

STORA SKÖNDAL

DAGVATTENUTREDNING FÖR PROGRAM

2018-11-20



wsp

STORA SKÖNDAL

Dagvattenutredning för program

KUND

Stiftelsen Stora Sköndal

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

WSP Sverige AB
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7
Tel: +46 10 7225000

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Joakim Scharp (WSP)
Simon Lelie (WSP)
Pontus Nilsson (EBAB)

Joakim.scharp@wsp.com
Simon.lelie@wsp.com
pontus.nilsson@ebab.se

UPPDRAGSNAMN
Dagvattenutredning
Programhandling Stiftelsen Stora
Sköndal

UPPDRAGSNUMMER
10227918

FÖRFATTARE
Simon Lelie, Joakim Scharp och
Kristina Wilén

DATUM
2016-03-01

ÄNDRINGSDATUM
2018-11-20

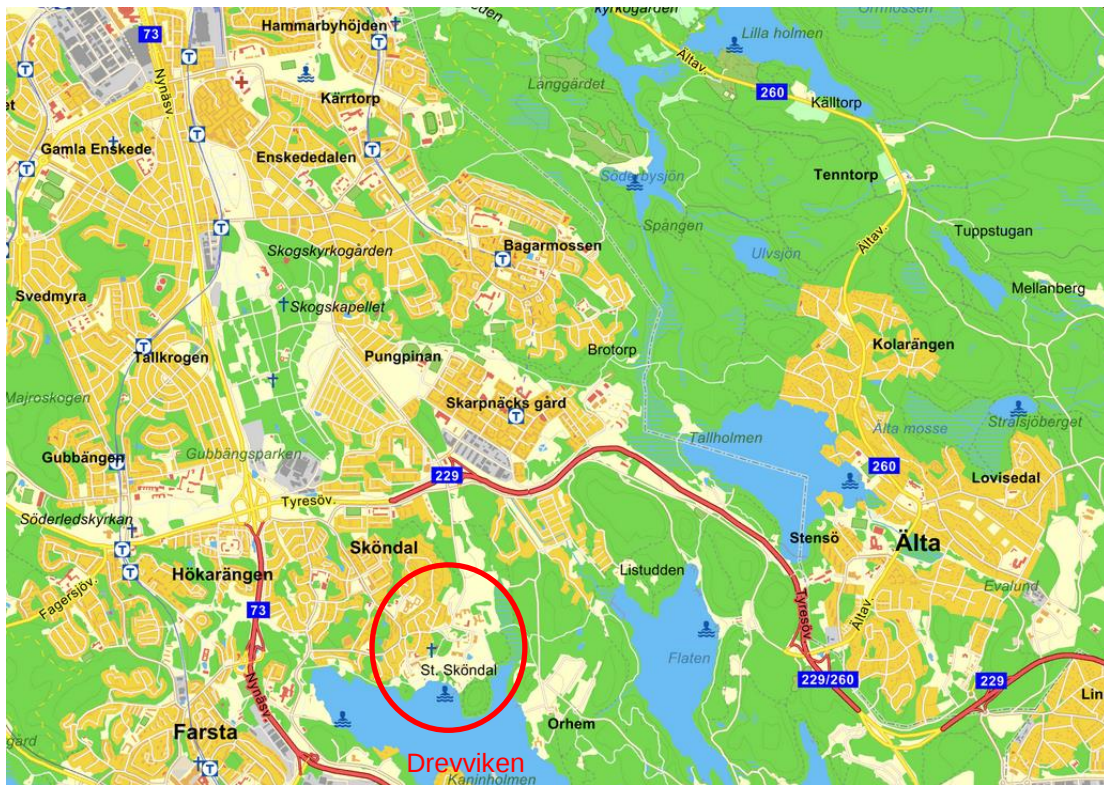
Granskad av
Kristina Wilén

INNEHÅLL

1	BAKGRUND	4
1.1	SYFTE MED DAGVATTENUTREDNINGEN	4
2	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	5
2.1	MARKFÖRHÅLLANDEN	5
2.2	DAGENS AVRINNINGSOMRÅDEN	7
2.3	ÖVERSVÄMNINGSRISK	9
2.4	BEFINTLIG BEBYGGELSE	10
2.5	FÖRORENAD MARK	10
2.6	BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING	11
2.7	MARKAVVATTNINGSFÖRETAG	12
2.8	RECIPIENT	13
3	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTNET	14
3.1	STOCKHOLM STADS DAGVATTENSTRATEGI	14
3.2	STOCKHOLM STADS ÅTGÄRDSNIVÅ PÅ 20 MM	14
3.3	MILJÖKVALITETSNORMER FÖR VATTEN	15
3.4	LOKALT ÅTGÄRDSPROGRAM FÖR DREVVIKEN	18
3.5	FRAMTIDENS STORA SKÖNDAL	19
4	BERÄKNINGAR	20
4.1	DIMENSIONERANDE FLÖDEN	21
4.2	FÖRORENINGAR I DAGVATTNET	25
5	FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING	27
5.1	ÖVERGRIPANDE PRINCIPER	27
5.2	VÄXTBÄDDAR SOM DAGVATTENHANTERING	28
5.3	DAGVATTENDAMMAR	28
5.4	SKELETTJORDAR	30
5.5	GENOMSLÄPPLIG BELÄGGNING	31
5.6	UNDERJORDISKA MAGASIN	31
5.7	EXEMPEL PÅ TYPKVARTER	32
5.8	DAGVATTENHANTERING PER AVRINNINGSOMRÅDE	34
5.9	SKYFALL	36
6	PÅVERKAN PÅ RECIPIENTENS STATUS	36
7	SLUTSATSER	37
7.1	VIDARE ARBETE I DETALJPLAN	38
7.2	DISKUSSION	38

1 BAKGRUND

Området Stora Sköndal i södra Stockholm ska exploateras med bostäder. Stiftelsen Stora Sköndal som är markägare planerar att bygga en modern och inkluderande stadsdel intill Drevviken med plats för 4-6 000 bostäder under de kommande 10-15 åren. Detta kommer betyda en mångdubbling i befolkning och en markant ökning av hårdgjorda ytor. För att undersöka situationen och eventuella åtgärder har WSP fått i uppdrag av Stiftelsen Stora Sköndal att utföra en dagvattenutredning i programskedet.



Figur 1. Översiktsskarta över närområdet med utredningsområdet ungefärligt markerat i rött. Karta från eniro.se

Drevviken är en viktig recipient i Stockholm som idag är hårt belastad. För att förbättra sjön har därför kringliggande kommuner och andra intressenter gått samman och skapat ett lokalt åtgärdsprogram som beskriver möjliga åtgärder som kan tas för att skapa förutsättningar att nå god status.

Arbetet med dagvattenutredningen började 2016. Under arbetets gång har ett stort antal nya krav och arbetssätt för dagvatten i Sverige och Stockholm framkommit. Detta är en reviderad rapport baserad på *Dagvattenutredning Stora Sköndal*, WSP projektnummer 10197693, som fanns med i samrådshandlingen. Denna rapport har uppdaterade beräkningar och dagvattenlösningar baserat på krav och rekommendationer från Stockholm Stad, Stockholm Vatten, Stockholm Läns Länsstyrelse och Svenskt Vatten.

1.1 SYFTE MED DAGVATTENUTREDNINGEN

Syftet med dagvattenutredningen i programskede är att säkerställa att det finns möjligheter att omhänderta vatten från stora och små regn, i syfte att skydda bebyggd miljö från översvämning och naturmiljö från föroreningar. Till grund för arbetet med dagvatten i Stockholm ligger stadens Dagvattenstrategi, miljökvalitetsnormerna och vägledning från Svenskt Vatten, VA-huvudmännens branschorganisation.

2 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

2.1 MARKFÖRHÅLLANDEN

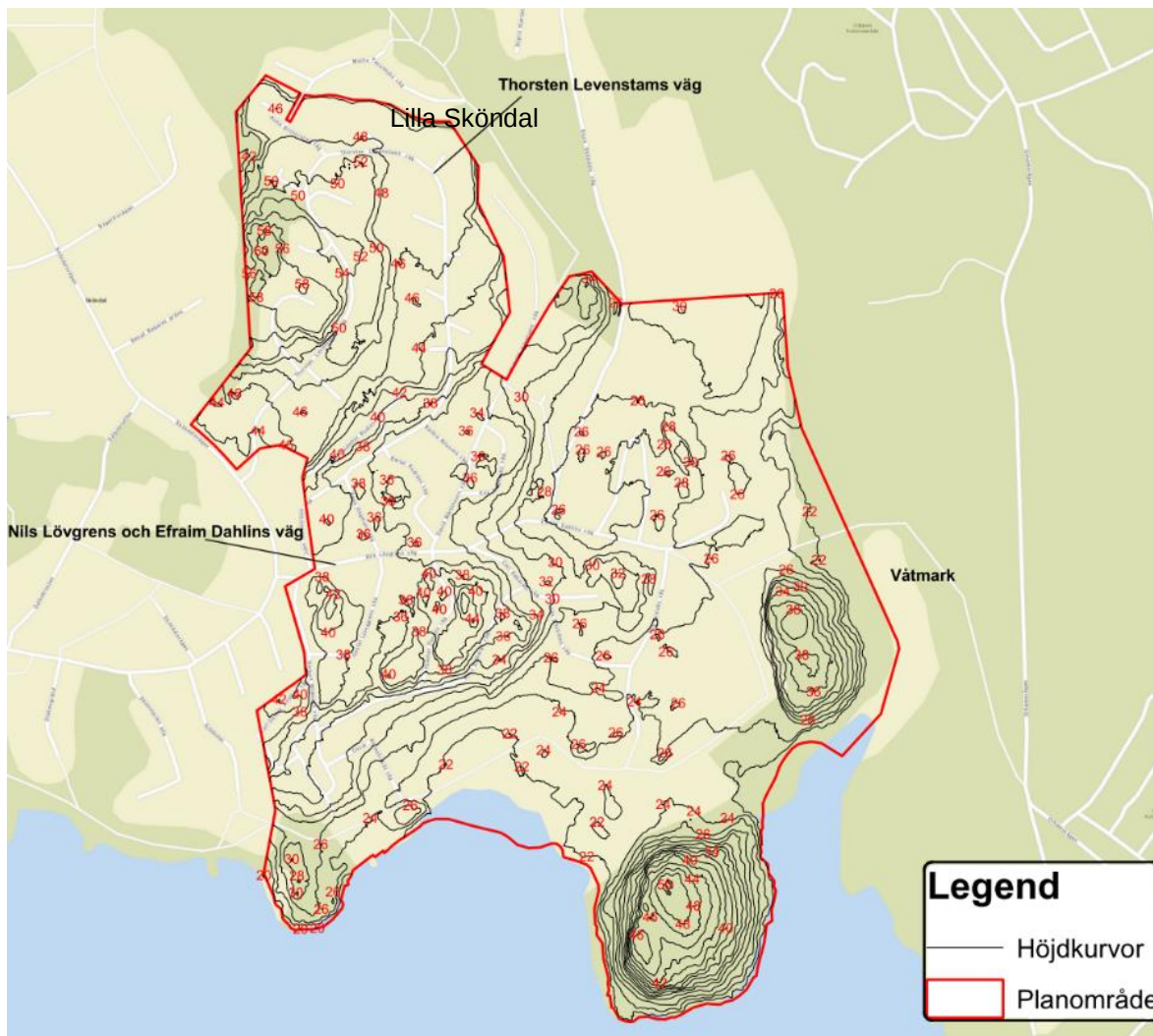
Marken består enligt SGU:s jordartskarta till stor del av urberg och lera (Figur 2). I dalgången i nordöstra delen finns sand och fyllning. Den geotekniska utredning som har genomförts (ÅF 2018) visar dock att fyllnadsmassorna är mycket mer utbredda än vad som framgår av kartan från SGU. Kring Magnoliatomten och stranden är massorna 1-2 meter, men i områdets östra kant mot våtmarken är mäktigheten på vissa ställen upp till 10 meter. Fyllnadsmassor är heterogena och markens egenskaper kan därför variera stort. Vid denna geotekniska undersökning har man främst fokuserat på de områden där geotekniken har störst påverkan på kostnader i anläggningsskedet. De geologiska förutsättningarna med mycket lera och berg gör att möjligheten till infiltration av dagvatten är begränsade. Det finns dessutom en föroreringsproblematik i östra halvan av planområdet som gör att infiltration är olämpligt, även där det är teoretiskt möjligt.

För mer detaljerad information om geologiska samt geotekniska förhållanden se *Fördjupad Förstudie Stora Sköndal – Geotekniska förutsättning*, ÅF projekt 719324 .



Figur 2. Geologiska förutsättningar, karta från sgu.se. Programområdet inringat i svart.

