



Stockholms
stad

Dagvattenhantering Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation

Antagen av
Trafiknämnden (2016XXXX)
Miljö- och hälsoskyddsnämnden (2016XXXX)
Stadsbyggnadsnämnden (2016XXXX)
Exploateringsnämnden (2016XXXX)
Stockholm Vattens VA AB:s styrelse (2016XXXX)

2016

I samband med att Stockholm växer och bostadsbyggandet ökar behöver vi inom staden höja ambitionerna för hantering av vår gemensamma miljö. I detta arbete är dagvattnet en av flera viktiga faktorer. I mars 2015 beslutade kommunfullmäktige om en ny dagvattenstrategi: "Vägen mot en hållbar dagvattenhantering". Strategin utgör en grund och viljeinriktning för stadens arbete med dagvatten. Den tar viktiga steg mot ett mer hållbart Stockholm som är ett av stadens prioriterade mål.

Med en framtida ökning av häftiga regn och ökad andel hårdgjorda ytor i staden är det av stor vikt att dagvatten tas om hand på ett välplanerat sätt. Att dagvattnets kvalitet förbättras är också viktigt för att uppfylla målen i stadens handlingsplan för god vattenstatus och för att kunna uppnå miljö-kvalitetsnormerna för vatten.

En förutsättning för att dagvattenhanteringen ska vara hållbar är att den uppfyller de miljökrav som uppställs, men även att dess investerings- och driftskostnader är proportionerliga med nyttan. För att åstadkomma detta behöver dagvattenfrågan, som andra grundläggande förutsättningar, beaktas i stadsbyggnadsprocessens alla skeden. Som ett stöd i det dagliga arbetet har därför konkreta och kortfattade riktlinjer och vägledningar utarbetats med utgångspunkt från målen i dagvattenstrategin och med stöd i denna. En åtgärdsnivå, vilken anger ett mått för lokalt omhändertagande vid ny- och större ombyggnation, utgör en bas för vägledningen.

Riktlinjerna använder åtgärdsnivån och innefattar exempelsamlingar med hållbara dagvattenlösningar för olika typer av markanvändning, till exempel parkeringsytor och kvartersmark. Därutöver finns checklistor och mått för dimensionering av anläggningar.

Med dessa stöddokument kommer nu stadens nya dagvattenstrategi att kunna tillämpas på ett konkret sätt i stadsbyggnadsprocessen och i den växande staden.

Stockholm xx månad 2016

Katarina Luhr
Miljöborgarråd, Stockholm sta

Innehåll

Bakgrund och syfte.....	4
Åtgärdsnivån styr dimensionering och utformning.....	5
Tillämpning av åtgärdsnivån	6

Bakgrund och syfte

Åtgärdsnivån har tagits fram för att förtydliga vilka dagvattenåtgärder som krävs för att uppfylla lagkrav och målen i stadens dagvattenstrategi vid ny- och större ombyggnation.

Stockholms dagvattenstrategi (beslutad av kommunfullmäktige i mars 2015) ska bidra till att vattenkvaliteten förbättras, att dagvattnet nyttiggörs och att beredskap skapas för de utmaningar som uppstår genom ett förändrat klimat. Målet är att åstadkomma en hållbar dagvattenhantering. Det saknas nationell vägledning inom dagvattenområdet, men dagvattenhanteringen måste förhålla sig till lagstadgade krav på åtgärder för att miljökvalitetsnormerna i stadens sjöar, vattendrag och kustvatten ska uppnås.

Att i varje enskilt fall klargöra vad som krävs för att bidra till att miljökvalitetsnormerna uppfylls är ett komplext uppdrag. Stockholms stad har därför tagit beslut om en åtgärdsnivå som ska tillämpas vid ny- och större ombyggnation. Syftet är att på ett tydligt och lättbegripligt sätt konkretisera vilka dagvattenåtgärder som krävs för att både uppfylla lagkrav och målen i stadens dagvattenstrategi.

Åtgärdsnivån skapar robusthet i dagvattensystemen, men för att klara mer extrema nederbördssituationer behövs även en genomtänkt höjdsättning och placering av byggnader, samt planering av säkra avrinningsvägar för att motverka skadliga översvämningar.

Åtgärdsnivån ska ses som ett standardiserat målvärde. Den har tagits fram i samarbete mellan Stockholm Vatten och stadens tekniska förvaltningar. Framtagna riktlinjer för dagvattenhantering vid ny- och större ombyggnationer utgår från åtgärdsnivån, med konkreta förslag till åtgärder som uppfyller åtgärdsnivån.

Åtgärdsnivån styr dimensionering och utformning

Dimensioneringskraven i åtgärdsnivån bidrar till att miljö kvalitetsnormerna kan följas i stadens vattenförekomster.

För att miljö kvalitetsnormerna ska kunna följas i stadens vattenförekomster behöver föroreningsbelastningen från dagvattnet minska med 70-80 procent. Detta är en bedömning som lägger grunden för dimensioneringskraven i åtgärdsnivån. Cirka 90 procent av dagvattnets årsvolym behöver fördröjas och renas för att målet ska kunna nås.

Underlagen för dessa siffror beskrivs i en särskild utredning, PM Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholm. Rapporten har tagits fram i samarbete mellan Stockholm Vatten och Stockholms stad.

Anläggningar som kan magasinera 20 mm nederbörd från en förutbestämd yta kan ta hand om 90 procent av årsnederbörden. Sådana anläggningar bidrar också med robusthet och viktiga säkerhetsmarginaler i stadens dagvattenförande system.

Mot bakgrund av detta ska följande gälla i Stockholms stad:

Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholms stad

Vid ny- och större ombyggnation ska dagvatten från hårdgjorda ytor fördröjas och renas i hållbara dagvattensystem.

Systemen ska dimensioneras med en våtvolum på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolumen utformas som en permanentvolum eller en volym som avtappas under cirka 12 timmar via ett filtrerande material.

Avsteg kan medges i de fall tekniska förutsättningar, naturliga förhållanden eller orimliga kostnader i förhållande till miljönyttan medför att det inte är möjligt eller motiverat att dimensionera en dagvattenanläggning för rekommenderad volym eller på annat sätt avskilja föroreningar motsvarande det som avses med åtgärdsnivån. Motiv och underlag för ett sådant avsteg ska i så fall anges.

Tillämpning av åtgärdsnivån

Åtgärdsnivån ska tillämpas vid ny- och större ombyggnation. Strävan ska alltid vara att rena och fördröja dagvatten lokalt.

Tillämpning av åtgärdsnivån ska ske vid ny- och större ombyggnation. Allt vatten från hårdgjorda ytor på kvartersmark och allmän mark ska ledas till lokala dagvattenanläggningar med 20 mm fördröjning.

Åtgärdsnivån ska främst fungera som ett målvärde vid exploateringar som innebär:

- ny eller utökad byggnadsarea på mark och/eller utformning av marken på ett sätt som är av betydelse för och kan minska markens infiltrationsförmåga.
- nybyggnad av gata samt ombyggnad av gata vid behov av omdaning av gaturummet i samband med ny bebyggelse.

Möjligheten att använda åtgärdsnivån ska även provas vid större förändringar av befintlig miljö exempelvis:

- i samband med ledningsomläggningar som innebär stora ingrepp i gaturummet.
- i form av ny- eller ometablering av växtbäddar, med eller utan träd, i gatumiljö.

Tillämpning av åtgärdsnivån kräver planering och genomtänkt höjdsättning. Förutsättningarna för att skapa erforderliga anläggningar måste vara rimliga.

Även där det inte är aktuellt att tillämpa åtgärdsnivån ska dagvattenhanteringen utvecklas i en hållbar riktning. Det innebär att det dagvatten som uppstår på hårdgjorda ytor i möjligaste mån ska renas och fördröjas på eller i anslutning till ytorna, det vill säga tas om hand lokalt.

Val av teknik

Åtgärdsnivån preciserar krav för dimensionering, fördröjning och rening av dagvatten vid ny- och större ombyggnation. Kraven ska ge vägledning för val av tekniska lösningar som passar platsen. Både partikelbundna och lösta föroreningar behöver avskiljas för att god vattenstatus ska kunna nås i stadens vattenområden. Anläggningar som på ett effektivt sätt fastlägger både partikelbundna och lösta föroreningar förespråkas därför. I enstaka fall kan val av teknik med en hög förmåga att avskilja föroreningar kompensera för situationer där hela våtvolymen, 20 mm, inte kan etableras av olika skäl.

Skyldighet att möta miljökvalitetsnormerna i planer

En dagvattenutredning ska i detaljplaneskedet vid ny- och ombyggnation redovisa vilka åtgärder som behövs för att uppnå åtgärdsnivå och miljökvalitetsnormer. Staden kan då bedöma om en plan lever upp till lagstiftningens krav. Länsstyrelsen har enligt 11 kap. 10 § PBL en skyldighet att överpröva en plan om det finns skäl att befara att en miljökvalitetsnorm inte följs. Enligt 11 kap. 11 § PBL ska planen därtill upphävas om den bland annat innebär att en miljökvalitetsnorm inte följs (11 kap. 10 § 2 st. 3 p PBL).

Avsteg från åtgärdsnivån

I de fall tekniska förutsättningar, naturliga förhållanden eller orimliga kostnader i förhållande till miljönyttan gör att dagvattenlösningar inte kan dimensioneras enligt åtgärdsnivån måste avsteg kunna göras. En tydlig redovisning av skälen måste göras i dagvattenutredningen i samband med detaljplaneskedet eller i den utredning som ligger till grund för ombyggnation enligt annat förfarande. Det är staden som beslutar om eventuella avsteg.

Arbetet med att ta fram åtgärdsnivån har genomförts av :

Ulf Mohlander	Stockholms stad, Miljöförvaltningen
Virginia Kustvall Larsson	Stockholms stad, Stadsbyggnadskontoret
Teresia Skönström	Stockholms stad, Exploateringskontoret
Lena Strand	Stockholms stad, Trafikkontoret
Eva Vall, projektledare	Stockholm Vatten VA AB

Underlagsmaterialet har tagits fram av konsultföretaget WRS i samarbete med SP Urban Water.

Omslagsbild: Kari Kohvakka Layout: My Laurell AB

PM Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholm

Stockholm Vatten, Stockholms stad



RAPPORT nr 2016-0752-A

Författare: Jonas Andersson och Daniel Stråe, WRS Uppsala AB
och Gilbert Svensson, SP Urban Water

2016-05-17

WRS i samarbete med



Innehåll

Bakgrund och syfte	3
Mått på åtgärdsnivå	3
Recipientperspektivet	4
Åtgärder i befintlig bebyggelse.....	8
Åtgärder vid nybebyggelse	8
Förslag på åtgärdsnivå.....	13

Bakgrund och syfte

Stockholms vattenförekomster (sjöar, vattendrag och kustvatten) ska enligt vattenmyndighetens beslut uppnå god status till 2021 eller senast till 2027 som miljö kvalitetsnorm. Föroreningsstillförsel via dagvatten är en starkt bidragande orsak till att god status inte nås idag i många vattenförekomster. Åtgärder för att minska föroreningsbelastningen via i dagvattnet är därför nödvändiga. För närvarande saknas nationell vägledning kring dagvatten. Detta gäller t.ex. riktvärden och metoder för belastningsberäkningar av föroreningar i dagvatten.

Mot bakgrund av detta och i kombination med behovet av att allmänt förtydliga vad som avses med en hållbar dagvattenhantering har en central del i arbetet med framtagandet av en dagvattenvägledning för staden har varit att bestämma en *åtgärdsnivå* för dagvattenhanteringen vid ny- och större ombyggnation. Åtgärdsnivån syftar till att bidra med en relevant flödesfördröjning samt att bidra till att miljö kvalitetsnormerna i stadens vattenförekomster kan följas.

Arbetet har varit ett samarbete mellan miljöförvaltningen, exploateringskontoret, trafikkontoret, stadsbyggnadskontoret och Stockholm Vatten som också projektlett arbetet. Under våren 2015 har gruppen tillsammans med undertecknade konsulter diskuterat åtgärdsnivå vid flera möten. Inför mötena har researcharbete och beräkningar gjorts som underlag för diskussionerna. Ett preliminärt PM togs fram sommaren 2015 vilket därefter reviderats i flera omgångar efter synpunkter från arbetsgruppen.

I detta slutliga PM presenteras resonemang och slutsatser från gruppens arbete. Arbetet har utmynnat i ett förslag till åtgärdsnivå.

Mått på åtgärdsnivå

Fem potentiella mått för att uttrycka eftersträvad åtgärdsnivå har identifierats:

- Riktvärden för föroreningshalter i utsläpp av dagvatten (från t.ex. ett planområde).
- Reglering av yta som ska avsättas på allmän mark per yta tät stadsbebyggelse.
- Krav på volym nederbörd som ska kunna magasineras, för flödesutjämning och rening.
- Krav på att allt dagvatten ska passera minst ett eller två reningssteg.
- Maximal genomsnittlig avrinningskoefficient.
- Maximalt genomsnittligt arealläckage (dvs. hur stor mängd av ett ämne som avrinner från en markyta årligen).

Riktvärden har av gruppen ansetts vara ett problematiskt mått då det är tekniskt svårt och kostsamt att kontrollera måluppfyllelse. Provtagning av dagvatten

kräver i många fall flödesproportionell provtagning för att ge rättvisande data och anses inte vara kostnadsmässigt rimligt att genomföra i stor skala i staden.

Reglering av yta på allmän mark som ska avsättas ger förutsättningar för utjämning och rening av dagvatten, men riskerar att på ett oönskat sätt styra dagvattenhanteringen bort från mycket lokalt omhändertagande, mot mer centraliserad hantering i t.ex. magasin under mark.

Krav på att allt dagvatten ska passera ett eller flera reningssteg är förvisso ett enkelt krav att följa upp, men det finns en uppenbar risk att den reningsteknik som används inte har tillräcklig prestanda för att klara den höggradiga rening av dagvatten som kommer att behövas. Kravet skulle behöva kombineras med teknikkrav.

Avrinningskoefficienter som mått indikerar en begränsad hårdgörning och trög avledning. En avrinningskoefficient på t.ex. 0,3 innebär att 30 % av nederbörden avrinner som dagvatten. För att nå de långtgående reningsbehov som beskrivs nedan så skulle ett mått utformat som maximal avrinningskoefficient behöva sättas mycket lågt för att styra mot önskad dagvattenhantering. Detta skulle felaktigt kunna uppfattas som att merparten av den bebyggda ytan måste vara grön. För att förtydliga begreppet är en översättning till den fördröjande volym som eftersträvas nödvändig. Erfarenheten visar också att användande av en reducerad avrinningskoefficient för t.ex. gröna tak ökar risken för underdimensionering av dagvattensystemen. När magasinsvolymen i anläggningen är full så förändras avrinningskoefficienten drastiskt, vilket beräkningarna inte alltid tar hänsyn till.

Slutsatsen var därför att det bästa måttet på åtgärdsnivå är erforderlig magasinvolym uttryckt som millimeter nederbörd som ska magasineras, vilket relaterar till den flödesutjämning av dagvattenflöden som behövs för att möjliggöra en höggradig rening. Måttet bör kompletteras med någon form av styrning mot tekniker som inte bara klarar att avskilja partikulära föroreningar, utan även lösta fraktioner (se nedan).

Recipientperspektivet

Behovet av att minska dagens dagvattenburna tillskott av fosfor, organiska miljöföroreningar och tungmetaller till stadens sjöar, vattendrag och kustvatten är mycket stort om det ska vara möjligt att nå nivåer som möjliggör god ekologisk och god kemisk status. Detta illustreras väl av behoven för sjöarna Långsjön och Trekanten och för vattendraget Bällstaån som presenteras nedan.

För att ge överskådlighet redovisas här endast behoven för det övergödande ämnet fosfor och för tungmetallerna koppar och zink. Både koppar och zink är så kallade särskilda förorenande ämnen och kvalitetsfaktorer för att bestämma ekologisk status. Gränsvärden för koppar och zink avser löst, biotillgänglig halt. De två tungmetallerna har identifierats som problemämnen i vissa av Stockholms sjöar, vattendrag och kustvatten, men även tillförseln av andra tungmetaller beräknas behöva minska väsentligt. Exempelen är hämtade från

Stockholms recipientklassificeringsmodell (2011) med uppdaterade siffror för Bällstaån från 2014. Det finns flera principiella problem med att kvantifiera och uppnå beräknade reningsbeting. Flera gränsvärden avser löst eller biotillgänglig halt medan schabloner för dagvatten avser totalhalter (summan av både löst och partikulär form) samtidigt som dagvattenreningsåtgärder framför allt avskiljer partikulära föroreningar. Dessutom finns återkommande indikationer på att schablonberäknade transporter av åtminstone fosfor kan vara överskattade.

Reningsbetinget utgörs av skillnaden mellan nuvarande årlig belastning och den årliga belastning som behöver nås för att vattenförekomsten ska nå god status, det vill säga den acceptabla belastningen. I tabell 1 åskådliggörs detta genom ett beting uttryckt i kg per år. Förutom betinget i sig återfinns information om haltgräns mellan god och måttlig ekologisk status i recipienten samt högsta acceptabla halt i tillrinnande vatten. För fosfor är den senare beräknad med hjälp av OECD Management model. Denna modell tar hänsyn till den retention av näringsämnen som naturligt sker i en sjö. Även för metaller har hänsyn tagits till att den partikelbundna fraktionen till stor del avskiljs i en sjö, genom de antaganden som görs i recipientklassificeringsmodellen (se vidare nedan).

I rinnande vatten sker inte samma fastläggning varför den acceptabla belastningen där är densamma som gränsen mellan god och måttlig ekologisk status. I tabellen åskådliggörs även den beräknade acceptabla belastningen, beräknad utifrån högsta acceptabla halt i tillrinnande vatten, samt den totala beräknade belastningen från avrinningsområdet uttryckt i kg/år.

Utöver de föroreningar som tillförs via dagvatten kan det finnas andra punktkällor som bidrar till belastningen på recipienten. Om så är fallet behöver dessa antingen åtgärdas eller dagvattenbetingen öka ytterligare i motsvarande grad. Vid beräkning av aktuell tillförsel finns möjlighet att ta hänsyn till redan vidtagna reningsåtgärder.

Tabell 1 togs fram våren 2015. Sedan dess har en ny föreskrift kommit från Havs- och vattenmyndigheten med nya gränsvärden för koppar och zink som avser den lösta, biotillgängliga fraktionen av metallen. Eftersom en färdig handledning fortfarande saknas för hur den biotillgängliga halten ska beräknas så har de tidigare föreslagna gränsvärdena för löst halt för dessa ämnen använts vid beräkningarna som ligger som grund för tabell 1.

Tabell 1. Målhalt i recipienter och tillrinnande vatten, acceptabel och beräknad belastning samt reningsbeting (P=fosfor, Cu=koppar och Zn=zink).

Reci- pient	Ämne	Gräns- värde ¹ (µg/l)	Acceptabel halt i tillrinning ² (µg/l)	Acceptabel resp. beräknad belastning ³ (kg/år)	Renings- beting ⁴	Kommentar ⁵
Långsjön	P	18	25	Accept:18 Beräkn:70	52 kg/år 70 %	15-20 % högre reningsgrad än normal andel partikulärt P i dagvatten.
	Cu	5	17	Accept: 12 Beräkn: 26	14 kg/år 54 %	Reningsgraden motsv. normal andel partikulär Cu i dagvatten.
	Zn	10	33	Accept: 24 Beräkn: 55	31 kg/år 55 %	Reningsgraden motsv. normal andel partikulär Zn i dagv.
Trekan- ten	P	26	50	Accept: 9 Beräkn: 25	16 kg/år 64 %	10-15 % högre reningsgrad än normal andel partikulärt P i dagvatten
	Cu	5	17	Accept: 3 Beräkn: 8	5 kg/år 62 %	Reningsgraden högre än normal andel partikulär Cu i dagvatten
	Zn	10	33	Accept: 6 Beräkn: 18	12 kg/år 67 %	Reningsgraden högre än normal andel partikulär Zn i dagv.
Bällstaån	P	37	37	Accept: 300 Beräkn: 1200-1400	700-900 kg/år 70 %	15-20 % högre reningsgrad än normal andel partikulärt P i dagvatten
	Cu	5	5	Accept: 40 Beräkn: 85	45 kg/år 53 %	Reningsgraden motsv. normal andel partikulär Cu i dagvatten
	Zn	12	12	Accept: 100 Beräkn: 375	275 kg/år 75 %	15-25 % högre reningsgrad än normal andel partikulärt Zn i dagv.

¹ Gränsvärde avser haltgräns mellan god och måttlig ekologisk status i recipienten. För koppar och zink är totalhalten framräknad utifrån tidigare gränsvärde för lösta halt och ett antagande om fördelning mellan de olika fraktionerna.

² Acceptabel halt i tillrinning avser högsta acceptabla årsmedelhalt i tillrinnande vatten för att det ska vara möjligt att nå gränsvärdet. Koncentrationen beräknas genom att dividera den acceptabla belastningen (kg/år) med den årliga tillrinningsvolymen till recipienten. Halten är högre än gränsvärdet då den inkluderar en antagen avskiljning i recipienten.

³ Acceptabel resp. beräknad belastning avser den maximala årliga belastning av ett ämne som recipienten tål för att nå god status (halten ovan omräknat till kg) respektive den beräknade nuvarande årliga belastningen till recipienten.

⁴ Reningsbetinget utgörs av skillnaden mellan nuvarande årlig belastning och den årliga belastning som behöver nås för att vattenförekomsten ska nå god status. Detta uttrycks dels som en årlig mängd med vilken belastningen behöver minska och dels som en procentuella minskning av belastningen (jämfört med dagens belastning).

⁵ Jämförelse med "normal" andel partikulär fraktion grundar sig på data från 100-tals undersökningar från "National Quality Data Base", NSQD v.1.1 refererade till i bilaga 2 till rapporten "Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten" (Larm T & Pirard J, 2010).

För alla tre recipienterna är reningsbetingen mycket stora. Reduktionsbehovet för fosfor beräknas vara minst 60-70 % för de båda sjöarna. Eftersom andelen partikulär fosfor normalt är mindre än 70 % i dagvatten måste även löst fosfor fångas. Det är dock inte möjligt i anläggningar där reningen huvudsakligen uppnås genom sedimentation av partiklar, t.ex. dagvattendammar och avsättningsmagasin. För att avskilja löst fosfor krävs tekniker som infiltration i mark, kemisk fällning/inbindning eller skörd av (odlad) biomassa. I stadens dagvattenstrategi är principen att källorna till förorening av dagvatten åtgärdas i första hand och att försöka minska källorna till fosfor är en del av detta arbete. De beräknade betingen för tungmetaller pekar på ett reningsbehov som ligger i nivå med den "normala" partikulära andelen i dagvatten. Det innebär dock inte att åtgärder för fullständig avskiljning av den partikulära fraktionen kommer att vara tillräckliga för att nå målnivåerna. Detta beror på att bedömningsgrunden för god status för koppar och zink i recipienten avser den lösta, biotillgängliga fraktionen av metallen. Liksom för fosfor behöver därför dagvattenreningssystemen klara att avskilja även lösta föroreningar. Under vissa förhållande kan biokemiska mekanismer leda till viss omfördelning mellan lösta och partikulära fraktioner i recipienterna. Därför kan avskiljning av partiklar indirekt och till viss del innebära en minskad mängd löst förorening.

Det ska också påpekas att beräkningarna i recipientklassificeringsmodellen inkluderar osäkerheter i framför allt antaganden om permanent avskiljningsgrad i sjöarna. Här finns ett behov av fortsatt kunskapsuppbyggnad för att möjliggöra säkrare slutsatser.

