breddas ut till en torrdamm. Denna föreslås ha 1:4 slänter och ha maximalt djup om ca 0,4 m (övriga viktiga parametrar för dammens placering beskrevs i avsnitt 4.5.3). Ytbehovet har uppskattats till ca 954 m² för att kunna fördröja 324 m³. Torrdammen föreslås anläggas med gräs likt exempel i Figur 17. Utloppet kan utformas på olika sätt, exempelvis genom

munkbrunn med skibord. Huvudsaken är att utflödet från dammen motsvarar ca 488 l/s som mest. För att minska erosion kan den huvudsakliga rinnvägen från inlopp till utlopp skålas och fyllas med makadam som erosionskydd. Föreslagen placering av torrdamm ses i Figur 14 och inzoomat i Figur 18. Exempel på utformning ses i ritning 444-R-110-004 (2021-04-09).



Figur 17. Två foton på torrdammar: till vänster en vattenfylld (Boverket, 2019) och till höger en tom damm (Uppsala Vatten, u.å).



Figur 18. Karta som visar placering och ytbehov av svackdike och torrdamm.

I torrdammen ska dagvattnet fördröjas och viss rening förväntas också ske (se avsnitt 6 för föroreningsanalys). Då det finns ett ca 3 m djupt fyllningslager i Wättingestråket förväntas en del av dagvattnet kunna infiltrera och tillfälligt magasineras i fyllningen. Leran under fyllningsjorden innebär dock att perkolation ner till undre grundvattenmagasin sannolikt inte kommer ske i särskilt stor omfattning. Därmed behöver torrdammen utformas med utlopp till befintlig dagvattenledning så att tömning säkerställs.

Tidigare har placering av torrdammen längre söderut diskuterats men efter förändringar i förutsättningar är det inte längre lämpligt. Torrdammen skulle inte få plats längre söderut och med ny sträckning av dagvattensystemet ner till Wättingestråket är det heller inte lämpligt att leda vattnet söderut (motlut). Två av de tre möjliga ytorna för fördröjnings som presterades i Figur 3 har alltså förkastats: det är endast den norra placeringen som rekommenderas. Den nya sträckningen av dagvattennätet innebär också att det nu är möjligt att undvika en av korsningarna av fjärrvärmeledningen. Utloppsledning från torrdammen behöver dock korsa fjärrvärmeledningen, vilket är anledningen till att torrdammens djup begränsats till 0,4 m i denna utredning. Om djupare damm är möjligt innebär det en minskning i torrdammens totala yta.

5.1.2 Område B

Inom område B föreslås att dagvatten från allmän platsmark hanteras i skelettjordar med biokol, precis som i område A och C. Totalt ska 143 m³ dagvatten fördröjas vilket med 15 % porvolym motsvarar ca 953 m³ skelettjord. Med antagande om att varje skelettjord ska vara 15 m³ (enligt samma resonemang som skelettjordarna i A och C) krävs ca 64 st skelettjordar för att tillgodose fördröjningsvolymen. Föreslagen placering ses i Figur 14. Notera att det är möjligt att minska antalet skelettjordar genom att öka porvolymen eller genom att göra större skelettjordar än 15 m³. Principen är att skelettjordarna ska placeras med jämna mellanrum. Om det inte är möjligt är det bättre att placera större skelettjordar längre norrut på vägen eftersom dagvattnet då kan nå dit, snarare än att placera skelettjordar nära gränsen till område A.

5.2 Förslag på principiella lösningar på kvartersmark

Varje fastighet inom Wättingebacken ska fördröja och rena dagvatten enligt 10 mm-kravet. Nedan beskrivs exempel på lämpliga lösningar för att uppnå detta. Gröna tak och genomsläpplig beläggning kan användas för att minska hårdgjordheten och därmed mängden dagvatten som behöver fördröjas. Växtbäddar kan användas för att rena och fördröja samt skapa en vacker och grön miljö. Svackdiken kan leda dagvattnet mot fördröjningslösningar eller vara fördröjningslösningar om utlopp höjs upp eller om de trappas för att stoppa upp vattnet.

5.2.1 Gröna tak

Ett grönt tak, det vill säga ett tak med vegetation, kan hjälpa till att reducera mängden dagvatten som uppstår inom kvartersmark. De kan utformas på många olika sätt och kan därmed bidra med flera positiva effekter utöver dagvattenhantering, bland annat öka biologisk mångfald, isolera mot kyla/värme samt bidra med grönska (se exempel i Figur 19). Beroende på vilken typ av vegetation som önskas på taket krävs olika substratdjup. Minsta djup för ett tak med *sedum* är 30 mm medan ett tak med örter och gräs, liknande en äng, kräver runt 100 mm (Pettersson Skog et al., 2017). Ett djupare substrat minskar behovet av gödsling, vilket annars tenderar att öka mängder näringsämnen, zink och kvicksilver i avrinningen från ett grönt tak.