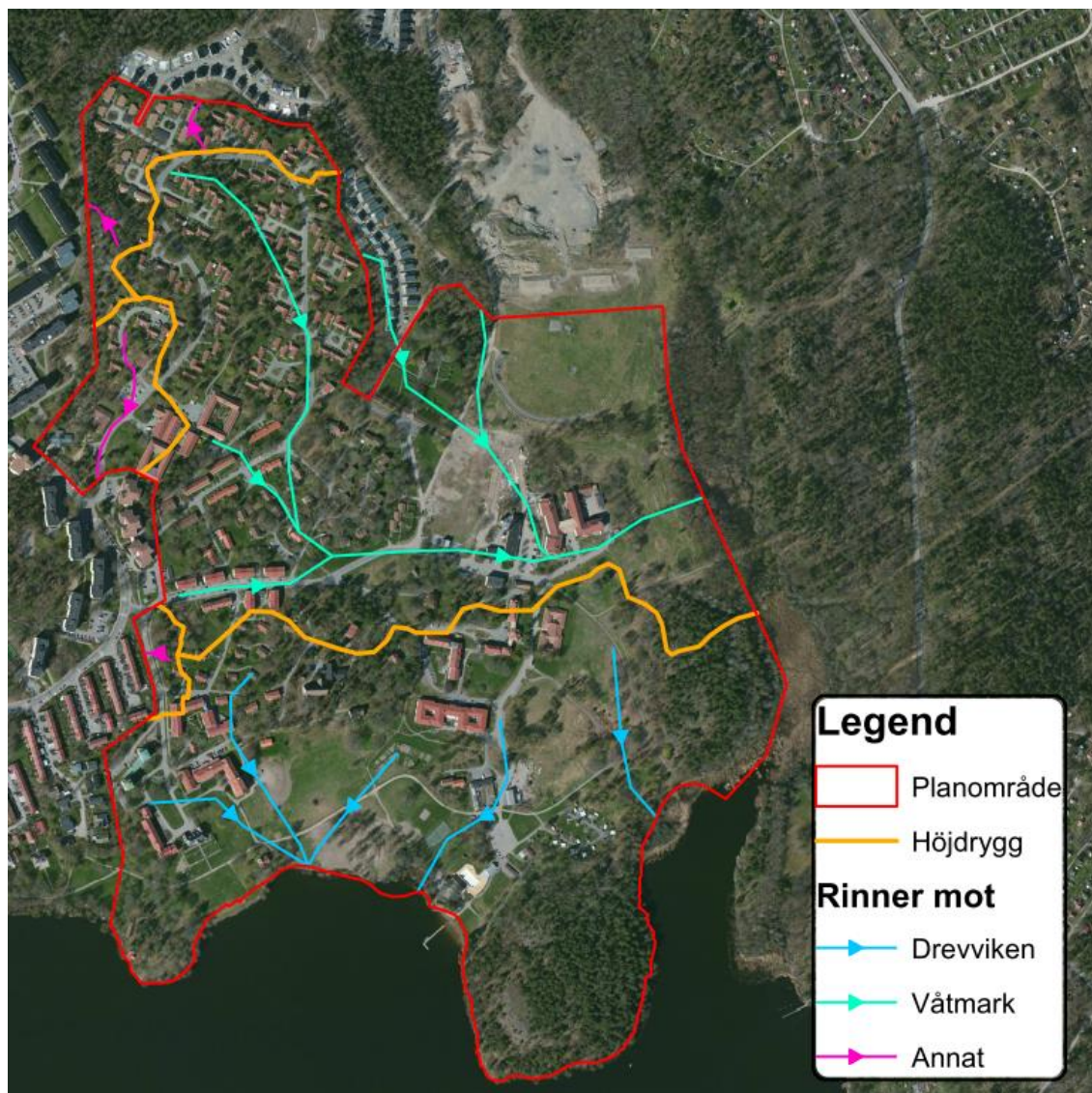
Programområdet (Figur 3) har stora höjdskillnader med en högplatå i nordväst med höjder kring +40 – +50 m som efter en brant övergång till en mellanterrass. Längs stranden och invid våtmarken som avgränsar området i väster finns en lågzon med markhöjder strax över Drevvikens yta (+20 – +25 m). Även övergången mellan mellanterrass och strandzon är bitvis brant. Den huvudsakliga lutningen är från höjdpunkten i nordväst mot söder och sydost.



Figur 3. Programområdets topografi samt orientering. (Bakgrundskarta från ESRI)

2.2 DAGENS AVRINNINGSOMRÅDEN

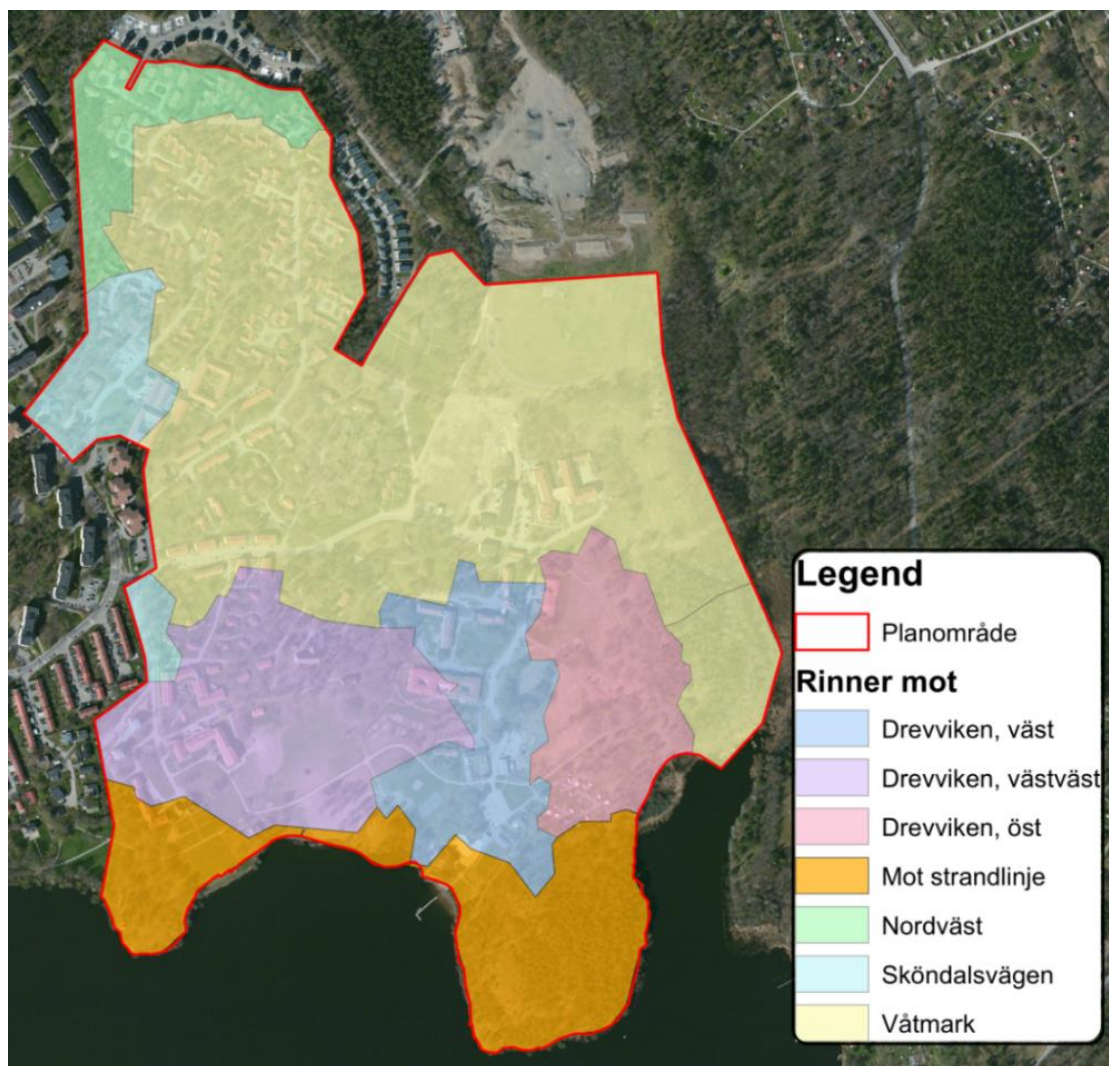
WSP har utfört en ytvavrinningsanalys av programområdet som presenteras i schematisk form i Figur 4. Bestämningen av avrinningsområden är baserat på en 2 m grid terrängmodell modell av laserskannat höjddata med byggnader och träd "bortrensade". Med en 2 m upplösning kan flödesvägar modelleras väl och i de flesta fall kan viktiga detaljer som större diken och vägar väl urskiljas.



Figur 4. Schematisk ytvavrinning inom programområdet. (Bakgrundskarta från ESRI)

Det är viktigt att notera att analysen bara visar teoretiska flödesvägar och att den söker efter absoluta minimum, även mycket små lutningar ger utslag. Den räknar inte heller med flöden genom dagvattensystem eller kulvertar. I fall av mindre regn kommer inte alla modellerade rinnvägar att uppstå, men i fall av mycket extrema regn där dagvattensystemet går fullt ger det en bild av vattnets beteende. En annan felkälla är att lasersdata kan vara föråldrad, vilket kan leda till missvisande beteenden. Exempelvis har schaktgropar i samband med husbyggande som pågått under den tid höjdschanningen gjorts felaktigt gett upphov till lågpunktsområden.

Avrinningsområdena i har gjorts så att de är det största möjliga som samlar allt flöde till en punkt ut ur programområdet. Analysen visar att det finns två huvudsakliga flödesriktningar inom utredningsområdet separerade av en tydlig höjdrygg, se Figur 5. Den första består av ett större avrinningsområde på ca 33 ha som leder dagvattnet mot våtmarken öster om programområdet. Den andra består av tre mindre områden mellan 5 och 10 ha som alla leder flöden ut i Drevviken. Utöver dessa finns det ett antal mycket små områden som leder dagvatten väst och nordväst och behandlas separat. Även de två huvudsakliga områdena bör hanteras separat då kraven på utflödet ser olika ut, vilket behandlas senare i rapporten.



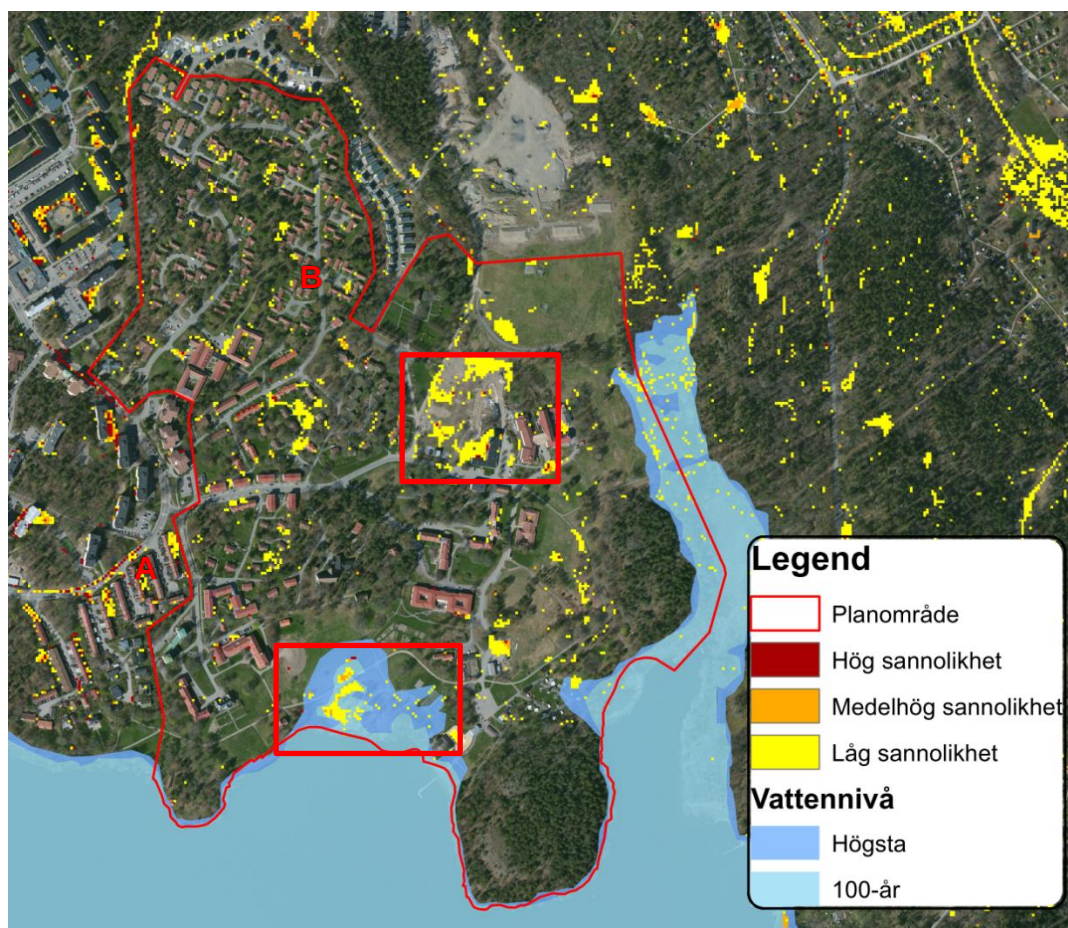
Figur 5. Delavrinningsområden inom programområdet. (Bakgrundskarta från ESRI)

Från flödesanalysen kan också utläsas att nästan hela programområdet ligger isolerat ur ett ytvavrinningsperspektiv, det vill säga programområdet överensstämmer ganska väl med avrinningsområdena och endast vatten från några små områden korsar programområdets gränser åt ena eller andra hållet. Den nordvästra platån utgör en naturlig barriär som leder vattnet från ett litet avrinningsområde mot Sköndalsvägen. I den nordöstra delen av programområdet kommer vissa flöden från det nybyggda småhusområdet utanför stiftelsens mark, men även här gör topografin att största delen av vattnet rinner i nordöstlig riktning mot våtmarksområdet eller Flaten.

2.3 ÖVERSVÄMNINGSRISK

Myndigheten för samhälle och beredskap, MSB, har gjort en översvämningskartering i Tyresåns avrinningsområde, i vilket Drevviken ingår. Modelleringen har gjorts för fyra scenarier 50-, 100- och 200-årsflöde samt högsta möjliga beräknade flöde och visar områden med risk för översvämning från Drevviken. I Figur 6 presenteras 100-årsflödet då detta är Stiftelsens uttalade mål för översvämnings säkerhet. Det är tydligt att strandområdet, område A på kartan, är ett kritiskt område där inget av vikt bör byggas. Detta bör inte vara något problem då området sammanfaller med strandskydd samt sociala värden och naturvärden. Utöver det är det främst naturmarken i direkt anslutning till våtmarken som utmärks i MSBs utredning.

Stockholm Vatten utförde 2015 en lågpunktskartering på ett 4-m grid för att identifiera översvämningsrisk vid stora skyfall. Sannolikheten som presenteras i analysen är baserad på ett klimatanpassat 100-års regn med olika gynnsamma faktorer för hårdgjordhet, avloppskapacitet och infiltration. Efter diskussion med miljöförvaltningen på Stockholm Stad rekommenderas det att även områden med låg sannolikhet, gult i Figur 6, bör undvikas (Jansson, 2016). Det är dock viktigt att notera att denna analys är baserad på antaganden om befintlig hårdgjordhetsgrad och avloppssystem och att den är klassad som arbetsmaterial. Den kan inte användas vid beslut om enskilda byggnader. Det ger dock en bild av områden där närmare analys är av intresse. I detta fall är det tydligt att område B i figur 3 är ett allmänt lågpunktsområde som bör ses över.