Modellen tar heller inte hänsyn till retentionen i tillrinnande vatten där andelen partiklar successivt avskiljs redan innan de når recipienten. Den nu antagna permanenta avskiljningsgraden i sjörecipienter kommer då inte längre vara giltig. För ytterligare beräkningsdetaljer hänvisas till "Handbok till recipientklassificeringsmodeller för sjöar, vattendrag och övergångsvatten inom Stockholm stad" eller själva modellen (Calluna & WRS, 2011). Dessutom ska man komma ihåg att varken avsättningsmagasin eller dagvattendammar normalt sett avskiljer den partikulära fraktionen fullständigt och att reningsgraden varierar stort mellan olika anläggningar. Att rena metaller tillräckligt effektivt kommer vara en mycket stor utmaning.

Sammanfattningsvis tycks betingen för fosfor generellt vara de allra svåraste att uppnå, men även lösta metaller är ett problem. Traditionella tekniker som dagvattendammar och avsättningsmagasin kan inte ensamma leda till målet även om de skulle tillämpas på allt tillrinnande vatten.

Åtgärder i befintlig bebyggelse

Med utgångspunkt i ovanstående resonemang och erfarenheter av så kallade beprövade reningsmetoder, t.ex. avsättningsmagasin och dagvattendammar, så är det teoretiskt möjligt att avskilja merparten av dagvattnets partikulära fraktion av fosfor och tungmetaller. För detta krävs dock ytor som är stora i relation till avrinningsområdet. Magasin som utgör ca 1,5 % av den hårdgjorda ytan i ett avrinningsområde anses vara mest kostnadseffektiva, men även mindre magasin kan ha god effekt.

- För magasin som utgör 0,5-1,5 % av hårdgjord area kan den totala avskiljningen förväntas vara: P: 50-55 %, Cu: 50-60 %, Zn: 55-60 %. Siffrorna avser reduktion av totala mängder och i praktiken är det framförallt den partikulära fraktionen som avskiljs.
- Ytbehovet i staden (räknat på en avrinningskoefficient på 0,5) blir då 25-75 m²/ha mark. För 100 ha mark ger det ytbehov på 2500-7500 m².
- Dessa åtgärder avskiljer främst de partikulära fraktionerna och når därför bara delvis belastningsmålen för recipienterna.

För befintliga områden så är det sannolikt orimligt att på kort sikt åstadkomma reningsåtgärder som reducerar halten av fosfor till nivåer för att nå god vattenstatus i recipienterna. För metaller kan det vara möjligt att närma sig god status, men kostnaderna för detta kommer att vara stora i den tätbebyggda staden där mark- och anläggningspriser är mycket höga. Att åstadkomma den uppsatta målsättningen så snart som till 2021 respektive 2027 kommer att vara en stor utmaning.

Åtgärder vid nybebyggelse

Fokus för arbetet med dagvattenvägledningen ligger på åtgärder vid nybebyggelse och ombyggnation eftersom det i dessa skeden, med god planering, finns möjligheter att genomföra kostnadseffektiva åtgärder för att fördröja och rena dagvatten.

Som beskrivs ovan behöver belastningen av fosfor och metaller minska avsevärt till recipienterna för att nå miljö kvalitetsnormerna.

Ett annat sätt att illustrera detta är att relatera den förväntade dagvattenkvalitén från olika typer av markanvändning i staden till den halt som är acceptabel för recipienten, se tabell 2 nedan. I tabell 2 redovisas totalhalter av fosfor, koppar och zink.

I tabell 3 har dessa omräknats till arealläckage (dvs. hur stor mängd som avrinner från en markyta årligen) uttryckt som kg/hektar och år. Arealläcket

räknas fram genom att den områdesspecifika schablonhalten för det aktuella ämnet multipliceras med årlig nederbörd och avrinningskoefficient. Fördelen med att beskriva belastningen som arealläckage är att det underlättar jämförelsen med nationell statistik för förluster från annan markanvändning, t.ex. skogsmark och åkermark.

Jämförelserna är baserade på schablonhalter, vilket innebär att halterna inte är en absolut sanning utan kan variera från en plats till en annan.

Tabell 2. Totalhalter av fosfor, koppar och zink från olika typer av urban mark, naturmark i staden och skogsmark samt beräknad acceptabel halt till recipienten.

Marktyper/parameter	Fosfor (P) (µg/L)	Koppar (Cu) (µg/L)	Zink (Zn) (µg/L)
Tät stenstad inkl. lokalgator ¹	350	52	176
Flerbostadshus inkl. lokalgator ¹ (gles stadsbebyggelse) ¹	290	26	120
Gata (>5000 fordon/dygn) ¹	140	26	64
Naturmark i staden ¹	120	12	23
Skogsmark	² 25 - ³ 35	³ 6,5 ⁴ 0,71	³ 15 ⁴ 5,98
Basflöde, flerfamiljshus med ”total-LOD”	70	5,8	27
Beräknad acceptabel halt i tillrinnande vatten till recipient (<i>ej fastställd</i>)	25-50	5-17	12-33

¹ Larm, T & Pirard, J. 2010. Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten.

² Beräknat utifrån ett arealläckage på 0,04 kg/ha och år.

³ StormTac databas 2015-02-04.

⁴ Beräknade typhalter av metallkoncentrationer i avrinning från skogsmark

(Ekoregion 4) från: Bruttobelastning på vatten av metaller från punktkällor och diffusa källor – slutrapport. SMED Rapport Nr 41 2010.

Vid jämförelse med beräknad acceptabel halt, beräknad på samma sätt som i tabell 1, framgår att fosforhalterna i dagvatten från samtliga av stadens marktyper ligger långt över den beräknade acceptabla halten. Det gäller även halten av fosfor från stadens naturmark, men eftersom avrinningskoefficienten är låg jämfört med mer urban mark, så blir arealläckaget lägre än för t.ex. gata (se tabell 3).

Tabell 3. Arealläckage av fosfor, koppar och zink (kg/ha och år) från olika typer av urban mark, naturmark i staden och skogsmark samt beräknat acceptabelt arealläckage för att klara god status i recipienten.

Parameter	Fosfor (P) (kg/ha, år)	Koppar (Cu) (kg/ha, år)	Zink (Zn) (kg/ha, år)
Tät stenstad inkl. lokalgator	1,1	0,17	0,57
Flerbostadshus inkl. lokalgator (gles stadsbebyggelse)	0,7	0,06	0,29
Gata (>5000 fordon/dygn)	0,64	0,12	0,29
Naturmark i staden (avr koeff 0,18)	0,12	0,01	0,02
Skogsmark (avr koeff 0,05 – ger lågt värde)	0,01-0,04		
Hårdgjorda ytor i Lunds tätort ¹	0,8	0,08	0,2
Beräknad acceptabel bel. till recipient (ej fastställd)	< 0,15	<0,05	<0,1

¹ Czemieli Berndtsson, J. and Bengtsson, L. (2004). Influence of different activities on water quality in a small basin. In: Urban wastewater systems: From disposal to reuse. Doktorsavhandling i Teknisk Vattenresurslära, LTH, Rapport 1031.

Av ovanstående tabeller framgår att:

- Arealläckaget för fosfor från stenstaden är ca 7 gånger större än beräknad acceptabel belastning till recipienten. Det innebär att det krävs dagvattenåtgärder som reducerar fosfortransporten med drygt 85 % för att klara god status.
- För koppar och zink behöver transporten reduceras med 70-80 %.
- För den glesare staden är minskningsbehovet något lägre.

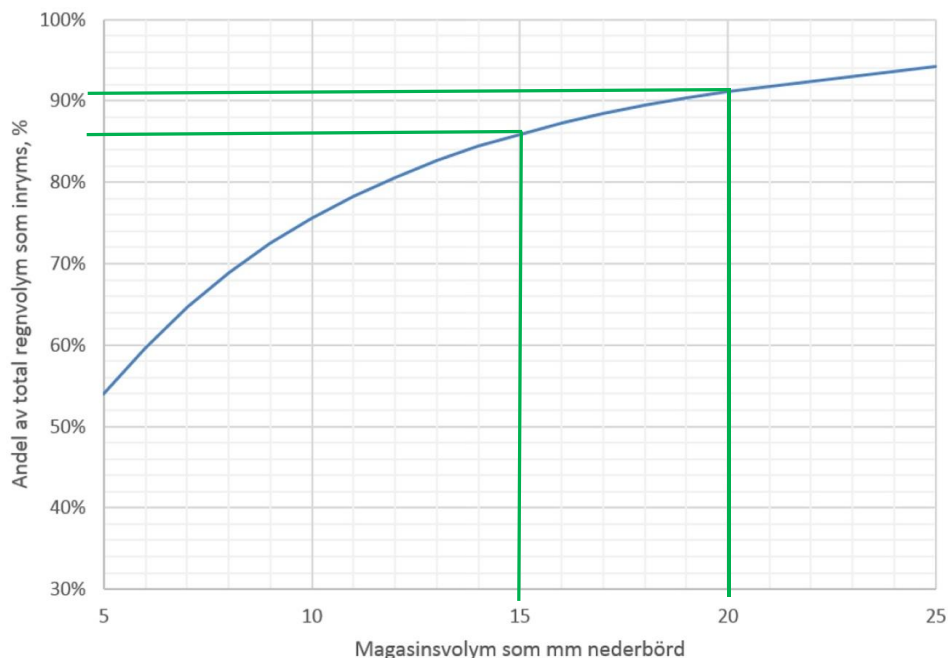
Arbetet med lokala åtgärdsprogram som påbörjats i Stockholm, och de beräkningar som genomförts inom dessa projekt, har visat att åtgärdsbetingen i vissa fall kan vara ännu större än de som redovisas ovan.

Vid användning av arealläckage som ett mått på ett områdes föroreningsbidrag till en recipient, bör arealläckaget relateras till verklig markyta (ej reducerad/hårdgjord yta) för att minska risken för missförstånd.

Vid en analys av källorna till näringsämnen och tungmetaller så verkar fosforbelastning till stor del vara en fråga om hur staden används (av invånare, fastighetsförvaltare m.fl. - gödsling, val av jord, djurspillning etc.) medan metaller i större utsträckning är en effekt av hur staden planeras (bl.a. materialval). Givetvis påverkas även metallbelastning av aktiviteter, men sannolikt i något mindre grad än för fosfor.

Vid ny- och större ombyggnation finns som nämnts ovan goda förutsättningar att fördröja och rena dagvatten. Forskning och utvärdering av system för utjämning och rening av dagvattenflöden (LOD-system) visar att det är möjligt att minska transporten av fosfor och metaller med ca 70 % i det dagvatten som genomgått behandling. Olika lösningar har dock olika effekt. För att klara denna höga avskiljningsgrad så krävs system som bidrar till både sedimentation och filtrering av dagvattnet. Som redovisats ovan är reduktionsbehovet av fosfor och metaller i många fall minst 70 % och det innebär att en mycket stor andel, närmare 100 %, av årsvolymen förorenat dagvatten behöver renas för att klara målen.

I figur 1 nedan visas hur stor andel av årsnederbörden som inryms i dagvattenanläggningar som fångar och magasinerar 15 respektive 20 mm av årsnederbörden. Vid 15 mm inryms 86 % av årsnederbörden och vid 20 mm 91 % av årsnederbörden.



Figur 1. Andel av total regnvolymer som inryms i magasinervolymer med angivet värde på x-axeln. Regndata från Stockholm 1984-2014. Regndefinition: uppehållstid 12 h. Källa: PM-Kompletterande regnstatistik för Stockholm. Underlag för dimensionering av avsättningsmagasin. DHI Sverige AB, 2015-03-02.

I tabell 4 nedan visas resultatet av en beräkning där olika andelar av årsavrinningen av dagvatten från en gata (>5000 fordon per dygn) har renats till 70 %.

Dagvatten innehåller i många fall, men inte alltid, högre föroreningshalter initialt i nederbördsförloppet (smutspuls). Det är därför inte sannolikt att avrinningen efter 20 mm är lika smutsig som efter 15 mm. Att öka den volym som kan magasineras och renas ger därför inte en linjär ökning av avskiljningen

som tabell 4 ger sken av. Samtidigt har det konstaterats ovan att i princip hela årsavrinningen behöver renas för att klara att nå MKN i recipienterna. Slutsatsen är därför att ambitionen bör vara att magasinera och rena 20 mm.

Tabell 4. Halter av fosfor och metaller i gatudagvatten samt halter efter 70 % rening av olika andelar av årsavrinningen. Effektiv rening avser hur stor andel av totalmängden som har avskilts, inräknat att en viss del bräddar förbi och därmed inte renas.

Parameter	Fosfor (P) (µg/l)	Koppar (Cu) (µg/l)	Zink (Zn) (µg/l)	Effektiv rening
Gata (>5000 fordon/dygn) ¹	140	26	64	
Halt ut efter:				
Rening av 20 mm (91 %)	51	9	23	64 %
Rening av 15 mm (86 %)	56	10	25	60 %
Rening av 10 mm (76 %)	66	12	30	53 %
Beräknad acceptabel halt till recipient (ej fastställd – data från tabell 1)	25-50	5-17	12-33	

¹ Larm, T & Pirard, J. 2010. Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten.

Den fråga som följer är hur stor del av stadens markyta som behöver tas i anspråk för att klara att utjämna 20 mm nederbörd. Undersökningar av bl.a. nedsänkta växtbäddar och krossdiken visar att för effektiv rening behöver 2-6 % av den hårdgjorda ytan avsättas. För att inrymma 20 mm så innebär det att anläggningarna behöver ha en yta motsvarande närmare 5-6 % av den hårdgjorda markytan. Anläggningarna kan ligga både under mark och i markytan. För att få en effektivare avskiljning av lösta föroreningar behöver vattnet passera t.ex. ett lager med organisk jord eller någon typ av filtermaterial.

Om 20 mm nederbörd ska utjämnas i gaturummet (antaget ett magasinsdjup på 1 m och en porositet i ett makadamfyllt magasin) så behöver magasinet för en 12 m bred gatusektion (avrinningskoefficient $\phi = 0,85$) vara ca 60 cm.

Förslag på åtgärdsnivå

Åtgärdsnivån behöver formuleras så att den:

- Är tydligt och lättbegriplig.
- Styr mot långtgående utjämning och rening.
- Ger frihetsgrader för byggherrar och projektörer att välja ”bästa tillgängliga teknik som är ekonomiskt rimlig” (något som förändrar sig över tid).
- Är möjligt att kontrollera och följa upp i planerings- och bygglovsprocessen samt inom miljötillsynen.

Förslaget är att åtgärdsnivån formuleras som ett *krav på regnvolym som ska magasineras och fördröjas* och att denna regnvolym sätts till *20 mm*.

Detta mått uppfyller kriterierna ovan, men styr inte mot reningstekniker som gynnar avskiljning av lösta föroreningar. En kompletterande formulering rekommenderas därför: ”Systemen ska ha en mer långtgående rening än sedimentation så att även lösta föroreningar kan avskiljas”.

Eftersom regndefinitionen som ligger till grund för figur 1 ovan innebär att magasinerna är tomma efter ca 12 timmar, så behövs även en kompletterande formulering om att avtappning ska ske under cirka 12 timmar.

Krav på att fördröja en stor regnvolym, enligt ovan, minskar också i en del fall kostnaden för att bygga ut alternativt lägga om ledningssystemet, men bidrar främst till att öka säkerheten vid ökade flöden.

Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten

Stockholms stad



RAPPORT nr 2016-0915-A

Författare: Jonas Andersson och Sofia Åkerman, WRS AB

2016-04-11

Innehåll

Sammanfattning	2
1 Bakgrund	4
1.1 Syfte.....	4
1.2 Förutsättningar	4
1.3 Genomförande	5
2 Anläggningstyper	5
2.1 Extensiva gröna tak	5
2.2 Träd i skelettjord	6
2.3 Nedsänkta växtbäddar	10
2.4 Genomsläpplig beläggning	11
2.5 Infiltrationsstråk.....	12
3 Exempel dagvattenhantering på kvartersmark	13
3.1 Kvartersmark "Extra tät stadsenklav 3a"	13
3.2 Kvartersmark "Punkthus 4b"	14
3.3 Kostnadsjämförelser för kvartersmark.....	16
4 Exempel dagvattenhantering på gata.....	16
4.1 Gatusektion bred	17
4.2 Gatusektion lokalgata.....	19
4.3 Summerad kostnad och ytbehov för gator	20
5 Exempel dagvattenhantering i park (allmän platsmark).....	21
6 Slutsatser och diskussion	23
7 Referenser	24
7.1 Skriftliga	24
7.2 Muntliga kontakter.....	24
8 Bilagor.....	25

Sammanfattning

Inom ramen för fördjupningsarbetet med dagvattenstrategin för Stockholm, den så kallade dagvattenvägledningen, pågår arbete för att utveckla ett mått, en åtgärdsnivå, för långsiktigt hållbar dagvattenhantering i staden. Det tidigare arbetet har utmynnat i ett förslag till mått, vilket uttrycks som att 20 mm nederbörd ska kunna fördröjas och det dagvatten som uppstår renas lokalt innan det leds vidare till recipienten. Måttet baseras på beräkningar av hur stor andel av årsnederbörden som inryms i dagvattenanläggningar som fångar och magasinerar en viss mängd nederbörd och hur långtgående rening som krävs för att klara miljökvalitetsnormerna för ytvatten i Stockholm.

Syftet med denna rapport är att visa exempel på vad det kostar att bygga och sköta dagvattenlösningar som hanterar dagvatten från 20 mm nederbörd, samt att illustrera vilket utrymme dessa tar i stadsmiljön. Kostnadsanalysen baseras på nybyggnation eller omfattande ombyggnation.

Anläggnings- och skötselkostnader samt ytbehov har tagits fram för fem olika typer av dagvattenlösningar:

- Extensiva gröna tak
- Träd i skelettjord
- Nedsänkta växtbäddar
- Genomsläpplig beläggning
- Infiltrationsstråk

Beräkningar har gjorts dels för kvartersmark och dels för gatumark. Kostnaderna för anläggningar som hanterar 20 mm nederbörd har jämförts med ett "nollscenario" som innebär att inga uttalade dagvattenåtgärder vidtas för att fördröja eller rena dagvatten lokalt. Det finns ett specifikt nollscenario för varje exempelberäkning.

Två kvartersmarksexempel beskrivs; ett kvarter med lamellhus med gröna tak och träd i skelettjord på innergård samt ett kvarter med punkthus med vanliga tak, där dagvatten från taken hanteras i växtbäddar och innergårdens vatten hanteras i en genomsläpplig beläggning. Nollscenariot för det första kvartersmarksexemplet är vanliga tak och träd utan skelettjord på innergården. För det andra exemplet är nollscenariot vanliga tak, vanliga rabatter och betongplattor på gården.

För gatumark görs beräkningar för huvudgata respektive lokalgata. De gatusektioner som använts är sådana som föreslagits vara lämpliga i staden. De kommer från Gata Stockholm (remissutgåva) som är under framtagande av trafikkontoret i samarbete med exploateringskontoret och stadsbyggnadskontoret. För var och en av de två gatutyperna har beräkningar gjorts för en gatusektion med träd respektive utan. För gatusektioner med träd i skelettjord (vilket är den trädanläggningsprincip som används i staden) så klarar skelettjordarna att ta emot och utjämna mer än 20 mm nederbörd. För dessa exempel blir det således ingen merkostnad att hantera dagvattnet. För gator utan träd så har beräkningar gjorts av vad det kostar att anlägga nedsänkta växtbäddar för att hantera dagvatten från 20 mm nederbörd, samt hur många möjliga parkeringsplatser som tas i anspråk av växtbäddarna.

Kostnadsberäkningarna visar att merkostnaden för att anlägga de aktuella dagvattenåtgärderna varierar från noll (träd i skelettjord i gata) till drygt 200 kr per kvadratmeter urban mark. Kostnaden på både kvartersmark och i gata beror på vilken teknik och vilka material som används. Med gröna tak och träd i skelettjord på gårdsmark minskar t.ex. kostnaden jämfört med nollscenariot, medan den ökar när upphöjda växtbäddar och en dyrare genomsläpplig gårdsbeläggning används.

För gatumarken beräknas växtbäddar som hanterar 20 mm kosta ca 70 kr per kvadratmeter gata, medan träd i skelettjord som hanterar motsvarande volym kostar drygt 200 kr per kvadratmeter gata (faktisk kostnad för staden men som ekonomiskt inte belastar eller hänförs till dagvattenhanteringen). Det ska dock tilläggas att detta kan variera med platsens förutsättningar och bli dyrare då utrymme i gatan saknas.

Merkostnaden för att anlägga lokala dagvattenanläggningar på kvartersmark har i rapporten ställts i relation till produktionskostnaden för bostäder i staden. Produktionskostnaden var enligt SCB 42 675 kr per kvadratmeter lägenhetsarea i storstadsregionerna år 2014. Kostnaden för att anlägga lokala dagvattenanläggningar motsvarar i de exempel som beräknats från -23 kr per kvadratmeter till +110 kr per kvadratmeter lägenhetsarea. Kostnaden utgör alltså en mycket liten andel av produktionskostnaden.

Beräkningar har också gjorts för skötsel och driftkostnader och i de flesta fall innebär de lokala dagvattenanläggningarna inte någon större merkostnad. Detta gäller om det anläggs en ”grön dagvattenanläggning” där det redan planerats växtlighet och om man utgår från att hårdgjorda ytor redan idag renhålls med regelbundenhet. Skillnaden i dessa fall är att ett minskat underhåll ger konsekvenser för den tekniska dagvattenanläggningen. Däremot i de fall nya anläggningar tillkommer innebär det en ökad skötsel- och driftkostnad.

Ytliga lokala dagvattenanläggningar tar mark i anspråk. Beräkningar har därför gjorts för hur många parkeringsplatser som förloras när t.ex. växtbäddar placeras i gaturummet. För en 100 m lång lokalgata upptar växtbäddarna 3 av 16 tillgängliga parkeringsplatser på varje sida. Även idag tillåts planteringsytor att ta plats i gaturummet. Med anpassad utformning kan dessa till större del användas för att utjämna, rena och nyttiggöra dagvatten.

Efterfrågan på produkter och system för lokal hantering av dagvatten har ökat kraftigt de senaste åren. Det har lett till teknikutveckling och ökat utbud av produkter. Det kommer sannolikt att leda till att kostnaden för lokala dagvattensystem successivt minskar.

1 Bakgrund

Inom ramen för fördjupningsarbetet med dagvattenstrategin för Stockholm, den så kallade dagvattenvägledningen, pågår arbete för att utveckla ett mått/en åtgärdsnivå för långsiktigt hållbar dagvattenhantering i staden. Det tidigare arbetet har utmynnat i ett förslag till mått, vilket uttrycks som att 20 mm nederbörd ska kunna fördröjas och det dagvatten som uppstår renas lokalt innan det leds vidare till recipienten. Ursprunget till måttet är beräkningar av hur stor andel av årsnederbörden som inryms i dagvattenanläggningar som fångar och magasinerar en viss mängd nederbörd och hur långtgående rening som krävs för att klara miljö kvalitetsnormerna för ytvatten i Stockholm.

Stockholms stad och Stockholm Vatten har gett i uppdrag åt WRS att ta fram kostnadsberäkningar för anläggande och skötsel av några olika typer av dagvattenlösningar som hanterar 20 mm, samt att illustrera vilket utrymme dessa tar i stadsmiljön.