Underhåll av ett grönt tak innefattar att vid behov ta bort grenar eller liknande, laga kala fläckar samt eventuellt bevattna och gödsla taket (Lindfors et al., 2014). Det är därför viktigt att det går att nå taket på ett säkert sätt.



Figur 19. Foto på grönt sedumtak. Källa: Haninge kommun.

5.2.2 Genomsläpplig beläggning

Istället för att använda asfalt på gårdsytor kan genomsläpplig beläggning vara ett alternativ. Det finns olika typer, bland annat: vanligt grus, hålstensbeläggning, stensättning med genomsläppliga fogar, genomsläpplig asfalt, se exempel i Figur 20. Genom att välja en beläggning som har högre genomsläpplighet minskar avrinningen från ytan, vilket i sin tur minskar fördröjningsbehovet. Förutom en minskning i avrinning och ett visst estetiskt värde så sker även viss rening, upp mot 50-90 % av partikelbundna och lösta föroreningar (SVOA, 2017a). Reningskapaciteten beror på materialet och dess genomsläpplighet och bärlager. Därmed minskar reningen med tiden då genomsläppligheten minskar.

Genomsläpplig beläggning passar särskilt på ytor som främst ska användas för gångtrafik men går även utmärkt att anlägga på ytor med högre belastning om bärlager och eventuellt även förstärkningslager anläggs i botten (SVOA, 2017a).

Beroende på beläggningstyp behövs olika typ av underhåll. Om hålstensbeläggning med gräs har anlagts krävs viss gräsklippning och om grus har lagts så krävs ogräsrensning (SVOA, 2017a). Genomsläpplig asfalt behöver högtryckspolning och vakuumsugning och rent generellt krävs ibland byte av fogmaterial som satt igen eller lagning om någon yta gått sönder.

Under vintern finns risk för isbildning som kan minska infiltrationskapaciteten och reningseffekten. Sandning bör inte ske med nollfraktion då det riskerar att täppa igen hållrummen i beläggningen. Även saltning kan påverka infiltrationskapaciteten negativt då det försämrar markstrukturen och kan leda till igenslamning. Snöröjning kan också behöva ske särskilt varsamt för att inte förstöra beläggning med genomsläppliga fogar.



Figur 20. Exempel på hur två olika genomsläppliga beläggningar (grus och plattor med genomsläppliga fogar) kan nyttjas. (Foto: Dreitseit/Ramböll, Göteborg stad, 2017)

5.2.1 Växtbäddar

En växtbädd (även kallad biofilter eller "rain garden") efterliknar naturens sätt att fördröja och rena dagvatten och liknar i mångt och mycket en vanlig rabatt. Vatten kan ledas in i växtbädden, till exempel genom öppning i kantsten, via brunn med sandfång eller från utkastare på stuprör (se Figur 21). I bädden kan sedan vattnet renas genom växtupptag och infiltration genom sandbaserad växtjord till underliggande lager av makadam (Lindfors, et al., 2014; SVOA, 2019). I detta makadammagasin anläggs utlopp till ledning. En extra volym för fördröjning kan skapas genom upphöjda kanter eller genom att sänka ner växtbädden.

Det är viktigt att det vid inloppet finns ett erosionsskydd, till exempel i form av stenar, och någon typ av bräddavlopp/översvämningsskydd. Viktigt är också att tänka på framkomlighet. Ett staket eller kant runt växtbädden gör det exempelvis lättare för synskadade att upptäcka bädden med käpp (SVOA, 2019).

En växtbädd bidrar med grönska och ger stora möjligheter till att skapa ökad biologisk mångfald, exempelvis genom val av växter till bädden. Växterna bör dock trivas med periodvis torka om vattning mellan regn ska minimeras och måste samtidigt klara att översvämmas vid regn.



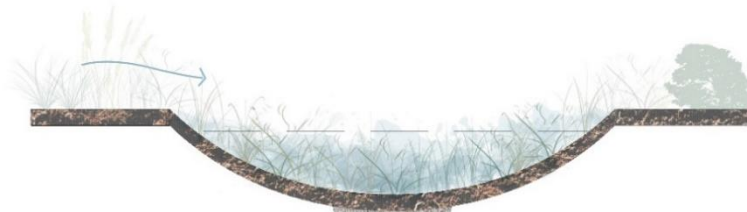
Figur 21 Växtbädd vid utkastare och i kombination med refug med öppning för inflöde av vatten (Nacka kommun, 2017)

Underhåll består i att vattna regelbundet när växtbädden etableras och därefter vid behov (SVOA, 2019). Liksom en vanlig rabatt kräver växtbädden tillsyn för att se hur växtligheten utvecklas och om ytterligare planteringar behövs eller om ogräs eller döda växtdelar behöver tas bort. Vidare krävs regelbunden kontroll av inlopp och bräddavlopp som ska hållas fria från växtmaterial/snö och is som annars kan stoppa flödet. De översta 5–10 cm av jorden kan med tiden bli igensatt vilket gör att genomsläppligheten minskar och därmed kan denna del av jorden behöva luckras upp eller bytas ut. Genom att byta ut jorden reduceras risken för frisättning av fastlagda föroreningar som är en risk om jorden luckras upp.