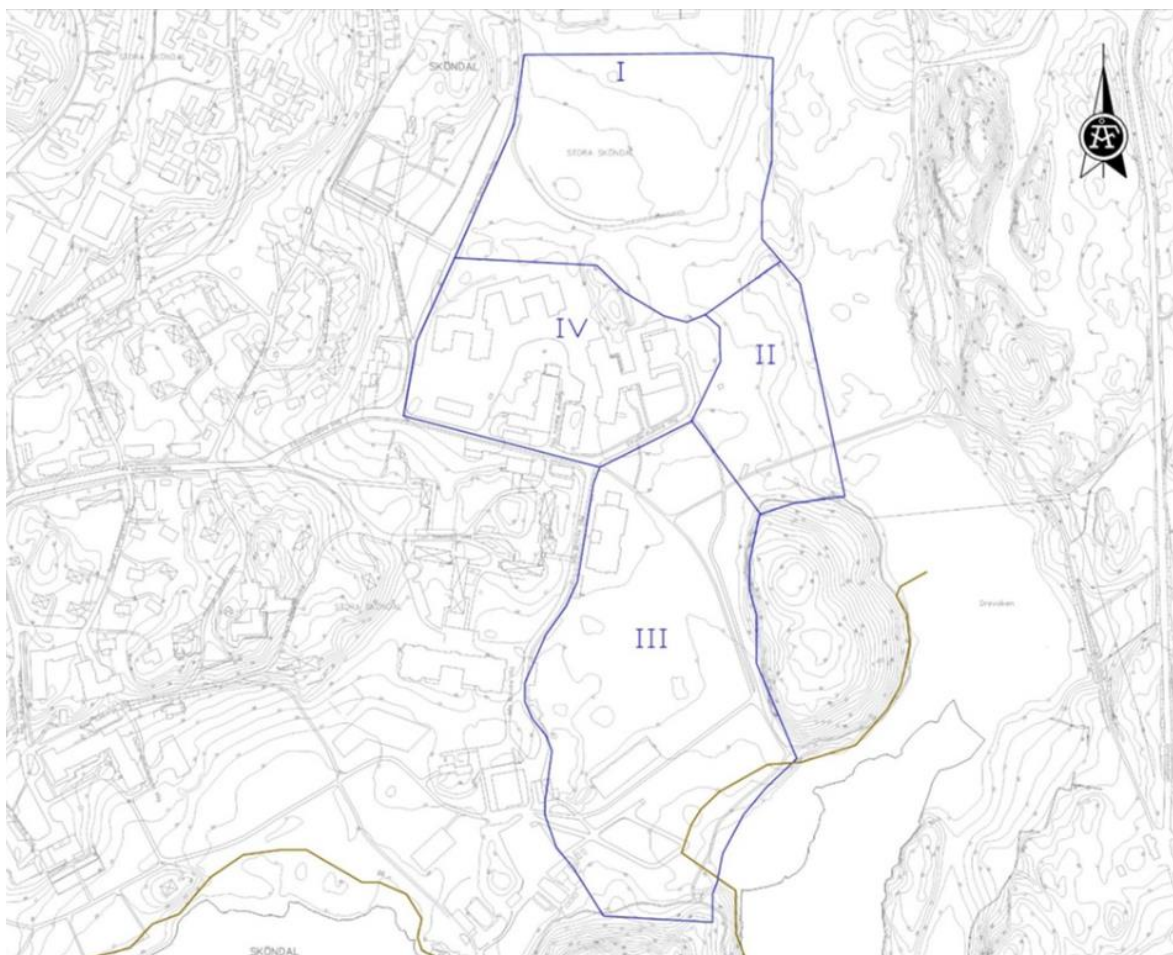
Figur 6. Översvämningsrisk och instängda områden från miljöförvaltningens skyfallskartering samt MSBs modellering av Tyresåns högsta vattenstånd. (Bakgrundskarta från ESRI)

2.4 BEFINTLIG BEBYGGELSE

Stora Sköndal är idag ett relativt glesbebyggt område, principiellt utnyttjat för diakonal vårdverksamhet omgiven av stora grönområden i kuperad terräng. Stiftelsen äger all marken och byggnader inklusive ett större område med små hyresrättsvillor samt ett antal flerbostadshus och större vårdbyggnader.

2.5 FÖRORENAD MARK

Inom området har det tidigare funnits en deponi och miljötekniska markundersökningar har påträffat förorenade massor. Föroreningarna är inte jämnt spridda utan varierar stort. Arbetet med att ta fram platsspecifika riktvärden pågår och grundvattenprovtagningar ska komplettera riskbilden för spridning av föroreningar. I den pågående riskbedömning har området delats in i fyra delområden som har liknande geologiska förutsättningar och föroreningsproblematik (Figur 7). I delområdena I, II och III föreligger ett saneringsbehov. I delområde IV bedöms i nuläget inget större behov av sanering förekomma. Beroende på vilka saneringsmetoder som väljs och saneringens omfattning kan dagvattenhanteringsens förutsättningar ändras. I denna dagvattenutredning har infiltration i befintlig mark inte tagits med som möjlig dagvattenlösning på grund av risken att dagvattnet skulle laka ur föroreningar från fyllnadsmassorna. För ytterligare information om föroreningsproblematiken hänvisas till rapporterna av genomförda och pågående markmiljöundersökningar, ÅF projekt 719324.



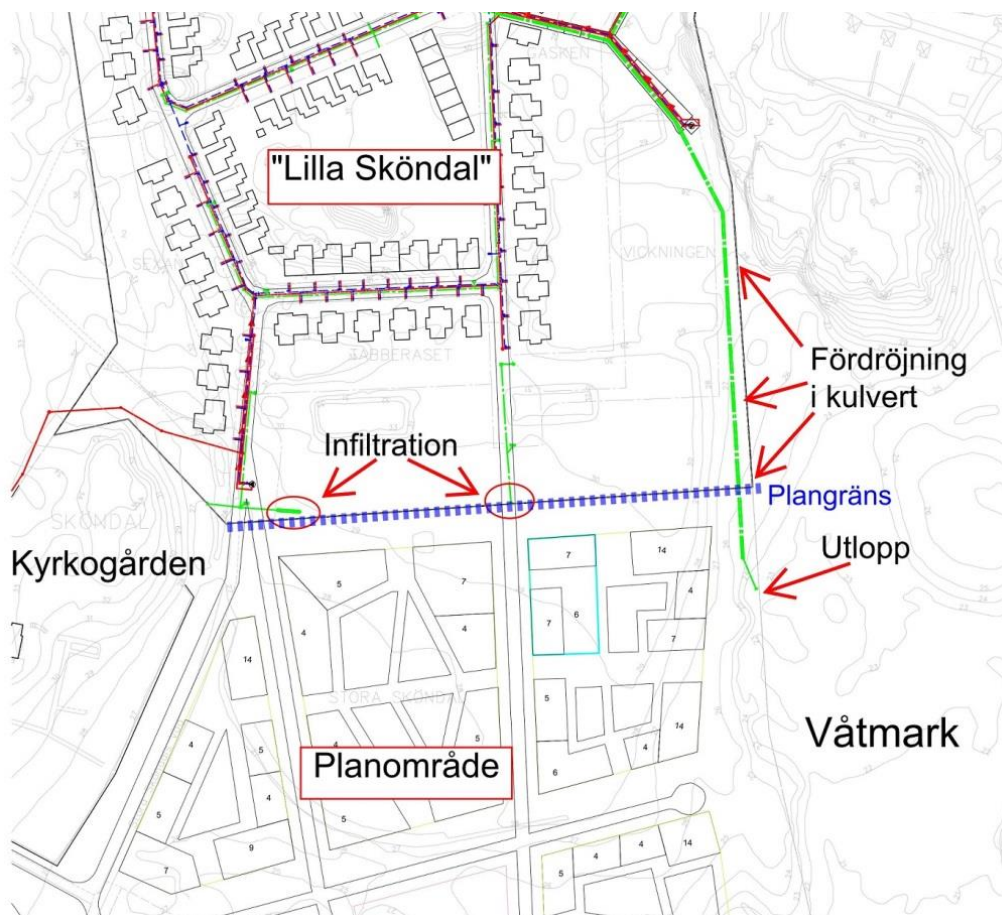
Figur 7. Delområden I-IV från markföroreningsutredningen, bild från ÅF miljöteknisk markundersökning.

2.6 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

Dagvattenhanteringen från existerande bebyggelse sker på konventionellt sätt via ledningsnät. Nätet ägs av stiftelsen och har byggts ut succesivt allteftersom olika byggnader tillkommit inom området. En sammanställning av olika kartmaterial har gjorts för att få en samlad bild av avledningen. En liten del kring Thorsten Levenstams väg leds till Stockholm Vattens nät i Sköndalsvägen men i övrigt leds dagvattnet direkt till recipienten. Området norr om Nils Lövgrens väg/Efraim Dahlins väg leds via våtmarken som utgör gränsen mot Flatens naturreservat medan området söder leds direkt till Drevviken. Längst i norr finns några villatomter som avvattnas direkt norrut. Vissa av dessa har i samband med byggandet av villor/radhus utanför stiftelsens mark nedanför slänten (Mollie Faustmans och Maj Brings väg) kopplats på en ledning som leder vattnet rund höjden och ned mot Drevviken. Med några små avvikelser stämmer dock de tekniska och ytliga avrinningsområdena i stort sett överens. Området är idag glest bebyggt och det finns stora områden som inte är kopplade till ledningsnätet.

Stiftelsen har tidigare sålt av mark som har bebyggts under namnet Lilla Sköndal.

Dagvattenavledningen från stora delar av detta område samlas upp i ett ledningssystem som mynnar i slänten ovanför våtmarken. Flödet ska enligt plan fördröjas genom att avledningen sker i en överdimensionerad kulvert som sista sträckan är strypt, se Figur 8. Denna fördröjning var dock bara en del av den planerade lösningen, och alla föroreningarna belastar idag våtmarken. Då Lilla Sköndal ligger utanför utredningsområdet har belastningen inte behandlats i detalj. Frågan om hur flöden och föroreningar från det området bäst hanteras i framtiden har rests med Stockholm Stads miljöförvaltning och ett arbete pågår, men det antas inte riskera exploateringen inom Stora Sköndal.



Figur 8. Utlopp från dagvattensystem från Lilla Sköndal sker på gränsen mot eller inom planprogramområdet Stora Sköndal. Den planerade fördröjningen och infiltrationen har inte implementerats fullt ut.

2.7 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Enligt Länsstyrelsens planeringsunderlag finns ett aktivt markavvattningsföretag kring våtmarken. Ingen ytterligare information finns i Länsstyrelsens webb-GIS. Markavvattningsföretagets båtadsområde och historiska placering visas i Figur 9. Inom området för markavvattningsföretaget är ett dike anlagt för avvattning inom området. Historiskt var markavvattningsföretagets huvudsakliga syfte att avvattna områden för att kunna bruka jorden för odling eller bebyggelse.

Det är inte tillåtet att släppa större flöden på de befintliga dikena är vad som tillåts enligt rådande regleringar för avvattningsföretaget. Syftet med detta markavvattningsföretag har dock försvunnit i och med dumpningen av massor på 60-talet, anläggningen av gång och cykelvägen till Naturreservatet efter det, och bebyggelsen av Lilla Sköndal under senare år. Våtmarken som den ser ut idag skapades av anläggningen av GC vägen. Marken odlas heller inte längre, och helt oberoende av vad som händer i exploateringen av Stora Sköndal så kan diket inte längre uppfylla sin roll. Det bör därför avvecklas.

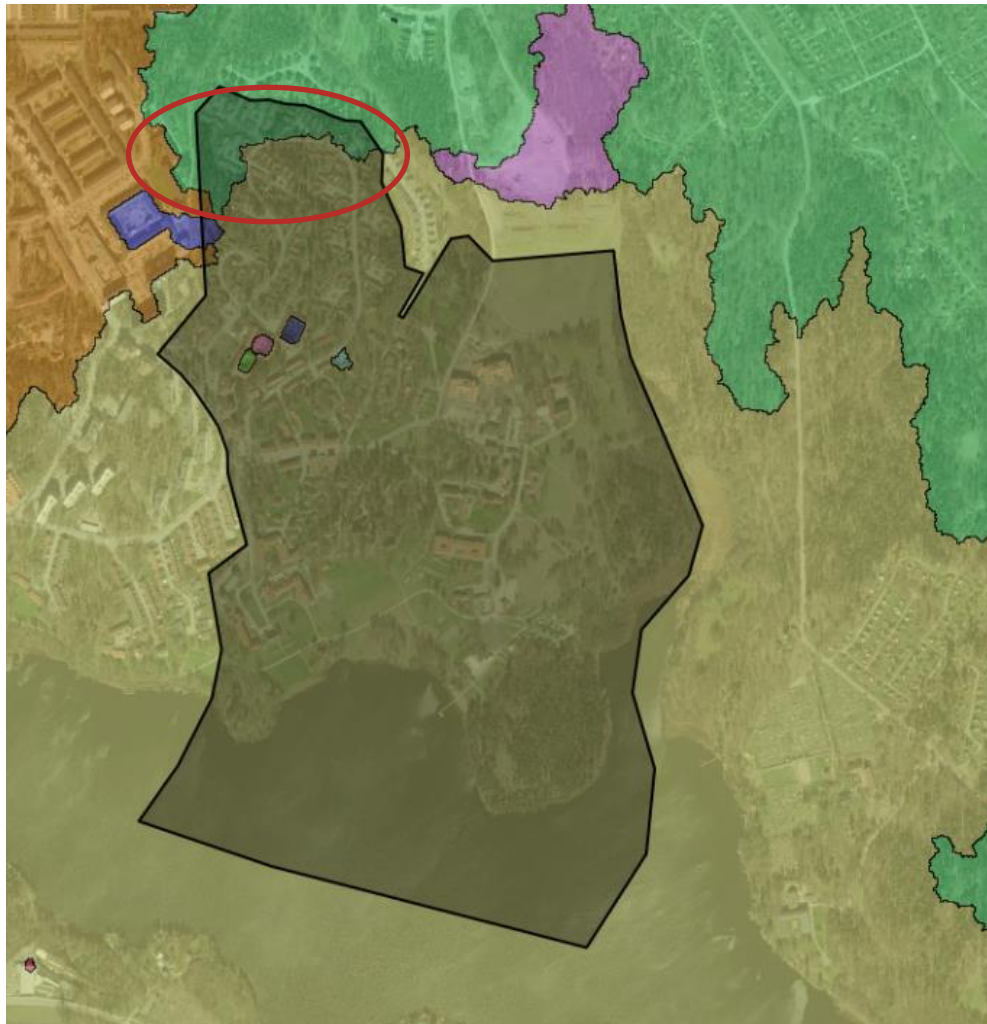
Oberoende av markavvattningsföretaget är våtmarken dock en naturlig lågpunkt som lämpar sig väl till planerad dagvattenhantering, om det kan tillåtas med hänsyn till naturreservatet och den förorenade marken.