1.1 Syfte

Syftet med uppdraget är att:

- Göra kostnadsberäkningar för ett urval dagvattenlösningar på kvartersmark respektive på allmän platsmark (gata och park).
- Kostnadsberäkningarna ska omfatta såväl anläggning som drift.
- Kostnadsanalysen ska basera sig på nybyggnation eller omfattande ombyggnation.
- Illustrerar på karta vilken plats anläggningarna tar i stadsmiljön.

1.2 Förutsättningar

Dagvattenanläggningarna ska kunna omhänderta 20 mm regn vilket motsvarar 20 l/m².

För hårda tak (plåttak) har avrinningskoefficienten 1,0 använts och för hårdgjorda ytor som vägar och gårdar har avrinningskoefficienten satts till 0,9. Gröna tak och planteringar har dimensionerats för att fördröja hela den volym som uppstår vid 20 mm nederbörd.

Kostnaderna ska omfatta nybyggnationer. De typkvarteren som har använts motsvarar ”extra tät stadsenklav 3a” och ”punkthus 4b” i ”Dagvattenhantering, Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse”. Det första exemplet omfattar ett kvarter med två parallella lamellhus med mellanliggande gård och det andra två punkthus med mellanliggande gård. Båda exemplen är hämtade från pågående planarbeten i Stockholm (Hagastaden och Stadshagen).

För att jämföra kostnaden har prisuppgifter för ”vanliga anläggningar” även tagits fram så som plåttak, plantering/rabatter och trädplantering i en enklare växtbädd.

I beräkningarna har antagits att ledningskostnaden blir densamma oavsett konventionellt system eller då en lokal dagvattenanläggning avlastar systemet. Fortfarande krävs ledningssystem för att hantera drän- och bräddvatten vid lokal dagvattenhantering och teoretiskt bör flödesutjämnande åtgärder leda till lägre

dimensionerande flöden, men en något minskad ledningsdimension bedöms vara en marginell besparing i den områdesskala som beräkningen omfattar.

1.3 Genomförande

För att få fram uppgifter på kostnader för olika anläggningar har kontakter med tjänstemän på Stockholms stad och andra kommuner, konsulter, entreprenörer och leverantörer tagits per telefon och e-post, se referenslista i avsnitt 7.

För att illustrera behovet av åtgärder och vilken yta som anläggningarna tar i anspråk i stadsmiljön så har ett utsnitt ur en "schematisk" stadsdel gjorts. Den schematiska stadsdelen är en kombination av stadsstrukturen som planeras i Hagastaden (extra tät stadsenklav), med gator, kvarter och park, samt planerade punkthusområde från Stadshagen. De kvarter som illustreras är av typerna 3a respektive 4b enligt ovan.

Kartillustrationen återfinns i bilaga 1. Där presenteras två olika scenarier. Det första (1a) visar gator med träd i skelettjord med en täthet enligt "Gata Stockholm", där allt dagvattnen från gatemark leds till skelettjordarna. Det andra (1b) visar vilket utrymme träd i skelettjord, växtbäddar och andra anläggningar behöver ta i anspråk för att klara att hantera 20 mm dagvatten.

2 Anläggningstyper

I detta kapitel beskrivs de olika anläggningstyperna och kostnader för att anlägga och sköta dessa. Mer detaljer kring beräkningar och bakgrundsinformation finns i bilaga 4.

2.1 Extensiva gröna tak

Beskrivning

Gröna tak är som byggnadsteknisk definition ett samlingsnamn för gräs- och sedumtak, tak med levande växtlighet som takbeläggning. Den vanligaste typen är tunna sedumtak (ca 3-6 cm tjocka). Så kallade extensiva gröna tak är tjockare, ca 8-15 cm, och har en vegetation som består av sedum, örter och mossor. Taket kräver endast en begränsad skötsel (därför namnet extensiva). Den större måktigheten gör att taken kan magasinera mer nederbörd (minst 20 mm). Taken är låglutande (0-5°) eller platta.

Det gröna taket anläggs ovanpå det täta skiktet på taket, vilket finns där oavsett vilket ytskikt som anläggs på taket. Det krävs normalt inget extra tätskikt vid anläggning av gröna tak. Vid tjocka gröna tak kan ibland en något kraftigare takkonstruktion behövas, men merkostnaden för detta bedöms som marginell för den typ av höga bostadshus som det här är frågan om.

Anläggningskostnad

Kostnaden för material och anläggning av ett extensivt grönt tak varierar mellan 530-820 kr/m². Den lägre kostnaden är för platsodlat tak och den högre för ett naturtak med pluggplantor med örter. Ett platsodlat tak kan kräva vattning vid etableringen beroende på när det etableras på året och hur mycket regn som faller under perioden. Se vidare bilaga 4 för mer detaljer kring beräkning av kostnader.

På flerfamiljsfastigheter i städer är det vanligt att anlägga tak som är gjort av falsad bandplåt. Det kostar mellan 600 och 1200 kr/m² för material och anläggning. Betongpannor är betydligt billigare än plåttak och kostar cirka 300 kr/m² för material

och anläggning. Vid kostnadsjämförelsen har plåttak används, då det är det material som oftast används i innerstaden.

För kostnadsberäkningar nedan har värden i det övre spannet använts generellt för att inte underskatta den faktiska kostnaden. För gröna tak har 700 kr/m² använts och för plåttak 900 kr/m².

Skötselkostnad

I samband med anläggning behöver gröna tak extra tillsyn och skötsel för att kontrollera att de etablerar sig på ett bra sätt. Efter etableringsperioden kontrolleras taket minst två gånger per år, en gång på hösten före vintern och en gång på våren för att se om taken blivit skadat. Detta behov finns för såväl gröna som vanliga tak. De gröna taken innebär i detta perspektiv ingen merkostnad.

2.2 Träd i skelettjord

Beskrivning

Träd, som planteras i statsmiljö, har ofta för lite utrymme för att utvecklas tillfredställande. Med så kallad skelettjord (makadam 100-150 mm) under den ”normala” planteringsytan skapar man en extra tillväxtzon för rotsystemen. Skelettjorden kan komprimeras för tillfredställande bärighet samtidigt som den innehåller volym för luft och vatten. I Stockholm är skelettjord den teknik som används när man etablerar träd i gatumiljön. Den porösa skelettjorden fungerar som ett magasin för dagvatten och skelettjorden för varje träd rymmer upp till 5 m³ vatten (skelettjordsvolymen är 15 m³).



Figur 1. Exempel på skelettjord i befintlig miljö i Stockholm. Foto Björn Embrén Trafikkontoret.

Anläggningskostnad

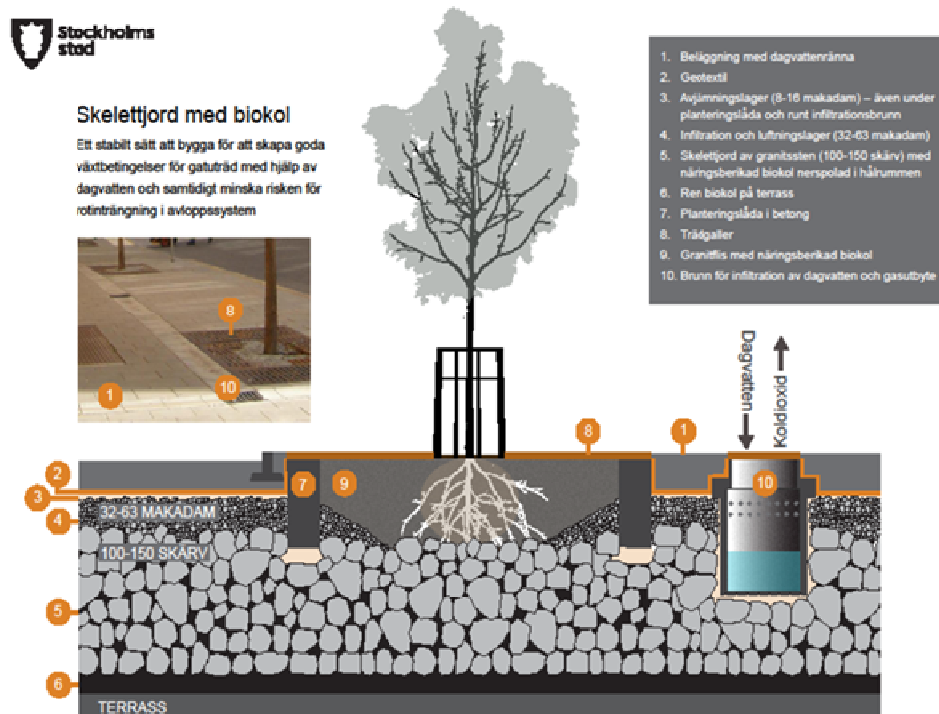
Att anlägga ett träd med skelettjord i samband med en nybyggnation, eller när marken ska grävas upp även för ett annat syfte, kostar cirka 60 000 kronor per träd inklusive material, trädet och anläggningen av trädet (exklusive schakt, vilket ingår i övrig markentreprenad). Om anläggandet av skelettjorden och trädet sker i befintlig stadsmiljö är kostnaden cirka 120 000 kronor per träd. I befintlig miljö i Stockholm är det vanligt med ledningar i mark och då kan kostnaden uppgå till 350 000 kr per träd. Ibland är det inte möjligt att anlägga träd, varje plats är unik. En plantering av ett träd på traditionellt sätt utan skelettjord kostar cirka 25 000 kronor.

Skötselkostnad

Skötsel som behövs vid träd med skelettjord är rensning av dagvattenbrunnar en gång per år. Trafikkontoret i Stockholm som ansvarar för dagvattenbrunnarna rensar dem generellt årligen eller oftare om det behövs. Det behövs ingen ytterligare gödsling eller bevattningen av träden efter etableringsskedet, då träden får sin näring från dagvattnet, vittring o.s.v.

Utvecklingsprojekt

Trafikkontoret utvecklar kontinuerligt anläggningstekniken för träden. Försök pågår med att använda biokol (förkolad biomassa framställd genom pyrolys, t.ex. träkol). Biokolet har flera positiva egenskaper för träden och har en viss renande effekt på dagvattnet. I Figur 2 visas en principskiss för skelettjord med biokol och Figur 3 en skelettjord med biokol.



Figur 2. Skelettjord med biokol. Illustration från Trafikkontoret.



Figur 3. Exempel på försök med skelettjord med biokol i Stockholm. Foto Björn Embrén Trafikkontoret.

För att kunna ta vara på dagvattnet till träden, så är det viktigt att hitta driftsanpassade lösningar på stadens gator och där pågår ett kontinuerligt arbete på Trafikkontoret där några exempel på lösningar som provats eller är intressanta visas i Figur 4-7.



Figur 4. Exempel på försök på brunnslösning för infiltration. Trädplacering visas med stakkäppar i bilden. Foto Björn Embren Trafikkontoret.



Figur 5. Exempel på intressant utformning i Lyon, funktion utvärderas utifrån förutsättningar i Stockholm. Foto Björn Embrén Trafikkontoret.



Figur 6. Exempel på försök med enklare lösning där vattnet leds direkt in i en öppen växtbädd med buskar och träd. Foto Björn Embrén Trafikkontoret.

Trafikkontorets arbete med dagvattnet syns också i Figur 7, där infiltration sker både av vattnet från gata och gångbana.



Figur 7. Västerled, ny bädd för trädplantering med infiltration från både gata och gångbana. Träden planteras senare. Foto Björn Embrén Trafikkontoret.

2.3 Nedsänkta växtbäddar

Beskrivning

Nedsänkta växtbäddar (kallas också regnbäddar eller biobäddar) är planteringsytor dit dagvatten leds, antingen genom ytavrinning eller via brunnar och ledningar. Med begreppet nedsänkt avses i detta sammanhang att växtbädden ligger nedsänkt under anläggningens kant. Nedsänkningen skapar en utjämningsvolym. Reningen uppstår när dagvattnet sedan infiltrerar genom växtbädden. I botten av växtbädden finns normalt ett lager makadam och en dränering som ansluter till dagvattenledningsnätet.

Växtbäddarna kan vara upphöjda över eller nedsänkta under marknivån, se exempel på upphöjd i Figur 8. Till växtbädden avleds dagvatten från omkringliggande tak eller markytor. En växtbädd som ska omhänderta 20 mm nederbörd bör motsvara cirka 5 % av ytan varifrån den ska omhänderta dagvattnet.



Figur 8. Exempel på en så kallad nedsänkt växtbädd. Nedsänkningen under kanten skapar en utjämningsvolym. I detta fall är anläggningen utförd som en konstruktion som ligger över marknivå. Illustration Kent Fridell och Kristian Klasson, Tengbomgruppen AB.

Anläggningskostnad

En växtbädd som är nedsänkt under marknivå kostar ca 3500 kr/m³ magasinvolym vatten att anlägga. Det ger en ytkostnad på ca 1400 kr/m² om den magasinerar 40 cm vatten.

En växtbädd i en konstruktion som den i Figur 8, kostar mellan 6000 och 10 000 kr per m³ magasinvolym dagvatten vilket ger 2400-4000 kr per m² om den magasinerar 40 cm vatten. Kostnaden har här satts till 3200 kr/m².

Som jämförelse så kostar en plantering med enklare busk- eller örtvegetation från 1000 kr/m². Kostnaden har här satts till 1500 kr/m².

Se vidare bilaga 4 för mer detaljer kring beräkning av kostnader.

Skötselkostnad

Kostnaden för skötsel av en nedsänkt växtbädd bedöms vara jämförbar med kostnaden för att sköta en robust perennplantering. Den årliga kostnaden för att sköta en perennplantering i Stockholm ligger på 12-35 kr/m². Kostnaden har här satts till 25 kr/m² och år.

2.4 Genomsläpplig beläggning

Beskrivning

Olika typer av vattengenomsläpplig beläggning kan användas som alternativ till vanlig asfalt eller plattor. Några exempel är grus, beläggning med hålsten, beläggningar med genomsläppliga fogar och genomsläpplig asfalt. Utjämningen kan ske både i den genomsläppliga beläggningen (t.ex. hålsten) och i ett uppbyggt magasin under ytan. Med en beläggning som i sig inte kan utjämna regnvolymen måste utjämningen ske i underliggande lager. Det innebär att förstärkningslager och bärlager måste ha en god infiltrationskapacitet och porositet. För att kunna magasinera 20 mm nederbörd under

en genomsläpplig beläggning behövs ett ca 7 cm tjockt makadamlager (30 % porositet).

Anläggningskostnad

En genomsläpplig beläggning, i form av exempelvis Hansa gräsarmering, beräknas kosta 850 kr/m² för plattor, sättgrus och bärlager samt anläggning. För vanliga betongplattor är motsvarande kostnad ca 500 kr/m². Dessa kostnader har använts i beräkningarna nedan.

Skötselkostnad

Genomsläppliga beläggningar kommer gradvis att sätta igen med finsediment (som avsätts via dagvatten). För att bibehålla infiltrationskapaciteten behöver fogar hållas rena genom spolning eller sopning och vid igensättning ersättas med nytt material. För genomsläpplig asfalt rekommenderas vakuumsugning. Permeabel asfalt fungerar mycket bra om man underhåller den regelbundet (1-2 vakuumsugningar/år).

2.5 Infiltrationsstråk

Beskrivning

Ett infiltrationsstråk är ett dike med svagt sluttande slänter, som är konstruerat för att infiltrera det vatten som når diket, ofta ner till en underliggande dräneringsledning som ansluter till dagvattennätet. I den övre, gräs- eller vegetationsbekladda ytan fastnar eller bryts föroreningarna ner och näringsämnen tas upp av växter. Det breda tvärsnittet gör att diket får en stor magasinvolym för vatten.

Anläggningskostnad

Kostnaden för att anlägga ett infiltrationsstråk beror till mycket stor del på de naturgivna förutsättningarna. I detta exempel anläggs stråket i samband med parkanläggandet och som en integrerad del av detta och innebär inte någon merkostnad.

Skötselkostnad

Ett infiltrationsstråk med flacka slänter där normalskötseln endast är gräsklippning innebär inget merarbete jämfört med motsvarande torr gräsmatta. Om det tar tid för ytan att dräneras så att den blir körbara, kan det innebära en merkostnad om man inte kan klippa ytan samtidigt som man klipper angränsande ytor, utan måste återkomma senare. Efter ett översvämningstillfälle så ansamlas skräp i "strandlinjen", vilket behöver krattas/spolas bort om ytan används som rekreationsområde.

Skötselkostnaden har, med hänsyn till det som nämns ovan, här bedömts vara 1,5 ggr den av en vanlig gräsyta. Den årliga kostnaden för skötsel av bruksgräs i Stockholm ligger på ca 2 kr/m², vilket ger en kostnad på 3 kr/m² för infiltrationsstråket. Enligt uppgift från Norrmalms stadsdelsförvaltning så är kostnaden för renhållning av parkmiljöer i innerstaden generellt hög och renhållningskostnaden för ett infiltrationsdike bedöms vara försumbar i sammanhanget.

3 Exempel dagvattenhantering på kvartersmark

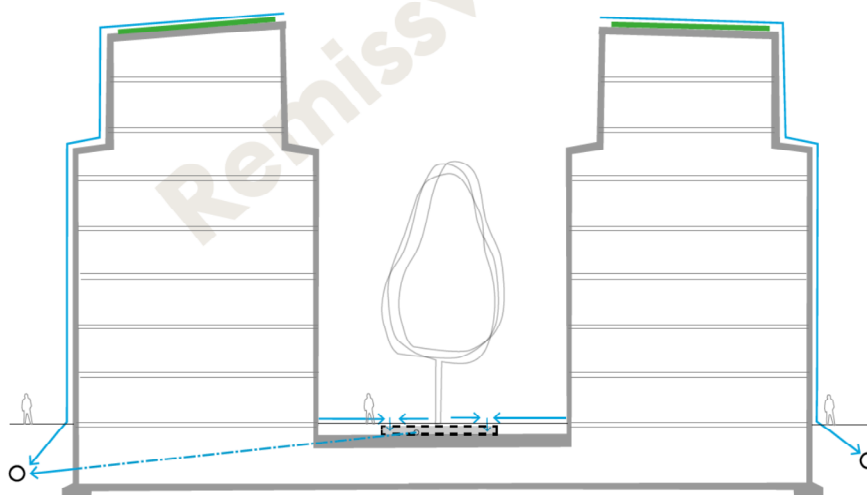
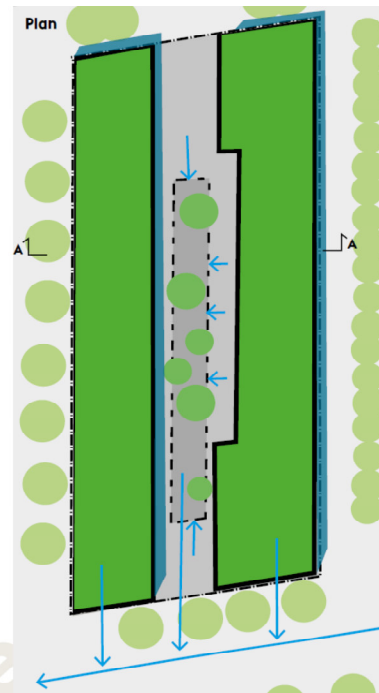
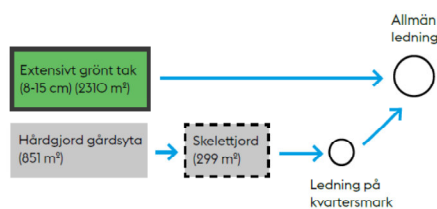
3.1 Kvartersmark "Extra tät stadsenklav 3a"

Detta kvarter är av typen extra tät stadsbebyggelse (motsvarande den planerade Hagastaden) och består av två parallella lamellhus med en mindre gård innanför. På taken anläggs extensiva gröna tak (total takyta 2300 m²). Dagvatten från gården (1050 m²) hanteras i skelettjord i gårdsmarken. Kvarterets dagvattenhantering illustreras och beskrivs i Figur 9 samt i bilaga 2.

Extra tät stadsenklav 3a

Systembeskrivning

- Extensiva gröna tak avvattnas till ledning.
- Hårdgjord gårdsyta avvattnas via luftningsbrunn till vanlig skelettjord med nedvattnad växtjord under del av gårdsytan.
- Gröna tak och skelettjord klarar att magasinera 20 mm nederbörd från tak- och gårdsytor (inklusive yta ovan skelettjord).



Sektion A-A. Hårdgjord gårdsyta avleds till skelettjord under del av gårdsyta. Extensiva gröna tak avleds direkt till allmän ledning.

Figur 9. Kvarter av typen "extra tät stadsenklav".

Anläggningskostnad

I Tabell 1 nedan anges anläggningskostnaden för dagvattenanläggningarna för kvarteret. Det system som beskrivs i Figur 9 (extensiva gröna tak och skelettjord) jämförs med ett kvarter utan lokalt omhändertagande av dagvatten, med plåttak och trädplantering i en enklare växtbädd.

Detaljer kring beräkningarna av kostnaderna samt bakgrund till uppgifterna nedan finns i bilaga 4.

Tabell 1. Kostnad för exempel "Extra tät stadsenkav 3 a".
Dagvattenutformning avser extensivt grönt tak och träd i skelettjord,
ordinarie utformning plåttak och träd i enklare växtbädd.

	Yta	Antal	Dagvatten utf.		Ord. utformning		Merkostnad dagv. utformning
	<i>m²</i>	<i>st</i>	<i>kk</i>		<i>kk</i>		<i>kk</i>
Tak	2 300		700 kr/m ²	1 610	900 kr/m ²	2 070	-460
Skelettjord	100	4	60 000 kr/st	240	25 000 kr/st	100	+140
Hårdgjord yta*	1 050						
Summa per kvarter	3 450			1 850		2 170	-320
Summa per m ²				<i>kr</i> 536		<i>kr</i> 629	<i>kr/m²</i> -93

*) Dagvatten från denna yta hanteras i skelettjord.

Beräkningen visar att det är billigare att anlägga gröna tak än plåttak, medan kostnaden är något högre för skelettjord än en enklare växtbädd för trädet. Summan för kvarteret blir ca 320 000 kr lägre med lokala dagvattenlösningar. Per kvadratmeter blir kostnaden för detta exempel knappt 100 kronor lägre med lokala dagvattenlösningar.