5.2.2 Svackdiken

Ett svackdike är ett gräsbeklätt dike med flacka slänter och fungerar som kombinerad infiltrationsyta och öppet avledningssystem, se Figur 22. Rening av dagvattnet sker genom översilning, sedimentation och växtupptag. Den öppna avledningen ger möjlighet för vattnet att översvämma ytligt vid skyfall och ger även dagvattnet en långsammare avledning vilket ger en mer utdragen och mindre flödestopp i ledningsnätet som därmed klarar flödet bättre.

Svackdiken kräver en måttlig skötselinsats i form av rensning och gräsklippning och är billiga att anlägga i förhållande till nyttan.

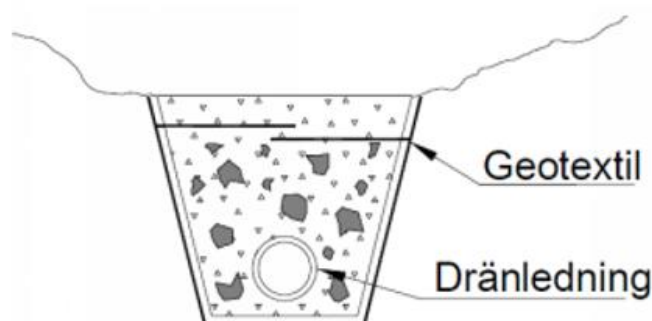


Figur 22. Principskiss för ett svackdike.

5.2.3 Krossdiken

Krossdiken (även kallat makadamdiken) anläggs ofta genom att ett meterdjupt grävt dike fylls med makadam, se Figur 23. Den fria volymen, d.v.s. magasinerings eller utjämningsvolymen i diket, utgörs av porvolymen i fyllnadsmassorna, vanligtvis ca 30%. Utflödet genom makadamdikena sker antingen genom att vattnet perkolerar ut i omgivande marklager (om jordmånen tillåter) eller genom kontrollerad avtappning via ett anlagt dräneringssystem. Rening sker i första hand genom sedimentation och fastläggning.

Diket kräver en måttlig skötselinsats. Igensättning sker på sikt vilket gör att materialet i anläggningen kommer att behöva bytas ut efter mellan ca 15–30 år beroende på de platsspecifika förutsättningarna. Även genomspolning av dränrör och rensning av brunnar kan behöva ske med jämna mellanrum.



Figur 23. Skiss av makadamdike med dräneringsledning.

7 Rening av dagvatten

7.1 Föroreningsberäkning

Föroreningsberäkningar har genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac (version v20.2.2). StormTac är en statisk modell framtagen för att modellera dagvattenflöden, föroreningsbelastningar, avskiljning av föroreningar, samlad påverkan på recipient samt för dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. Med endast markanvändningsarealer och årsmedelnederbörd som indata kan modellen beräkna de mängder av föroreningar som transporteras av dagvatten. StormTac är dock inget exakt beräkningsverktyg och bör endast användas för att få en generell bild av hur föroreningssituationen kan se ut.

Årsmedelnederbörden 712 mm/år³ från närliggande väderstation har använts som indata för nederbörden. Föroreningsanalys har utförts dels för område A och C, dels för område B då dessa områden har olika tekniska avrinningsområden i framtiden. Antagen markanvändning presenteras i Tabell 18 och Tabell 19 i Appendix (avsnitt 12.3).

Modellerade reningansläggningar sammanfattas för område A och C i Tabell 4 och för område B i Tabell 5. Anläggningarnas storlek baseras på den föreslagna hanteringen som beskrivits i föregående avsnitt. Rening på kvartermark inkluderas genom att välja en markanvändning i StormTac som inkluderar LOD (se avsnitt 12.3 i appendix).

Tabell 4. Reningsssteg för område A och C.

Reningssteg	Anläggning	Storlek
1	10 mm fördröjning inom kvartermark	Okänd. Modelleras genom val av markanvändning.
2	Skelettjord vid väg	Ca 330 m ² , motsvarande 83 m ³ fördröjningsvolym
3	Svackdike	Ca 400 m ²
4	Torrdamm	Ca 1140 m ²

Tabell 5. Reningsssteg för område B.