Figur 9. Markavvattningsföretagets båtadsområde (bildkälla: Länsstyrelsens webb-GIS) samt flygfoto från ca 1960 (bildkälla: Eniro.se) där diket kan urskiljas, markerat med rött.

2.8 RECIPIENT

Recipienten för området är Drevviken. Baserat på höjdanalys ser det ut som om en liten del av ytavrinningen går till Flaten, men enligt kontakt med Stockholm Vatten och Avfall går den avrinningen i ledningar som också mynnar i Drevviken. Planområdets påverkan på Flaten bedöms vara så liten att den inte behöver diskuteras vidare här. Se Figur 10



Figur 10. Ytlig avrinning inom planområdet, färger noterar avrinningsområden baserat på recipient. Mindre färgade områden är instängda enligt höjddata. Bild från Scalgo.

3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTNET

3.1 STOCKHOLM STADS DAGVATTENSTRATEGI

Stockholms stad antog 2015 en dagvattenstrategi, *Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering*, som använts som underlag för strategiska val i denna dagvattenutredning. Strategin gäller för all ny- och ombyggnation inom Stockholm stad. I strategin betonas att en hållbar dagvattenhantering ska verka för att långsiktigt skapa värden för stadsmiljön samt minimera negativ påverkan på människa och miljö. Strategin beskriver sina fyra fokusområden enligt följande:

- *Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten*
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*
Dagvattenhanteringen ska vara anpassad efter förändrade klimatförhållande med intensivare nederbörd och höjda vattennivåer i sjöar, kustvatten och vattendrag.
- *Resurs och värdeskapande för staden*
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*
För att nå målsättningen om en hållbar dagvattenhantering behöver frågan beaktas i stadsbyggnadsprocessens alla skeden parallellt med en systematisk åtgärdsplanering. En viktig förutsättning är samsyn, samordning och en genomtänkt ansvarsfördelning mellan stadens förvaltningar och bolag

Dagvattenstrategin belyser:

- Att dagvattnet i första hand ska tas om hand nära källan för att fördröja dagvattnet samt begränsa spridning av föroreningar. Om ett särskilt behov finns för samlad avledning till allmänna ledningsnätet skall duplikatsystem anläggas i möjligaste mån för att inte öka belastningen på de redan högt belastade kombinerade näten och reningsverken.
- Att hänsyn tas till att nederbördsmängder kommer att bli större och intensivare i framtiden vid beräkning av dimensionerade dagvattenflöden, placering och höjdsättning av planerad bebyggelse samt för val av lösningsförslag för dagvatten- och skyfallshantering.
- Att eftersträva minskad belastning av förorenande ämnen till mottagande recipienter i form av vattendrag, sjöar och hav för att få en förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten.
- Att främja öppna dagvattenlösningar som bidrar med ett rekreativt, estetiskt och pedagogiskt värde för staden. Exempel är inslag av träd- och växtplanteringar, dagvattendammar och gröna tak i de miljöer som domineras av hårdgjord yta.

3.2 STOCKHOLM STADS ÅTGÄRDSNIVÅ PÅ 20 MM

För att kunna uppnå miljökvalitetsnormerna för de sjöar som helt eller delvis ligger i Stockholm ställer staden krav på rening av dagvatten, enligt dokumentet *Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation*. Åtgärdsnivån är framtagen specifikt för Stockholm, baserat på utredningar för en antal kritiska recipienter varav Drevviken är en. Utredningarna konstaterade att cirka 90% av dagvattnets årsvolym behöver renas, för att uppnå miljökvalitetsnormerna. Detta motsvarar att regn upp till 20 mm under 12 h fångas upp och renas i lokala dagvattenanläggningar. Åtgärdsnivån är framtagen för att kunna följa miljökvalitetsnormerna i stadens vattenförekomster.

3.3 MILJÖKVALITETSNORMER FÖR VATTEN

Genom utsläpp av dagvatten finns risk att dagvattenrecipienten Drevviken (SE656793-163709) påverkas. Nedströms ligger vattendraget Tyresån (SE656944-164051) som kan få en indirekt påverkan på vattenkvaliteten. Drevviken och Tyresån är vattenförekomster vilket betyder att de har miljökvalitetsnormer som ska följas. Dagvatten från exploateringsområdet kommer inte ledas till Flaten och denna vattenförekomst bedöms därför inte att påverkas av den kommande exploateringen.

Enligt den senaste statusklassificeringen (VISS, 2018) är Drevvikens ekologiska status Otillfredsställande. Denna klassificering beror på statusen av kvalitetsfaktorn Växtplankton som är Otillfredsställande. De övriga klassade kvalitetsfaktorerna visas i Tabell 1. Bland de kvalitetsfaktorer som är relevanta ur dagvattensynpunkt kan nämnas att *försurning* har *hög status*, *näringsämnen* har *otillfredsställande status* på grund av fosfor och *särskild förorenande ämnen* har *måttlig status* på grund av ammoniak.

Drevvikens kemiska status *uppnår ej god* på grund av de överallt överskridande ämnena PBDE och kvicksilver samt parametrarna PFOS och TBT.

Miljökvalitetsnormerna för Drevviken är *god ekologisk status* senast år 2027 och *god kemisk ytvattenstatus* med ett tidsundantag till 2027 för TBT och ett mindre strängt krav för PBDE och Kviksilver.

Enligt den senaste statusklassificeringen (VISS, 2018) är Tyresåns ekologiska status *dålig*. Denna klassificering beror på att statusen av kvalitetsfaktorn *fisk* som är *dålig*. De övriga klassade kvalitetsfaktorer visas i Tabell 2. Bland de kvalitetsfaktorer som är relevanta ur dagvattensynpunkt kan nämnas att *försurning* har *hög status*, *näringsämnen* har *måttlig status* på grund av fosfor och *särskild förorenande ämnen* har *god status*. Tyresåns kemiska status *uppnår ej god* på grund av de överallt överskridande ämnena PBDE och Kviksilver samt parametern PFOS.

Miljökvalitetsnormerna för Tyresån är *god ekologisk status* senast år 2027 och *god kemisk ytvattenstatus* med ett mindre strängt krav för PBDE och Kviksilver.

Tabell 1. Status och miljö kvalitetsnormer för Drevviken (SE656793-163709)

	Kvalitetsfaktor/ parameter	Status	Mkn
Ekologisk status		Otillfredsställande	God ekologisk status 2027
Biologiska kvalitetsfaktorer	Växtplankton	Otillfredsställande	
	Makrofyter	Måttlig	
Fysikalisk kemiska kvalitetsfaktorer	Näringsämnen	Otillfredsställande	
	Ljusförhållanden	Måttlig	
	Försurning	Hög	
	Särskilda Förorenande ämnen	Måttlig	
Kemisk status			God kemisk ytvattenstatus med undantag för Bromerad difenyleter, Kvicksilver och kvicksilverföreningar (mindre strängt krav) och Tributylten-föreningar (tidsundantag). God kemisk ytvattenstatus 2027 för Tributyltenn föreningar
	Bromerad difenyleter	Uppnår ej god	
	Kvicksilver och kvicksilverföreningar	Uppnår ej god	
	Hexabromcyklododekaner (HBCDD)	God	
	PFOS	Uppnår ej god	
	Tributyltenn föreningar	Uppnår ej god	

Tabell 2. Status och miljö kvalitetsnormer för Tyresån (SE656944-164051)

	Kvalitetsfaktor/ parameter	Status	Mkn
Ekologisk status		Dålig	God ekologisk status 2027
Biologiska kvalitetsfaktorer	Påväxt-kiselalger	God	
	Bottenfauna	Måttlig	
	Fisk	Dålig	
Fysikalisk kemiska kvalitetsfaktorer	Näringsämnen	Måttlig	
	Försurning	Hög	
	Särskilda Förorenande ämnen	God	
Kemisk status			God kemisk ytvattenstatus med undantag för Kvicksilver och kvicksilverföreningar och Bromerad difenyleter (mindre strängt krav)
	Bromerad difenyleter	Uppnår ej god	
	Kvicksilver och kvicksilverföreningar	Uppnår ej god	
	Hexabromcyklododekaner (HBCDD)	God	
	PFOS	Uppnår ej god	

3.4 LOKALT ÅTGÄRDSPROGRAM FÖR DREVVIKEN

Ett arbete pågår med att ta fram ett lokalt åtgärdsprogram (LÅP) för Drevviken i samarbete med berörda kommuner och Stockholm Vatten och Avfall. Syftet med åtgärdsprogrammet är att belysa de huvudsakliga utmaningarna och ge förslag på konkreta åtgärder för att Drevviken ska nå miljökvalitetsnormerna till år 2027 (utkast till lokalt åtgärdsprogram för Drevviken, 2018). Enligt utkastet till åtgärdsprogrammet förväntas de åtgärder som föreslås i LÅP:en att möta förbättringsbehovet som finns för att nå god vattenstatus för Drevviken. I programmet står det att detta förutsätter att nya exploateringar inom tillrinningsområdet inte medför ökad tillförsel av föroreningar eller att kompensationsåtgärder i så fall vidtas inom befintlig miljö inom avrinningsområdet.

Vad gäller pågående och planerade exploateringar står det i det lokala åtgärdsprogrammet att de kommunala policys och riktlinjer som finns för dagvattenhantering ska ge vägledning i hur den bör utformas. Detta görs i denna dagvattenutredning genom att följa Stockholms Stads dagvattenstrategi och genom åtgärdsnivån som säger att 20 mm av nederbörden ska fördröjas och renas innan dagvattnet rinner ut i recipient.

Inom arbetet med åtgärdsprogrammet har också förbättringsbehov tagits fram.

För fosfor har ett förbättringsbehov på 515 kg/år beräknats (till skillnad från 811 kg/år, enligt VISS) från landbaserade källor. Dessutom har ett förbättringsbehov från internbelastning på 3000 kg/år räknats fram.

Inget förbättringsbehov har tagits fram för ammoniak eftersom anledningen till tidvis höga halter troligen inte kopplas till utsläpp utan till förhöjda pH-värden vid algblomning och påverkan via bottenvattnet (utkast till lokalt åtgärdsprogram för Drevviken, 2018).

3.5 FRAMTIDENS STORA SKÖNDAL

Markägaren Stiftelsen Stora Sköndal har bedrivit ett visionsarbete för hur området ska utvecklas. Visionens nyckelord är inkludering, variation och miljömedvetenhet. Dessa ord ska även ligga till grund för dagvattenhanteringen.

Stora Sköndal ska exploateras med tät flerbostadsbebyggelse på kullen i nordväst, samt längs med hela den östra sidan. Centralt och i västra delar av området ska existerande bebyggelse och naturmiljö bevaras, och i syd längs vattnet ska nya parker och rekreationsstråk anläggas. Hela bebyggelsen genomsyras av gröna stråk och allmänna torg. Se Figur 11 för strukturplanen som ligger till grund för dagvattenberäkningar.



Figur 11. Klipp från strukturplan, för detaljer se separat handling från Landskapslaget.

4 BERÄKNINGAR

Sedan originalberäkningarna utfördes under 2016 har riktlinjer och metoder ändrats och uppdaterats. Utformningen har också ändrats och nya beräkningar har utförts för flöden och föroreningar baserat på strukturplan från Kjelanders Sjöberg daterad 180920. De avrinningsområden som identifierades, i området såsom det ser ut idag, har modifierats baserat på höjdsättningen av gator för att bättre representera framtidens huvudsakliga stråk. Se Figur 12 för de fyra huvudsakliga avrinningsområden som har undersökts. Indelningen är sådan att område 1 rinner till existerande ledningsnät, område 2 rinner till våtmarken i öst, område 3 rinner generellt sydligt och område 4 rinner generellt sydöstligt.

Baserat på dagens höjder och avstånd har ungefärliga framtida rinnvägar mätts upp, och rinntiden har satts till 10 minuter för områdena 1,3 och 4 samt 30 minuter för område 2.

