

BILAGA 6

BESKRIVNING AV TYPÅTGÄRDER OCH ÖVERSIKTLIG DIMENSIONERING

Dagvattenutredning för Södra staden Underlag för strategiskt program

Innehållsförteckning

Introduktion	2
Övergripande principer	2
Dimensionering	2
Åtgärder inom kvartersmark	3
Räkneexempel, dimensionering för typkvarter	4
Gröna tak, skelettjord, planteringsytor	5
Kommentarer	5
Lokalt stråk för block med 6 st kvarter och gator	5
Grönt stråk med yttlig avledning	5
Kommentarer	6
Räkneexempel, dimensionering för grönt stråk i typgata	6
Alternativa lösningar för lokala stråk	7
Kommentar	8
Uppsamlingsstråk med 4 st kvartersblock	9
Fördröjning i uppsamlingsstråk	9
Rening	10
Kommentarer	10
Centrala avledningsstråk	10
Bäcklösabäcken	11
Tillståndsfrågor	12
Restaurering av befintliga trummor	12
Utrymme för fördröjnings- och reningsåtgärder	12
Korsningar med vattenledningar	13
Nytt centralt stråk öster om Dag Hammarskjölds väg	13
Ytbehov för de centrala stråken	13
Höjdsättning längs dagvattenstråken	14
Reningsåtgärd i Bäcklösabäckens mynning	14
Rening av trafikförorenat dagvatten	15
Infiltration och bortledning från känsliga områden	15

Introduktion

I samband med framtagande av ett strategiskt program för Södra staden i Uppsala har förutsättningarna för dagvattenhanteringen studerats. Ett övergripande förslag på struktur för den framtida lösningen har redovisats. Denna bilaga till utredningen beskriver översiktligt några typlösningar och dimensionering av olika komponenter som ingår i förslaget till dagvattenlösning.

Övergripande principer

Förslaget för dagvattenhanteringen i Södra staden har utgått från följande förslag till övergripande principer:

- Lokal flödesfördröjning och trög avledning sker inom och från kvartersmark.
- Ytterligare lokal fördröjning sker i ytliga vegetationsklädda stråk inom gatumark som också tar emot vägdagvatten.
- Alternativt sker konventionell uppsamling och avledning av vägdagvatten tillsammans med fördröjt dagvatten från kvartersmark, kompletterat med fördröjningsåtgärder i nedströms liggande uppsamlingsstråk.
- Lokala uppsamlingsstråk utformas så de ger god flödesfördröjning vid extrem nederbörd.
- Höjdsättning av dagvattensystemet sker med utgångspunkt från ett lägsta fall i flödesriktningen på 5 ‰ för öppna system.
- Höjdsättning av dagvattensystemet sker med utgångspunkt från ett lägsta fall i flödesriktningen på 8 ‰ för rörledningar.
- Omkringliggande mark är högre än gatan, och gatumark fungerar som sekundära avrinningsvägar vid kraftigare nederbörd.

Angivet lägsta fall ska ses som en målsättning som ligger till grund för höjdsättning av dagvattensystemen i området i ett tidigt planeringsskede. I ett senare projekteringskede kan avsteg göras. Erfarenhetsmässigt är det bra att ha dessa marginaler för att senare kunna lösa svåra konfliktpunkter på ett enklare sätt.

Dimensionering

Dimensionering av dagvattenanläggningar följer normalt Svenskt Vattens rekommendationer i publikation P90. Utöver detta kan lokala och projektspecifika krav formuleras. Just nu är nya dimensioneringsanvisningar under utarbetande av Svenskt Vatten, och finns i remissutgåva. Dessa nya anvisningar gäller ännu inte, men bör ändå beaktas då det är sannolikt att nya, delvis skärpta, krav kommer att vara styrande vid kommande detaljprojektering. I denna översiktliga dimensionering har vi utgått från följande

- Vid 10-årsregn får dämning i öppna system maximalt ske upp till underkant av vägens terrass. Vägens terrassnivå antas vara 0,7 m under gatunivån. Ledningar får ej dämna.
- Vid 20-årsregn får dämning i både diken och ledningar maximalt ske upp till gatunivå.
- Vid 100-årsregn får dämning inte ske ovan byggnaders golv/entrénivåer.
- Vid dimensionering tillämpas klimatkompenserat regn. Klimatfaktor 1,2.
- Flödena till Bäcklösabäcken från ny bebyggelse bör begränsas till motsvarande naturmarksavrinning vid 10-årsregn (15 l/s, ha motsvarande ca 25 l/s, ha Red A)
- Flödet från Bäcklösabäcken till Fyrisån vid ett 100-årsregn begränsas till att vara maximalt dubbelt så stort som vid nuvarande 10-årsregnet.

Åtgärder inom kvartersmark

Dagvattenavrinning beräknas normalt utifrån avrinningskoefficienter för olika typer av markanvändning. För stadsbebyggelse "slutet byggnadssätt med planterade gårdar, industri och skolområden" anges i Svenskt Vatten P90 en avrinningskoefficient på 0,5 – 0,7. Genom att vidta åtgärder som medveten utformning av mark så andelen hårdgjorda ytor minimeras, och leda ut dagvatten till genomsläppliga, planterade, ytor kan avrinningskoefficienten minskas. Särskilda fördröjningsåtgärder i form av konstruerade magasin är ett annat sätt att minska avrinningen. Båda åtgärderna kan kombineras.

Ett rimligt krav bedöms vara att avrinning från kvartersmark ska reduceras till 50% av beräknad avrinning vid konventionellt byggande. Flödesbegränsningskravet beräknas utifrån dagens nederbördsförhållanden och åtgärder dimensioneras för förväntat ökad nederbördsintensitet. Ett sätt att konkretisera kravet är att kvartersmarken ska ha en avrinningskoefficient på max 0,3 vid dimensionerande nederbördstillfälle.

I ny stadsbebyggelse blir det allt vanligare att anlägga parkeringsgarage i källarplan, och innergårdar ovanpå betongbjälklag. Denna typ av bebyggelse medför att avrinningskoefficienten ökar. För att uppnå den önskade flödesbegränsningen krävs särskilda fördröjningsåtgärder.

Som en del i arbetsprocessen har utformningen av ett typkvarter studerats, med antagande om att innergården anläggs ovanpå betongbjälklag. Utgångspunkten har varit att flödesfördröjning inom kvartersmark ska ske till 50% av dimensionerande flöde vid ett klimatkompenserat 20-årsregn. Motivet till valet av regn med 20 års återkomsttid är att man kan förvänta sig en anpassning av svenska dimensioneringsnormer till standard SS EN 752:2008¹ Följande förutsättningar har legat till grund för beräkningarna.