Reningssteg	Anläggning	Storlek
1	10 mm fördröjning inom kvartermark	Okänd. Modelleras genom val av markanvändning.
2	Skelettjord vid väg	Ca 550 m ² , motsvarande 140 m ³ fördröjningsvolym

³ Normalvärde under perioden 1991-2020 från SMHI:s station Stormyra, stationsnummer 9814, korrigerat med faktor 1,09 enligt SMHI (2003)

Resultterande halter i dagvattnet vid befintlig och framtida situation (med och utan rening) för område A och C presenteras i Tabell 6 Motsvarande resultat för område B ses i Tabell 7.

Tabell 6. Föroreningsbelastning (kg/år) från område A och C vid befintlig situation jämfört med framtida situation med och utan rening. Gröna celler indikerar att mängden underskrider befintlig situation och röda celler indikerar en ökning jämfört med befintlig situation.

Ämne	Befintligt	Framtida utan rening	Framtida med rening
Fosfor (P)	1,6	4,8	1,4
Kväve (N)	26	50	15
Bly (Pb)	0,12	0,24	0,016
Koppar (Cu)	0,29	0,62	0,078
Zink (Zn)	0,64	1,7	0,12
Kadmium (Cd)	0,0041	0,011	0,0021
Krom (Cr)	0,09	0,22	0,017
Nickel (Ni)	0,099	0,19	0,043
Suspenderat material (SS)	810	1600	190
Olja	0,00026	0,00075	0,00014

Tabell 7. Föroreningsbelastning (kg/år) från område B vid befintlig situation jämfört med framtida situation med och utan rening. Gröna celler indikerar att mängden underskrider befintlig situation och röda celler indikerar en ökning jämfört med befintlig situation.

Ämne	Befintligt	Framtida utan rening	Framtida med rening
Fosfor (P)	1,9	3,3	0,54
Kväve (N)	28	31	4,6
Bly (Pb)	0,12	0,18	0,016
Koppar (Cu)	0,33	0,44	0,055
Zink (Zn)	0,67	1,3	0,11
Kadmium (Cd)	0,0056	0,0087	0,0011
Krom (Cr)	0,11	0,16	0,018
Nickel (Ni)	0,097	0,14	0,022
Suspenderat material (SS)	720	1100	190
Olja	0,00038	0,00061	0,000074

Utän rening skulle föroreningsmängderna från Wättingebacken öka efter exploatering, men genom att rena dagvattnet både lokalt inom kvartersmark och på allmän platsmark går det att reducera de årliga föroreningsmängderna till nivåer som är lägre än de befintliga (se Tabell 6 och Tabell 7).

7.2 Påverkan på recipient

Eftersom reningsberäkningarna ovan tyder på en minskning i årlig föroreningsmängd för samtliga ämnen bedöms påverkan på recipient vara neutral eller positiv. Det är dock viktigt att föreslagna renings- och fördröjningsåtgärder implementeras då en exploatering utan åtgärder skulle leda till en ökning i föroreningsbelastning.

8 Konsekvenser vid förlorad lokal hantering

Tyvärr är det inte helt ovanligt att dagvattenanläggningar inom kvartersmark med tiden glöms bort och inte lägre underhålls ordentligt. Nedan följer ett resonemang kring vilka konsekvenser det skulle ha i området och på recipienten.

Om dagvattenanläggningar inom kvartersmark inte lägre underhålls ordentligt och förlorar sin funktion finns risk för att både fördröjningsvolym och reningseffekt minskar. Om samtliga anläggningar helt förlorar sin fördröjningsfunktion skulle 370 m³ i fördröjningsvolym saknas i torrdammen. Om dagvattenflöden från fastigheterna överstiger ledningskapaciteten skulle detta innebära att det kan uppstå översvämningssproblem inom kvartersmarken där de lokala dagvattenanläggningarna förlorat funktion. Om ledningskapaciteten inte överskrids uppstår istället en översvämning vid torrdammen i Wättingestråket eftersom denna utformas med strypt utlopp.

Dåligt underhåll skulle även påverka reningseffekten. För de flesta föroreningar förväntas dock en relativt stor minskning (Tabell 6 och Tabell 7) så även om reningseffekten minskar med tid bör tillräckligt god rening ändå erhållas. Därtill kan konstateras att av Albysjöns 8410 ha stora avrinningsområde utgör Wättingebacken endast ca 0,2% (Huddinge kommun, u.å). Marginella ändringar i föroreningsbelastningen från Wättingebacken, vare sig positiva som negativa, ger därför sannolikt ingen mätbar effekt på recipienten.