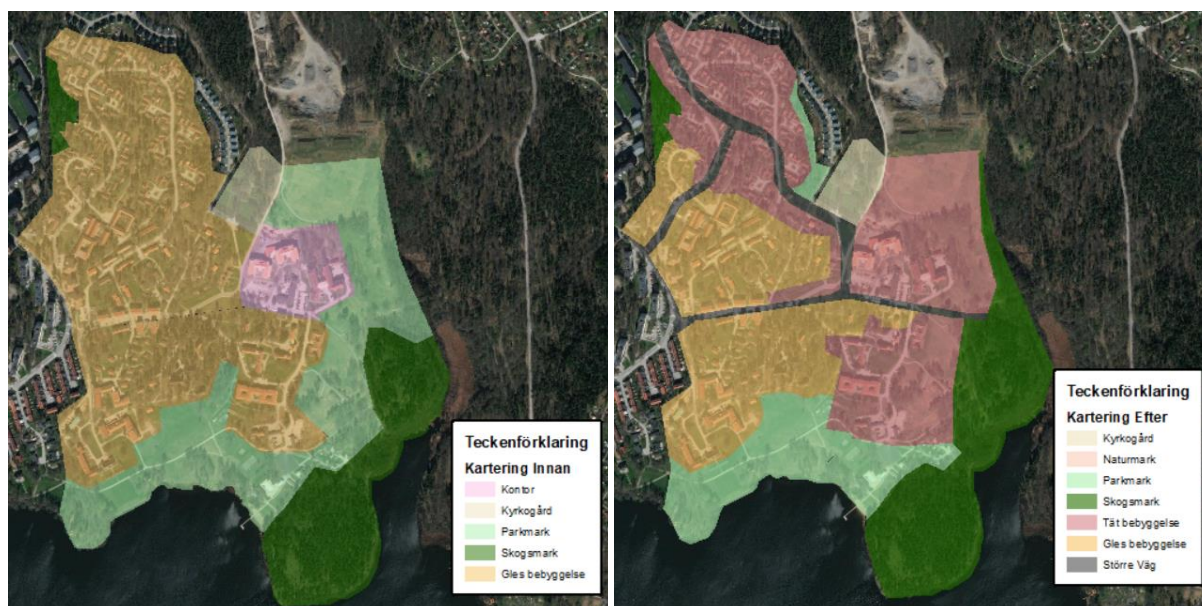


Figur 12. Modifierade avrinningsområden baserat på dagens marknivå och planerade gator.

4.1 DIMENSIONERANDE FLÖDEN

Flödesberäkningar har utförts baserat på det VA-huvudmannens ansvar som beskrivs i Svenskt Vattens publikation P110, "Avledning av dag-, drän-, och spillvatten". I linje med P110 har en klimatkfaktor på 1,25 använts vid beräkning av dagvattenflöden för den planerade markanvändningen i syfte att ta hänsyn till förväntade klimatiförändringar. Rinntiden inom området beräknas vara 10 till 30 minuter baserat på avrinningsområdets storlek, och regnets varaktighet har satts därefter. En återkomsttid för nederbörd på 20 år har använts, vilket är standard för "tät bebyggelse".

Planområdet har karterats baserat på satellitbilder för nuläget och strukturplanen för planerad exploatering. I karteringen har ytor klassats till *ges bostadsbebyggelse*, *tät bostadsbebyggelse*, *parkmark*, *skogsmark*, *kontorsbebyggelse* samt *kyrkogård*. Ytorna har givits en avrinningskoefficient baserat på hårdgjordhetsgrad, modifierat av markens lutning, baserat P110, se Figur 13. Området bedöms vara "tät bebyggelse" enligt P110, och har därför en dimensionerande återkomsttid på 20 år.



Figur 13. Kartering av bebyggelse för och efter exploatering.

Karteringen används för att beräkna en så kallad "reducerad area" för varje markanvändning, den yta som bidrar med ett flöde till dagvattenssystemet. En parkeringsplats har exempelvis en större reducerad yta än en park av samma fysiska storlek.

Flödet som uppstår beräknas med formeln:

$$q_{d \text{ dim}} = A \cdot \phi \cdot i(t_r)$$

där:

$q_{d \text{ dim}}$ är det dimensionerande flödet (l/s)

A är avrinningsområdets area (ha)

ϕ är avrinningskoefficienten

$i(t_r)$ är den dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s · ha)

t_r är regnets varaktighet (min)

Resultaten av beräkningarna för 10- och 20-års regn presenteras i Tabell 3 till Tabell 6.

Exploateringen ger upphov till kraftig ökade flöden, ca 70 % ökning totalt för hela planområdet. Detta är i sig inte ett problem då nya ledningar ändå måste anläggas och det inte är viktigt att begränsa själva volymen vatten som når Drevviken, så länge vattnet kan renas effektivt. Det är dock viktigt att ta hänsyn till för avrinningsområde 1 som går till existerande ledningar, och är viktigt för dimensioneringen av kommunala ledningar i framtiden.

Avrinningsområde 1 består till stor del av exploateringen av detaljplan Magnoliatomten, som redan är under projektering och där hänsyn har tagits till de flöden som uppstår där.

Tabell 3. Flöden från dagens område vid ett 10-års regn.

Före				
Markanvändning	Area	Koefficient	Reducerad Area	Flöde
n/a	ha	n/a	ha	l/s
Avrinningsområde 1	6.81	0.43	2.94	671
Gles bebyggelse	5.99	0.45	2.69	614
Parkmark	0	0	0	0
Skogsmark	0.82	0.30	0.25	56
Kontor	0	0	0	0
Kyrkogård	0	0	0	0
Avrinningsområde 2	28.16	0.37	10.41	1204
Gles bebyggelse	16.37	0.45	7.36	852
Parkmark	5.79	0.10	0.58	67
Skogsmark	0	0	0	0
Kontor	4.20	0.50	2.10	243
Kyrkogård	1.80	0.20	0.36	42
Avrinningsområde 3	15.76	0.26	4.03	918
Gles bebyggelse	9.80	0.35	3.43	782
Parkmark	5.96	0.10	0.60	136
Skogsmark	0	0	0	0
Kontor	0	0.6	0.0	0
Kyrkogård	0	0	0	0
Avrinningsområde 4	23.46	0.15	3.48	794
Gles bebyggelse	4.55	0.35	1.59	363
Parkmark	6.15	0.10	0.61	140
Skogsmark	12.76	0.10	1.28	291
Kontor	0	0.6	0.0	0
Kyrkogård	0	0	0	0
Total	74.19	0.28	20.86	3586

Tabell 4. Flöden från planerad exploatering vid ett 10-års regn med klimatfaktor 1,25.

Efter				
Markanvändning	Area	Koefficient	Reducerad Area	Flöde
n/a	ha	n/a	ha	l/s
Avrinningsområde 1	6.81	0.55	3.78	1076
Tät bebyggelse	1.99	0.7	1.39	397
Gles bebyggelse	3.15	0.45	1.42	404
Parkmark	0.00	0.3	0	0
Skogsmark	0.74	0.3	0.22	63
Väg	0.93	0.8	0.74	212
Kyrkogård	0.00	0	0	0
Avrinningsområde 2	28.16	0.58	16.40	2372
Tät bebyggelse	15.49	0.7	10.85	1569
Gles bebyggelse	5.74	0.45	2.58	373
Parkmark	0.65	0.1	0.06	9
Skogsmark	1.49	0.1	0.15	22
Väg	3.00	0.8	2.40	347
Kyrkogård	1.80	0.2	0.36	52
Avrinningsområde 3	15.76	0.26	4.08	1163
Tät bebyggelse	0.00	0.5	0	0
Gles bebyggelse	10.01	0.35	3.51	999
Parkmark	5.74	0.1	0.57	164
Skogsmark	0.00	0.1	0	0
Väg	0.00	0.8	0	0
Kyrkogård	0.00	0.2	0	0
Avrinningsområde 4	23.46	0.22	5.19	1480
Tät bebyggelse	7.12	0.5	3.56	1015
Gles bebyggelse	0.00	0.35	0	0
Parkmark	2.69	0.1	0.27	77
Skogsmark	13.65	0.1	1.37	389
Väg	0.00	0.8	0	0
Kyrkogård	0.00	0.2	0	0
Total	74.19	0.40	29.45	6091

Tabell 5. Flöden från dagens område vid ett 20-års regn.

Före				
Markanvändning	Area	Koefficient	Reducerad Area	Flöde
n/a	ha	n/a	ha	l/s
Avrinningsområde 1	6.81	0.43	2.94	843
Gles bebyggelse	5.99	0.45	2.69	772
Parkmark	0	0	0	0
Skogsmark	0.82	0.30	0.25	71
Kontor	0	0	0	0
Kyrkogård	0	0	0	0
Avrinningsområde 2	28.16	0.37	10.41	1512
Gles bebyggelse	16.37	0.45	7.36	1070
Parkmark	5.79	0.10	0.58	84
Skogsmark	0	0	0	0
Kontor	4.20	0.50	2.10	305
Kyrkogård	1.80	0.20	0.36	52
Avrinningsområde 3	15.76	0.26	4.03	1154
Gles bebyggelse	9.80	0.35	3.43	983
Parkmark	5.96	0.10	0.60	171
Skogsmark	0	0	0	0
Kontor	0	0.6	0.0	0
Kyrkogård	0	0	0	0
Avrinningsområde 4	23.46	0.15	3.48	999
Gles bebyggelse	4.55	0.35	1.59	456
Parkmark	6.15	0.10	0.61	176
Skogsmark	12.76	0.10	1.28	366
Kontor	0	0.6	0.0	0
Kyrkogård	0	0	0	0
Total	74.19	0.28	20.86	4508

Tabell 6. Flöden från planerad exploatering vid ett 20-års regn med klimatfaktor 1,25.

Efter				
Markanvändning	Area	Koefficient	Reducerad Area	Flöde
n/a	ha	n/a	ha	l/s
Avrinningsområde 1	6.81	0.55	3.78	1354
Tät bebyggelse	1.99	0.7	1.39	499
Gles bebyggelse	3.15	0.45	1.42	508
Parkmark	0.00	0.3	0	0
Skogsmark	0.74	0.3	0.22	79
Väg	0.93	0.8	0.74	267
Kyrkogård	0.00	0	0	0
Avrinningsområde 2	28.16	0.58	16.40	2979
Tät bebyggelse	15.49	0.7	10.85	1970
Gles bebyggelse	5.74	0.45	2.58	469
Parkmark	0.65	0.1	0.06	12
Skogsmark	1.49	0.1	0.15	27
Väg	3.00	0.8	2.40	436
Kyrkogård	1.80	0.2	0.36	65
Avrinningsområde 3	15.76	0.26	4.08	1462
Tät bebyggelse	0.00	0.5	0	0
Gles bebyggelse	10.01	0.35	3.51	1256
Parkmark	5.74	0.1	0.57	206
Skogsmark	0.00	0.1	0	0
Väg	0.00	0.8	0	0
Kyrkogård	0.00	0.2	0	0
Avrinningsområde 4	23.46	0.22	5.19	1861
Tät bebyggelse	7.12	0.5	3.56	1276
Gles bebyggelse	0.00	0.35	0	0
Parkmark	2.69	0.1	0.27	96
Skogsmark	13.65	0.1	1.37	489
Väg	0.00	0.8	0	0
Kyrkogård	0.00	0.2	0	0
Total	74.19	0.40	29.45	7656

4.2 FÖRORENINGAR I DAGVATTNET

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac. För att uppskatta mängden föroreningar som kommer från planområdet med befintliga förutsättningar och efter den planerade bebyggelsen används schablonhalter av föroreningar för specifika typer av markanvändning. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning och den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar på ett år. Värderna erhållna från StormTac bör därför ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området snarare än exakta värden. En årsnederbörd på 636 mm/år har använts vilken är en korrigerad årsmedelnederbörd baserad på en uppmätt nederbördsvolym för Stockholmsområdet enligt SMHIs metoder (SMHI, 2014). För de ytor som karterats som gles och tät bebyggelse i Figur 13 har schabloner för villaområde respektive flerfamiljsområde använts.

Tabell 7 till Tabell 10 visar beräknade föroreningsbelastning och -halter före och efter exploatering, om ingen rening sker. Som kan utläsas i Tabell 11 leder exploateringen generellt till ökade föroreningar i

jämförelse med idag. Ökningen beror i första hand på den förtätning som sker i avrinningsområden 2 och 4, där nästan all bebyggelse sker. Det är dock fortfarande en relativt öppen bebyggelse med stora innergårdar vilket leder till mindre ökning än vad som uppskattades i beräkningarna från tidigare utredning.

Det är viktigt att notera att dessa beräkningar inte tar hänsyn till de markföroreningar som finns idag, och som kommer saneras i samband med exploateringen. Det är också möjligt att det finns infiltrationsanläggningar som idag "omhändertar" dagvatten inom området. Om de finns så leder de sannorlikt till något lägre organiska halter, men högre halter av andra miljöfarliga ämnen. Saneringen kommer att leda till en stor förbättring för Drevviken.

Tabell 7. Föroreningsbelastning i **kg/lår**, före exploatering

ARO	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil
1	2.9	25	0.14	0.30	1.2	0.01	0.08	0.10	0.0002	670	6
2	12.0	100	0.83	1.30	5.5	0.03	0.42	0.38	0.0022	3500	35
3	5.4	50	0.25	0.54	2.1	0.01	0.15	0.17	0.0005	1200	11
4	3.2	35	0.19	0.39	1.3	0.01	0.11	0.14	0.0004	950	8
Total	23.5	210	1.41	2.53	10.1	0.06	0.76	0.79	0.0033	6320	60

Tabell 8. Föroreningsbelastning i **kg/lår**, efter exploatering utan rening

ARO	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil
1	4.4	36	0.22	0.51	1.8	0.01	0.17	0.15	0.0007	1300	12
2	21.0	160	1.10	2.40	7.9	0.05	0.85	0.71	0.0030	5900	57
3	5.5	50	0.26	0.55	2.1	0.01	0.15	0.17	0.0005	1200	11
4	7.9	54	0.42	0.85	2.7	0.02	0.33	0.29	0.0008	2000	19
Total	38.8	300	2.00	4.31	14.5	0.09	1.50	1.32	0.0050	10400	99

Tabell 9. Föroreningshalter i **µg/l**, före exploatering

ARO	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil
1	150	1300	7.5	16	63	0.37	4.3	5.2	0.012	35000	300
2	160	1300	11.0	17	71	0.43	5.4	4.9	0.028	45000	460
3	140	1300	6.6	14	54	0.33	3.8	4.4	0.013	32000	280
4	76	820	4.5	9	30	0.20	2.6	3.4	0.010	22000	180
Total	140	1221	8.5	15	59	0.36	4.45	4.6	0.020	37149	355

Tabell 10. Föroreningshalter i **µg/l**, efter exploatering utan rening

ARO	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil
1	190	1500	9.60	22	75	0.42	7.30	6.60	0.03	54000	530
2	210	1600	11.00	24	79	0.48	8.50	7.10	0.03	59000	570
3	140	1300	6.70	14	55	0.33	3.80	4.40	0.01	32000	280
4	150	1000	8.10	16	52	0.36	6.20	5.60	0.02	39000	370
Total	184	1428	9.5	21	69	0.42	7.1	6.3	0.024	49881	476

Tabell 11. Förändring i % av belastning och halter efter exploateringen av Stora Sköndal, utan rening

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil
kg/lår	65	43	42	70	44	46	97	68	51	65	66
µg/l	31	17	11	38	17	17	59	37	23	34	34

5 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

För att uppnå de miljökrav som ställs på ett stort exploateringsprojekt i Stockholmsområdet krävs en genomtänkt dagvattenhantering med varierade och platsanpassade lösningar. I programskede finns det fortfarande många osäkerheter vad det gäller utformning av alla fastigheter och dagvattenlösningar kan därför inte placeras ut exakt. I denna utredning beskrivs principer och en fördelning av lösningstyper som är rimligt för de olika områdena. I skrivande skede är det inte bestämt hur markföroreningarna ska hanteras, och det antas att infiltration inte är tillgängligt som en specifik dagvattenlösning. Naturlig infiltration från regns som faller på grönytor antas vara acceptabelt. Frågan måste utredas närmare i de framtida detaljplanerna.