3.2 Kvartersmark "Punkthus 4b"

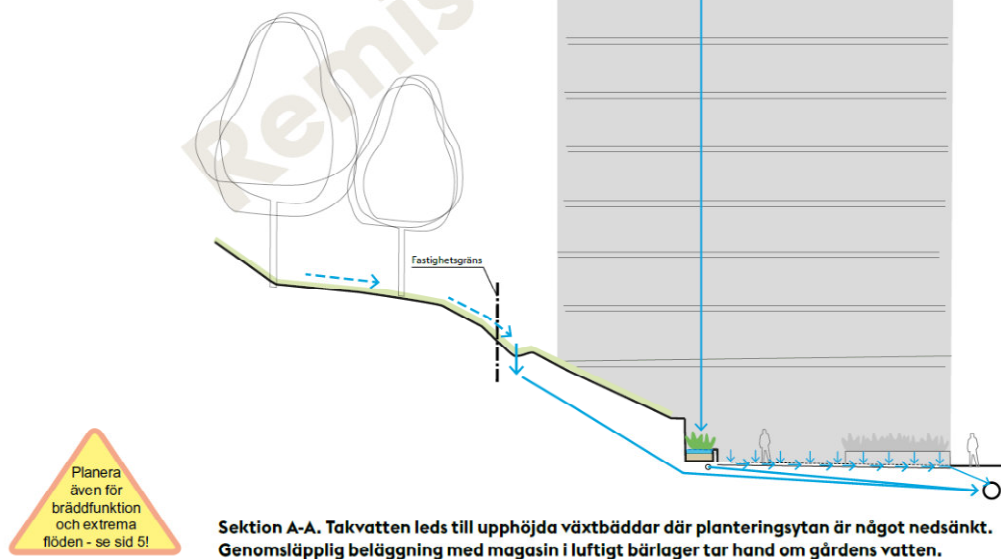
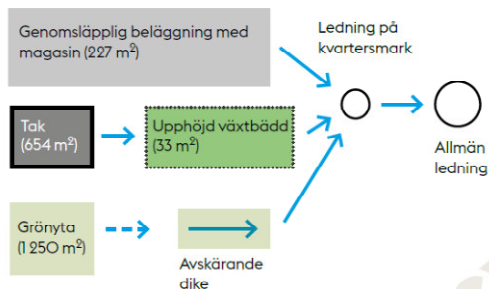
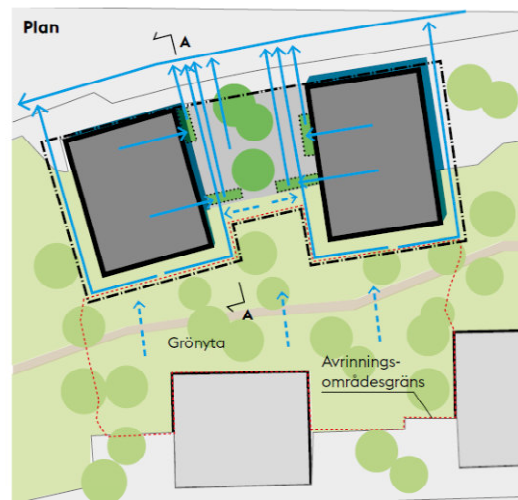
Detta kvarter består av två punkthus med en total takyta på 650 m². Mellan husen finns en gård med en yta på 260 m² på vilken det planeras upphöjda växtbäddar för att omhänderta dagvatten från takytorna. Beläggningen på gården är av genomsläppligt material med möjlighet att magasinera 20 mm vatten. Kvarterets dagvattenhantering illustreras och beskrivs i Figur 10 samt i bilaga 3.

Punkthus 4b

Systembeskrivning

I detta exempel är gårdsytan minimal. Fastighetsgränsen ligger nära fasadliv.

- Tak avrinner till upphöjda växtbäddar där planteringsytan är något nedsänkt.
- Växtbädden ligger innanför fastighetsgräns.
- Gården har en beläggning med genomsläppliga fogar på luftigt bärlager, för fördröjning och rening.
- Växtbäddar och luftigt bärlager under gårdsyta klarar att magasinera 20 mm nederbörd.
- Grönytan lutar in mot den bebyggda ytan, och avleds runt fastighet.



Sektion A-A. Takvatten leds till upphöjda växtbäddar där planteringsytan är något nedsänkt. Genomsläpplig beläggning med magasin i luftigt bärlager tar hand om gårdens vatten.

Figur 10. Kvarter av typen "punkthus".

Anläggningskostnad

Detaljer kring beräkningarna av kostnaderna samt bakgrund till uppgifterna nedan finns i bilaga 4.

Tabell 2 nedan anges kostnaden för dagvattenanläggningarna för kvarteret. Det system som beskrivs i Figur 10 (växtbäddar i upphöjda konstruktioner för dagvatten från taken och genomsläpplig beläggning för gårdsmarken) jämförs med ett kvarter utan lokalt omhändertagande av dagvatten, med vanliga planteringar (rabatter) med

motsvarande yta som växtbäddarna samt en gård med betongplattor som inte släpper igenom vatten.

Detaljer kring beräkningarna av kostnaderna samt bakgrund till uppgifterna nedan finns i bilaga 4.

Tabell 2. Kostnad för exempel "Punkthus 4 b". Dagvattenutformning avser växtbäddar med magasinsvolym och genomsläpplig beläggning, ordinarie utformning plåttak, vanliga rabatter och betongplattor på gård.

	Yta	Dagvatten utf.		Ord. utformning		Merkostnad dagv. Utformning
	<i>m²</i>	<i>kr/m²</i>	<i>kkkr</i>	<i>kkkr</i>	<i>kkkr</i>	<i>Kkr</i>
Tak till växtbädd	650					
Växtbädd/plantering	33	3 200	106	1 500	50	56
Hårdgjord yta	1 050	850	893	500	525	367
Summa per kvarter	1 733		998		575	424
			<i>kr</i>		<i>kr</i>	<i>kr/m²</i>
Summa per m ²			576		332	244

I detta exempel blir växtbädd med magasinsvolym i upphöjd konstruktion och genomsläpplig beläggning drygt 400 000 kr dyrare än ordinarie utformning. Det motsvarar en merkostnad på 244 kr per kvadratmeter kvartersmark. Merkostnaden beror i detta fall på den dyrare markbeläggningen.

3.3 Kostnadsjämförelser för kvartersmark

Det är intressant att jämföra de kostnader som räknats fram för lokala dagvattenlösningar på de två exempelkvarteren med den totala produktionskostnaden. Enligt produktionskostnadsstatistik från SCB¹ för år 2014 så var produktionskostnaden 42 675 kr/m² lägenhetsarea i storstadsregionerna.

Utifrån dessa siffror blir den totala kostnaden för kvarteret "extra tät stadsenklav" ca 600 Mkr, baserat på en antagen boyta på 14 000 m². Det motsvarar en produktionskostnad på ca 174 000 kr/m² kvartersmark. Den beräknade besparingen på fastigheten med de föreslagna lösningarna (320 000 kr), motsvara 0,05 % av byggkostnaden, vilket är 23 kr/m² boyta.

För punkthuskvarteret blir enligt samma beräkningsmetodik den totala produktionskostnaden 164 Mkr. Boytan är i detta fall 3 850 m². Det motsvarar ca 95 000 kr/m² kvartersmark. Den beräknade merkostnaden är i detta fall knappt 0,25 % av den totala byggkostnaden, vilket motsvarar en kostnad på ca 110 kr/m² boyta.

4 Exempel dagvattenhantering på gata

För att beräkna merkostnaden för att skapa system för lokal dagvattenhantering på gatemark, så har fyra typsektioner som föreslagits vara lämpliga för staden valts ut. Sektionerna är hämtade från Gata Stockholm (remissutgåva version 2015-05-08) som

¹ http://www.scb.se/sv/_/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Boende-byggande-och-bebyggelse/Byggnadskostnader/Priser-for-nyproducerade-bostader/7329/7336/29543/

är under framtagande av trafikkontoret i samarbete med exploateringskontoret och stadsbyggnadskontoret.

På kartillustrationerna i bilaga 1 återfinns de typgator som beskrivs i avsnitt 4.1 och 4.2. De gatulängder som redovisas nedan har uppmätts på kartillustrationen och används som exempel för beräkningarna.

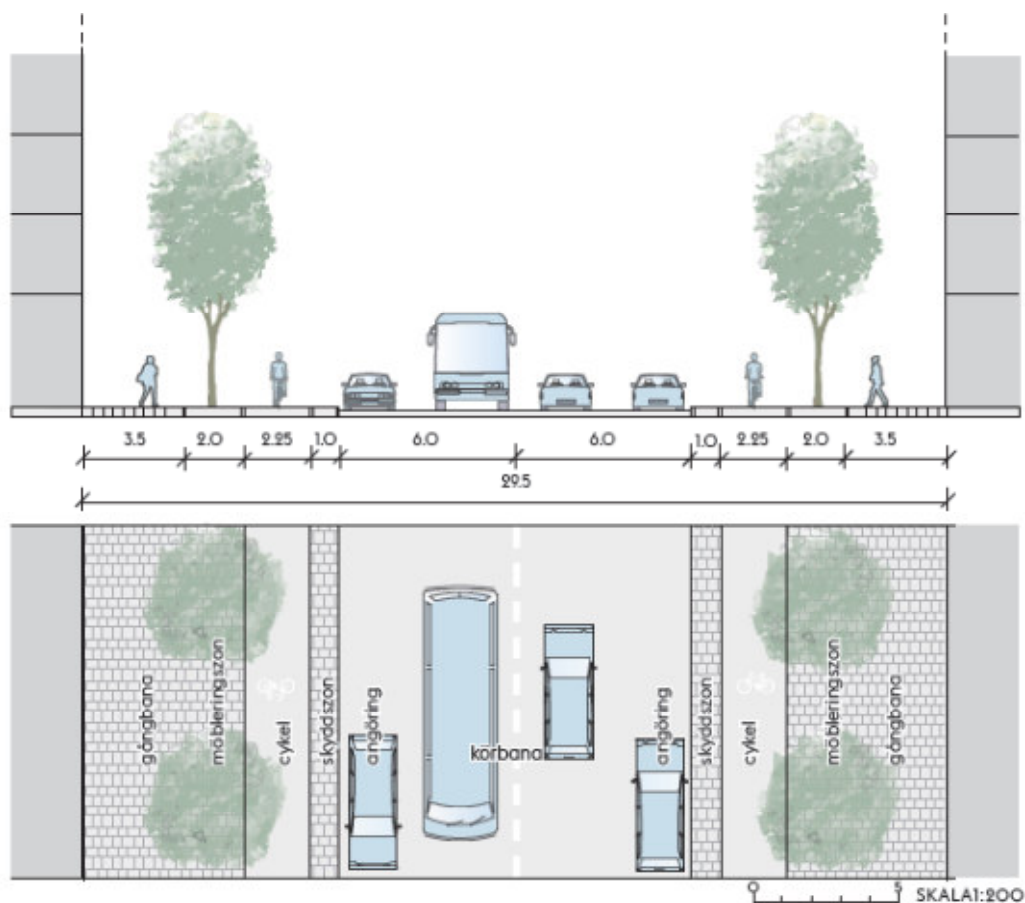
4.1 Gatusektion bred

Huvudgator i Stockholm har normalt trädplanteringar för att bidra med grönska i det annars hårda gaturummet. Nedan redovisas två olika gatusektioner för huvudgator, en med träd och en utan. Ytbehov och kostnader för dagvattenåtgärder beskrivs.

Beräkningarna baseras på en 240 m lång gata (se bilaga 1).

Bred gatusektion med trädplantering i skelettjord

För den bredare gatan har typ C1 valts som har en bredd på totalt 29,5 meter, se Figur 11. Den innehåller en trädplanterings- och möbleringszon med en bredd på 2 meter. I möbleringszonen ska parksoffor, skyltar, skräpkorgar, reklamskyltar, postlådor med mera få plats. Längden på gatan i exemplet är 240 meter, med en bredd av 29,5 meter ger det en yta på 7080 m² (ca 0,7 ha).



Figur 11. Typsektion C1 med träd i skelettjord och en total bredd på 29,5 m.

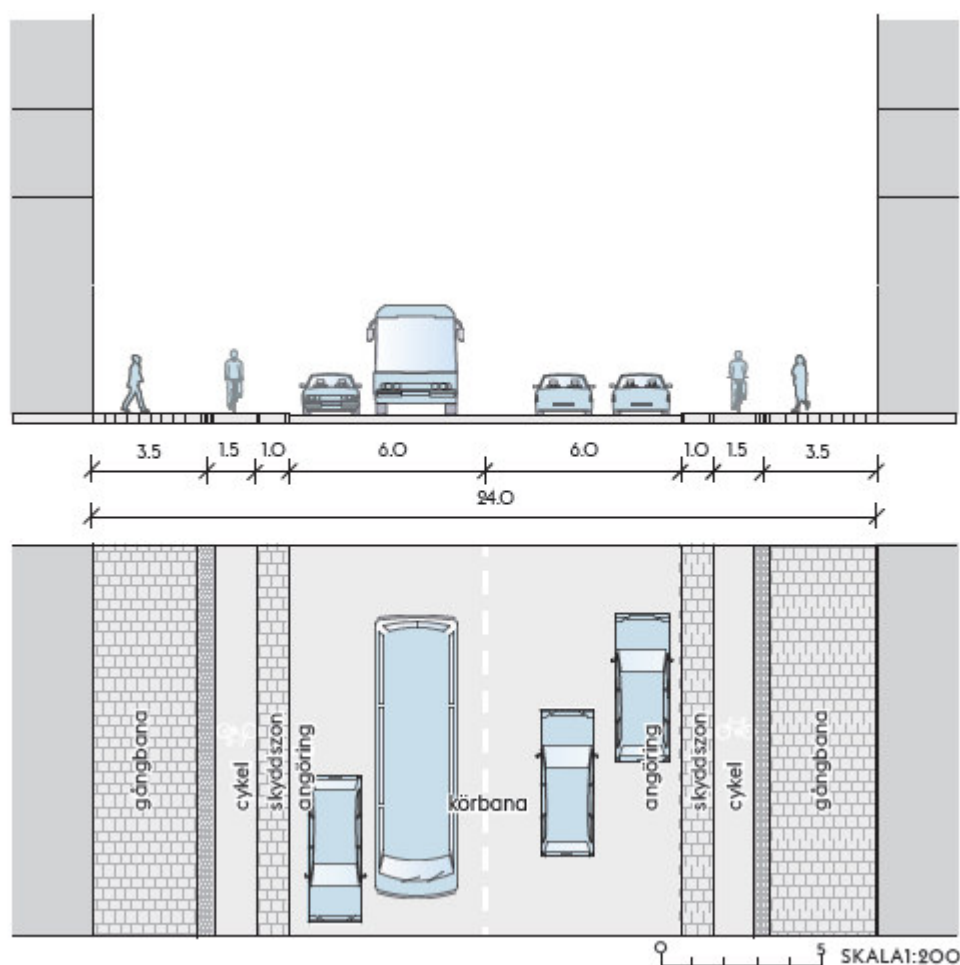
I detta exempel räcker skelettjordarna mer än väl till för att hantera gatans dagvatten. Med ett c/c-avstånd på 10 m mellan träden så kommer ca 30 mm nederbörd att kunna rymmas i skelettjorden. Dagvatten kan magasineras utan någon merkostnad.

I bilaga 1a illustreras träd utmed huvudgata med ett c/c-avstånd på 10 m. För att klara att hantera dagvatten från 20 mm nederbörd räcker ett c/c-avstånd på 19 m (se beräkningar i bilaga 4). Detta scenario illustreras i bilaga 1b.

Bred gatusektion utan träd

Även på en gata som saknar träd behöver dagvattnet kunna fördröjas och renas. Ett alternativ är att avleda gatans dagvatten till nedsänkta växtbäddar. I växtbädden skapas en volym för att fördröja och rena dagvattnet (se avsnitt 2.3). För att illustrera denna typ av lösning används sektion Ö3 från Gata Stockholm, vilken saknar träd (se Figur 12). Växtbäddarna kan anläggas i angöringszonen, skyddszonen eller gångbanan.

Observera att denna gatusektion inte finns med på kartillustrationen i bilaga 1.



Figur 12. Typsektion Ö3 utan träd och en total bredd på 24 m.

Den yta som behövs för växtbäddarna på en 240 m lång gata är 354 m^2 , vilket motsvarar ca 30 parkeringsplatser. Ett annat sätt att illustrera ytbehovet är vilken bredd som det tar av gatan, i detta fall $1,44 \text{ m}$ ($354 \text{ m}^2 / 240 \text{ m} = 1,44 \text{ m}$).

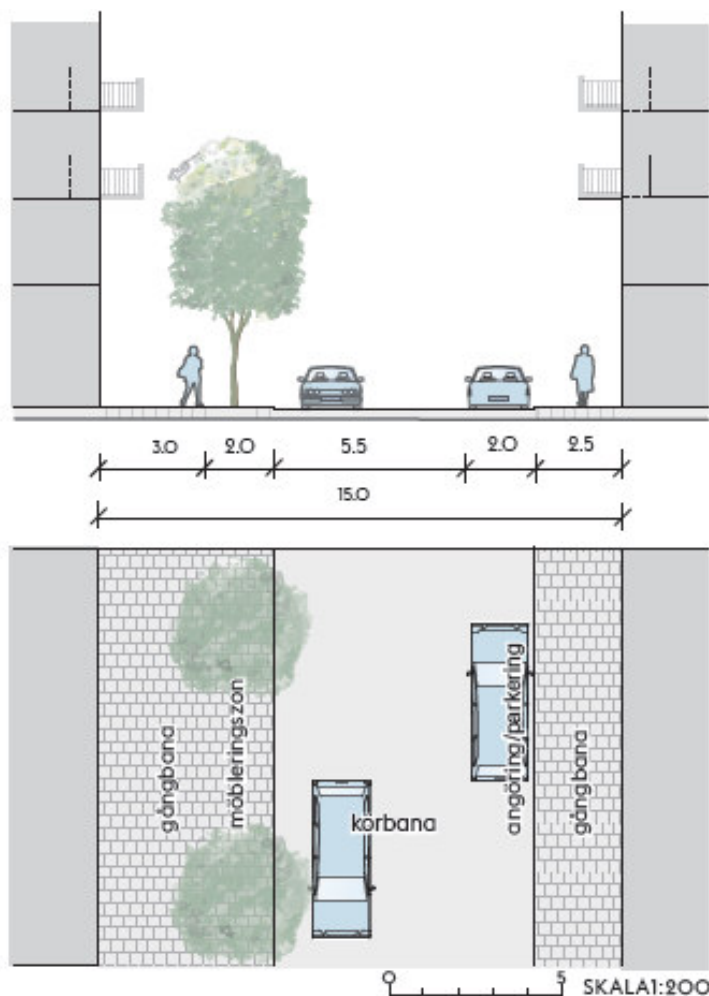
Kostnaden för nedsänkta växtbäddar är generellt lägre än för upphöjda och beräknas kosta cirka 1400 kr/m^2 (se avsnitt 2.3). Det ger en kostnad på 496 000 kronor för den aktuella gatan vilket motsvarar ca 70 kr/m^2 gatumark.

4.2 Gatusektion lokalgata

På de mindre gatorna föreslås en annan typsektion med en bredd på 15-15,5 m, med dubbelriktad trafik. I kartillustrationen i bilaga 1 finns tre lokalgator med full bredd som är 80-85 meter långa. I räkneexemplen har en gata med längden 80 meter använts.

Lokalgata med trädplantering i skelettjord

För gatorna med träd används sektion L3 från Gata Stockholm med gångbana, en rad med träd och körfält i mitten, se Figur 13. Gatan har en bredd på 15 meter vilket ger en yta på 1200 m².



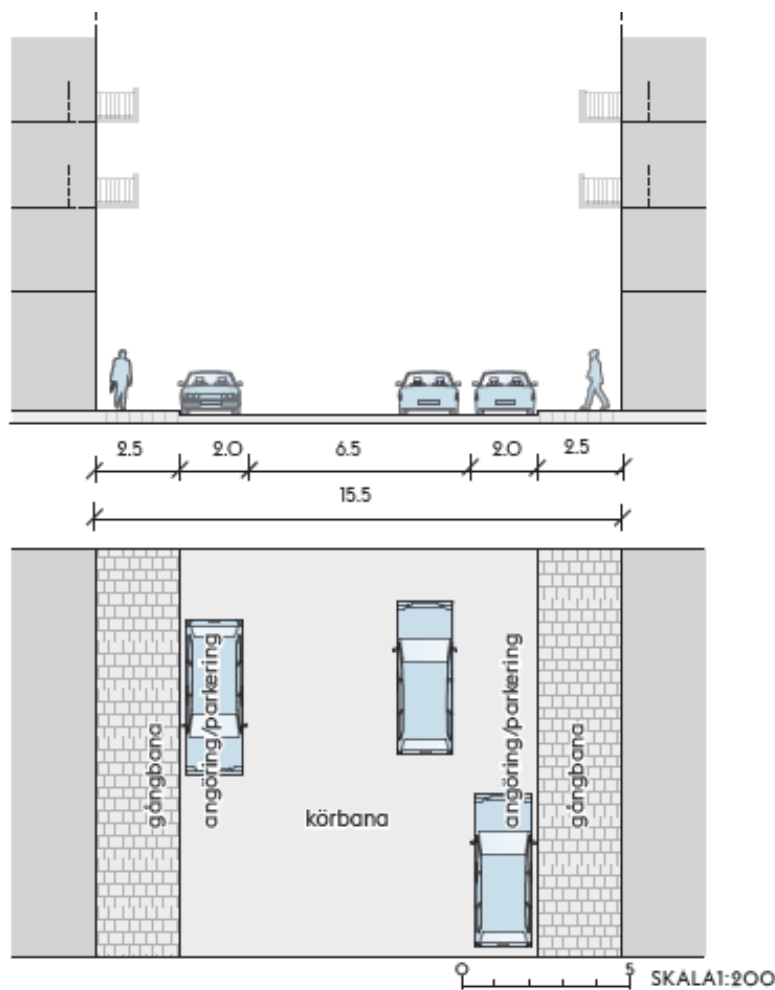
Figur 13. Typsektion L3 med träd på en sida med skelettjord och en total bredd på 15 m.

Även i detta exempel räcker skelettjordarna mer än väl till för att hantera gatans dagvatten. Med ett c/c-avstånd på 10 m mellan träden så kommer ca 33 mm nederbörd att kunna rymmas i skelettjorden. Dagvatten kan magasineras utan någon merkostnad.

Lokalgata utan träd

I Figur 14 nedan illustreras lokalgata typsektion L2 från Gata Stockholm med gångbana, angöring/parkering och dubbelriktad körbana. Liksom för huvudgatan har vi här räknat på alternativet att lägga in växtbäddar för att möta behovet av fördröjning

av dagvatten. Denna gatusektion är 15,5 meter bred och har en yta på total 1240 m².



Figur 14. Typsektion L2 med angöring/parkering på båda sidorna och en total bredd på 15,5 m.

För att omhänderta dagvattnet från lokalgatan behövs 62 m² växtbäddar vilket motsvarar 5,2 parkeringsplatser. Ett annat sätt att räkna är vilken bredd som det tar av gatan; 0,77 m ($62 \text{ m}^2 / 80 \text{ m} = 0,77 \text{ m}$).

Kostnaden för nedsänkta växtbäddar är cirka 1400 kr/m² (beräknat utifrån en kostnad på 3500 kr/m³ magasinvolym vatten). Det ger en kostnad på 87 000 kronor totalt och ca 70 kr/m² gatumark.

4.3 Summerad kostnad och ytbehov för gator

För huvud- och lokalgator med träd i skelettjord kan dagvatten hanteras utan att det innebär någon tillkommande kostnad för dagvattenhanteringen.

För ett gaturum med träd i skelettjord är den faktiska anläggningskostnaden för träden ca 60 000 kr per st (räknat för nybyggnation eller större ombyggnation exklusive ledningsflytt etcetera som kan tillkomma) och för en 29,5 m bred huvudgata med träd var 10:e meter, på båda sidor enligt Gata Stockholm blir anläggningskostnaden ca 400 kr/m² gata. Om träden anläggs för att klara 20 mm avrinning från gatan så kan de planteras glesare och då till en kostnad av drygt 200 kr/m² gata.

Kostnaden för nedsänkta växtbäddar är ca 70 kr/m^2 gata.

5 Exempel dagvattenhantering i park (allmän platsmark)

På den schematiska stadsdel som illustreras i bilaga 1 finns en park i den västra delen av området, dit det är möjligt att leda dagvatten från gatumark för utjämning och rening. Nedan beskrivs ett exempel där dagvatten från de närmast angränsande gatorna leds till en anläggning i parken. Exemplet illustreras på bilaga 1b. Parkytan är i exemplet ca 2000 m^2 stor ($90 \times 22 \text{ m}$).