Tabell 1. Beräkningsförutsättningar för fördröjning inom kvartersmark.

Max flöde, normalt 20-års regn (10 min varaktighet)	290 l/s, ha Red A ² .
Max flöde, klimatkompenserat 20-årsregn	120% x 290 l/s = 350 l/s, ha Red A
Max flöde efter fördröjning inom kvarter	
Beräknat på normalt regn	50% x 290 l/s = 145 l/s ha, Red A
Beräknat på klimatkompenserat regn	50% x 350 l/s = 175 l/s ha, Red A

Genom att dimensionera lösningar för ett klimatkompenserat regn, men beräkna flödesbegränsningskravet utifrån ett normalt regn skapas extra marginal och ökad sannolikhet att den önskade fördröjningseffekten erhålls. Fördröjningskravet innebär således att flödet vid ett klimatkompenserat regn inom kvartersmark ska begränsas till maximalt 145 l/s, ha (50% av beräknat flöde vid nuvarande 20-årsregn). För att klara denna fördröjning behövs 8 m³ effektiv magasinvolym per 1 000 m² hårdgjord yta.

Denna dagvattenfördröjning kan åstadkommas på olika sätt. Här redovisas tre varianter som kan fungera var för sig, eller i kombination.

- A. Makadamfyllning under eller i markytor.
- B. Prefabricerade dagvattenkassetter under markytor
- C. Öppna periodvis vattenfyllda översvåmningsytor

¹ Avlopp – Avloppssystem utomhus, CEN, European Committee for Standardization/ Swedish Standards Institute/, 2008.

² Liter/sekund och hektar reduceras area. Reducerad area är ett mått på de ytor som bidrar till snabb dagvattenavrinning. Förenklat brukar begreppet "hårdgjord yta" användas.

Genom att utnyttja förutsättningarna både på gård och gatusida kan flexibilitet skapas avseende takfall och stuprörslaceringar. Alla tre åtgärder kan placeras på gård eller i förgårdsmark.

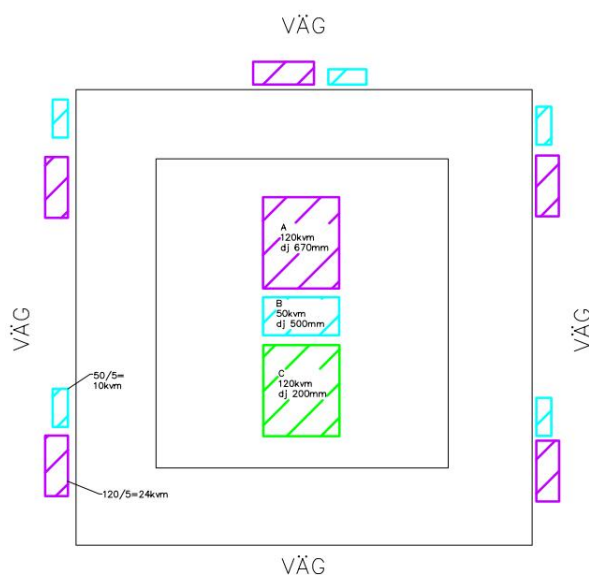
Räkneexempel, dimensionering för typkvarter

Typkvarteret har en totalyta på 3 600 m² (60x60 m). Om garageplan planeras under gårdsmark kommer gårdarna att vara anlagda ovanpå betongbjälklag. I och med detta betraktas även gårdens yta som hårdgjord. Den reducerade arean för typkvarteret är i storleksordningen³ ca 3 000 m². Detta kräver motsvarande ca 24 m³ effektiv magasinvolym per typkvarter. För respektive alternativ åtgärd motsvarar detta följande:

- A. 120 m² makadam med ett djup på 670 mm.
- B. 50 m² kassetter med ett djup på 500 mm.
- C. 120 m² översvämningssyta med ett djup på 200 mm.

Flödet ut från typkvarteret blir vid dimensionerande regn ca 43 l/s. Redovisade volymer förutsätter att utflödet kontrolleras genom en flödesregulator, i annat fall behöver volymerna ökas med ca 65%.

Figur 1 visar ytbehovet för de olika metoderna för flödesfördröjning. En av dessa åtgärder är tillräcklig för typkvarterets behov. Lösning A och C kan utformas så de utgör delar av en rain garden eller nedsänkt växtbädd som periodvis kan vattenfyllas.



Figur 1. Typkvarter. Schematisk illustration.

Alternativ A- 24 kbm magasin motsvaras av 80 kbm makadam. Detta ger en area av 120 kvm med djupet 670mm.

Alternativ B- 24 kbm magasin motsvaras av 25 kbm kassetter. Detta ger en area av 50 kvm med djupet 500mm.

Alternativ C. 24 kbm magasin motsvaras av 24 kbm översvämningssyta (volym). Detta ger en area av 120 kvm med djupet 200mm.

En normal avrinningskoefficient för stadsbebyggelse med gård ovanpå betongbjälklag är mycket hög, ca 0,75 - 0,8. De föreslagna åtgärderna gör att avrinningskoefficienten för typkvarteret blir mindre än 0,4.

³ Den reducerade ytan i räkneexemplet är snarare 2 700 m², men den använda siffran 3 000 m² ger marginal i beräkningarna.

Gröna tak, skelettjord, planteringsytor

Vid normala nederbördstillfällen har lösningar som gröna tak, skelettjord eller planteringsytor en god flödesutjämnande funktion, och är därför bra komplement till åtgärd A, B eller C. De har även andra positiva värden, exempelvis förbättrat mikroklimat, är bra för djurliv och för ekologiska samband samt ger ökade upplevelsevärden. Däremot mätts de vid kraftigare nederbörd och har inte kapacitet att som enda lösning fördröja mer intensiva regn.

I och med att redovisade lösningar ger en beräknad flödesutjämnning till 50 % av nuvarande dimensionerande regn, samt att effekten av fördröjning i gröna tak, gårdsmark och planteringsytor inte medräknats finns det marginaler i antagandena för att åstadkomma önskad fördröjning. Till detta kan man även lägga effekten av eventuell markinfiltration i naturlig jord, alternativt fyllnadsmassor, i exempelvis förgårdsmark. Denna extra marginal är bra att ha då erfarenheten är att det kan vara svårt att med precision reglera och styra flöden, plus att funktionen i dagvattenanläggningar av olika skäl tidvis kan vara nedsatt av skräp, is, vandalisering mm.