9 Slutsatser och rekommendationer

Denna utredning kan sammanfattas med följande punkter:

- > Dagvattenledningen i Wättingestråket har kapacitetsbrist och därmed krävs extra fördröjande åtgärder för att inte förvärra situationen.
- > Inom kvartersmark föreslås att gröna, öppna lösningar används för att rena och fördröja dagvattnet motsvarande 10 mm per m² hårdgjord yta. Exempel på lösningar är gröna tak och växtbäddar.
- > Inom allmän platsmark ska skelettjordar med biokol anläggas som ett första renings- och fördröjningssteg (erforderliga volymer ses i avsnitt 4.4.1). Inom område B är skelettjordarna det enda steget medan dagvattnet från A och C sedan leds vidare till ett svackdike och en torrdamm i Wättingestråket.
- > Projekterade skelettjordar i område A (enligt ritningar från 2021-04-09) ger inte tillräcklig fördröjningsvolym för att uppnå 10-mm kravet, enligt beräkningar i denna utredning (se avsnitt 4.4.1). Den saknade volymen har i denna utredning omhändertagits i torrdammen.
- > Torrdammen behöv kunna fördröja ca 379 m³ för att utflödet till befintlig dagvattenledning ska vara 488 l/s vid ett 20-årsregn (motsvarar flöde vid ett 5-årsregn med dagens markanvändning).
- > Föroreningsberäkningar på den föreslagna hanteringen indikerar att tillräcklig god rening uppnås för att inte dagvattenkvaliteten ska försämrats trots exploatering. Därmed bedöms att exploateringen inte kommer ha en negativ inverkan på recipient och dess möjlighet att uppnå MKN.

10 Fortsatt arbete

Om utformning av gata och allmän plats i område A ska justeras i detaljprojektering kan även viss justering av skelettjordarna vara på sin plats. Placeringen av skelettjordar i område A är inte optimal ur ett fördröjningsperspektiv då den största volymen är placerad längst upp i avrinningsområdet vilket innebär att mängden dagvatten som når skelettjorden inte är så stor. Placering längre ner i systemet skulle innebära att mer dagvatten når skelettjorden och därmed ökar utnyttjandet av skelettjorden. Lika så uppskattas att ca 78 m³ fördröjningsvolym saknas för att uppnå 10 mm-kravet inom område A. Denna utredning har dock visat att dagvattenhanteringen går att lösa ändå genom att fördröja och rena ytterligare i torrdammen.

Det fortsatta arbetet behöver även inkludera projektering av skelettjordar i B och C samt projektering av svackdike och torrdamm. Denna utredning har gett förslag på utformning av svackdike och torrdamm men så länge de uppfyller sin funktion kan de utformas på olika sätt. Höjd på utloppsledning från torrdammen kommer sannolikt att bestämma höjdsättningen av både torrdamm och svackdike vilket kommer att avgöra slutligt ytbehov.

Svackdiket kan behöva justeras för att kunna leda ett skyfallsflöde. Justering av torrdammen är också möjlig för att erhålla större volym för att bidra till skyfallshanteringen. Skyfallshanteringen behöver dock lösas i ett större sammanhang och det behövs sannolikt flera lösningar för att få en bra hantering.

11 Referenser

Boverket (2019). *Exempel på gröna lösningar för klimatanpassning i städer*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/klimatanpassningar/exempel/> [2020-09-22]

Göteborg stad (2017). *Göteborg när det regnar: en exempel- och inspirationsbok för god dagvattenhantering*.

Haninge kommun (u.å). *Hållbar dagvattenhantering: Råd, tips och inspiration för byggtreprenörer och ägare av småhus*. Tillgänglig: https://www.haninge.se/globalassets/forvaltningsspecifikt-globalt-innehall/stadsbyggnadsforvaltningen/dagvatten/slutversion_haninge_kommun_1_od_broschyr_a4_web.pdf [2020-09-22]

Havs- och vattenmyndigheten, Följder av Weserdomen Analys av rättslaget med sammanställning av domer, rapport 2016:30, 2016.

Huddinge kommun (u.å). *Albysjön*. Tillgänglig: <http://miljobarometern.huddinge.se/sjoar/albysjon/info2/> [2021-05-26]

Lindfors, T., Bodin-Sköld, H., Larm, T., (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer: Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) (2017). *Vägledning för skyfallskartering: Tips för genomförande och exempel på användning*. Tillgänglig: <https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf>. [2020-09-21]

Nacka kommun (2017). *Riktlinjer och principlösningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats*. Tillgänglig: <https://www.nacka.se/48e89c/contentassets/ecc61b0e1f824401bca8cc4705aa03aa/bilaga-9-anvisningar-for-dagvattenhantering.pdf> [2020-09-22]

Pettersson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., Capener, C., (2017). *Grönatakhåndboken: Växtbädd och vegetation*. Tillgänglig: <http://gronatakhandboken.se/wp-content/uploads/2017/02/Gronatakhandboken-Vaxtbadd-och-Vegetation.pdf>. [2020-09-22]

Stockholm stad (2017). *Växtbäddar i Stockholms stad – en handbok 2017*.

Svenskt Vatten, (2016). *Avledning av dag-, drän- och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, Publikation P110*.

Stockholm Vatten och Avfall (SVOA) (2019). *Nedsänkt växtbädd*. Tillgänglig: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf> [2020-09-22]

Stockholm vatten och avfall (SVOA) (2017a). *Genomsläpplig beläggning*.