Dagvattenanläggningen är av typen infiltrationsstråk (se avsnitt 2.5), ett flackt, grunt dike i parken som i normalfallet är torrt, men som när det kommer regn fylls med vatten. Efter nederbördstillfället får vattnet infiltrera genom marken, för att renas, till ett dräneringssystem som ansluter till dagvattenledningsnätet. Anläggningen rymmer det dagvatten från tillrinningsområdet som avrinner vid 20 mm nederbörd.

Tillrinningsområde 2560 m^2 gata, avrinningskoefficient $0,9$.

20 mm avrinning från denna yta ger $2560 \times 0,9 \times 0,02 = 46 \text{ m}^3$.

Diket är $0,5 \text{ m}$ djupt i mitten och 2 m brett i ytan. Tvärsnittsarean är $0,5 \text{ m}^2$ (bräddfullt) och det krävs ett dike som är ca 90 m långt för att rymma 46 m^3 .

Detta dike tar knappt 10% av parkytan i anspråk och är endast vattenförande efter regn, endast fullt efter ett kraftigt regn. Mellan regnen får vattnet infiltrera ner genom marken till en dränering.



Figur 15. Exempel på dike i parkmiljö som fylls vid nederbördstillfällen. Peterhofs parkanläggning utanför St Petersburg. Foto Jonas Andersson.

Anläggningskostnad

Kostnaden för att anlägga en ovanstående typer av dagvattenanläggningar i parkmiljö, i samband med att en park nyetableras, bedöms med en god samplanering av dagvattensystemet och parkutformningen, vara marginella. Anläggningsarbetena omfattar schakt för dike och underliggande dräneringsstråk, dräneringsledning med kringfyllning, matjord och gräsetablering.

6 Slutsatser och diskussion

Kostnadsberäkningarna visar att merkostnaden för att anlägga de aktuella dagvattenåtgärderna varierar från noll (träd i skelettjord i gata) till drygt 200 kr per kvadratmeter urban mark. Kostnaden på både kvartersmark och på allmän mark, här i gata, beror på vilken teknik och vilka material som används. Med gröna tak och träd i skelettjord på gårdsmark minskar t.ex. kostnaden jämfört med nollscenariot (konventionell takbeläggning och träd i enklare växtbädd), medan den ökar när upphöjda växtbäddar och en dyrare genomsläpplig gårdsbeläggning används.

För gatumarken beräknas växtbäddar som hanterar 20 mm kosta ca 70 kr per kvadratmeter ansluten gata, medan träd i skelettjord som hanterar motsvarande volym kostar drygt 200 kr per kvadratmeter ansluten gata (faktisk kostnad för staden men som ekonomiskt inte belastar eller hänförs till dagvattenhanteringen). Det ska dock tilläggas att detta kan variera med platsens förutsättningar och bli dyrare då utrymme i gatan saknas.

Merkostnaden för att anlägga lokala dagvattenanläggningar på kvartersmark har i rapporten ställts i relation till produktionskostnaden för bostäder i staden. Kostnaden för att anlägga lokala dagvattenanläggningar motsvarar i de exempel som beräknats från -23 kr per kvadratmeter till +110 kr per kvadratmeter lägenhetsarea. Kostnaden utgör en mycket liten andel av produktionskostnaden, som är ca 43 000 kr per kvadratmeter lägenhetsarea.

Kostnadsanalysen i denna rapport avser kostnaden för anläggningar vid nybyggnation eller omfattande ombyggnation. Anläggningstyperna kan även användas i befintliga områden. Kostnaden blir ofta högre när åtgärden byggs i efterhand, om det inte sker i samband med en större ombyggnation.

Beräkningarna av skötsel- och driftkostnader visar att de lokala dagvattenanläggningarna i de flesta fall inte innebär någon större merkostnad. Detta gäller om det anläggs en ”grön dagvattenanläggning” där det redan planerats växtlighet och om man utgår från att hårdgjorda ytor redan idag renhålls med regelbundenhet. Skillnaden i dessa fall är att ett minskat underhåll ger konsekvenser för den tekniska dagvattenanläggningen. Däremot i de fall nya anläggningar tillkommer innebär det en ökad skötsel- och driftkostnad.

Ytliga och gröna dagvattenlösningar kan vid sidan av funktioner för rening och utjämning av dagvattenflöden också bidra med andra ekosystemtjänster i staden, så som att dämpa temperaturvariationer, rena luften, fungera som ljuddämpare och bidra med biologisk mångfald. Gröna ytor kan också öka värdet på fastigheter och skapa mer välbefinnande i och med att människor mår bättre då de har nära till gröna ytor.

De ovan beskrivna dagvattenlösningarna tar inte nödvändigtvis värdefull yta i anspråk. Att anlägga gröna tak på planerade eller redan befintliga tak är exempel på detta. Att anlägga en upphöjd eller nedsänkt växtbädd tar plats på marken, men om det ersätter en vanlig plantering innebär den upphöjda eller nedsänkta växtbädden endast en viss ökad kostnad vid anläggandet. Beräkningarna visar att för en 100 m lång lokalgata upptar nedsänkta växtbäddar 3 av 16 tillgängliga parkeringsplatser på varje sida. Även idag tillåts planteringsytor att ta plats i gaturummet. Med anpassad utformning kan dessa till större del användas för att utjämna, rena och nyttiggöra dagvatten.

Skelettjord under träd innebär en merkostnad vid anläggandet men inte därefter. Skelettjorden är placerad under gatumark vilket medför att ytan ovan mark kan användas som trottoar, parkering eller körbana. Träd med skelettjord och träd utan tar ungefär samma plats i gaturummet. Jämfört med växtbäddar så minskar den tillgängliga ytan för parkeringsplatser mindre på gator med träd.

Efterfrågan på produkter och system för lokal hantering av dagvatten har ökat kraftigt de senaste åren. Det har lett till teknikutveckling och ökat utbud av produkter. Det kommer sannolikt att leda till att kostnaden för lokala dagvattensystem successivt minskar.

7 Referenser

7.1 Skriftliga

Stockholms stad 2015. Remissversion, Dagvattenhantering, Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse.

Stockholms stad, Remissversion 2014-03-31. Gata Stockholm, Standard och kvalitet för gatusektioner, Vägledning.

7.2 Muntliga kontakter

Uppgifter om priser har erhållits per telefon och mail under perioden december 2015-februari 2016.

Gröna tak: Jonatan Malmberg, Scandinavian Green Roof Institute
Shanti Wittmar, Veg Tech AB
Mikael Blihaven, Svenska Naturtak

Plåttak: Björn Bergstad, Takcentrum
Kjell Hansson, Plåtentusiasterna AB

Betongpannor: Noomi Törngren, Takcentrum

Skelettjordar: Björn Embrén, Stockholms stad
Sofia Eskilsdotter, SEs landskap
Örjan Stål, Viös AB

Markbeläggning: Ulrika Jahrmarkt, S:t Eriks AB
David Hedberg, Beräkningskonsulter AB

Upphöjda växtbäddar: Kent Fridell, SLU, Tengboms
Andreas Morgin, Ängelholms kommun

Skötsel: Nils Odén, Stadsträdgårdsmästare, Upplands Väsby kommun
Bo Höglund, Parkingenjör, Norrmalms stadsdelsförvaltning

8 Bilagor

Bilaga 1a: Kartillustration, utformning av gator med träd enligt omfattning i "Gata Stockholm"

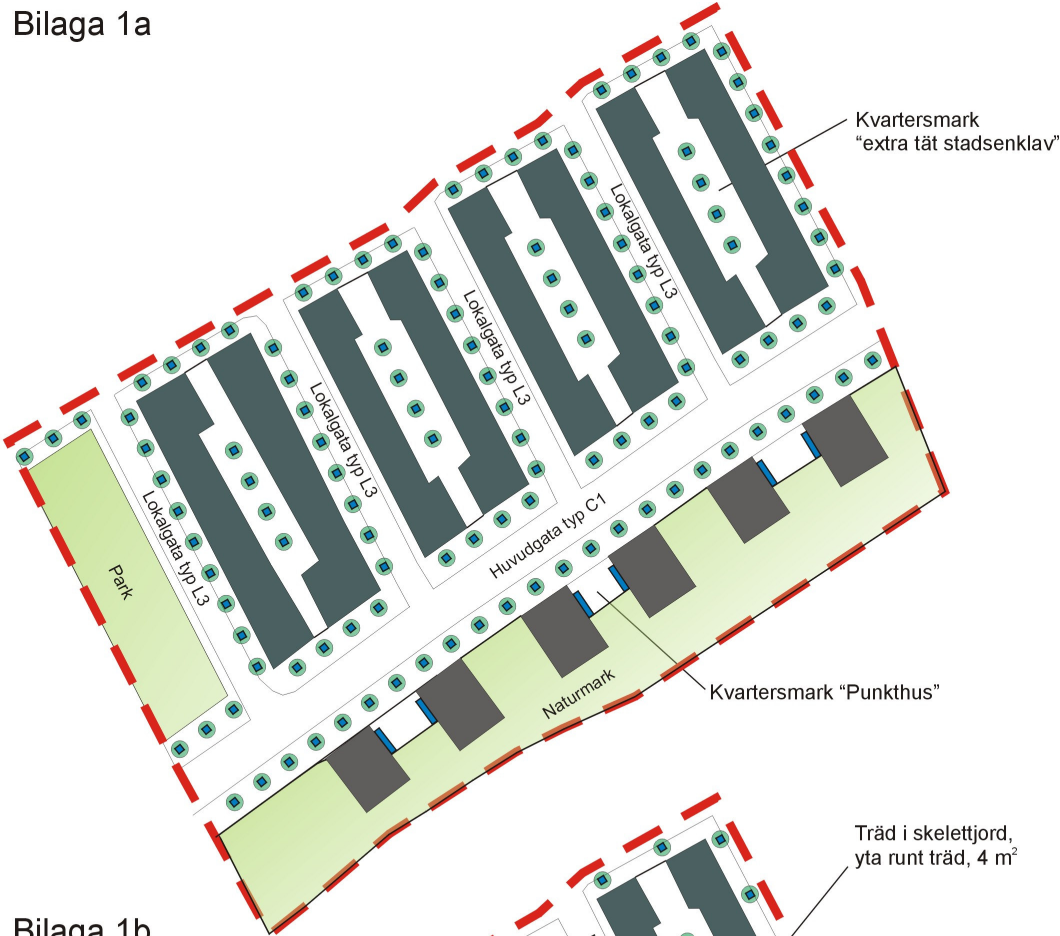
Bilaga 1b: Kartillustration, omfattning på åtgärder för att magasinera dagvatten från 20 mm nederbörd.

Bilaga 2: Kvarter av typen "extra tät stadsenklav"

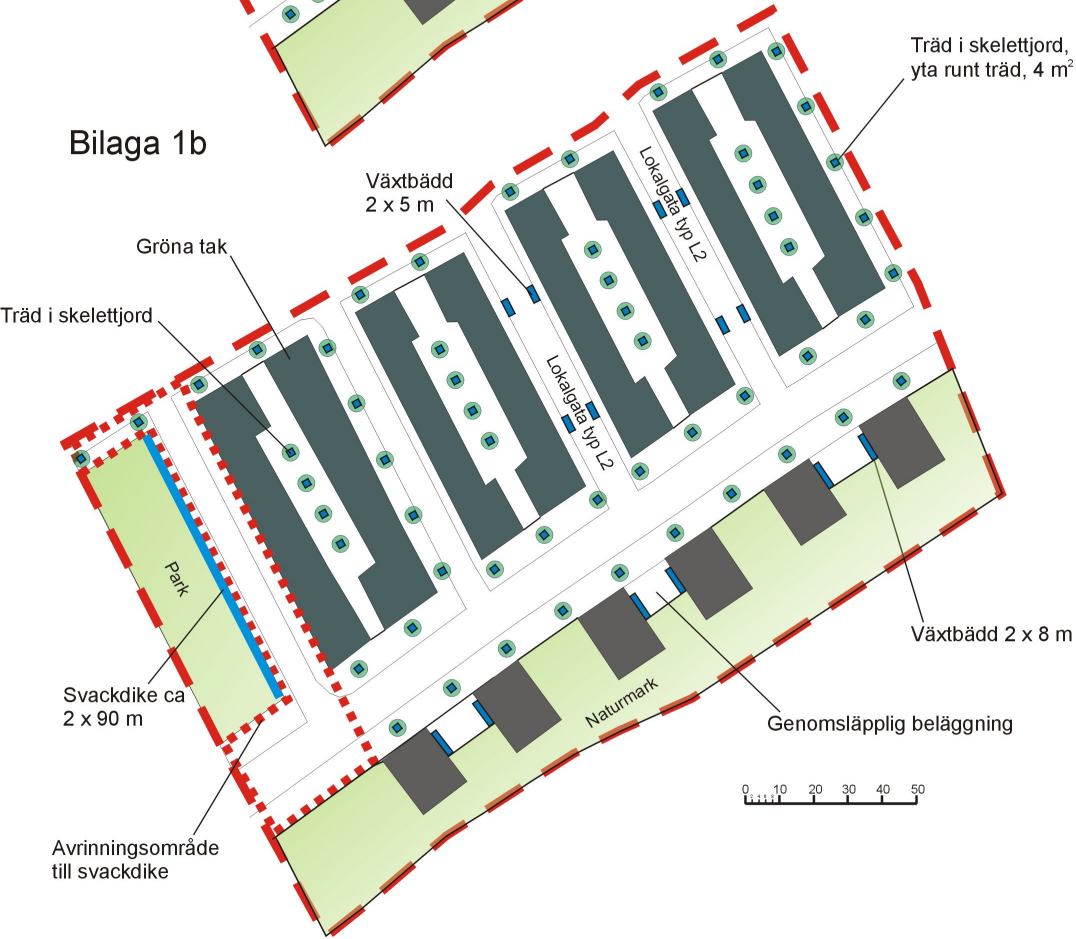
Bilaga 3: Kvarter av typen "punkthus"

Bilaga 4: Beräkningar för olika anläggningstyper

Bilaga 1a



Bilaga 1b

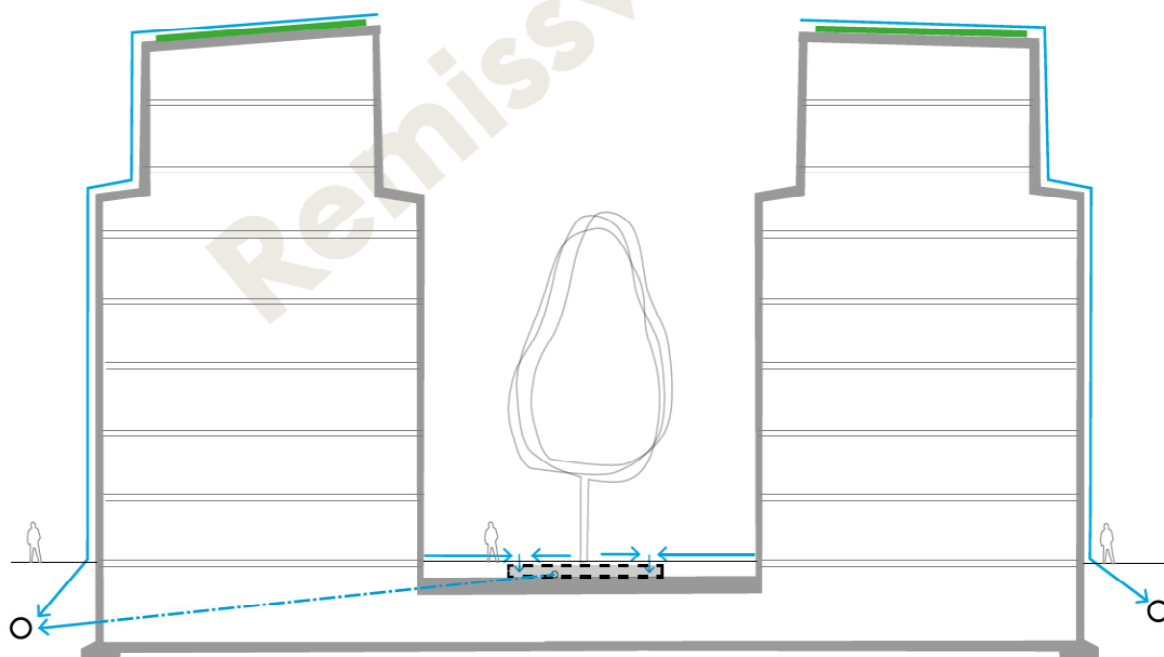
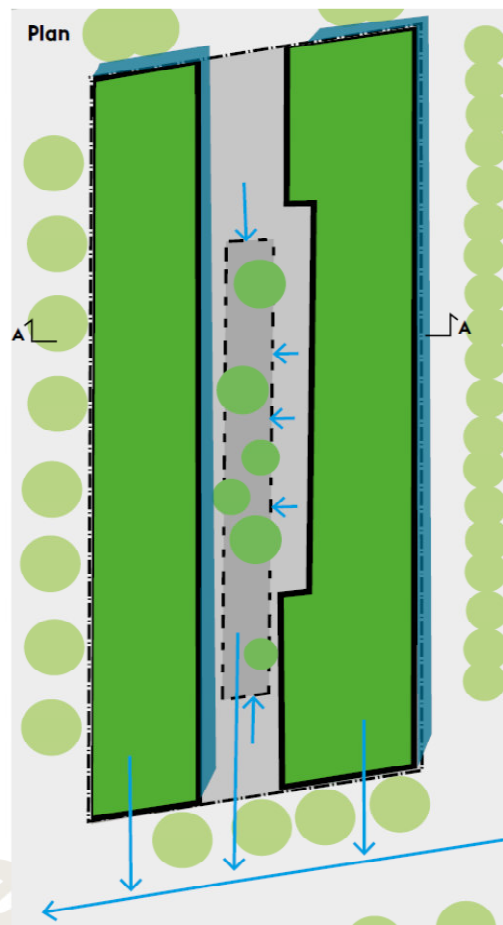
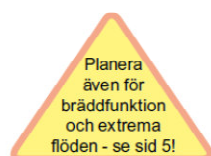
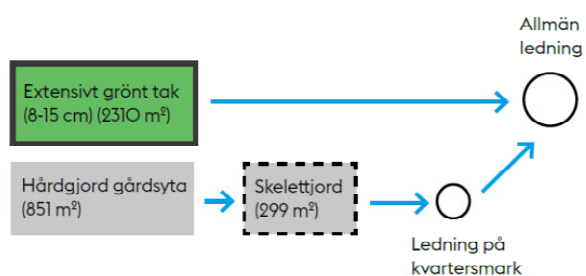


Bilaga 2

Extra tät stadsenklav 3a

Systembeskrivning

- Extensiva gröna tak avvattnas till ledning.
- Hårdgjord gårdsyta avvattnas via luftningsbrunn till vanlig skelettjord med nedvattnad växtjord under del av gårdsytan.
- Gröna tak och skelettjord klarar att magasinera 20 mm nederbörd från tak- och gårdsytor (inklusive yta ovan skelettjord).



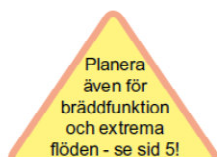
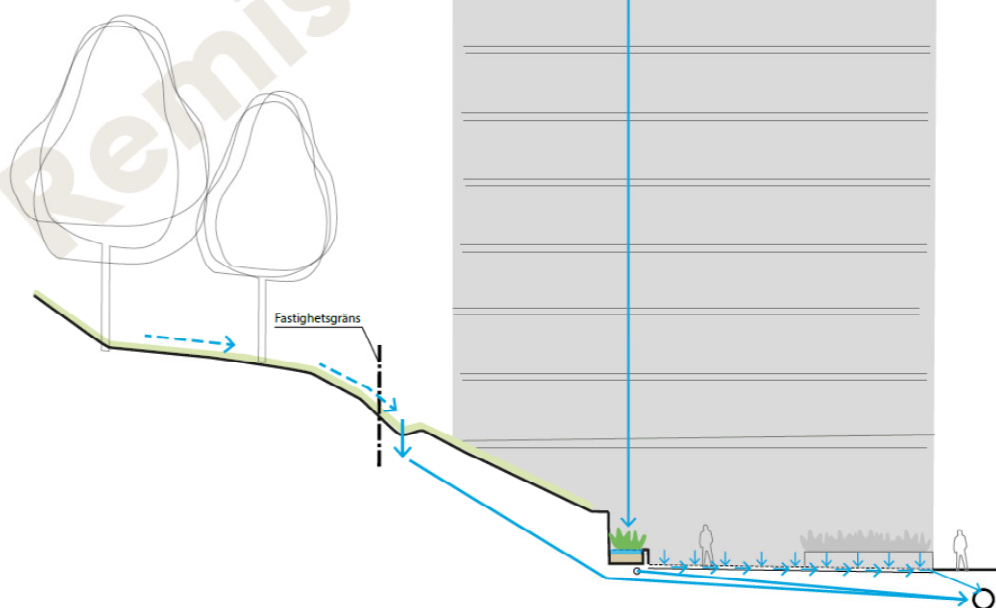
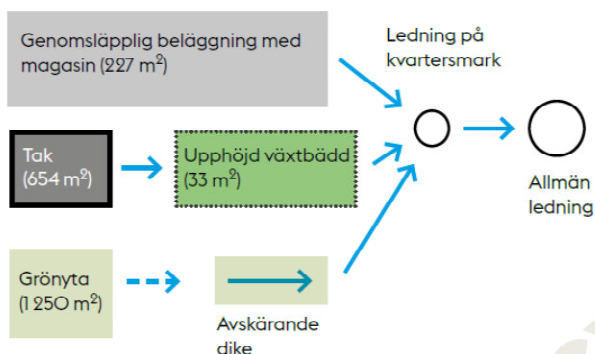
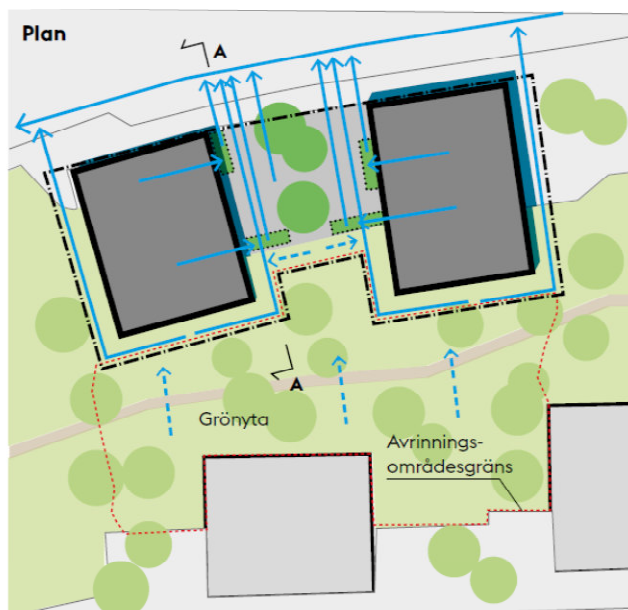
Sektion A-A. Hårdgjord gårdsyta avleds till skelettjord under del av gårdsyta. Extensiva gröna tak avleds direkt till allmän ledning.

Punkthus 4b

Systembeskrivning

I detta exempel är gårdsytan minimal. Fastighetsgränsen ligger nära fasadliv.

- Tak avrinner till upphöjda växtbäddar där planteringsytan är något nedsänkt.
- Växtbädden ligger innanför fastighetsgräns.
- Gården har en beläggning med genomsläppliga fogar på luftigt bärlager, för fördröjning och rening.
- Växtbäddar och luftigt bärlager under gårdsytan klarar att magasinera 20 mm nederbörd.
- Grönytan lutar in mot den bebyggda ytan, och avleds runt fastighet.