Kommentarer

Om det inte är aktuellt med garage under gårdsmark kan motsvarande begränsning av avrinningen ske med betydligt mindre/enklare åtgärder. Har marken dessutom förutsättningar för infiltration kan avrinningskoefficienten reduceras ytterligare, hur mycket beror på markens infiltrationsförmåga.

Är det aktuellt med markutfyllnad kan en mycket kraftig flödesfördröjning åstadkommas genom "infiltration" i fyllnadsmassorna även om den ursprungliga marken inte har någon infiltrationsförmåga. Om detta är en aktuell strategi är det viktigt att säkerställa att fyllnadsmassorna har goda egenskaper så att inte funktionen begränsas av massor med täta egenskaper.

Inom inre skyddszon och område som jämföras med inre skyddszon får inte infiltration förekomma. Här måste en väl kontrollerad uppsamling och avledning av dagvatten ske i täta system (tätat dike eller ledning).

Dagvattenåtgärder på betongbjälklag, liksom inom förgårdsmark kräver fuktskyddande åtgärder av betong/huskonstruktion.

Lokalt stråk för block med 6 st kvarter och gator

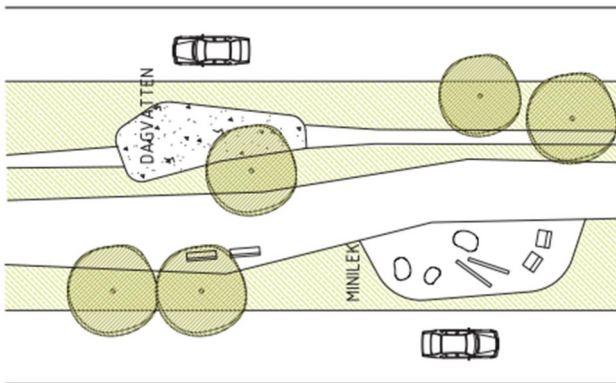
Grönt stråk med yttlig avledning

I området föreslås att vissa gator förses med gröna stråk där det finns utrymme för yttliga dagvattenåtgärder. Dessa kan utföras som enklare långsgående öppna diken (med mjuka eller hårdare kanter) för att kunna styra och anpassa bredden med bredare lägen punktvis (se Figur 2).

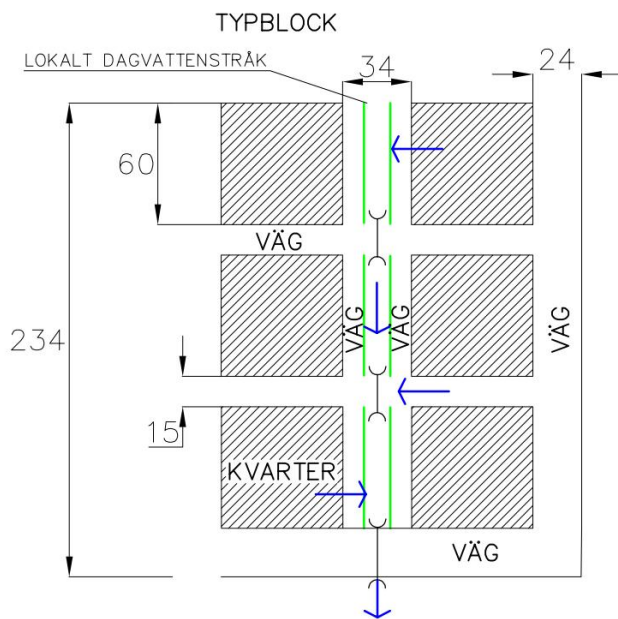
För dimensionering av stråket har beräkningar gjorts för ett "kvartersblock" bestående av 6 typkvarter och lokalt gatunät. Till gröna stråket avleds dagvatten från uppströms bebyggelse, samt vägdagvatten från gatan. Dessa dagvattensystem kommer tillfälligtvis att vattenfyllas i samband med regn och därefter torka ut. Se Figur 3.

Lösningen ger en god flödesutjämning samt att dagvattenmängderna minskar genom infiltration och ökad avdunstning via vegetationen. Infiltration kan vara betydande i områden där markutfyllnad sker, även om de naturliga jordarna saknar förutsättningar för infiltration.

Rening sker framförallt genom sedimentering och filtrering i mark/växtsystemet samt genom växtupptag.



Figur 2. Exempel på utformning av det gröna stråket.



Figur 3. Illustration av kvartersblock för dimensionering av lokalt stråk. Trummor illustrerade under korsande vägar. Angivna mått är i meter.

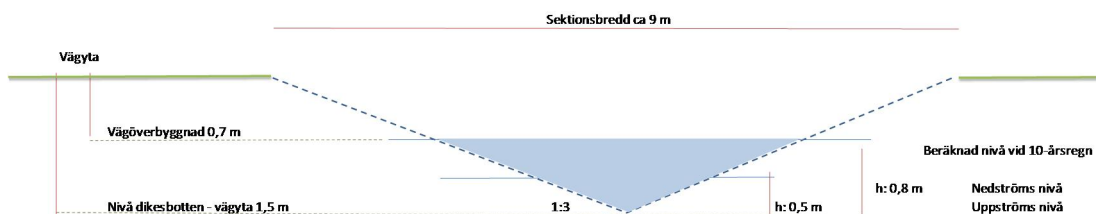
Kommentarer

Inom skyddsområde för vattentäkt, eller område jämställt med detta krävs att dagvatten avleds i täta system. Det krävs att diken förses med tätduk.

Räkneexempel, dimensionering för grönt stråk i typgata

Södra staden förutsätts planeras med en kvartersstruktur med mellanliggande gatunät. Höjdsättning av de gröna lokala stråken sker så att det vid dimensionerande förhållanden inte sker uppdämning av vatten i vägöverbyggnaden, som normalt är ca 0,7 m under gatunivån. Vidare behöver vägtrummor anläggas där stråken korsar gator. Även trummorna behöver läggas på ett djup så de inte inkräktar på vägöverbyggnaden. Dessutom behöver flöden från kvartersmark och vägar kunna anslutas till stråket på ett nivåmässigt bra sätt. Kapacitetsförhållandena har beräknats för ett 1,5 m djupt dike. Grundare lösningar bedöms inte vara möjliga att åstadkomma som generell lösning i området.

En dikessektion har studerats med avseende på hur kraftig dämning som kan tillåtas vid 10-årsregnet. Eftersom dikena sluttar med 5 ‰ kommer vattnet att stiga olika högt över dikesbotten i dikets övre respektive nedre del. I Figur 4 nedan redovisas beräknade vattennivåer för en dikesutformning.