Det är viktigt att notera att fördröjning av dagvatten inte har ett egensyfte, och inte bör användas för att exempelvis reducera dimensionen på nya ledningar som anläggs. I stora delar av Sköndal finns idag inget dagvattenledningsnät, och fördröjning för att undvika att lägga om ledningar är därför inte aktuellt. Fördröjning är dock ett viktigt verktyg som låter större ytor renas i mindre lösningar som växtbäddar.

5.1 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER

Grundprincipen för att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering är att:

- Byggnader placeras på höjdparter och grönytor i lågstråk för att förebygga skador vid skyfall.
- Dagvattnets föroreningsbelastning ska begränsas genom att de första 20 mm regn omhändertas i grönytor eller dagvattenanläggningar på sin väg till recipient.
- Dagvattenflöden ska begränsas genom fördröjning där det behövs för reningen, eller på grund av begränsad kapacitet i existerande ledningar.

Avsteg från dessa principer kommer att bli svårt att rätta till i ett senare skede. Konflikter kan här uppstå mellan exploatörens önskemål och de restriktioner kommunen måste lägga på planområdet för att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering. Eventuella konflikter bör identifieras på ett så tidigt stadium som möjligt.

Effektiv rening av dagvatten erhålls genom att låta vatten rinna till grönytor, då näringsämnen kan bindas. Organiska föroreningar bryts ned i ytliga biologiskt aktiva jordar, där solljusets ultravioletta ljus hjälper till att knäcka ryggraden på kolkedjorna. Även tungmetaller fastläggs i jorden genom att de binder till markens mineralkorn. Om organiska föroreningar istället färdas till djupare marklager, eller leds rakt ned i underjordiska magasin, är risken stor att det inte bryts ner och att det istället ansamlas.

I tidigare skede rekommenderas det att våtmarken skulle användas för omfattande rening för avrinningsområde 2. Detta passar inte längre med Stockholm stads krav att alla fastigheter ska hantera sitt eget dagvatten lokalt enligt 20 mm-kravet. Det är också i dagsläget osäkert vad som händer med våtmarken i samband med sanering av den förorenade marken, hur hårt belastad den är från Lilla Sköndal och om den har kapacitet att rena så stora volymer.

Våtmarken har därför i denna utredning inte räknats med som en reningslösning, och all rening som slutligen sker där får anses vara en "bonus", vilket behövs då Drevviken är hårt belastad.

5.2 VÄXTBÄDDAR SOM DAGVATTENHANTERING

En lämplig reningslösning i stadsmiljö är att anlägga växtbäddar, även kallade biofilter, se Figur 14. Växtbäddar kan anläggas i planteringslådor eller nedsänkta i marken, och är väldigt platseffektiva när det kommer till rening. Vatten från tak eller mark avleds via utkastare och rännor till dessa biofilter som renar vattnet direkt vid källan. Målet med lösningen är att efterlikna naturens reningsmekanismer, att med hjälp av fysisk, kemisk och biologisk aktivitet omhänderta dagvattnet. Definitionsmässigt handlar det om en vegetationsbeklädd markbädd med fördröjnings- och översvämningsszon för infiltrering och behandling av dagvatten. Växtbäddens utformning kan variera beroende på plats och syfte. Det viktiga är en teknisk utformning så att det finns en reglervolym som kan hålla vattnet som infiltrera igenom en serie med totalt ca 50 cm jord- och sandlager.

En växtbädd som ska omhänderta 20 mm nederbörd bör dimensioneras med en yta motsvarande ungefär 5 % av ytan som den ska omhänderta vatten ifrån, beroende på utformning, växtlighet och jordtyp. Det totala anläggningsdjupet på en växtbädd är ca 1 m där delar eller hela höjden kan anläggas under mark.



Figur 14. Exempel på en nedsänkt växtbädd i gatumiljö samt en delvis upphöjd växtbädd i förgårdsmarken till en byggnad (Stockholm vatten och avfall, 2017).

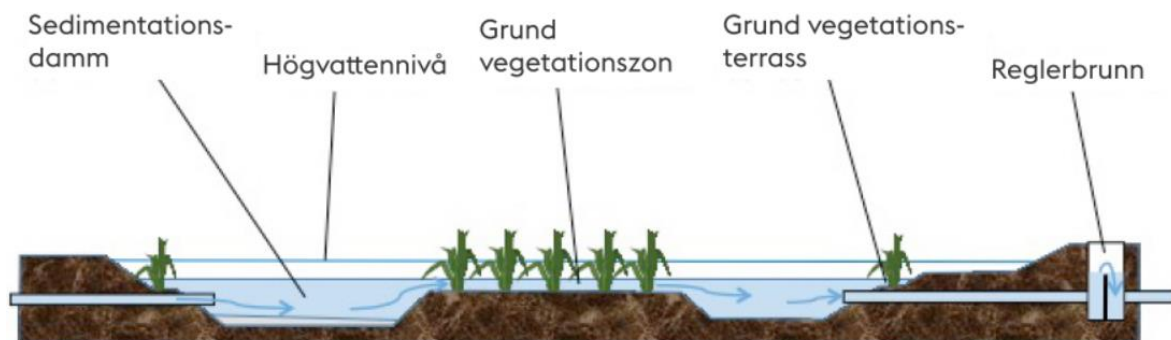
5.3 DAGVATTENDAMMAR

Dagvattendammar kan fördröja stora volymer vatten och har en god reningseffekt om vattnets uppehållstid, utformning och dimension är väl avvägt tillsammans med att dammen underhålls regelbundet. En dagvattendamm bör vara antal gånger längre än vad den är bred för att gynna skötsel och funktion. Dimensionsmässigt bör en dagvattendamm motsvara ca 1,5-2,5 procent av den hårdgjorda avrinningsytan för att uppfylla en god rening och funktion.

En dagvattendamm består med fördel av flera zoner med olika funktion, särskilt om föroreningsbelastningen hos dagvattnet är högt. Ett första steg i en dagvattendamm med flera zoner är en försedimenterande del där de större partiklar som förts med dagvattnet kan sjunka till botten och sedimentera. Vid dimensionering bör försedimenteringszonen motsvara ca tio procent av den totala dammvolymen. Förutom sedimentation av partikelbundna föroreningar kan ytterligare rening av lösta föroreningar ske genom växtupptag om dagvattendammarna förses med växter. Med fördel består dammen av en eller flera våtmarkssteg, bestående av grunda partier som är gynnsamma för växtlighet, vilka bidrar till upptag och avskiljning av lösta föroreningar i vattnet (Figur 15). Växter som en del av reningsprocessen i dammarna ökar inte bara reningsgraden utan bidrar också till att de biologiska värdena blir högre.

Dammarna behöver regelbunden kontroll och skötsel. Dammen bör utformas och placeras så att det är möjligt att nå hela botten med grävmaskin vid sedimenttömning eftersom bottensediment behöver grävas bort från dammen regelbundet. Regelbundenheten avgörs av tjockleken på bottensedimentet som beror av föroreningsbelastningen. Därav rekommenderas rutinemässiga mätningar av sedimentdjupet. I tillägg behöver vegetationsutvecklingen och tecken på erosionsskador ses över regelbundet för att vidta åtgärder vid behov.

Förutom dammars fördröjande och renande egenskaper på dagvattnet bidrar de till en ökad biologisk mångfald, skönhetsvärden och rekreationsvärden till landskapet vilket har varit en viktig fråga i Sköndals planprogram. Figur 16 visar på den variation som förekommer när det kommer till funktion, rekreation och gestaltning av dagvattendammar.



Figur 15. Principskiss för en dagvattendamm med försedimenteringszon samt våtmarksdel. (Bildkälla: WRS)



Figur 16. Exempel på dagvattendammar i olika miljöer (Bildkälla: WRS, Svenskt Vatten).

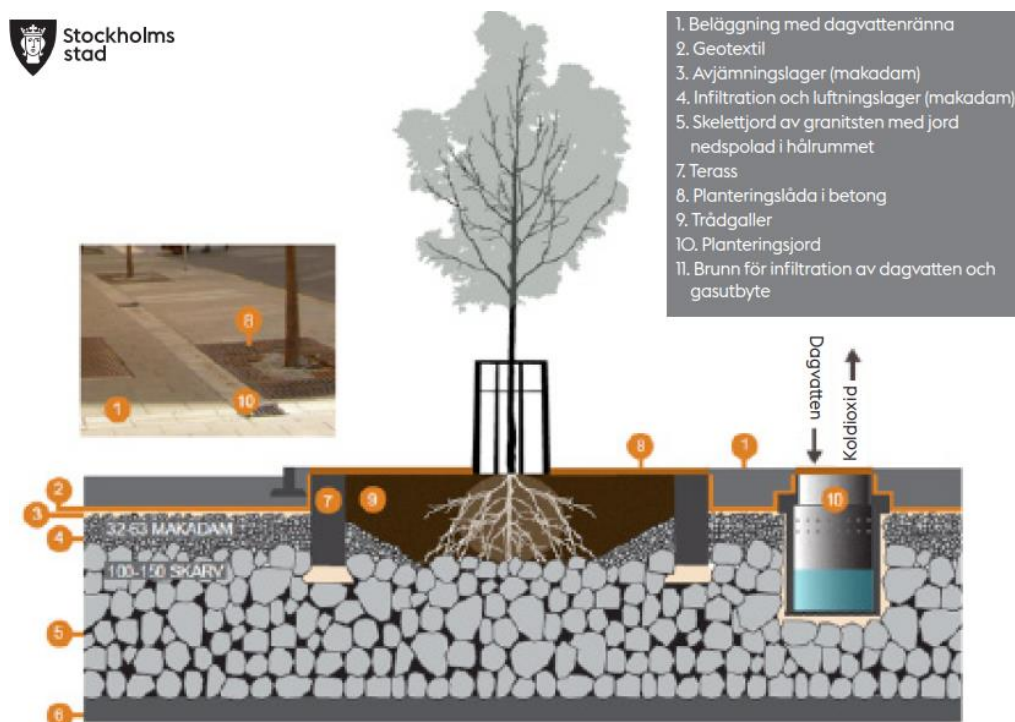
5.4 SKELETTJORDAR

Skelettjordar används ofta vid etablering av träd på hårdgjorda ytor i gatumiljöer (Figur 17). Skelettjordens första syfte är att skapa en luftig och tålig miljö för att skydda trädets rötter och låta det växa, men kan också utvidgas och dimensioneras för att fungera som en dagvattenanläggning. Från ett dagvattenperspektiv så bidrar skelettjordar med både flödesutjämning och rening. Rening sker genom fastläggning av partiklar på stenarna och under växtsäsong bidrar träden till rening genom att ta upp näringsämnen från dagvattnet via rötterna.

Skelettjorden består av en utschaktad grop, fylld med skärv eller makadam med en porositet på över 30%.



Figur 17. Träd planerade i skelettjord på Erik Dahlbergsallén med anslutande rännstensbrunn (Bildkälla: Stockholm vatten och avfall)



Figur 18. Principskiss för skelettjord. (Illustration från Stockholms trädhandbok.

5.5 GENOMSLÄPPLIG BELÄGGNING

Genomsläpplig beläggning används med fördel som alternativ till asfalt på parkeringsplatser eller infarter till kvarter och bidrar då med både flödesutjämning och rening av dagvatten (Figur 19). Om infiltration inte tillåts kan ett tätskikt läggas under det porösa lagret och vattnet samlas upp och avledas i en dräneringsledning. Om ytan med genomsläpplig beläggning ska tåla högre belastning än gångtrafik bör konstruktion med bärlager i botten anläggas.



Figur 19. Två exempel på genomsläpplig beläggning - rasterytor med gräs (WRS) Placering av föreslagna lösningar

5.6 UNDERJORDISKA MAGASIN

En vanligt förekommande lösning för fördröjning av dagvatten i stadsmiljö är underjordiska magasin, oftast i form av plastkassetter eller krossfyllning. Underjordiska magasin är bra som sista utväg när hänsyn måste tas till ett existerande ledningsnät där det är ekonomiskt orimligt att lägga om alla ledningar, men de ger minimal rening utöver sedimentering och kan inte tillgodoses för Stockholms Stads krav på hantering av 20 mm dagvatten. När en helt ny stadsdel byggs ut bör de undvikas. Detta underlättar också för ledningssamordningen och höjdsättningen av dagvattenledningar.

Ett underjordiskt magasin kan också ibland anläggas för att låta en större volym vatten passera igenom en mindre yttlig lösning. Detta kräver dock gynnsamma höjdskillnader och noggrann dimensionering.

Slutligen är underjordiska magasin inte heller en bra lösning för att skydda fastigheter vid skyfall, då de har en begränsad kapacitet som lätt kan överskridas vid stora regn.

5.7 EXEMPEL PÅ TYPKVARTER

För att underlätta i programarbetet har ett antal nyckeltal för dagvattenhanteringen av olika typkvarter beräknats.