Sektion A-A. Takvatten leds till upphöjda växtbäddar där planteringsytan är något nedsänkt. Genomsläpplig beläggning med magasin i luftigt bärlager tar hand om gårdens vatten.

Bilaga 4 - Beräkningar för olika anläggningstyper

Gröna tak

Anläggningskostnad

För att utreda kostnaden för att anlägga gröna tak togs kontakt med två företag, Veg Tech och Svenska Naturtak, samt forskningsinstitutet Scandinavian Green Roof Institute. Det finns ett stort antal andra företag som levererar gröna tak. Följande fråga skickades till de båda företagen:

”Det viktiga är att taket ska kunna hålla 20 mm regn (20 l/m^2). Takyta är 4500 m^2 svagt lutande, uppdelat på fyra olika tak med en våningshöjd på 6-8 våningar. Orten är Stockholm. Vill gärna ha prisuppgift både på sedumtak, ört/sedum och frösådda tak om ni har det. Och uppdelat på material och kostnad för att lägga taket.”

I den jämförande tabellen nedan har endast tjocka tak tagits med på grund av att de kan hålla 20 mm vatten. Enligt denna sammanställning skulle ett grönt tak från Veg Tech kosta 817 kr/m^2 , ett motsvarande tak från Svenska Naturtak 533 kr/m^2 och ett platsodlat tak från Svenska Naturtak 370 kr/m^2 . Veg Tech gör inte platsodlade tak. Enligt Scandinavian Green Roof Institute kan ett något dyrare och designat tak kosta mellan $600\text{-}900 \text{ kr/m}^2$ och frösådd och sticklingar runt 400 kr/m^2 . Dessa priser stämmer alltså överens med kostnaden direkt från leverantörerna.

För att jämföra mot kostnaden av vanliga tak har prisuppgifter tagits fram för falsad bandplåt vilket kostar mellan $600\text{-}1200 \text{ kr/m}^2$ för material och anläggning. Ett tak med betongpannor är billigare och kostar cirka 300 kr/m^2 (material, bär- och ströläkt samt arbete).

Tabell 4:1. Kostnader för att anlägga gröna och vanliga tak.

	Material	Anläggning	Summa	Per yta	Tjocklek	Vatten	Vikt
	<i>kkkr</i>	<i>Kkr</i>	<i>kkkr</i>	<i>kr/m²</i>	<i>mm</i>	<i>l/m²</i>	<i>kg/m²</i>
Veg Tech							
Sedum-ört-gräs	2919	758	3678	817	120	65-70	130 ¹
Svenska Naturtak							
Naturtak	1 300	1 100	2 400	533	100-250	30-80	100-300 ¹
Platsodlat	1 150	500	1 650	367	80		70 ¹
Vanliga tak för jämförelse							
Plåttak				600-1200			
Betongpannor				300			36

¹ För gröna tak gäller vikten vattenmättade tak.

Vid frågor om **extra kostnad för att taken är tyngre** har följande svar fåtts: Om taken inte är tyngre än 150 kg/m^3 ger det vid nybyggnation en låg eller obefintlig merkostnad för takkonstruktionen (Scandinavian Green Roof Institute).

Frågor kring **tätskikt**: För gröna tak med andra växter än sedum kan det behövas ett rotskydd i och med att de har mer aggressiva rötter. I prisuppgifterna från leverantörerna ingår deras rotskydd, om behov finns för det, vilket är beroende av vilken typ av tätskikt som ligger under det gröna taket.

När det gäller **snöskottning** skyddar vegetationen tätskiktet vilket innebär att risken för skada på tätskiktet minskar. Om det blir en skada på vegetationen växer den troligen igen fram på våren eller om den är större kan den behöva åtgärdas senare.

Skelettjordar

Uppgifter om skelettjordar kommer från Björn Embrén och Britt-Marie Alvem, Stockholms stad samt Örjan Stål, Viös AB.

Beräkning av behov av yta

Nedan följer beskrivning av hur skelettjordar är uppbyggda och beräkningar med resonemang kring vilken yta som kan avledas till ett träd. Skelettjord innebär att ett luftigt skelett byggs upp av grov sten/makadam med en hålrumsandel på 30-40 % av volymen. Tidigare har sedan matjord spolats ner i hålrummen runt träden vilket ger en total hålrumsandel på 15-20 %.

Ett träd behöver en skelettjords volym på 15 m^3 . I detta exempel har vi räknat med att porositeten hos skelettjorden är 30 % (dvs. hålrum på 30 % där vatten kan lagras istället), vilket gör att skelettjorden vid varje träd kan omhänderta/fördröja upp till 5 m^3 vatten. Det är något förenklat i och med att porositeten troligen är något mindre beroende av hur mycket matjord som spolas ned.

Kvartersmark

På gårdarna anläggs skelettjord och ett antal träd. Antaganden och beräkning:

1. Gården är 1150 m^2 stor. Reducerad yta med avrinningskoefficient 0,9 ger en yta på 1035 m^2 ($1150 \text{ m}^2 * 0,9 = 1035 \text{ m}^2$).
2. När det kommer 20 mm regn ger det en totalvolym vatten på $20,7 \text{ m}^3$ vilket behöver kunna fördröjas på gården ($1035 \text{ m}^2 * 0,020 \text{ m} = 20,7 \text{ m}^3$).
3. Med 5 m^3 vatten per träd behövs det därför fyra träd med skelettjord på gården för att omhänderta $20,7 \text{ m}^3$ vatten. ($20,7 \text{ m}^3 / 5 \text{ m}^3 = 4 \text{ träd}$).

Gata

Motsvarande beräkningar för gata med samma antaganden angående volym vatten per träd är följande:

1. **Ett träd kan omhänderta** ett regn på 20 mm, som med en avrinningskoefficient på 0,9 blir 18 mm, från en **gatuyta av 278 m^2** ($(5 \text{ m}^3 / \text{träd}) / 0,018 \text{ m} = 278 \text{ m}^2 / \text{träd}$).
2. **Huvudgata:** Antaget att halva vägbanans bredd, 14,75 meter, avleds åt varje håll så behöver det stå ett träd var 19 meter ($(278 \text{ m}^2 / \text{träd}) / 14,75 \text{ m} = 19 \text{ m}$). I praktiken står träden betydligt tätare än så. Vanligt avstånd mellan två träd Kronors centrum är 8-12 m (Gata Stockholm) och i bilaga 1a är det 10 meter mellan varje träd.
 - a. Antaget 19 meter mellan varje träd så behövs det **24 träd** på hela gatusträckan. Kostnaden för 24 träd som anläggs med skelettjord **á 60 000 kr är 1,4 Mkr**.
 - b. **Antal parkeringsplatser:** Av markytan tar träd en förhållandevis liten yta i anspråk. Det handlar om ca $2-4 \text{ m}^2$ runt själva trädet kan inte användas till annat. För huvudgatan med 24 träd motsvarar det som mest $24 * 4 \text{ m}^2 / \text{träd} = 96 \text{ m}^2$. En parkeringsplats motsvarar cirka 12 m^2 ($2 \text{ m} * 6 \text{ m}$) vilket gör att dessa träd **motsvarar 8 parkeringsplatser**. Under markytan tas en större yta i anspråk.
 - c. **Max mm regn att omhänderta:** Med 10 meter mellan varje träd blir det totalt 43 träd längs med huvudgatan. Med 5 m^3 per träd ger det en

total volym på vatten att omhänderta 215 m^3 . Delat med arean på gatan 7080 m^2 blir regnmängden **30 mm** ($215 \text{ m}^3 / 7080 \text{ m}^2 = 0,03 \text{ m}$).

3. **Lokalgata:** Utifrån samma resonemang som under ovanstående punkter gäller följande för lokalgatan: Ytan på gatan som kan avledas till varje träd är densamma, det vill säga 278 m^2 . Gatan har träd utmed ena sidan. Om hela vägbanans bredd, 15 m, avleds behöver det stå ett träd var 18 meter ($(278 \text{ m}^2 / \text{träd}) / 15 \text{ m} = 18,5 \text{ m}$). Det ger att det behövs 4,3 träd på en gata som är 80 m lång. Vid beräkningarna avrundas det till 5 träd.
- Antaget 18 meter mellan varje träd så behövs det **5 träd** på hela gatusträckan. Kostnaden för 5 träd som anläggs med skelettjord **å 60 000 kr är 300 000 kr**.
 - Antal parkeringsplatser:** Ytan som behövs är $5 \text{ träd} * 4 \text{ m}^2 = 20 \text{ m}^2$. Det motsvarar 1,7 parkeringsplatser ($20 / 12 \text{ m}^2 = 1,7$ parkeringsplatser).
 - Max mm regn att omhänderta:** Med 10 meter mellan varje träd blir det totalt 8 träd längs med huvudgatan. Med 5 m^3 per träd ger det en total volym vatten att omhänderta på 40 m^3 . Delat med arean på gatan 1200 m^2 blir regnmängden **33 mm** ($40 \text{ m}^3 / 1200 \text{ m}^2 = 0,033 \text{ m}$).

Växtbäddar

Beräkning av behov av yta

När det gäller dimensionering av växtbäddar är en tumregel att ca 5 % av ytan ska vara en växtbädd.

Kvartersmark, upphöjda växtbäddar

Till de upphöjda växtbäddarna avleds takdagvattnet. Den totala ytan som ska fördröjas där är 650 m^2 takyta och 33 m^2 ($650 \text{ m}^2 * 0,05 = 32,5 \text{ m}^2$) växtbädd vilket ger en belastande yta på 683 m^2 . När det kommer ett 20 mm regn ger det en total volym vatten på $13,7 \text{ m}^3$ ($683 \text{ m}^2 * 0,020 \text{ m}$) vilket ska kunna fördröjas i växtbädden. Djupet i växtbädden för att fördröja vattnet är 40 cm ($13,7 \text{ m}^3 / 33 \text{ m}^2 = 0,4 \text{ m}$).

Huvudgata, nedsänkta växtbäddar

För huvudgatan föreslås dagvattnet avledas till nedsänkta växtbäddar. Ytan på gatan är 7080 m^2 och 5 % av det ger en yta på växtbäddarna på 354 m^2 ($7080 \text{ m}^2 * 0,05 = 354 \text{ m}^2$). Dessa kan placeras på olika sätt, men bör spridas längs med gatan för att kunna omhänderta allt vatten. Denna yta motsvarar 30 parkeringsplatser ($354 \text{ m}^2 / 12 \text{ m}^2 = 29,5$).

Lokalgata, nedsänkt växtbädd

Motsvarande beräkning för en lokalgata från vilket dagvattnet avleds till nedsänkta växtbäddar ger med en gatulängd av 80 m och bredd 15,5 m en yta på 1240 m². 5 % av den ytan ger 62 m² växtbäddar. Dessa kan placeras på olika sätt men bör spridas längs med gatan för att kunna omhänderta allt vatten. Denna yta motsvarar 5,2 parkeringsplatser ($62 \text{ m}^2 / 12 \text{ m}^2 = 5,2$).

Genomsläpplig beläggning**Anläggningskostnad**

För att ta reda på kostnaden för olika typer av markbeläggning togs kontakt med Beräkningskonsulter AB vilka arbetar med att ta fram kostnader för olika typer av byggprojekt. De angav att kostnaden för vanliga betongplattor med sättsand under kostar cirka 500 kr/m² inklusive arbetet och motsvarande för en mer genomsläpplig beläggning av modellen Hansa gräsarmering kostar cirka 850 kr/m².



Dagvattenhantering Riktlinjer

för kvartersmark i tät stadsbebyggelse

2016



Stockholms
stad

I samband med att Stockholm växer och bostadsbyggandet ökar behöver vi inom staden höja ambitionerna för hantering av vår gemensamma miljö. I detta arbete är dagvattnet en av flera viktiga faktorer. I mars 2015 beslutade kommunfullmäktige om en ny dagvattenstrategi – ”Vägen mot en hållbar dagvattenhantering”. Strategin utgör en grund och viljeinriktning för stadens arbete med dagvatten. Den tar viktiga steg mot ett mer hållbart Stockholm som är ett av stadens prioriterade mål.

Med en framtida ökning av häftiga regn och ökad andel hårdgjorda ytor i staden är det av stor vikt att dagvatten tas om hand på ett välplanerat sätt. Att dagvattnets kvalitet förbättras är också viktigt för att uppfylla målen i stadens handlingsplan för god vattenstatus och för att kunna uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten.

En förutsättning för att dagvattenhanteringen ska vara hållbar är att den uppfyller de miljökrav som uppställs, men även att dess investerings- och driftskostnader är proportionerliga med nyttan. För att åstadkomma detta behöver dagvattenfrågan, som andra grundläggande förutsättningar, beaktas i stadsbyggnadsprocessens alla skeden. Som ett stöd i det dagliga arbetet har därför konkreta och kortfattade riktlinjer och vägledningar utarbetats med utgångspunkt från målen i dagvattenstrategin och med stöd i denna. En åtgärdsnivå, vilken anger ett mått för lokalt omhändertagande vid ny- och större ombyggnation, utgör en bas för vägledningen.

Riktlinjerna använder åtgärdsnivån och innefattar exempelsamlingar med hållbara dagvattenlösningar för olika typer av markanvändning, till exempel parkeringsytor och kvartersmark. Därutöver finns checklistor och mått för dimensionering av anläggningar.

Med dessa stöddokument kommer nu stadens nya dagvattenstrategi att kunna tillämpas på ett konkret sätt i stadsbyggnadsprocessen och i den växande staden.

Stockholm xx månad 2016

Katarina Luhr

Miljöborgarråd, Stockholm stad

Innehåll

Bakgrund och syfte.....	4
Principer för dimensionering och utformning.....	5
Beskrivning av exempelsamlingens typkvarter	7
Förklaring av begrepp och funktioner i exempelsamlingen	9
Ytbehov och magasinsegenskaper	11
Exempelsamling för fyra typkvarter	12

Bakgrund och syfte

Dessa riktlinjer ska ge stöd för arbetet med att skapa en hållbar hantering av dagvatten på kvartersmark i tät stadsbebyggelse.

Läs mer

[Dagvattenstrategi – Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering.](#)

Riktlinjerna har tagits fram i samarbete mellan Stockholm Vatten och stadens tekniska förvaltningar. De ligger i linje med Stockholms dagvattenstrategi (beslutad i kommunfullmäktige i mars 2015), ”Dagvattenstrategi. Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering”.

Dagvattenstrategin håller fokus på vattenkvalitet samtidigt som den lyfter fram principer dels för att i större utsträckning nyttiggöra dagvattnet och dels för att hantera de utmaningar som uppstår genom ett förändrat klimat i en allt tätare stad. Strategin gäller vid all om- och nybyggnation, och för åtgärder i befintlig miljö.

Syftet med riktlinjerna

Riktlinjerna med tillhörande exempel ska ge ett konkret stöd i arbetet med att skapa en hållbar hantering av dagvatten från kvartersmark vid nybyggnation och större ombyggnadsprojekt i tät stadsbebyggelse. Det är en av flera åtgärder för att uppfylla lagkrav och nå målen i stadens dagvattenstrategi.

Läsanvisning

Materialet riktar sig i första hand till planerare och exploatörer, samt till konsulter som tar fram underlag för planering och exploatering. Riktlinjerna bör användas redan i tidiga skeden i planprocessen så att valet och utformningen av dagvattensystem kan påverka planen. En hållbar dagvattenhantering är bland annat beroende av en korrekt höjdsättning. Det kan även vara nödvändigt att anvisa platser för utjämning och rening redan när planarbetet inleds.

Principer för dimensionering och utformning

Det finns en rad lösningar för att fördröja och rena dagvatten på kvartersmark. Anläggningarna ska utformas och dimensioneras så att en hållbar dagvattenhantering uppnås. Ofta krävs en kombination av tekniklösningar för att målet ska nås.

Läs mer

Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholms stad.

Reningskrav

Miljö kvalitetsnormer för vatten ska enligt miljöbalken följas i sjöar, vattendrag och kustvatten. Stockholms stad arbetar med att omsätta lagkraven i riktlinjer och har bedömt att föroreningsmängderna i dagvattnet behöver minska med cirka 70–80 procent för att miljö kvalitetsnormerna ska kunna följas.

Dimensionering

I genomsnitt faller cirka 550 mm nederbörd per år i Stockholm. En stor del, 450–500 mm, rinner av som dagvatten från hårdgjorda ytor.

Genom att dimensionera dagvattenanläggningar för 20 mm nederbörd skapas en renings- och fördröjningseffekt för 90 procent av årsnederbörden. Det är också viktigt att anläggningarna utrustas med bräddfunktion för att hantera de fåtaliga regn som ger flöden över 20 mm.

Grundprincipen är att dagvatten som uppstår på kvartersmark ska fördröjas och renas inom kvartersmarken. På samma sätt ska dagvatten som uppstår på allmän mark hanteras på allmän mark.

Viktig fördröjning ger rening

Målet är att minska föroreningsbelastningen från stadens dagvatten med i storleksordningen 70–80 procent. För att nå det målet måste en mycket stor andel, cirka 90 procent av dagvattnets årsvolym fördröjas och renas. Fördröjande steg som klarar att magasinera 20 mm nederbörd kan fånga den volymen och motsvarar åtgärdsnivån för dagvatten i Stockholms stad. Enligt åtgärdsnivån ska dagvattenanläggningar dimensioneras med en våtvolum på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolumen utformas som en permanentvolum eller en volym som avtappas under cirka 12 timmar via ett filtrerande material. Avsteg från åtgärdsnivån kan medges i särskilda fall, se Åtgärdsnivå för dagvatten.

Det är viktigt att dagvattenanläggningarna utrustas med bräddfunktion så att även flöden som överskrider 20 mm kan hanteras. Lokal fördröjning av dagvattnet bidrar med robusthet och viktiga säkerhetsmarginaler i stadens dagvattenförande system.

Förebygg skadliga översvämningar

Regn med en intensitet och/eller varaktighet som överskrider dagvattensystemens kapacitet förekommer. Därför krävs åtgärder för att även klara sådana regn utan att bebyggelsen skadas.

En viktig åtgärd är att planera och höjdsätta kvarteren så att vattnet vid extrema nederbördstillfällen kan rinna av på markytan utan att orsaka skada. Dessa vattenvägar ska ses som sekundära avledningsvägar då ordinarie ledningssystemen är överbelastade.

Välj rätt byggmaterial

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

Byggvarudeklarationer

Byggvarudeklarationer innehåller information om vilka ämnen som ingår i ett byggnadsmaterial. Deklarationerna kan bland annat användas för att dokumentera och bedöma vilka bygg- och anläggningsmaterial som ger lägst risker för att miljöfarliga ämnen ska hamna i dagvattnet.

Grönytefaktor

Ett verktyg som används för att föra in gröna ytor i staden som kan bidra med olika ekosystemtjänster, till exempel mångfald, skugga, trivsel med mera. Ytor med hög grönytefaktor bidrar med många ekosystemtjänster.

Att tänka på

Att fördröja dagvatten behöver inte vara kostsamt. Det kan handla om att välja ett material under en hårdgjord yta som inte innehåller finmaterial (nollfraktion) och på så sätt skapa en porvolym som kan magasinera dagvatten.

korrosion kan hamna i dagvatten. Många förvaltningar och bolag inom Stockholms stad använder etablerade system för att bedöma risker med olika byggnadsmaterial.

Staden har beslutat om ett mer restriktiv förhållningssätt för en del material, exempelvis för tak-, fasad- och andra ytbeläggningar som innehåller höga halter av koppar och zink vid användning utomhus. Kemikalieplanen, dagvattenstrategin och miljöprogrammet innehåller mer detaljerad vägledning.

Råd för dagvatten från tak som lutar mot gata

Gränsen mellan kvartersmark och gatumark går i många fall strax utanför fasaden. Men regnvatten från tak som vetter mot gatan kan inte alltid avledas till kvarterets innergård. Det försvårar möjligheterna att ta hand om allt dagvatten lokalt inom kvarteret. En taklutning där två tredjedelar av taken lutar in mot gård rekommenderas. Dagvatten som avleds från ytor som lutar mot gatan ska i första hand hanteras enligt följande:

- Ledas in mot gård (dagvattenlösningarna på gården måste ha tillräcklig kapacitet och vara försedda med bräddfunktion. Dessutom krävs planering för att förebygga skador vid extrema regntillfällen.)
- Fördröjas i förgårdsmark
- Fördröjas i grönt tak

I andra hand ska dagvattenhanteringen för andra delar av kvarteret utformas på ett sätt som kan kompensera för bortfallet av fördröjning och rening av takvattnet som inte kan ledas in mot gård. Kompensationsalternativet ska bara användas när förstahandsalternativen inte går att förverkliga. Det kan vara svårt att helt kompensera för direktavledning.

Koppling till grönytefaktor

De åtgärder för att fördröja och rena dagvatten som redovisas för olika kvarterstyper kommer i många fall att bidra till en hög grönytefaktor för området. I grönytefaktor premieras dock inte ökad utjämningsvolym i den utsträckning som krävs för hållbar dagvattenhantering.

Dimensionering – ett enkelt räkneexempel

20 mm nederbörd på ett kvarter ska fördröjas och renas. Två tredjedelar av kvartersmarken är hårdgjord, med avrinning till den återstående tredjedelen. Denna tredjedel därmed får ta emot allt regn, och måste kunna ta emot $3 \times 20 \text{ mm} = 60 \text{ mm}$ nederbörd. Om nederbörden magasineras i en porös makadamfyllning med 30 procents porvolym under hela ytan behöver fyllningen vara $60 / 0,30 = 180 \text{ mm}$ tjock, det vill säga ungefär 20 centimeter.

Beskrivning av exempelsamlingens typkvarter

En hållbar dagvattenhantering måste anpassas till stadsbebyggelse med olika strukturer. Här används typkvarter för att illustrera utmaningar och lösningar och ge inspiration.

Exempelsamlingen i den här foldern utgår från fyra tänkta kvarterstyper:

- förtätning av befintliga bebyggelseområden
- tät stadsenklav
- extra tät stadsenklav
- punkthus

Kvarterstyperna beskrivs längre ner. De har valts ut för att de representerar vanliga koncept i stadens pågående och kommande bostadsprojekt. Ambitionen har varit att så konkret som möjligt visa exempel på vad som avses med en hållbar dagvattenhantering i täta kvarter.

Förtätning av befintliga bebyggelseområden

Kvarteren uppstår där staden förtätas i befintliga bebyggelse- och grönområden. De är ofta långsmala, med huskroppar på rad, skapade i utrymmen mellan gata och kuperade terräng där det ofta finns värdefull trädvegetation. Höjdryggarna lämnas som regel orörda. Kvarterens yttre form är ofta oregelbunden och styrs till stor del av förutsättningarna i omgivningen. Omgivande mark ingår som regel inte i detaljplanen, men kan ge dagvattenpåverkan inom kvarteret. Påverkan från vatten utanför kvarteret måste då hanteras i projektets kvartersmark. Hur det kan ske redovisas i exemplena för förtätningsskvarter.

Tät stadsenklav

I större, sammanhängande utbyggnadsområden skapas många nya kvarter invid varandra. Det gör att kvarterens yttre form går att påverka relativt fritt. Kvarteren ges ofta en tydlig kvadratisk eller rektangulär form, där byggnadskroppar kan placeras längs kvarterets alla sidor samtidigt som det bildas ett inre, användbart gårdsrum. Norra Djurgårdsstaden, Hammarby sjöstad och Liljeholmen är exempel på sådana områden.