Figur 4. Typsektion öppet stråk i gata

Flöden vid dimensionerande förhållanden har beräknats. Dels för 10-årsregn, dels för 20-årsregn. Vid 10-årsregnet får dämning ske maximalt upp till underkant vägöverbyggnad. Vid 20-årsregn får dämning maximalt ske upp till gatunivån.

Till dikena leds utjämnade flöden enligt beskrivning under typkvarter, samt avrinning från gatumark. I beräkningarna för det lokala stråket har förutsatts att avledning från gatumark sker på konventionellt sätt via brunnar och ledningar.

De volymer som kan ansamlas i dikena blir styrande för hur stora flöden som behöver kunna avledas via trummorna. Med en dimension på 400 mm för trumman längst nedströms i systemet kan 10-årsregnet avledas utan att vägöverbyggnaden blir dämnd enligt Figur 4. Vid 20-årsregnet sker en dämning som med god marginal understiger gatunivån.

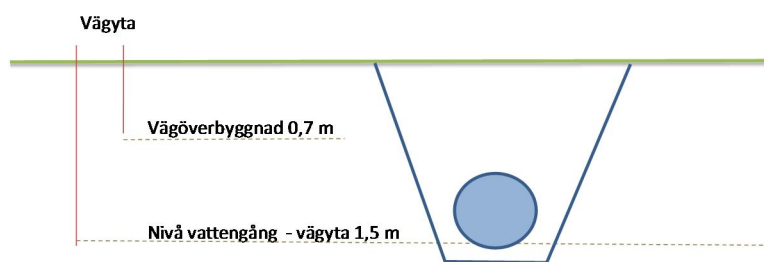
Beräkningarna har utförts för 10-minuters regn. Hänsyn har inte tagits till förlängda rinntider pga tröga system. Någon fördröjning av avrinningen från gatumark har inte förutsatts. Det finns således marginal i utförda beräkningar.

Alternativa lösningar för lokala stråk

Konventionell avledning

Avledning från kvarteren sker till konventionella dagvattenledningar i gatumark. För dimensionering av stråket har beräkningar gjorts på motsvarande sätt som ovan för ett "kvartersblock" bestående av 6 typkvarter och lokalt gatunät.

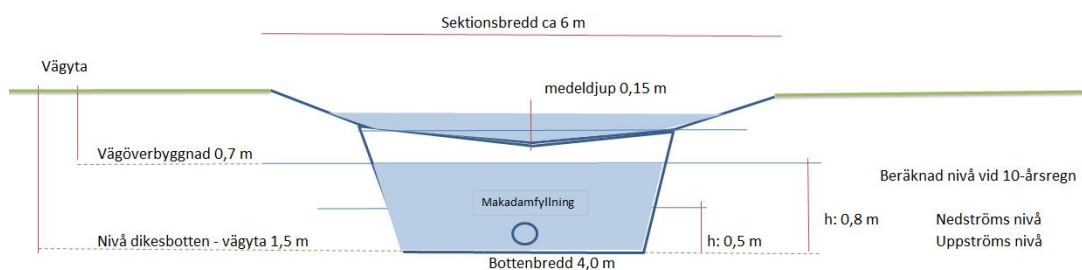
För ledningar förutsätts ett längsgående fall på 8‰, i övrigt samma beräkningsförutsättningar som i föregående fall. Detta ger att det för 10-årsregnet krävs en ledning med dimension 600 mm i typgatans nedre del. Systemet tål att belastas med 20-årsregnet utan att dämning sker upp till gatunivå, under förutsättning att utloppet inte är dämt.



Figur 5. Typsektion ledning i gata.

Alternativ lösning med svackdike

En alternativ lösning kan vara att anlägga grunda vegetationsklädda svackdiken ovanpå krossfyllda diken med dräneringsledningar. Det ger ett mer lättplanerat grönt stråk som ändå har god fördröjningskapacitet och som inte är lika utrymmeskrävande. Vegetationen ger reningsfunktion. Anslutande flöden från kvartermark kopplas till dräneringsledningen. Anläggningsmässigt är det dock mer kostsamt än både öppet dike och konventionell ledning. Dimensionen på nedströms utloppsledning blir 450 mm.



Figur 6. Typsektion ytligt svackdike, ovanpå krossfyllt dike/magasin.

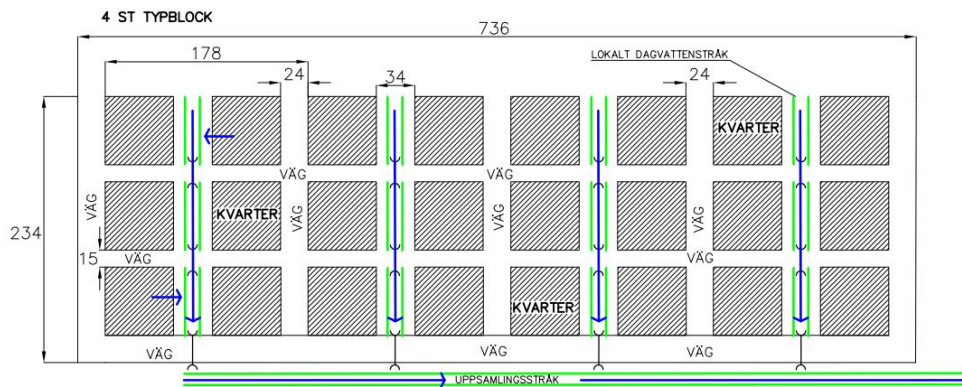
Kommentar

Samtliga redovisade typsektioner har dimensionerats med förutsättningen att det sker en konventionell uppsamling och avledning av vägdagvatten från anslutande gator. Med lokal fördröjning av vägdagvatten kan de lokala stråken dimensioneras för mindre flöden.

Dimensioneringen förutsätter flödesregulator för att kontrollera utflödet från systemen. Om inte detta blir aktuellt behöver fördröjningsvolymerna ökas.