Ett "normalt" typkvarter anses vara runt 5000 m² lägenhetsbyggnader med lite förgård samt en innergård med tilläggsbyggnader. Det anses vara ett bra genomsnitt för urbant modernt byggande, men med utrymme för förbättring. Typkvarteret har sen ändrats för att skapa två alternativ som har lägre eller högre hårdgjordhetsgrad, se Figur 20. Ändringarna visar hur beslut som kan verka relativt oviktiga får stora konsekvenser för dagvattenflödet.

För det hårdgjorda exemplet har förutsatts att hela innergården är asfalterad eller plattlagd, till exempel för att skapa fler parkeringsytor. Det är ett ovanligt tillvägagångssätt i modern byggnation, men det presenteras som ett extremfall. För det gröna fallet har det förutsatts att ca 50 % av taken ersätts med gröna tak, vilket blir allt mer vanligt. 50 % anses vara ett rimligare fall än att ett genomsnittligt kvarter uppnår 100 % gröna tak. Det har även förutsatts att större del av gården utnyttjas till växtbäddar i förgårdsmark och naturliga växtanordningar som vidare fördröjer flöden.

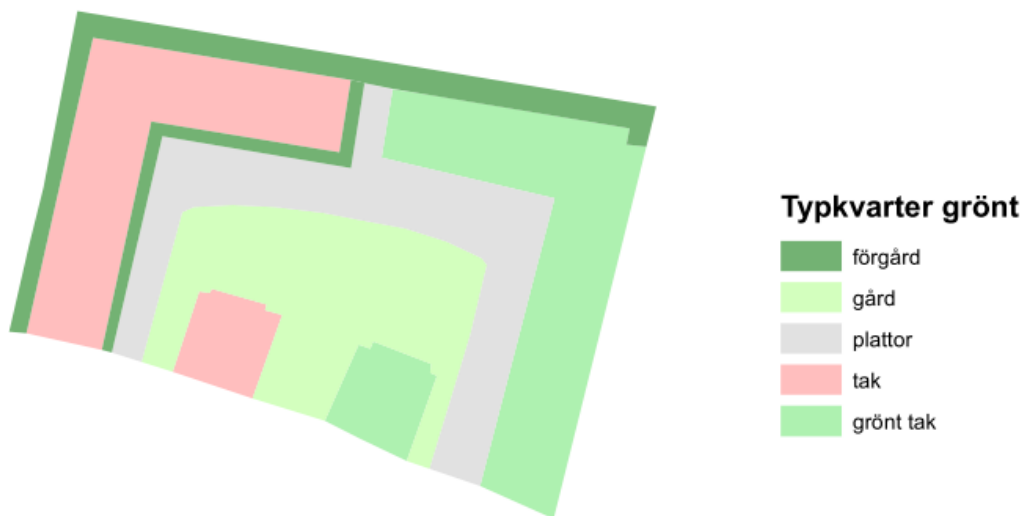
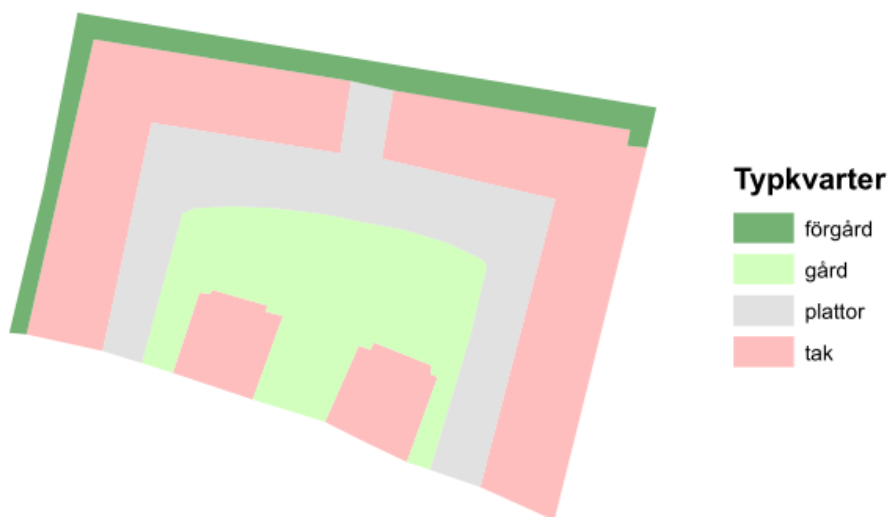
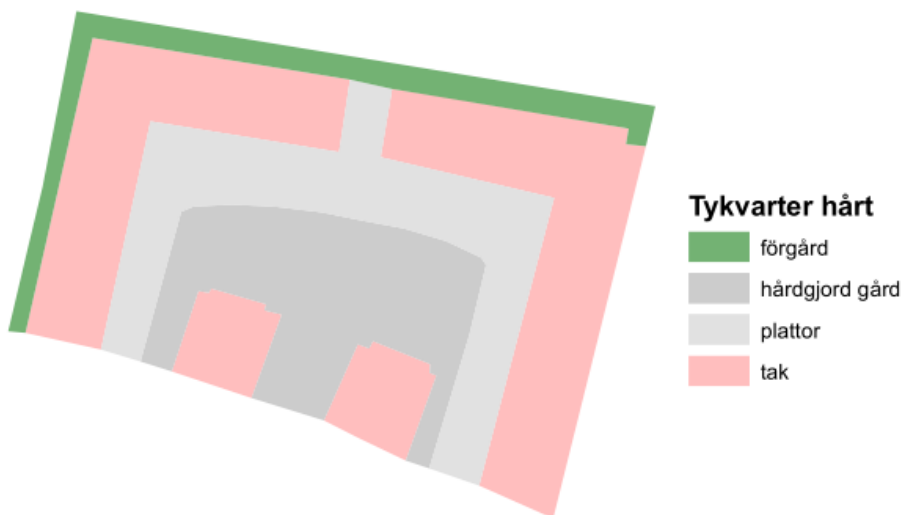
Tabell 12. Avrinning från typkvarter

	Koeff.	Area m ²	A _{red} m ²	Flöde 10- årsregn l/s	Flöde 20- årsregn l/s
Hårt	0.82	5000	4080	55	88
Normal	0.65	5000	3240	44	70
Grönt	0.47	5000	2900	39	62

Beräkningarna som presenteras i tabellen ovan tar bara hänsyn till den direkta avrinningen från ytorna, och inte vilka andra lösningar som kan implementeras där. Flöden har beräknats för kritiska regn med 10 och 20 års återkomsttid, och de flöden som uppstår presenteras. Hur det hanteras beror på var vattnet leds och vilka utrymmen som finns på den faktiska tomten.

Föroreningar hanteras i enlighet med Stockholm stads 20 mm-krav. Det finns många alternativ för hur detta utförs i detalj och vägledning finns att tillgå på Stockholm Vattens och Avfalls hemsida¹. Biofilter eller växtbäddar byggda för dagvattenhantering är den yteffektivaste lösningen för tät stadsbebyggelse, och är ett vanligt alternativ. Dessa kan anläggas upphöjda eller nedsänkta i förgårdsmark intill huskroppen eller inne på gården. För att klara 20 mm-kravet krävs 204, 162 eller 145 m² växtbädd för hård, normal respektive grön bebyggelse.

¹ <http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/>



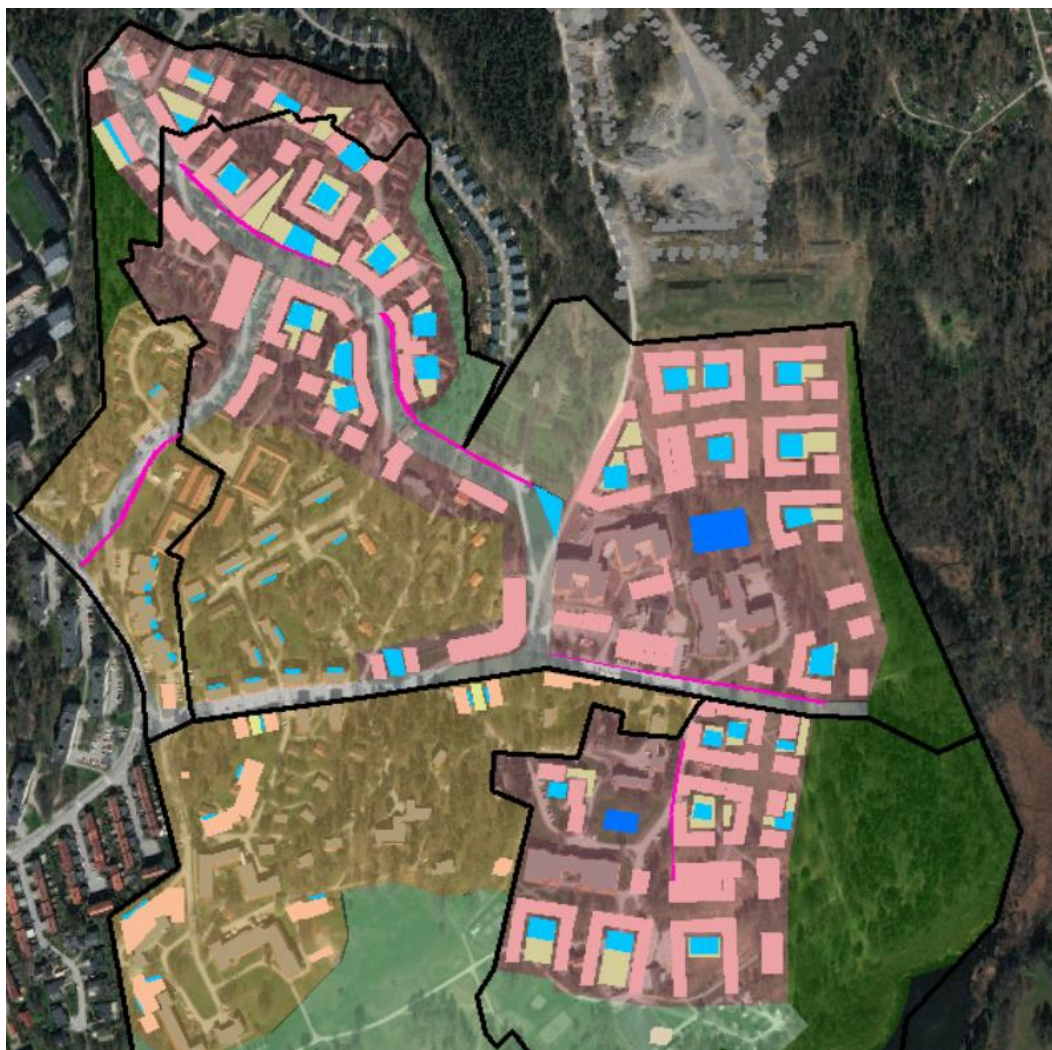
Figur 20. Tre scenarion för olika tykvarter

5.8 DAGVATTENHANTERING PER AVRINNINGSOMRÅDE

Storleken på reningslösningar och dess effekt har tagits från Stockholm Stads hänvisningar för dimensionering av dagvattenlösningar. En bedömning har gjorts av en rimlig fördelning av lösningstyper mellan de olika avrinningsområdena, baserat på att varje enskild fastighet, privat och allmän, ska hantera sitt eget dagvatten enligt 20 mm-kravet. De beräknade ytor som behövs av dagvattenåtgärderna per avrinningsområde visas i Tabell 13. Figur 21 visar exempel på hur de olika dagvattenåtgärderna skulle kunna placeras i området. Placeringen i bilden är för att ge en uppfattning om hur stora ytorna är och var de skulle kunna placeras.

Tabell 13. Ytor i m² som behövs för att uppfylla Stockholm Stads åtgärdsnivå på 20 mm, per avrinningsområde.

ARO	Växtbädd	Skelettjord	Genomsläpplig beläggning
1	1260	450	0
2	10380	2450	1900
3	450	0	0
4	2990	430	620
Totalt	15080	3330	2520



Figur 21. Ett exempel på fördelning av de ytor som krävs för att hantera 20 mm-kravet. Bildens syfte är att ge en uppfattning om hur stora ytor tas i anspråk, inte att visa exakt vart lösningarna är bäst lämpade. Det måste bestämmas i detaljplaneskede. Ljusblå ytor är växtbäddar, mörkblå ytor är genomsläpplig beläggning och lila ytor är skelettjordar.

För alla lösningstyper antas konstruktion i linje med vad som beskrivs i deras respektive kapitel, med följande dimensioner:

- För växtbäddar antas ett ytmagasin på 80 mm och en porositet på 15%.
- Skelettjorden beräknas som luftig, med en porositet på 30%.
- Genomsläpplig beläggning har ett djup på 200 mm och en porositet på 30%.

Reduktionsfaktorerna är baserade på studier och är hämtade från Stormtac och Stockholm Vatten och Avfalls databaser. I beräkningarna har hänsyn tagits till den minsta koncentrationen som kan uppnås för ett ämne för en dagvattenåtgärd. Detta betyder att man inte kan uppnå en lägre koncentration och detta begränsar i vissa fall reningseffekterna av en åtgärd. I beräkningarna har endast 90% av årsavrinningen renats i enlighet med 20 mm-kravet. Resultatet av beräkningarna visas i Tabell 14.

Beräkningar på reningseffekt utfördes inte i stormtac då det kräver mer exakt information om vart lösningar placeras och vilket vatten som rinner till vilken lösning. Denna information finns inte än då detaljutformningen av kvarter och allmän plats ännu inte är klar. Reningseffekten av de valda lösningarna baseras därför på mer allmänna schabloner och antaganden om att reningslösningarna är jämnt utspridda över de ytor som mest behöver rening. Det antas att ca 10% av de ytor som exploateras inte kan renas effektivt på grund av exempelvis svåra höjder eller andra komplikationer.