Tillgänglig

<https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/gb.pdf>

[2020-09-22]

Stockholm vatten och avfall (2017b). *Reningseffekt, anläggningstyper, tabell (excel-fil)*. Tillgänglig:

<http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningsjamforelser/anlaggningsjamforelser/#!/anlaggningsjamforelser> [2020-10-20]

StormTac (2021). *Guide StormTac Web*.

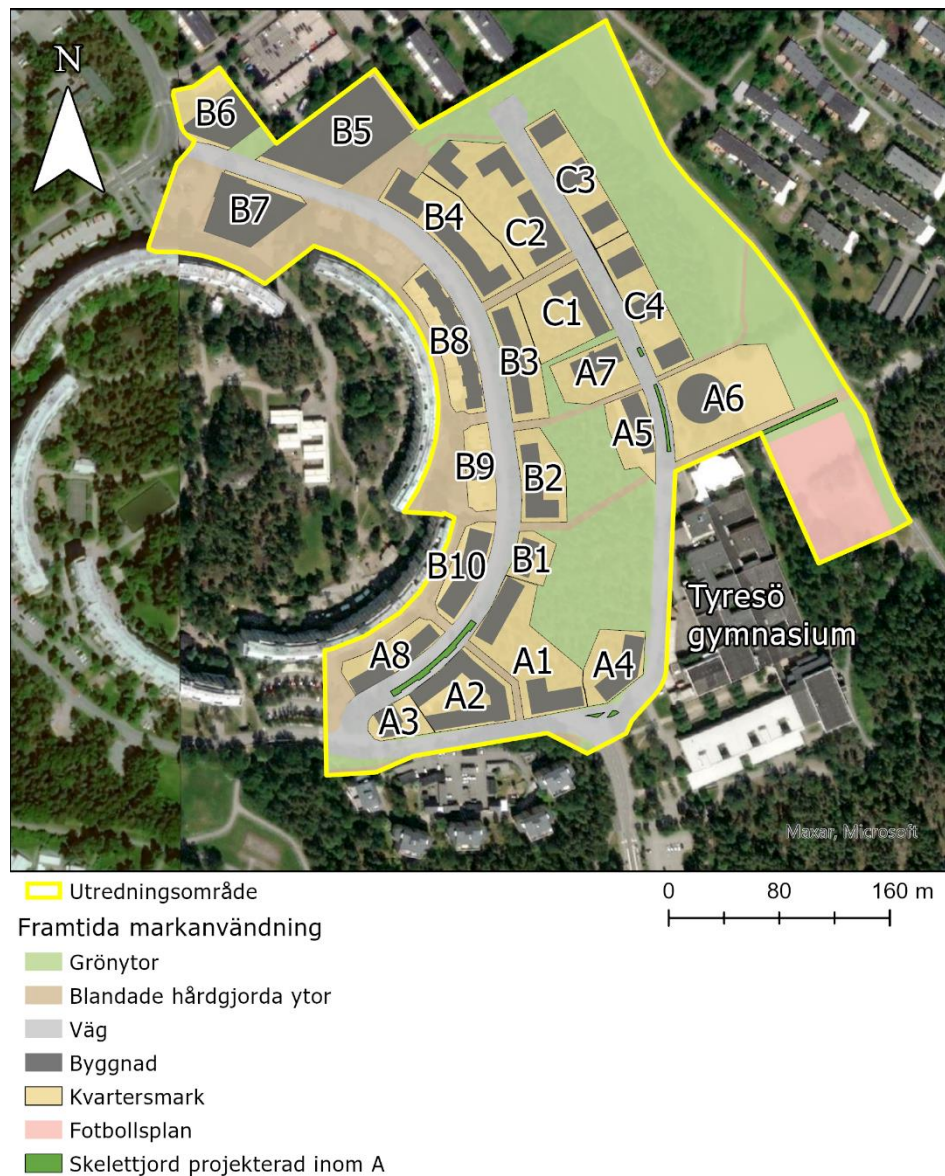
Uppsala Vatten (u.å). *Dagvattenhantering, en exempelsamling*. Tillgänglig:

https://www.uppsalavatten.se/globalassets/dokument/om-oss/verksamhet-och-drift/dagvatten_exempelsamling.pdf [2020-09-22]

12 Appendix

12.1 Indata för beräkning av flöden och fördröjning

I Figur 25 ses de delområden som användes för beräkningar av flöden på kvartersmark och i Tabell 8, Tabell 9 och Tabell 10 ses den framtida markanvändningen och arean för respektive delområde. I Tabell 11, Tabell 12, Tabell 13 och Tabell 14 ses antagen framtida markanvändning för allmän platsmark för område A, B, C samt Wättingestråket (se delområden i Figur 2 i avsnitt 2.3). I Tabell 15 ses den samlade befintliga markanvändning inom befintliga avrinningsområde till Wättingestråket. Använda avrinningskoefficienter för beräkning av flöden ses i Tabell 16.