Uppsamlingsstråk med 4 st kvartersblock

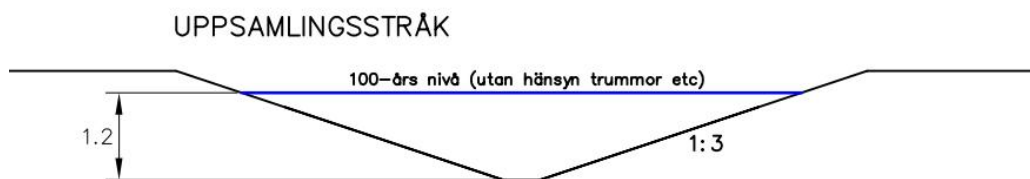
De lokala stråken ansluter till uppsamlingsstråk. För att dimensionera dessa stråk har vi utgått från en situation där kapacitet ska finnas för avledning av flöden från fyra stycken lokala stråk (kvartersblock). Dessa stråk föreslås huvudsakligen förläggas i anslutning till natur/parkmark, och därigenom blir inte dämningarnivåerna i lika hög grad begränsade av vägkonstruktioner mm.



Figur 7. Fyra stycken kvartersblock som ansluter till ett gemensamt uppsamlingsstråk

En dikessektion med flödesbelastning från fyra kvartersblock enligt föregående avsnitt har dimensionerats översiktligt. Sektionen är baserad på samma öppna dikessektion som i de lokala stråken, och har teoretisk kapacitet att transportera flödet vid ett 100-årsregn från fyra block (ca 6 500 l/s, 10 min varaktighet, klimatfaktor 1,2). Dikets flödeskapacitet (5 %, Manningstal 25) är ca 11 000 l/s.

Hänsyn har inte tagits till hur eventuella trummor vid passager av vägar påverkar flödeskapaciteten. Flödesberäkningen ovan redovisar ett värsta scenario eftersom flödet är beräknat på regn med 10 min varaktighet och ingen hänsyn tagits till den längre rinntiden och fördröjningen i systemet, vilket snarare resulterar i ett mer realistiskt maxflöde i storleksordningen 5 000 l/s.



Figur 8. Uppsamlingsstråk

Fördröjning i uppsamlingsstråk

Uppsamlingsstråken avleds till de centrala avledningsstråken (se nästa avsnitt). Innan utlopp till de centrala stråken föreslås på vissa platser åtgärder som ger ytterligare flödesfördröjning och rening. Dessa åtgärder kan med fördel inarbetas i gestaltningen av de aktuella platserna.

För att åstadkomma en flödesbegränsning av ett framtida 20-årsregn till ett flöde som motsvarar naturmarksavrinning vid ett 10-årsregn (15 l/s, ha⁴, motsvarande ca 25 l/s, ha Red A) krävs för ett uppsamlingsstråk med fyra kvartersblock en magasinvolym på ca 3 000 m³. Om vattendjupet i en damm eller översvämningsyta tillåts variera med en halv meter krävs en total yta på ca 6 000 m².

Med lösningen med öppna ytliga avledningsstråk finns redan en magasinvolym på ca 1 600 m³ skapad i uppströms delar av systemet, vilket reducerar volymbehovet till ca 1 400 m³ och ytbehovet till ca 2 800 m².

I Bilaga 5 redovisas beräknat utrymmesbehov för fördröjnings-/reningsåtgärder.

Rening

En tumregel vid dimensionering av dagvattendammar för rening är att det krävs 200-250 m² dammyta per ha Red A (reducerad area). För det studerade uppsamlingsstråket med belastning från en beräknad reducerad area på ca 11 ha krävs en dammyta på ca 2 700 m², dvs ungefär lika stor yta som det mindre behovet för de två alternativen för flödesfördröjning.

Kommentarer

För att ge utrymme för gestaltningsåtgärder föreslår vi att man vid dessa platser i planeringen avsätter 350 m²/ha Red A för kombinerade renings- och fördröjningsåtgärder, om man väljer öppna ytliga avrinningsstråk enligt beskrivning ovan.

Om man istället skapar mer konventionella system utan fördröjning krävs en fördröjningsåtgärd på ca 550 m²/ha RedA vilket bör ökas till 600 m²/ha RedA för att ge utrymme för gestaltningsåtgärder.

De fördröjnings-/reningsåtgärder som redovisas i Bilaga 5 är ca 450 m²/ha RedA.

För att kunna avleda några av uppsamlingsstråken till Bäcklösabäcken behöver befintliga huvudledningar för dricksvatten korsas. Hur detta kan göras behöver detaljstuderas i kommande planerings- och projekteringsarbete.

Centrala avledningsstråk

I Södra staden föreslås två centrala avrinningsstråk. Det ena är den befintliga Bäcklösabäcken, som behöver åtgärdas för att säkerställa flödeskapaciteten och även utvecklas som ett park-/naturområde. Det andra är ett helt nytt stråk parallellt med Dag Hammarskjölds väg på dess östra sida. Även kring detta stråk föreslås att gestaltningsåtgärder utförs så det skapas någon form av parkmiljö(er).

⁴ Olika uppgifter om avrinning från naturmark förekommer. Markavvattningsföretag i jordbruk är ofta dimensionerade för en avrinning på 5 -10 l/s, ha. Avrinningen är dock arealberoende och Svenskt Vatten redovisar i publikation P90 samband som för naturområden av storleksordningen fyra typblock (ca 20 ha) ger en avrinning vid 10-årsregn kring 15 l/s, ha. Vid 20-årsregnet bedöms 20 l/s, ha vara en rimlig siffra.

Funktionen i dessa stråk är att kunna avleda dagvatten såväl vid mindre och måttliga tillfällen, liksom vid extrema nederbördsförhållanden. Anslutande system har dimensionerats för att begränsa flödena vid flödessituationen som uppkommer vid ett framtida 20-årsregn. Vid kraftigare flöden behöver de centrala systemen ha möjlighet att ta emot och avleda vatten på ett kontrollerat sätt.

Vid situationer då kapaciteten i systemen uppströms (framförallt de lokala stråken) inte räcker till kommer marköversvämning att inträffa. Vatten kommer då att rinna ytligt på gatorna mot uppsamlingsstråken och de centrala stråken. För att skydda bebyggelsen vid dessa tillfällen måste utrymme finnas för vattnet att breda ut sig i och kring dessa stråk.

Det är också viktigt att befintliga kulverteringar öppnas upp och/eller ges en dimensionering och utformning där hänsyn tagits till de extrema flöden som kan uppträda. Det är därför viktigt med en zon kring de centrala stråken där ingen bebyggelse eller känslig infrastruktur lokaliseras utan att risken för översämning beaktats och nödvändiga anpassningar och skyddsåtgärder vidtagits.

Bäcklösabäcken

Nuvarande förhållanden längs Bäcklösabäcken har dokumenterats i utredning av Sweco 2011. Bäckens nuvarande hydrauliska kapacitet har beräknats, liksom förutsättningarna att avleda ökade flöden till följd av kommande exploateringar. Beräkningar har utförts för dimensionerande flöden vid ett 10-årsregn.