Extra tät stadsenklav

I den extra täta stadsenklaven är kvarteren utformade som i den täta stadsenklaven, men innegårdarna är mindre i förhållande till den bebyggda ytan. Husen är ofta högre och rymmer fler boende i jämförelse med den täta stadsenklaven. Det ökar anspråken på den gårdsyta som finns, och ställer särskilda krav på de dagvattenlösningar som väljs. I princip all gårdsyta behöver vara framkomlig och tillgänglig för de boende. Denna typ av kvarter planeras i Hagastaden.

Punkthus

Denna typ av kvarter har fristående byggnader, så kallade punkthus. Andelen gårdsyta och dess placering varierar, men karakteristiskt är att gårdsytan för varje hus är mycket liten (förgårdsmark). På samma sätt som i den extra täta stadsenklaven ställer det särskilda krav på de dagvattenlösningar som väljs.

Foto: Utopia arkitekter och Byggvesta



Förtätningskvarter



Foto: Emelie Zetterström

Tät stadsenklav - Hammarby sjöstad



Extra tät stadsenklav - Hagastaden. (Bild hämtad från DN-artikel 15-O3-30, ska ev bytas ut)



Foto: Anna Lintala

Punkthus i Rågsved.

Förklaring av begrepp och systemfunktioner i exempelsamlingen

Både tak och gårdsytor kan användas för att fördröja och rena dagvattnet inom ett kvarter. Ofta behövs en kombination av flera olika lösningar.

Begrepp

Tak/vanliga tak: tak som saknar fördröjande funktion, till exempel plåttak eller tegeltak.

Gröna tak: tak med växtlighet som kan fånga och fördröja nederbörd. Risker för fosforläckage från gröna tak kan minimeras genom skötselinsatser och valet av jordsubstrat.

Hårdgjord yta: tak, köryta, parkering eller gårdsyta som inte släpper igenom vatten. Nederbörd rinner av till angränsande ytor eller dagvattensystem.

Grönyta: Naturmark eller parkmark som har avrinning till kvarteret.

De dagvattenlösningar som används i kvartersexemplena på sidorna 12-20 beskrivs i korthet nedan. En gemensam nämnare är att de klarar att fördröja och rena 20 mm nederbörd. Det kan finnas ytterligare lösningar som fyller samma funktion på ett tillfredställande sätt.

Exempelsamlingens dagvattenlösningar tar inte höjd för extrema nederbördsförhållanden. Kvarteren måste planeras och höjdsättas så att extremflöden kan rinna av på markytan utan att orsaka skada.

Tunna extensiva gröna tak

Traditionell sedummatta (3–6 cm tjockt) som klarar att fördröja cirka 5 mm nederbörd. I medeltal klarar taken att magasinera hälften av årsavrinningen.

Extensiva gröna tak

Ängstak (8–15 cm tjockt). Denna typ av gröna tak blir allt vanligare i Europa eftersom de ger en högre biologisk mångfald och fördröjer större volymer vatten. Ett tak med en mäktighet på 10 cm klarar att magasinera cirka 20 mm nederbörd, vilket möjliggör magasinering av 90 procent av årsnederbörden i Stockholm.

Semi-intensiva gröna tak

Tak som kräver mer skötsel i form av bland annat bevattning (>15 cm tjockt). Dessa tak klarar i de flesta fall att magasinera mer än 20 mm nederbörd.

Genomsläpplig beläggning

Istället för tät asfalt kan olika typer av vattengenomsläpplig beläggning väljas. Exempel på genomsläppliga beläggningar är grus, hålstén, plastraster, marksten med genomsläppliga fogar, genomsläpplig asfalt och genomsläpplig betong. Vatten kan infiltrera direkt i ytan och det är möjligt att skapa ett magasin i fyllningen under beläggningssytan (luftig överbyggnad och luftigt bärlager).

Skelettjord

Skelettjord är en teknik för att ge trädens rötter utrymme och tillgång till både luft och vatten i stadsmiljön. Tekniken är utvecklad för att tillgodose trädens behov, men skelettjorden (grov makadam) kan också fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten. Vatten tillförs ofta via kombinerade luftnings- och dagvattenbrunnar.

Det är viktigt att skilja på vanlig skelettjord och luftig skelettjord. Vanlig skelettjord har ett luftigt bärlager överst, men låg porositet i själva skelettjorden (cirka tio procent) eftersom den innehåller nedvattnad jord. Luftig skelettjord innehåller ingen nedvattnad jord och har en porositet på över 30 procent.

Nedsänkt växtbädd

Nedsänkt växtbädd är en planteringsyta dit dagvatten leds, antingen genom ytavrinning, eller via brunnar och ledningar. Nedsänkningen gör att det finns en magasinsvolym för vatten ovanpå bädden. Reningen uppstår när dagvatten infiltreras genom markbäddens jord- och sandlager. I botten av bädden ska det finnas ett lager makadam. Därifrån kan vattnet dräneras till underliggande mark (perkolation) eller via en dräneringsledning till dagvattennätet.

Den nedsänkta växtbädden kan vara en rabatt där växtjorden ligger några centimeter under angränsande markyta, eller vara mer påtagligt nedsänkt. Den kan också anläggas i en upphöjd planteringslåda (se exempel 4b). Nedsänkta växtbäddar benämns ibland regnträdgårdar (rain garden) eller biofilter. Det finns också exempel på nedsänkta växtbäddar med träd.

Infiltration i grönyta

Infiltration i grönyta innebär att vatten från hårdgjorda ytor leds ut till en gräsmatta eller annan grönyta där det infiltrerar. Förmågan att infiltrera vatten, infiltrationskapaciteten, beror på hur tät jorden är. Genom att välja en mer porös jord kan infiltrationskapaciteten ökas.

Infiltrationsstråk

Infiltrationsstråk är diken som töms genom att vatten infiltrerar i en markprofil, ofta med en underliggande dräneringsledning som ansluter till dagvattennätet. Diket har ofta en svackformad överyta av sandig matjord.

Nedsänkt grönyta

Nedsänkt grönyta (mångfunktionell yta) är en skålformad gräsyta där vatten tillfälligt kan översvämma marken vid ett intensivt regn. Ytan fungerar då som utjämningsmagasin.

Ytbehov och magasinsegenskaper

Tabell 1 kan användas för att uppskatta ytbehov och magasinsegenskaper för de fördröjnings- och reningssystem som presenteras i exempelsamlingen på sid 12-20.

För varje kvartersexempel finns en beräkning av dimensionerande flöden och föroreningsbelastning. Det går att utläsa vilken/vilka tjocklekar, porositet etcetera som antagits i respektive exempel. Exempelen är tänkta att fungera som inspiration, men kan också ge stöd för tankesätt och beräkningar.

Tabell 1. Magasinsegenskaper och ytbehov för de av exempelsamlingens anläggningstyper som är dimensionerade för 20 millimeters magasinvolym.

Anläggningstyp	Magasinsegenskaper och ytbehov				
	Antaget djup ¹ (m)	Antagen prositet (%)	Antaget ytmagasin ² (mm)	Antagen infiltrationshastighet (mm/h)	Ytbehov (m ² /100 m ² avrinningsyta)
Extensiva gröna tak	0,1	30	0	0	67
Semi-intensiva gröna tak	0,2	15	0	0	67
Genomsläpplig beläggning	0,5	10	10	100	33
Vanlig skelettjord	0,5	10	10	10	33
Luftig skelettjord	0,5	30	10	100	13
Nedsänkt växtbädd (djup)	0,5	15	300 ³	10	5
Nedsänkt växtbädd (grund)	0,5	15	60	10	15
Infiltrationsstråk	0,5	30	20	10	12
Nedsänkt grönyta	0,3	15	250	10	7
Infiltration i grönyta (gräsyta)	0,2	15	10	10	50

1. Avser det djup på det porösa lagret som använts för att räkna ut ytbehov. Anläggningarna kan utformas med andra djup. Med ett större djup minskar ytbehoven.
2. Ytmagasin krävs i vissa anläggningstyper för att vatten ska hinna infiltrera. Med antaget ytmagasin avses det vattendjup som kan ställas över markytan.
3. Ytmagasinet kan göras något djupare och ytbehovet minskar då



Foto: Emilie Zetterström

Exempelsamling för fyra typkvarter

Förtättningskvarter 1a	13
Förtättningskvarter 1b	14
Tät stadsenklav 2a.....	15
Tät stadsenklav 2b.....	16
Extra tät stadsenklav 3a.....	17
Extra tät stadsenklav 3b.....	18
Punkthus 4a.....	19
Punkthus 4b.....	20



Foto: Lennart Johansson

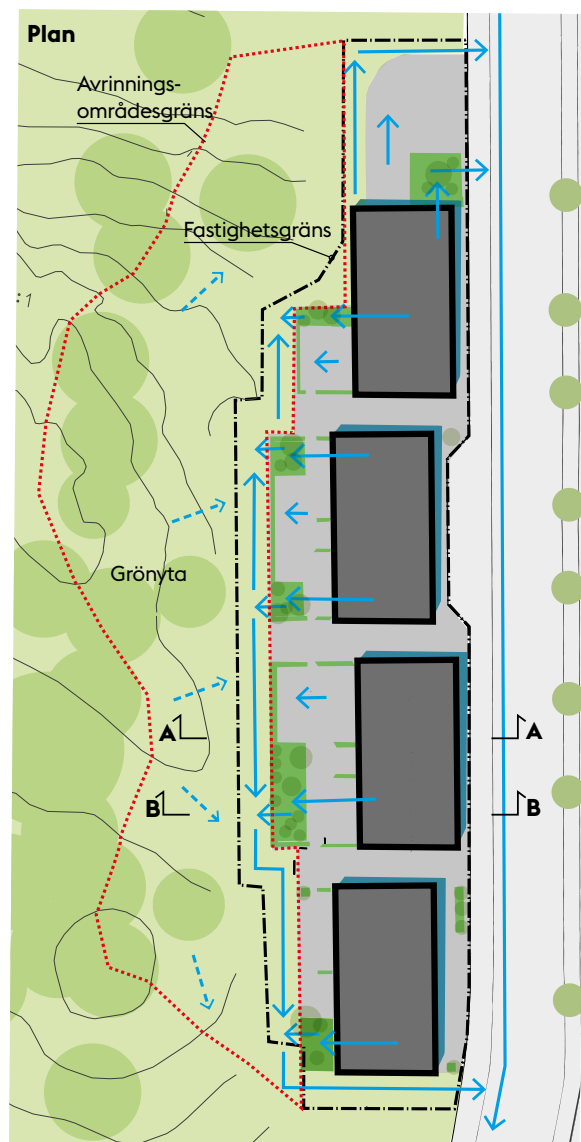
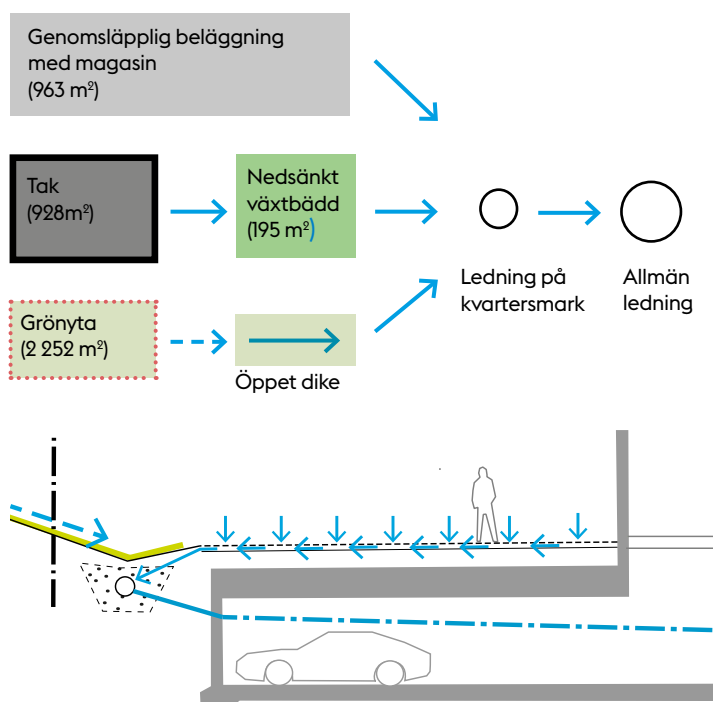


Foto: Anna Lintala

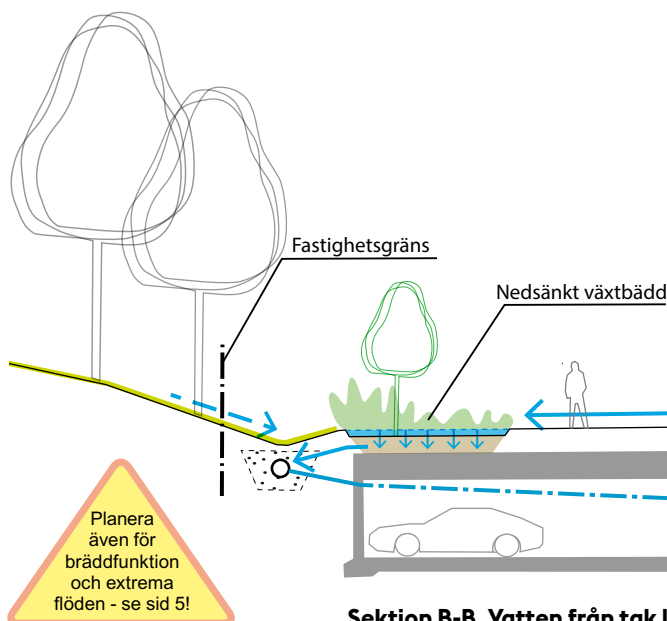
Förtätningskvarter 1a

Systembeskrivning

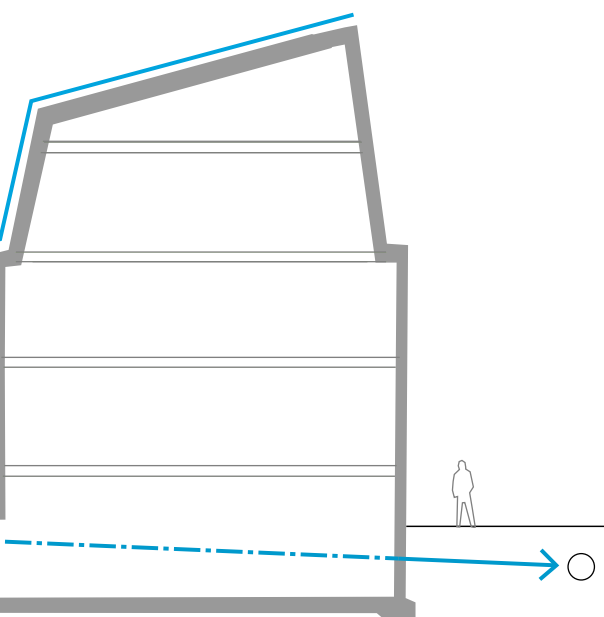
- Gården har en beläggning med genomsläppliga fogar på luftigt bärlager, för fördröjning och rening.
- Tak avrinner mot nedsänkta växtbäddar för fördröjning och rening.
- Växtbäddar och magasin i luftigt bärlager klarar att magasinera 20 mm nederbörd från tak respektive gårdsyta.
- Grönområde lutar in mot den bebyggda ytan och avrinner via öppet dike.



Sektion A-A. Genomsläpplig beläggning med magasin i luftigt bärlager.



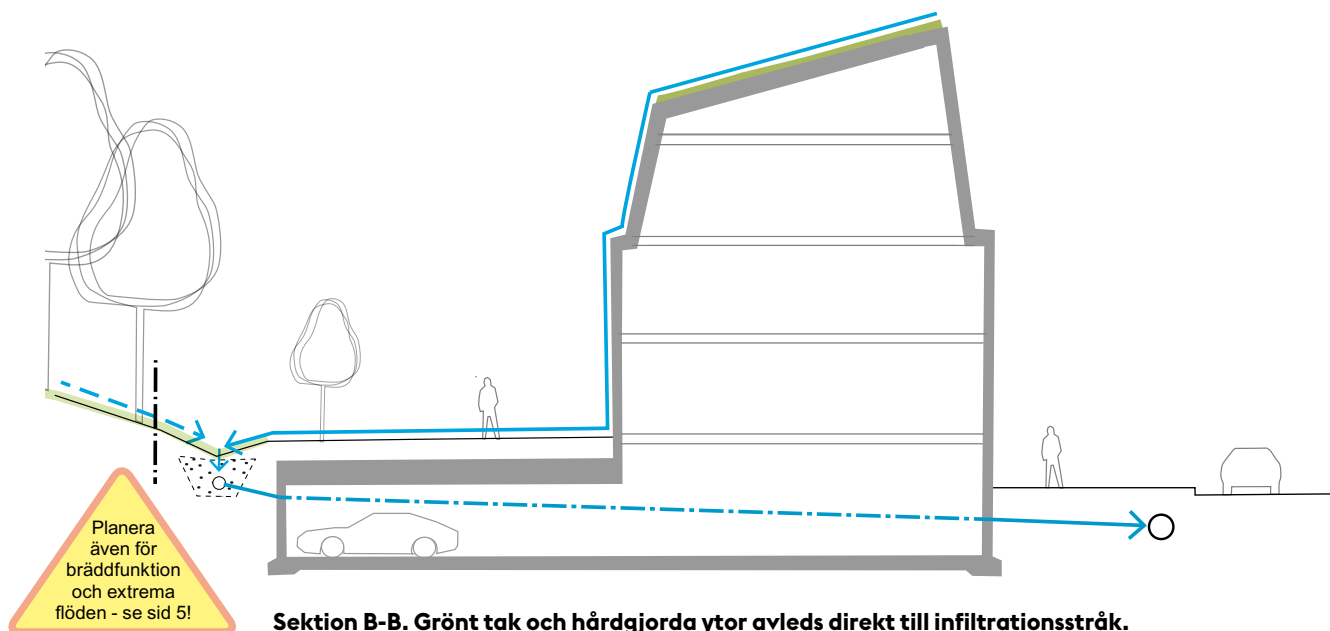
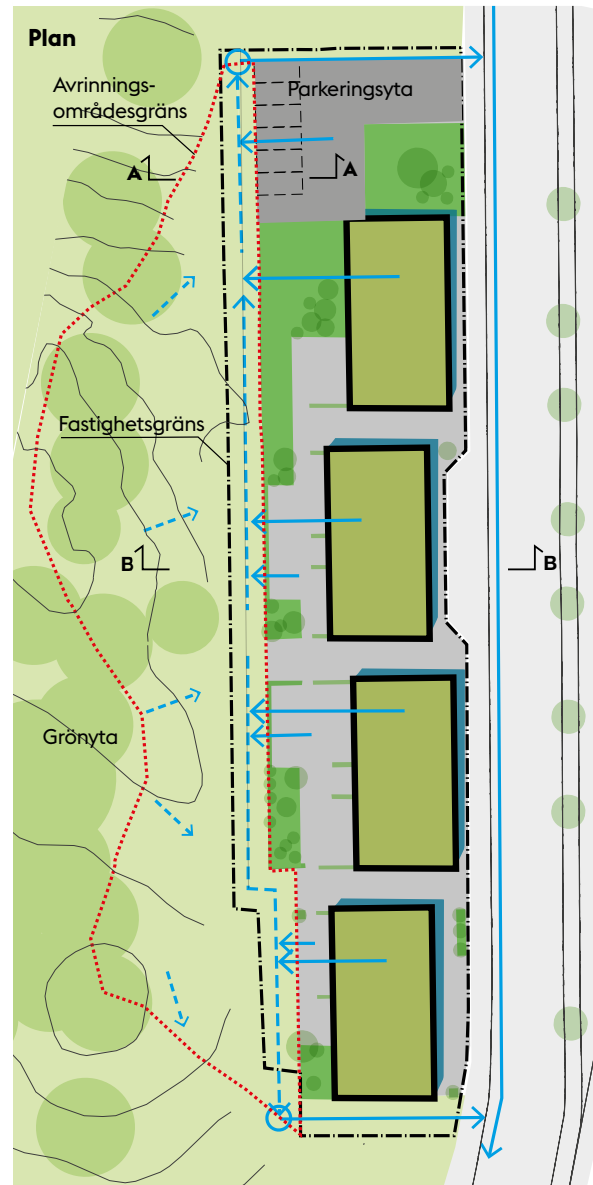
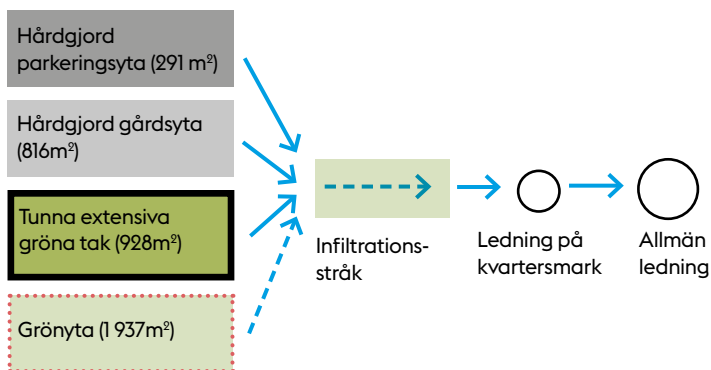
Sektion B-B. Vatten från tak leds till nedsänkt växtbädd med fördröjningsvolym ovan mark.