Tabell 14. Föroreningsbelastningen från området efter rening enligt 20 mm-kraven (kg/år)

ARO	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil
1	3,2	29,0	0,14	0,32	1,12	0,0065	0,11	0,10	0,00052	711	7
2	12,0	112,9	0,48	1,22	3,37	0,0223	0,45	0,38	0,00190	2378	24
3	5,0	47,7	0,22	0,50	1,86	0,0110	0,14	0,15	0,00046	1093	9
4	4,2	40,0	0,20	0,46	1,14	0,0087	0,19	0,18	0,00059	954	9
Total	24,4	229,6	1,04	2,50	7,49	0,0485	0,89	0,82	0,00346	5136	49
Ändring (%)*	1	9	-25	-4	-25	-20	17	3	5	-18	-17

*Jämfört med före exploatering

Beräkningarna baseras på schablonhalter och reningseffekter, och ska inte betraktas som en sanning. Dessutom är det svårt att i ett sådant tidigt skede kunna räkna exakt på dagvattenåtgärdernas effekter eftersom anläggningens utformning påverkar reningseffekten. Resultatet av föroreningsberäkningarna visar att den totala föroreningsbelastningen från området ökar för vissa parametrar (fosfor, kväve, krom, nickel och kvicksilver) medan den minskar för andra (bly, koppar, kadmium, suspenderad substans och olja). Den ökade belastningen av fosfor, nickel och kvicksilver samt den minskade belastningen av koppar bör ligga inom felmarginalerna för beräkningarna medan de andra ändringarna i belastningen är mer tydliga även om det finns osäkerheter där också.

Resultaten visar att det inte går att utesluta att föroreningsbelastningen av vissa parametrar ökar när dagvattenåtgärder har dimensionerats enligt Stockholm stads åtgärdsnivå. Detta betyder att det finns ett behov för ytterligare rening, exempelvis med dammar, som diskuterats genom projektets gång, och genom att utnyttja våtmarken som reningssteg. Dammar skulle tjäna både estetiska och reningsssyften, och skulle potentiellt rena vattnet från avrinningsområden 3 och/eller 4 ytterligare. Rening från eventuella dammar har inte beräknats i denna utredning, då deras storlek och utformning är för osäker, men de bör leda till ytterligare minskning av föroreningsbelastningen. Våtmarken öster om området har på grund av osäkerheter i hur den skulle kunna användas inte tagits med i beräkningarna. I detaljplaneskede måste dessa extra åtgärder konkretiseras.

5.9 SKYFALL

Inom utredningsområdet kan riskerna för skada på bebyggelse minskas genom en genomtänkt höjdsättning. Byggnader bör då placeras högst, gator lägre och ytor som inte tar skada av översvämning placeras lägst. Att anlägga underjordiska rörmagasin och liknande ger en mindre fördröjning till en högre kostnad, och är inte i enlighet med åtgärdsnivån på 20 mm. Vid nybebyggelse inom äldre områden där dagvattenanslutning görs till ett nät dimensionerat för två-årsregn kan sådana magasin vara befogade, men då det i Stora Sköndal kommer att anläggas ett nytt ledningsnät förespråkas ytlig skyfallshantering då ledningsnätet går fullt

Skyfall har varit en återkommande fråga under arbetets gång. Vägar och korsningar i strukturplanen har höjdsatts för att skapa fria flödesvägar ut ur Stora Sköndal till våtmarken eller rakt ut i Drevviken. De huvudsakliga flödesstråk som identifierades i Figur 4. Ett problemområde har varit det som är markerat B i Figur 6. Byggnaden ligger lågt redan idag och ligger mitt i ett av de huvudsakliga flödesstråken ut ur området. För att undvika ökad översvämningrisk måste extra hänsyn tas i detaljprojekteringen.

I detaljplanearbete bör hänsyn tas till byggnader i sluttningar som kan skapa lokala instängda områden. Innergårdar bör utformas med sluttning från huskropp samt med ytliga vägar ut till gata. När en mer komplett höjdsättning av mark finns bör en enkel lågpunktsanalys utföras för att identifiera potentiella problemområden så att de kan åtgärdas innan detaljprojekteringen går för långt.

6 PÅVERKAN PÅ RECIPIENTENS STATUS

Recipienten Drevviken och nedströms även Tyresån är vattenförekomster som har miljö kvalitetsnormer som ska följas. I dagvattenutredningen har dagvattenlösningar föreslagits som uppfyller Stockholm Stads åtgärdsnivå som innebär att ett 20 mm regn ska kunna fördröjas och renas. Åtgärdsnivån är framtagen för att miljö kvalitetsnormerna ska kunna följas i stadens vattenförekomster. Föroreningsberäkningarna visar att åtgärderna skulle leda till en minskning av belastningen till Drevviken för vissa parametrar medan de skulle öka för andra. Enligt utkastet till det lokala åtgärdsprogrammet för Drevviken kommer de föreslagna åtgärder i LÅP:en att leda till att god vattenstatus nås för Drevviken. Detta förutsätter att nya exploateringar inom tillrinningsområdet inte medför ökad tillförsel av föroreningar.

Både Drevviken och Tyresån har problem med övergödning. För total fosfor, vilket är parametern som klassas för kvalitetsfaktorn näringsämnen, blir belastningen med åtgärder i samma storleksordning som innan exploatering (ökning med 0,4 kg per år). Den beräknade ökningen av belastningen med 0,4 kg per år kan jämföras med åtgärdsbehovet för hela Drevviken på 515 kg/år och den interna belastningen på 3000 kg per år. Eftersom näringsämnen har otillfredsställande status i Drevviken och måttlig status i Tyresån blir det viktigt att inte belastningen av total fosfor ökar, varför en extra lösning utöver de som krävs av åtgärdsnivån kan behövas.

Det finns stora osäkerheter i beräkningarna för kvicksilver men beräkningar tyder på att belastningen av kvicksilver förväntas öka något eller vara i samma storleksordning efter jämfört med innan exploateringen när dagvattenåtgärder genomförs. Det är därför viktigt att säkerställa att belastningen inte ökar även om den största påverkan av kvicksilver består av atmosfärisk deposition vars ursprung är långväga, globala atmosfäriska utsläpp från tung industri och förbränning av stenkol (VISS). Parametrarna krom och nickel har inte klassats för Drevviken och Tyresån men eftersom föroreningsberäkningarna visar att belastningen av nickel och främst krom kan öka efter exploateringen är det viktigt att säkerställa att åtgärder genomförs så att ingen ökning av belastningen sker.

Vad gäller de prioriterade ämnena PFOS, TBT och PBDE (bromerad difenyleter) förväntas dessa inte förekomma i dagvattnet från exploateringen. Ämnena är kopplade till specifika verksamheter som brandbekämpning, båtbottenfärger och flamskyddsmedel. Exploateringen kommer alltså inte försämra statusen i vattenförekomsten vad gäller dessa ämnen. Det har påträffats föroreningar inom området och omfattande provtagningar och undersökningar pågår samt platsspecifika riktvärden kommer att tas fram som bland annat tar hänsyn till recipienten. Ingen hänsyn har tagits till föroreningsproblematiken i denna dagvattenutredning eftersom undersökningar fortfarande pågår. En marksanering kommer att genomföras vilket med stor sannolikhet kommer att förbättra situationen även för Drevviken. Exploateringen kommer på detta sätt bidra till en minskning av urlakningen av markföroreningar.

För att föroreningsbelastningen till Drevviken ska minska är det viktigt att kompletterande rening i dagvattendammar och våtmark utnyttjas och att detta finns med vid framtagandet av detaljplanerna i ett senare skede. Dessutom är det viktigt med rätt skötsel av anläggningarna och en tydlig ansvarsfördelning. Reningseffekten av anläggningarna kan dessutom förbättras genom att till exempel tillsätta biokol i skelettjordar vilket kan bidra till ytterligare fastläggning av näringsämnen. Om inte föroreningsbelastningen från exploateringsområdet ökar kommer det enligt utkastet till det lokala åtgärdsprogrammet för Drevviken möjliggöra att miljö kvalitetsnormerna för Drevviken kan följas. Dessutom borde det även leda till att Tyresås status förbättras.

7 SLUTSATSER

Stora Sköndal står inför stora förändringar. Exploateringen av programområdet kommer att leda till att både dagvattenflöden och föroreningstransport till recipienten Drevviken ökar om inte stora insatser för dagvattenrening görs. Drevviken är en kritisk recipient som idag är hårt belastad. För att klara miljö kvalitetsnormerna för sjön har ett förslag till lokalt åtgärdsprogram tagits fram och i detta, som i alla andra nyexploateringar i Stockholm, gäller att 20 mm dagvatten ska kunna hanteras inom fastigheten.

Den exakta utformningen och placeringen av lösningar kan inte rekommenderas i programmet då det måste hanteras i detaljutformningen av varje kvarter. Strukturen har dock utformats i samarbete mellan de projektörer och utredare inom landskap, VA och gata som arbetat med programmet för att skapa ytor för dagvattenhantering. Detta kommer även krävas på innergårdar eller förgårdsmark till bostadskvarteren. En blandning av växtbäddar, skelettjordar och genomsläpplig beläggning som tar hand om vatten från hårda ytor ger goda förutsättningar. Enligt de beräkningar som har utförts är Stockholm stads åtgärdsnivå inte riktigt nog för att klara av de krav som ställs i det lokala åtgärdsprogrammet. Om åtgärder motsvarande de som rekommenderas i denna rapport implementeras finns det förutsättningar för att totalt sett minska områdets föroreningsutsläpp. Då större delen av bebyggelsen sker på oexploaterad mark måste ett nytt ledningsnät anläggas, därför bör ingen specifik fördröjning behövas, utöver den som krävs för att få god rening.

Utöver dessa övergripande förändringar har fem huvudsakliga problem identifierats

- Vid kraftiga skyfall då stor avrinning sker via mark kan stora mängder vatten rinna ner mot de befintliga småhusen som gränsar till programområdet i norr och nordost (kvarteren Soarén och Sällskapet).
- Ytavrinningen från Lilla Sköndal, (området nordost om aktuellt programområde) når idag inte programområdet. Detta beror delvis på en vall som löper väst till öst strax söder om Lilla Sköndal. Topografin i området gör att relativt små höjdändringar kan ge förändringar i flödesriktning. Avrinningsvägarna måste beaktas när höjdsättningen i gränsen mellan de två områdena utreds vidare och så småningom projekteras.

- Dagvattenledningsnätet från stora delar av Lilla Sköndal mynnar i ofördröjt och orenat ut i våtmarken öster om planområdet. Kulvertens sista sträckning och mynning ligger inne på planprogramområdet vilket måste beaktas vid placering av byggnader, gator mm. Två små ytor leds mot infiltration vid plangränsen. Hur detta ska hanteras måste utredas vidare.
- Höjdsättning av mark och vägar är kritiskt för att undvika översvämningar i framtiden. Exempelvis så ligger området nordost om hörnet Efraim Dahléns väg Stora Sköndals väg lågt (område B i Figur 6). Här riskerar vatten från hela det största avrinningsområdet samlas upp vid kraftiga skyfall med stor markavvinning.
- Utlopp från hela södra delen av området sker i relativ närhet till badplatsen. Ökade flöden utan att åtgärder vidtas riskerar att öka erosionen med grumligare vatten som följd samt att öka tillförsel av näringsämnen, olja och övriga föroreningar.

7.1 VIDARE ARBETE I DETALJPLAN

- Noggrannare beräkningar av flöden och föroreningar bör utföras per detaljplan som tar hänsyn till den slutliga utformningen.
- Utredning av kompletterande reningssteg i form av dagvattendammar och rening i våtmark om det behövs för att minska belastningen jämfört med nuläget.
- Saneringen av förorenade massor kan ändra förutsättningarna, och kan exempelvis möjliggöra infiltration som en reningslösning på innergårdar. Detta måste utredas per detaljplan när saneringsplanen är klar.
- Kommunala dagvattenledningar måste dimensioneras, projekteras och höjdsättas så att skelettjordar och andra reningslösningar kan anslutas.
- Hänsyn måste tas till översvämningssrisk när slutliga höjder sätts på gator och gårdar. Det är viktigt att det finns öppna stråk som leder vattnet ut till Drevviken eller våtmarken. Underjordiska magasin eller andra fördörjningslösningar är inte adekvat skydd vid skyfall.
- Det finns ett markavvattningsföretag längs med planområdets östra kant mot Flatens naturreservat. Markavvattningsföretaget har idag helt förlorat sitt syfte i och med att marken inte längre odlas. Fyllningen av dalen med förorenade massor och anläggningen av Lilla Sköndal har totalt ändrat dikets flödesbalans som inte kommer gå att återställa. Markavvattningsföretaget borde avvecklas. Våtmarken som formats kring diket kommer dock fortsätta att vara viktig från ett miljöperspektiv och bör vara kvar.

7.2 DISKUSSION

I naturmark är dagvatten oftast inte ett problem. Vatten rinner långsamt igenom gräs och växtlighet där det infiltrerar i marken, absorberas av växter eller evaporerar. När vi bygger en tät stadsmiljö så skapar vi stora hårdgjorda ytor i form av gator, tak och parkeringar som leder vattnet i högre hastigheter samtidigt som det plockar upp föroreningar från däck, avgaser och byggmaterial. Dagvattenhantering i stadsmiljömiljö har därför två huvudsakliga syften; att skydda recipienten från stora flöden och föroreningar samt att minimera risken för skador på människor och egendom. I grunden handlar det om att göra plats för transporten och fördröjningen av nederbörd i alla dess former. Lösningarna som skapar den platsen ger i sin tur möjligheter att på ett naturligt sätt försköna och öka grönutrymmen i stadsmiljön.

Under projektets gång har Stiftelsen Stora Sköndal tydligt uttryckt en vilja att vatten ska vara en synlig del av vardagsmiljön. Vattnet ska gärna vara tillgängligt, porlande och rogivande av både estetiska, psykologiska och instruktiva skäl. Stora Sköndal är dock i stort sett ett eget avrinningsområde som avskärmats av våtmarken i öst och höjdpunkten i nordväst. Detta betyder att det inte finns något stort basflöde från regn inom ett större avrinningsområde vilket gör det svårt att samla upp stora nog flöden på en punkt för att ha ett kontinuerligt flöde utan att artificiellt skapa det flödet med pumpar.

VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. wsp.com

WSP Sverige AB

121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10 7225000
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