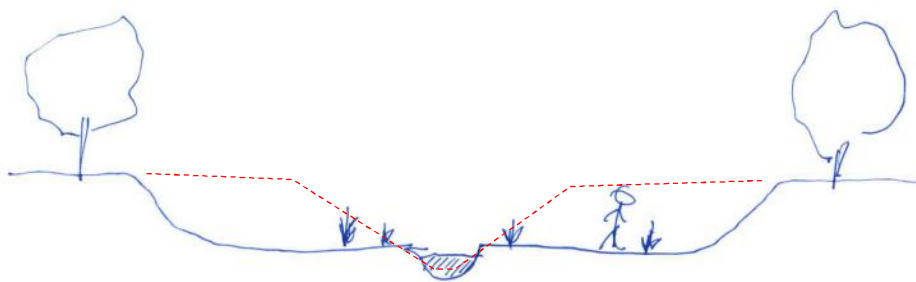
Slutsatsen är att om man fördröjer flöden från Rosendal så de inte ökar jämfört med nuvarande förhållanden så kan övrig exploatering ske utan kapacitetsförstärkande åtgärder i bäckens övre delar. Befintliga trummor behöver dock bytas ut på flera ställen, och i den nedre delen av bäcken behöver dikessektionen restaureras.

Vi bedömer att Bäcklösabäckens utformning behöver ses över i grunden. Dels behöver bäcken fördjupas längs vissa delsträckor för att nivåmässigt möjliggöra anslutning från tillrinnande dagvattenstråk. Dels behöver bäckens funktion i samband med kraftigare nederbörd än 10-årsregnet säkras. Utöver detta så bedömer vi att de antaganden om hur väl fungerande LOD-lösningar som kan åstadkommas inom områden med ny bebyggelse är väl optimistiska i Sweco:s utredning, särskilt just i samband med de mest intensiva nederbördssituationerna. Det är dessutom oklart om man i utredningen tagit hänsyn till förväntade förändringar i framtida nederbördsintensitet. Utöver detta så överensstämmer inte tidigare idéer kring framtida bebyggelse med nuvarande planer.

Norr om Ravinens anslutning till bäcken består normalsektionen idag av en ca 0,5 m bred dikesbotten med 1,0 till 1,5 m djup och slänter med lutning 1:1 till 1:2. För sträckan utmed Natura 2000-området är dock diket bara 0,5 till 1,0 m djupt. Vi föreslår ett dike som är 2,0 till 2,5 m djupt i hela bäckens sträckning. Med en successivt ökande bottenbredd från 0,5 till 1,0 m och slänter på 1:2 bedöms tillräcklig kapacitet finnas för att avleda kraftiga flöden i samband med extrem nederbörd.

För att gestaltningsmässigt passa in i den nya stadsbebyggelsen föreslås att man skapar ett nedsänkt park-/naturstråk kring bäcken, och där en mindre men tydlig bäckfåra skapas för de mindre och normalt förekommande flödena. Vid större flöden blir en större del av parkstråket översvämmat, vilket ger en god flödesutjämnande effekt. Se Figur 9 nedan.

Inom dikeszonen kan bäckens sträckning och utformning varieras och anpassas till terräng, bebyggelse och olika aktivitetsytor eller annan markanvändning. Inom zonen kan olika funktioner rymmas, men de får inte ta skada av att periodvis bli översvämmade.



Figur 9. Förslag till ny sektion av Bäcklösabäcken, antagen till totalt ca 15 -25 meters bred dikeszon. I figuren har även en minsta funktionell dikessektion markerats (rött).

Tillståndsfrågor

Åtgärder i Bäcklösabäcken kommer att kräva tillstånd för vattenverksamhet. För den del av bäcken som löper genom Natura 2000-området behöver prövning även ske mot Natura 2000-intressena. I området är det främst naturtypen västlig taiga och arten cinnoberbagge som är de skyddade objekten närmast Bäcklösabäcken. Cinnoberbaggen kräver tillgång på äldre träd, i första hand asp eller poppel. Baggens larver lever i den yttre delen av veden, precis innanför barken.

Bäcklösabäcken löper innanför en rad av popplar längs en sträcka som ingår i Natura 2000-området. Det är därför i nuläget inte möjligt att komma åt bäcken för rensning. Det finns ett avsnitt med ett antal döda popplar, utan bark. Dessa har inget värde för cinnoberbaggen och kan därför tas ner. Då går det att komma fram med entreprenadfordon och genomföra en dikesrensning. Fällida träd lämnas kvar i området.

Innanför popplarna är det kraftig slyväxt. Enligt Natura 2000-områdets bevarandeplan behöver växtligheten gallras och äldre träd tillåtas utvecklas. Av denna anledning bedömer vi att inte heller den slyröjning som är nödvändig innebär något negativt för värdena i Natura 2000-området. Åtgärderna behöver dock provas av Länsstyrelsen.

Om inte tillstånd medges för åtgärder på Bäcklösabäcken inom Natura 2000-området behöver annan lösning utföras. En större fördröjningsåtgärd uppströms Natura 2000-området blir då nödvändig för att begränsa flödena genom aktuell sträcka av bäcken. Detta behöver kombineras med avledning av ett visst flöde via planerad dagvattenledning parallellt med Bäcklösabäckens östra strand, som ges en ökad dimension.

Åtgärden behöver studeras mer i detalj innan genomförbarheten kan bedömas närmare. Flödesförhållandena i Bäcklösadiket behöver mätas under en längre period så att den hydrauliska beräkningsmodellen kan kalibreras mot de flöden som faktiskt uppträder i diket i dag.

Restaurering av befintliga trummor

Flera av trummorna i Bäcklösadiket är i dålig kondition och behöver bytas ut. I samband med detta bör en ny dimensionering ske med hänsyn till bäckens framtida funktion och kapacitet, samt risken för problem med erosion.

Utrymme för fördröjnings- och reningsåtgärder

För flera av de anslutande avvattningsstråken föreslås fördröjnings- och reningsåtgärder innan utloppet till huvudfåran. Förslagsvis utökas zonen kring Bäcklösabäcken i dessa punkter, och anläggningarna blir en del av "vattenlandskapet" kring bäcken.

Korsningar med vattenledningar

Norr om vattenverket löper ett stråk med huvudvattenledningar parallellt med Bäcklösabäcken. För att kunna föreslå hur och var det är lämpligt att korsa dessa med dagvattenstråken behöver förutsättningarna studeras mer i detalj.