Figur 25. Antagna delområden för kvartersmark för beräkningar av flöden och fördröjningsvolym.

Tabell 8. Framtida markanvändning för respektive delområde kvartersmark inom A.

Delområde	Markanvändning	Area (ha)
A1	Tak	0,14
	Kvartersmark	0,29
	Totalt	0,43
A2	Tak	0,18
	Kvartersmark	0,12
	Totalt	0,30
A3	Tak	0,035
	Kvartersmark	0,066
	Totalt	0,10
A4	Tak	0,075
	Kvartersmark	0,12
	Totalt	0,19
A5	Tak	0,055
	Kvartersmark	0,11
	Totalt	0,17
A6	Tak	0,10
	Kvartersmark	0,40
	Totalt	0,50
A7	Tak	0,052
	Kvartersmark	0,15
	Totalt	0,20
A8	Tak	0,077
	Kvartersmark	0,097
	Totalt	0,17
Totalt A		2,1 ha

Tabell 9. Framtida markanvändning för respektive delområde kvartersmark inom B.

Delområde	Markanvändning	Area (ha)
B1	Tak	0,034
	Kvartersmark	0,061
	Totalt	0,095
B2	Tak	0,084
	Kvartersmark	0,12
	Totalt	0,21
B3	Tak	0,10
	Kvartersmark	0,13
	Totalt	0,23
B4	Tak	0,15
	Kvartersmark	0,23
	Totalt	0,38
B5	Tak	0,44
	Kvartersmark	0,052
	Totalt	0,49
B6	Tak	0,13
	Kvartersmark	0,098
	Totalt	0,23
B7	Tak	0,22
	Kvartersmark	0,020
	Totalt	0,24
B8	Tak	0,12
	Kvartersmark	0,15
	Totalt	0,27
B9	Tak	0,023
	Kvartersmark	0,10
	Totalt	0,13

Delområde	Markanvändning	Area (ha)
B10	Tak	0,12
	Kvartersmark	0,065
	Totalt	0,17
Totalt B		2,4 ha

Tabell 10. Framtida markanvändning för respektive delområde kvartersmark inom C.

Delområde	Markanvändning	Area (ha)
C1	Tak	0,077
	Kvartersmark	0,23
	Totalt	0,31
C2	Tak	0,17
	Kvartersmark	0,34
	Totalt	0,51
C3	Tak	0,11
	Kvartersmark	0,17
	Totalt	0,28
C4	Tak	0,11
	Kvartersmark	0,18
	Totalt	0,29
Totalt C		1,4 ha

Tabell 11. Framtida markanvändning inom allmän platsmark i område A.

Markanvändning	Area (ha)
Väg	0,99
Gräsyta	1,21
Blandad hårdgjord yta	0,35
Total	2,56

Tabell 12. Framtida markanvändning inom allmän platsmark i område B.

Markanvändning	Area (ha)
Vägyta	0,70
Gräsyta	0,05
Övrig hårdgjord yta	1,22
Total	1,98

Tabell 13. Framtida markanvändning inom allmän platsmark i område C.

Markanvändning	Area (ha)
Vägyta	0,31
Gräsyta	0,18
Övrig hårdgjord yta	0,07
Total	0,56

Tabell 14. Framtida markanvändning inom Wättingestråket.

Område	Area (ha)
Övrig hårdgjord yta	0,14
Grönyta	2,09
Fotbollsplan	0,55
Total	2,78

Tabell 15. Befintlig markanvändning inom befintligt avrinningsområde till Wättingestråket.

Område	Area (ha)
Byggnader	0,21
Parkering	0,39
Väg	0,63
Blandade hårdgjorda ytor	0,70
Fotbollsplan (grus)	0,65
Grönyta (gräs och skog)	8,83
Totalt	11,40

Tabell 16. Använda avrinningskoefficienter samt kommentar kring av val.

Markanvändning	Avrinningskoefficient	Kommentar
Skog med berg i dagen	0,2	P110 anger 0,1 för skog generellt men då det är mycket berg i dagen, stark lutning samt finns GC-banor genom område har ett högre värde valts.
Blandad hårdgjord yta	0,7	P110 anger 0,8 för asfalt men då dessa ytor antas omfatta både asfalt och viss del grönyta har ett lägre värde valts.
Grusfotbollsplan och framtida fotbollsplan	0,2	Grusyta enligt P110. Antar att även framtida material för fotbollsplanen har liknande avrinningskoefficient.
Parkeringsyta eller kvartersmark som ej är tak	0,8	Asfaltsyta enligt P110
Tak	0,9	Takyta enligt P110

12.2 Dimensionerande flöden och fördröjningsvolymen inom kvartersmark

I Tabell 17 ses beräknade dimensionerande utflöden från kvartersmark både innan och efter lokal fördröjning (enligt 10 mm-kravet) baserat på markanvändningen angiven i Tabell 8, Tabell 9 och Tabell 10 i avsnittet ovan. I Tabell 17 ses även den erforderliga fördröjningsvolymen enligt 10 mm-kravet.