Nytt centralt stråk öster om Dag Hammarskjölds väg

Samma princip som för Bäcklösabäcken föreslås även här, men sträckvis blir det nödvändigt med djupa schakter vilket ställer större krav på anpassning av omgivande terräng.

Delar av stråket löper genom område med viss känslighet för påverkan på grundvatten. Detaljerade undersökningar behöver därför genomföras för att bedöma behovet av skyddsåtgärder.

Ytbehov för de centrala stråken

Bäcklösadiket och det nya centrala avledningsstråket kräver normalt en minst 15-25 m bred zon för att kunna ges en gestaltning som mer liknar en bäck och inte ett stort dike. På några platser där fördröjnings- och reningsåtgärder föreslås behöver denna zon utökas för att rymma dessa funktioner. Även längs sträckor med större schaktdjup blir ytbehovet större för anpassning till omgivande mark.

För vissa delsträckor kan kulvertering vara ett alternativ. Det är emellertid viktigt att detta bara tillämpas undantagsvis, annars minskar fördelarna med ett öppet trögt dagvattensystem. I samband med kulvertering får ej instängda områden skapas, utan att de risker för översvämning som följer med detta har värderats.

Ett antal fördröjnings- och reningsåtgärder redovisas på platser där uppsamlingsstråk ansluter till de centrala avledningsstråken. Ytbehovet har i detta skede schablonmässigt ansatts till 450 m²/ha reducerad area, enligt det resonemang som redovisas för uppsamlingsstråken. Erforderligt utrymme framgår av Bilaga 5 och Bilaga 9. I Bilaga 9 redovisas avrinningsområdet för respektive damm.

Föreslagen placering av dessa åtgärder utgår från ambitionen att säkerställa flödesutjämning och rening innan dagvatten leds ut till de centrala stråken. Syftet är möjliggöra en kontrollerad avledning av dagvatten genom den nya stadsdelen samt att skapa en robust kedja av reningsåtgärder. På platser som ligger högt upp i systemet kan dessa åtgärder utföras i själva huvudfåran, medan längre nedströms bör detta undvikas och åtgärden utföras innan utlopp till huvudfåran.

I den nedre delen av programområdets centrala delar har endast ett fåtal mindre åtgärder redovisats i Bilaga 5, orsaken är att det sannolikt blir det aktuellt med fler spridda anslutningar av lokala stråk direkt till det centrala stråket. Då flödesbelastningen på det centrala stråket är mindre än Bäcklösabäcken, är förutsättningarna större att dessa åtgärder kan rymmas inom stråket, eller i anslutning till Bäcklösabäckens nedre delar och våtmarken.

Det är även svårt att i detta skede precisera lämpliga lägen för åtgärder med hänsyn till kommande förtätning i befintlig bebyggelse. Även om strukturplanen pekar ut de övergripande strukturerna kommer behoven av åtgärder snarare att följa de exploateringar som aktualiseras, vilket gör att det är lämpligt med ett mer "situationsanpassat" förhållningssätt.

På några platser har lite större områden markerats för dagvattenåtgärder. Det är platser där större eller flera mindre åtgärder är aktuella. Här har det bedömts som lämpligt att utforma större park/naturområden med utgångspunkt från dagvattenhanteringen.

I Bilaga 5 har även en yta för reningsdamm för vatten från Gottsunda och Valsätra redovisats. Om man ska följa samma principer som tidigare redovisats för reningsdamm (450m²/ha) skulle denna yta behöva vara ca 10 000m² större än den redovisade (ca 26 000m²), vilket skulle ta en stor yta i anspråk. Det bör studeras vidare hur stor anläggning som behövs både för rening- och flödesfördröjning av uppströms områden, samt vilken placering som är lämpligast. Åtgärden syftar till att både förbättra reningen av vatten från uppströms områden men också för att säkerställa att vattnet från ravinen kan ledas förbi planerad bebyggelse på ett säkert och lämpligt sätt. Avrinningsområdena från bebyggelse utanför programområdet framgår av Bilaga 9.

Samtidigt bör trummorna under Dag Hammarsköldsväg dimensioneras upp för att klara större flöden och för att minska erosionen (Sweco, 2011). Befintliga dagvattenledningar i ravinen är i dåligt skick, och kapacitetsbegränsningen gör att det sker en okontrollerad flödesutjämning i ravinen (Utredning av Bäcksåbäckens kondition och avbördningskapacitet Sweco, 2011). Det finns vittnesmål om att vattnet rinner på ytan vid höga flöden (Kristina Ekholm, Uppsala Vatten, muntligen 2015-03-17).

I Bilaga 5 redovisas också en våtmark innan bäckens mynning i Fyrisån.

Ytbehovet för flödesfördröjande åtgärder i Bäcksåbäcken och det nya centrala avrinningsstråket har inte bedömts. Däremot kommer ett flertal dämningståtgärder sannolikt vara nödvändiga för att begränsa flöden och flödes hastigheter i samband med de mest intensiva nederbördssituationerna. För en bra bedömning av hur stora dessa åtgärder behöver göras erfordras en reviderad hydraulisk modellering av bäcken med föreslagen utformning och uppdaterad information om planerad bebyggelse och dagvattenlösningar. Flödet bör modelleras för såväl måttliga som extremt stora regn (100-årsregn).

Höjdsättning längs dagvattenstråken

Höjdsättningen längs några av stråken i utredningsområden har studerats översiktligt, och redovisas i form av längsgående profiler i Bilaga 7. Arbetet har utgått från befintliga marknivåer, nivåer vid anslutningspunkt till nedströms centrala stråk och antaganden om lämpliga fall på systemet. Vid fortsatt planering behöver dessa nivåer klarläggas och fastställas för att senare vara styrande för fortsatt planering av blivande bebyggelse och dagvattensystem.

På vissa sträckor kommer förhållandevis djupa schakter att bli nödvändiga. Hur dessa stråk kommer att uppfattas är i stor utsträckning beroende av hur höjdsättningen av mark i området sker i övrigt.

Reningsåtgärd i Bäcksåbäckens mynning

Området kring Bäcksåbäcken innan bäcken rinner ut i Fyrisån är flackt och låglänt och är redan i nuläget en våtmark närmast ån. Vattennivån ligger högt och området är redan i dag översvämmat vid höga nivåer i Fyrisån. Genom urschaktning kan en utökad och förstärkt våtmark skapas med växelvis öppna och vegetationstäckta ytor. Schaktvolymerna blir förhållandevis små jämfört med motsvarande åtgärder högre upp i systemet.

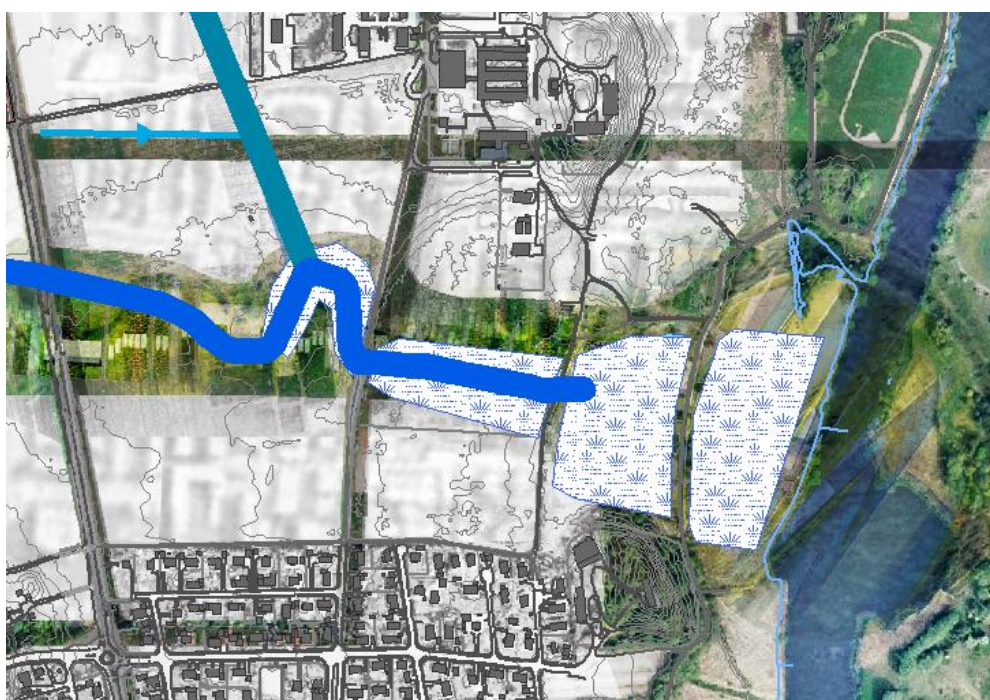
Nedströms Dag Hammarskjölds väg kan våtmarksskapande åtgärder genomföras inom hela det låglänta området. I området närmast Fyrisån, öster om gångvägen, är markförhållandena sådana att det bedöms krävas speciella maskiner för utgrävningen, medan marken väster om gångstigen bedöms vara tillräckligt fast för att konventionella maskiner.

Den föreslagna våtmarken i Bäcksåbäckens mynning bedöms kunna ge en god avskiljning av suspenderat material samt fosfor och kväve. Reduktionen av suspenderande ämnen och partikelbunden fosfor kan mycket väl halveras. Våtmarken har redan

i dag en betydande flödesutjämnande funktion och det är därför inte sannolikt att denna funktion ökar i någon större omfattning. Den nuvarande reningsfunktionen bedöms däremot som liten i nuläget eftersom det knappast sker någon flödesspridning genom våtmarken utan merparten av flödet leds ut till Fyrisån via huvudfåran.

Genom åtgärder i området kan en mer varierad våtmarksmiljö skapas som är mer attraktiv för både växt- och djurliv samt besökare.

Vid besök i området har konstaterats att grumligheten i Bäcklösabäckens vatten är mycket hög. Misstanke finns att förutom erosion i diken och partiklar från dagvatten, är det möjligt att en betydande markerosion från plöjda markområden också bidrar till grumlingen. Detta i sin tur kan medföra förhöjda transporter av fosfor i samband med nederbörd. För att skaffa sig en bra bild över hur förhållandena i Bäcklösabäcken utvecklas i framtiden i samband med exploatering bör en serie provtagningar göras för att få data kring nuvarande bakgrundsvärden. Detta underlättar framtida utvärderingar.



Figur 10. Skiss över lämpliga ytor för en våtmarksåtgärd innan mynningen till Fyrisån.

Rening av trafikförorenat dagvatten

Innan trafikförorenat dagvatten släpps till något av de centrala stråken är målsättningen att det genomgått någon form av rening. I första hand är det genom avledning till be-
vuxna ytor/stråk och eller reningsdammar. De föreslagna typ- och systemlösningarna innebär att dessa krav/önskemål i hög grad uppfylls. I de centrala stråken sker sedan ytterligare rening, liksom i den föreslagna våtmarken innan utloppet till Fyrisån.

Infiltration och bortledning från känsliga områden

I Södra staden, liksom i Uppsala i övrigt är det en övergripande målsättning att upprätthålla den naturliga vattenbalansen och att utnyttja infiltration där detta är möjligt. I Södra staden varierar förutsättningarna för infiltration, och i de delar av området där infiltrationsförutsättningarna är förhållandevis goda sammanfaller detta i mycket stor utsträckning med att grundvattnet behöver skyddas mot föroreningar.

Dagvatten från bebyggelse inom den inre skyddszonen för vattentäkten (och även områden som jämföras med dessa ur risksynpunkt med avseende på infiltration) måste avledas på ett sätt så infiltration förhindras. Detta gäller både trafikförorenat dagvatten från vägar och dagvatten från kvartermark. Avledning kan ske i täta rörledningar eller i ytliga diken/rännor som är tätade mot omgivande mark. I ytliga vegetationsklädda stråk sker rening av vattnet, varefter det kan avledas tillsammans med övrigt dagvatten utanför skyddat område.

Inom övriga delar av området kan dock infiltration komma ifråga om detaljerade undersökningar i samband med detaljplanering och projektering visar att förutsättningarna är lämpliga. I första hand bedöms det kunna vara aktuellt i moränområdena i randzonen mellan lera och berg vid höjdparter väster om Dag Hammarskjölds väg.

Stora delar av den nya bebyggelsen i Södra staden kommer att vara inom områden med lerjordar som utgör ett gott skydd för underliggande grundvatten. Förutsättningar för infiltration till grundvattnet saknas i leran, men i det övre matjordslagret, och/eller torrskorpelera kan en yttlig "infiltration"/fördröjning ske som bör utnyttjas.

Det föreslagna nya centrala avledningsstråket passerar i närheten av ett område med varvig lera, där viss risk för kontakt med underliggande grundvatten föreligger. Då det i denna del av stråket är aktuellt med djupare schakt är det viktigt att geotekniska undersökningar utförs för att klargöra om det finns behov av särskilda skyddsåtgärder.