Tabell 17. Dimensionerande flöden för kvartersmark innan och efter lokal fördröjning samt beräknad fördröjningsvolym.

Delområde	Dimensionerande flöde vid 20-årsregn innan lokal fördröjning (l/s)	Fördröjningsvolym enligt 10 mm-kravet (m ³)	Dimensionerande flöde vid 20-årsregn efter lokal fördröjning (l/s)
A1	133	36	48
A2	96	26	35
A3	32	8	11
A4	60	16	22
A5	52	14	19
A6	154	41	56
A7	62	17	22
A8	55	15	20
A-totalt	641	172	232
B1	30	8	11
B2	65	18	24
B3	72	19	26
B4	119	32	43
B5	162	43	59
B6	73	20	26
B7	81	22	29
B8	85	23	31
B9	39	10	14
B10	55	15	20
B-totalt	780	209	283

Delområde	Dimensionerande flöde vid 20-årsregn innan lokal fördröjning (l/s)	Fördröjningsvolym enligt 10 mm-kravet (m ³)	Dimensionerande flöde vid 20-årsregn efter lokal fördröjning (l/s)
C1	94	25	34
C2	159	43	58
C3	87	23	32
C4	90	24	33
C-totalt	430	115	156

12.3 Antagen markanvändning för reningsberäkningar

I Tabell 18 nedan ses den antagna markanvändningen för reningsberäkningarna i StormTac. Vägarnas trafikbelastning har hämtats från ÅF (2016). För beräkning av framtida belastning har kvartersmarken satts till *Flerfamiljshusområde*. För beräkningar framtida belastning inklusive rening har markanvändningen på kvartersmark satts till *Flerfamiljshusområde med gatuträd och skelettjord med/utan LOD kvarter*.

Tabell 18. Markanvändning och klassning i StormTac vid befintlig och framtida situation för område A och C.

Markanvändning	Area [ha]	Klassning i StormTac
Befintligt		
Väg	0,6	Väg med ÅDT 1850*
Gångbanor och övrig hårdgjord yta	0,14	Asfalt
Parkeringsyta	0,28	Parkeringsyta
Skogsmark med berg i dagen	5,6	Skogsmark
Grönyta i Wättingebacken och Wättingestråket	2,1	Parkmark
Fotbollsplan	0,65	Grusyta
Totalt	9,34	
Framtid		
Flerfamiljshusområde	4,00	Flerfamiljshusområde / Flerfamiljshusområde med gatuträd och skelettjord med/utan LOD kvarter**
Väg	1,30	Vägyta med ÅDT 2300*
Skog med berg i dagen i Wättingestråket	0,72	Skogsmark
Grönyta i Wättingestråket	2,76	Parkmark
Fotbollsplan	0,55	Grusyta
Totalt	9,34	

*ÅDT har hämtats från ÅF (2016).

** Flerfamiljshusområde inom vilket dagvattnet från t.ex. GC-vägar och/eller gator leds in i skelettjordar med träd där det renas, och där lokalt omhändertagande sker inom kvartersmark (tak och innegårdar).

Tabell 19. Markanvändning och klassning i StormTac vid befintlig och framtida situation för område B

Markanvändning	Area [ha]	Klassning i StormTac
Befintligt		
Väg	0,41	Väg med ÅDT 1850
Gångbanor och övrig hårdgjord yta	1,01	Asfalt
Byggnad	0,33	Takyta
Parkeringsyta	0,43	Parkeringsyta
Skogsmark med berg i dagen	1,2	Skogsmark
Grönyta	1,08	Parkmark
Totalt	4,42	
Framtid		
Flerfamiljshusområde	3,66	Flerfamiljshus med gatuträd och skelettjord med/utan LOD kvarter**
Väg	0,70	Vägyta med ÅDT 2300
Grönyta	0,05	Parkmark
Totalt	4,42	



Bilaga 1 - Föreslagen dagvattenhantering

- | | |
|-------------------------------|--|
| Delområden | Skelettjord projekterad inom A |
| Område A | Krossdiken |
| Område B | Dagvattenavrinning i nytt dagvattennät |
| Område C | Framtida markanvändning |
| Utredningsområde | Grönytor |
| Dagvattenhantering | Blandade hårdgjorda ytor |
| Korsning av fjärrvärmeledning | Väg |
| Torrdamm | Byggnad |
| Svackdike | Kvartersmark |
| Skelettjor dar inom B och C | Fotbollsplan |

0 100 200 m

COWI