Förtätningskvarter 1b

Systembeskrivning

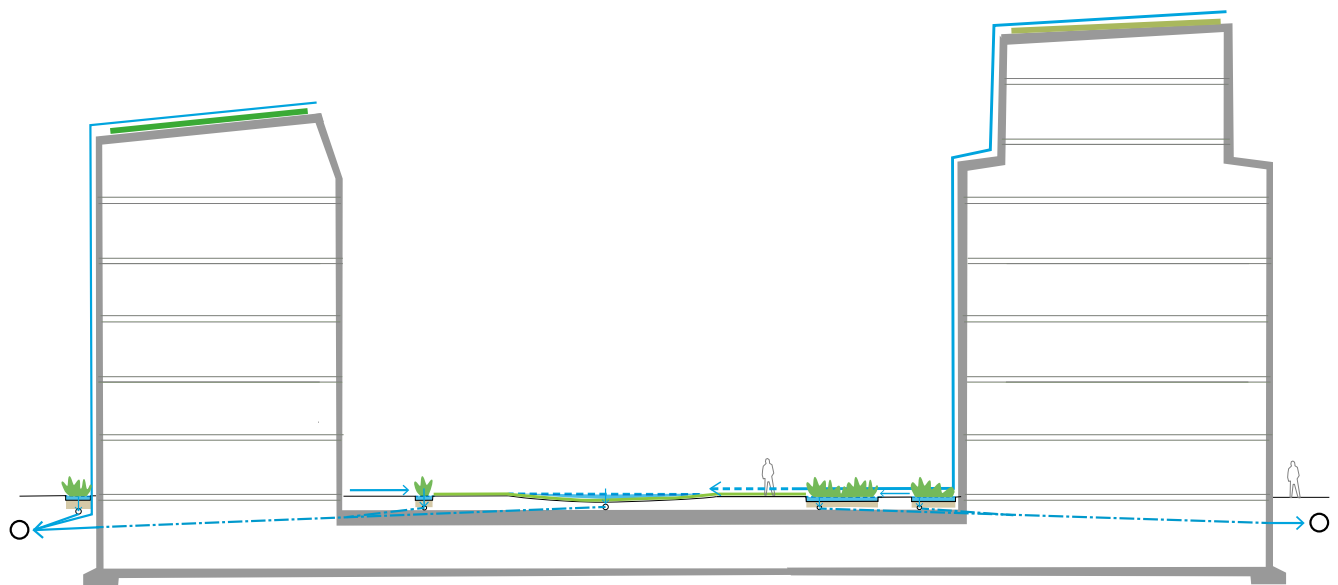
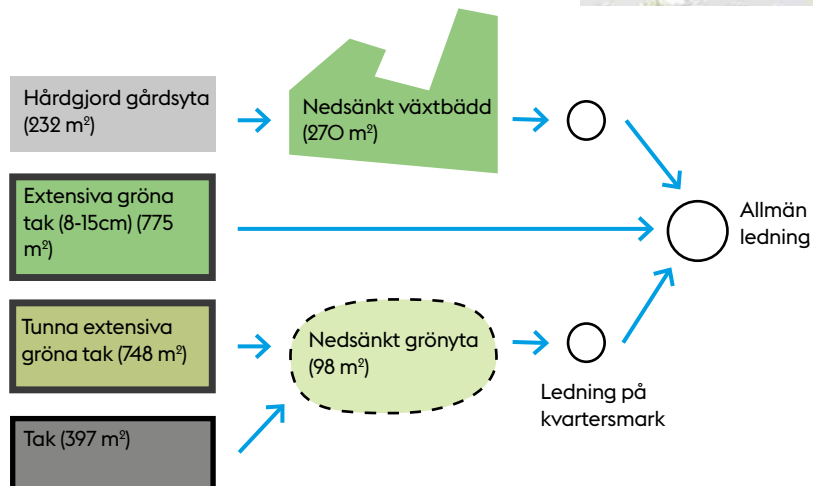
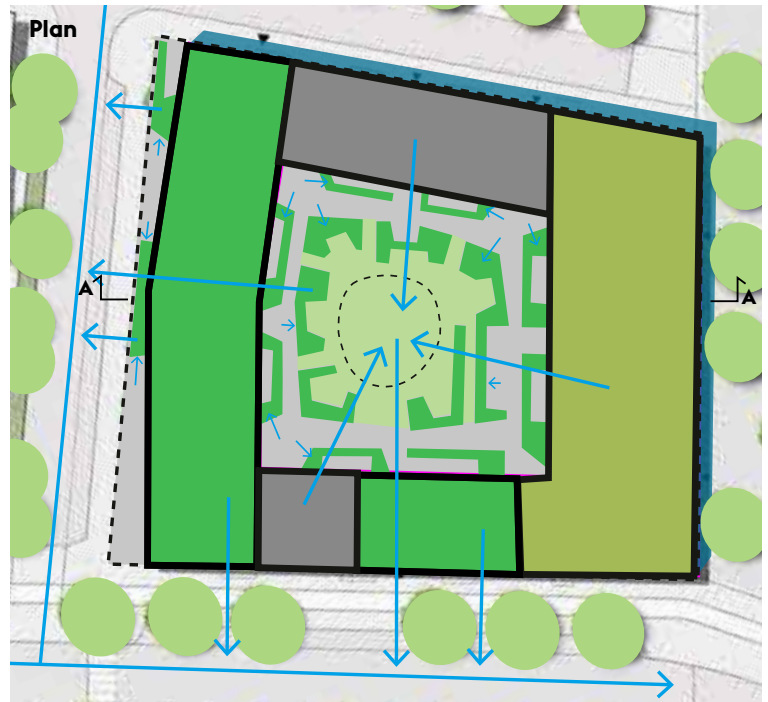
- Asfalterad parkeringsplats och kringytor avvattnas mot infiltrationsstråk.
- Hårdgjord gårdsyta avvattnas mot infiltrationsstråk.
- Tunt extensivt grönt tak avrinner mot infiltrationsstråk som ger fördröjning och rening.
- Infiltrationsstråk och tunt extensivt tak klarar att magasinera 20 mm nederbörd från tak- och markytor.



Tät stadsenklav 2a

Systembeskrivning

- Hårdgjord gårdsyta avvattnas mot planteringsyta för fördröjning och rening. Planteringsytan är en vanlig rabatt med endast en liten nedsänkning (nedsänkt växtbädd). I detta exempel behövs 4 cm för att magasinera 20 mm.
- Extensivt grönt tak avvattnas till ledning.
- Tunna extensiva gröna tak, samt vanliga tak, avrinner mot nedsänkt grönyta för fördröjning och rening.
- Nedsänkta växtbäddar, extensiva gröna tak och nedsänkt grönyta klarar att magasinera 20 mm nederbörd från tak- och markytor.

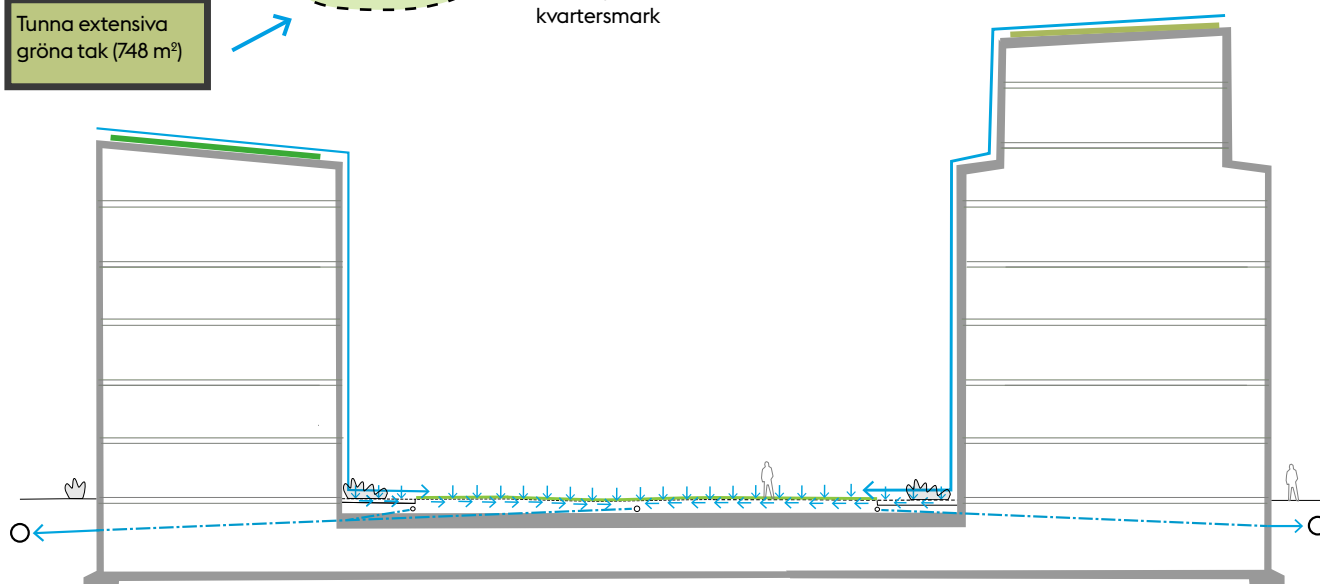
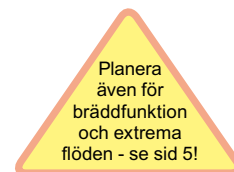
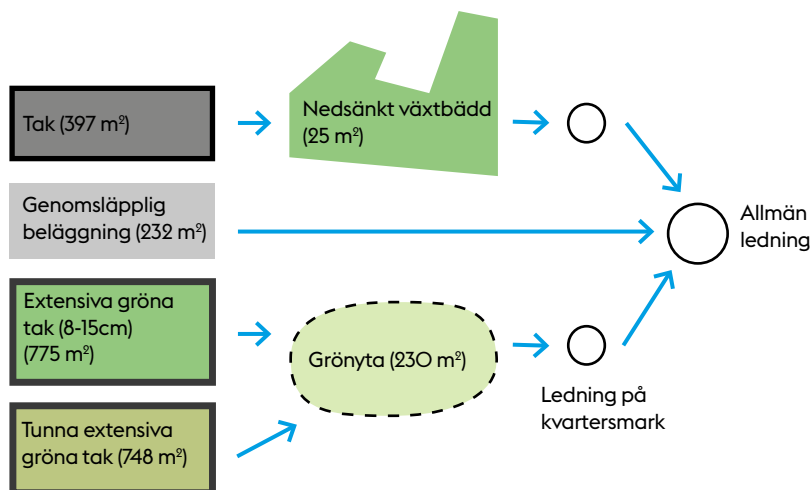
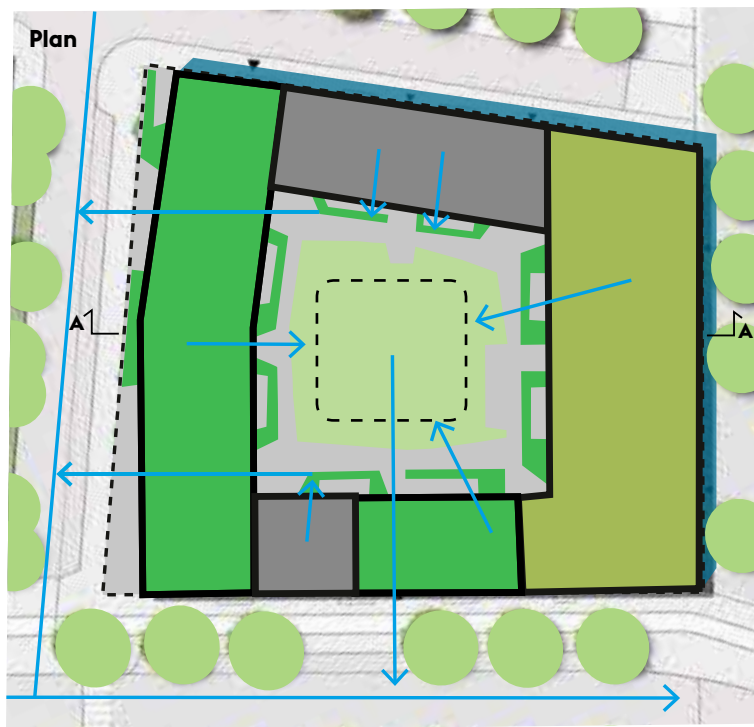


Sektion A-A. Hårdgjord gårdsyta avleds till planteringsyta. Extensiva gröna tak avleds direkt till allmän ledning. Tunna extensiva gröna tak och vanliga tak avleds till nedsänkt grönyta.

Tät stadsenklav 2b

Systembeskrivning

- Allt takvatten leds in mot gården.
- Vanliga tak avvattnas till nedsänkta växtbäddar för fördröjning och rening vilka klarar att magasinera 20 mm nederbörd. I detta exempel behövs 30 cm för att magasinera 20 mm.
- Gården har genomsläpplig beläggning med underliggande magasin för fördröjning och rening. Magasinet har kapacitet för 20 mm nederbörd.
- Extensiva samt tunna extensiva gröna tak avrinner mot grönyta centralt på gården.
- Grönytan är utformad för att infiltrera dagvatten, med en svag sluttning mot ett bräddavlopp centralt i ytan.
- Extensiva samt tunna extensiva gröna tak med efterföljande infiltration i grönyta klarar att magasinera 20 mm nederbörd.

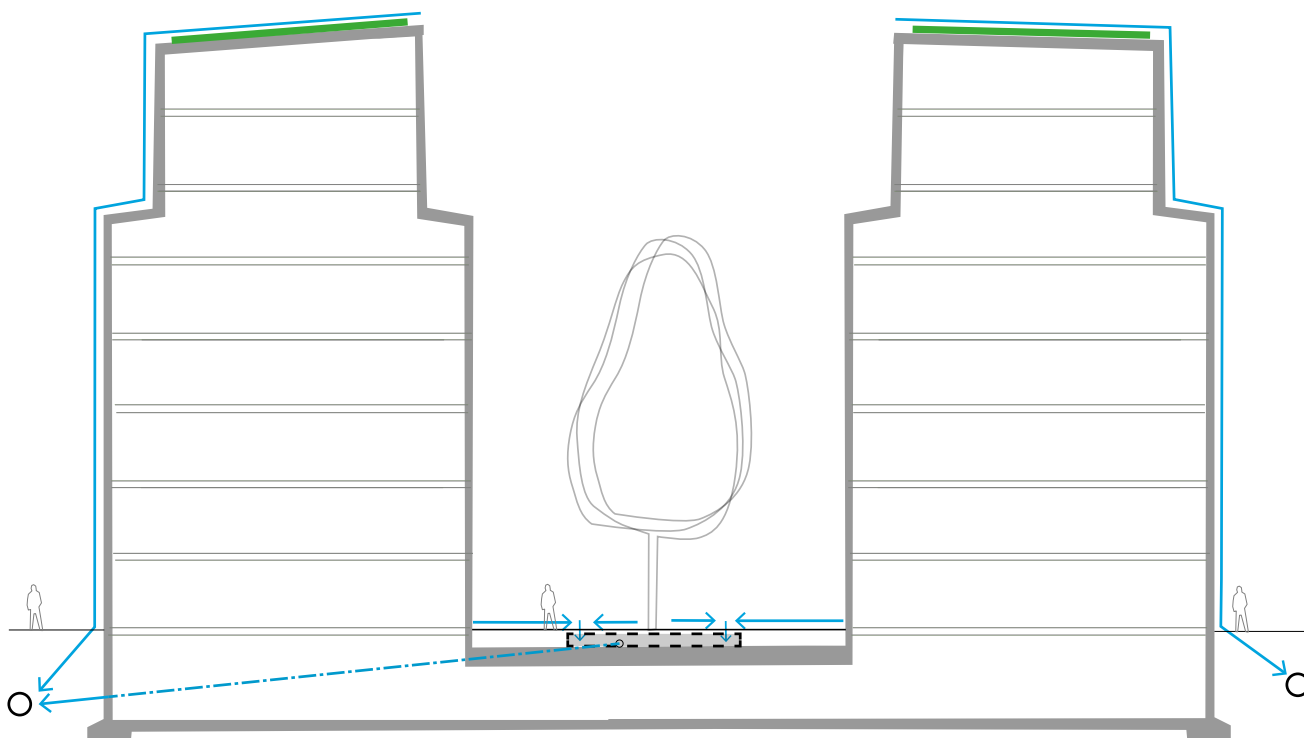
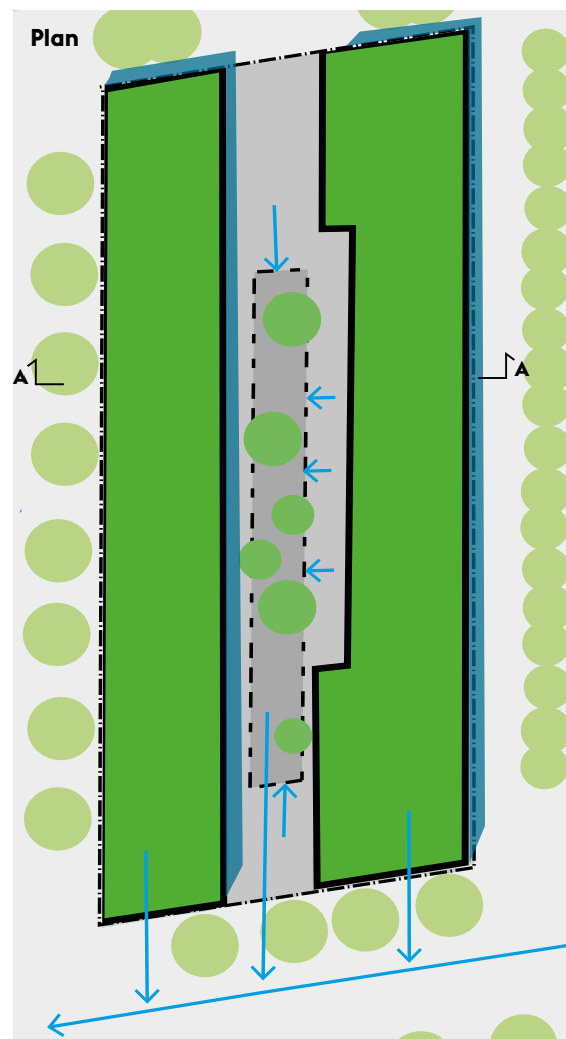
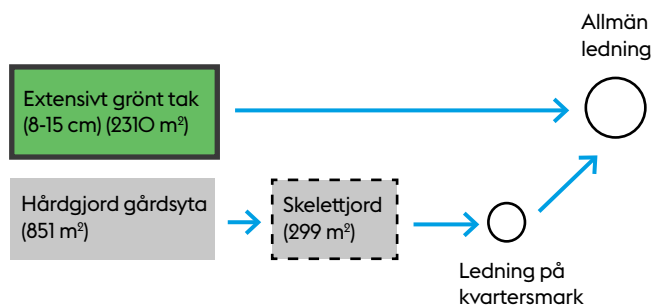


Sektion A-A. Alla takytor avleds mot gård. Vanliga tak avleds till nedsänkta växtbäddar. Tunna extensiva gröna tak och vanliga tak avleds till grönyta. Övrig gårdsyta är genomsläpplig, därifrån avleds vattnet till allmän ledning.

Extra tät stadsenklav 3a

Systembeskrivning

- Extensiva gröna tak avvattnas till ledning.
- Hårdgjord gårdsyta avvattnas via luftningsbrunn till vanlig skelettjord med nedvattnad växtjord under del av gårdsytan.
- Gröna tak och skelettjord klarar att magasinera 20 mm nederbörd från tak- och gårdsytor (inklusive yta ovan skelettjord).

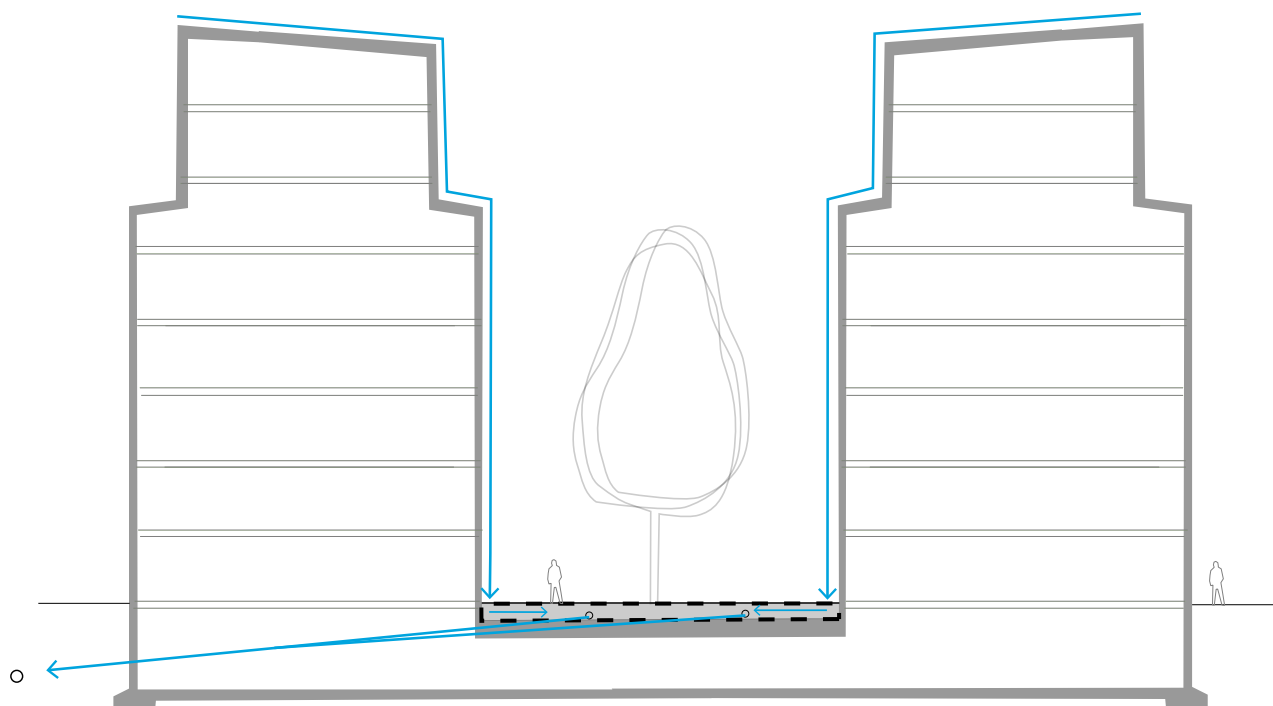
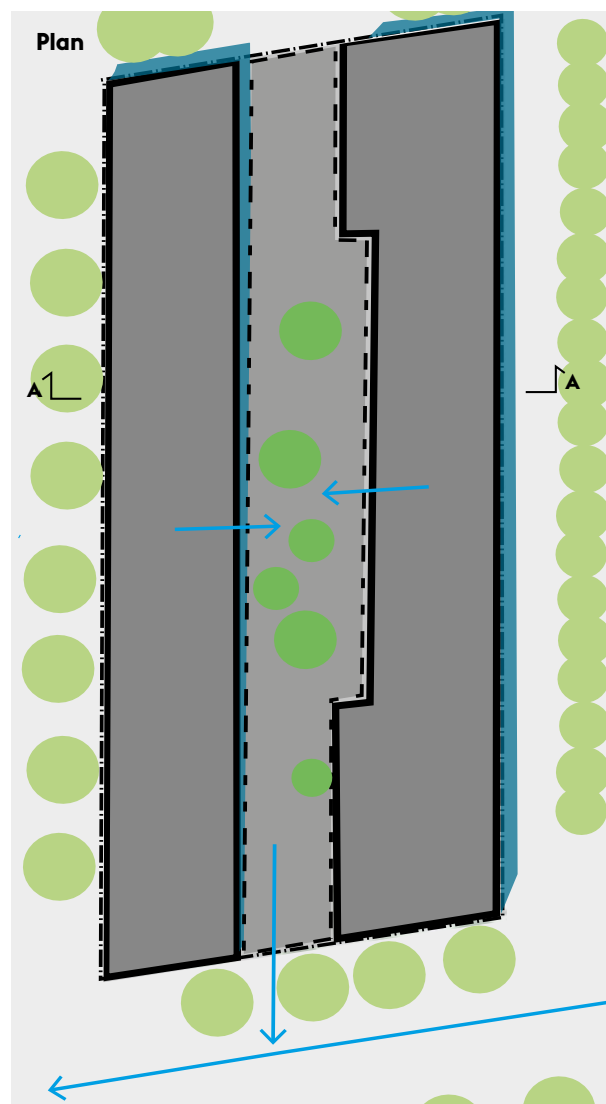
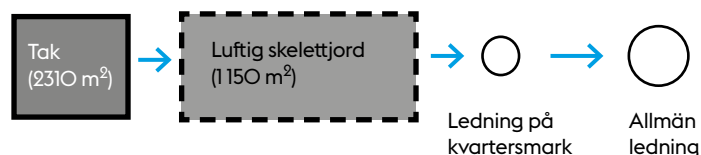


Sektion A-A. Hårdgjord gårdsyta avleds till skelettjord under del av gårdsyta. Extensiva gröna tak avleds direkt till allmän ledning.

Extra tät stadsenklav 3b

Systembeskrivning

- Tak samt gårdsyta avvattnas till luftig skelettjord under hela gårdsytan. Skelettjorden har endast nedvattnad jord närmast träden.
- Skelettjord klarar att magasinera 20 mm nederbröd från tak- och markytor.
- Vatten leds via brunnar direkt ner i makadamfyllningen. Det porösa makadamlagret (30 % porositet) behöver i detta exempel vara 21 cm tjockt för att magasinera 20 mm.



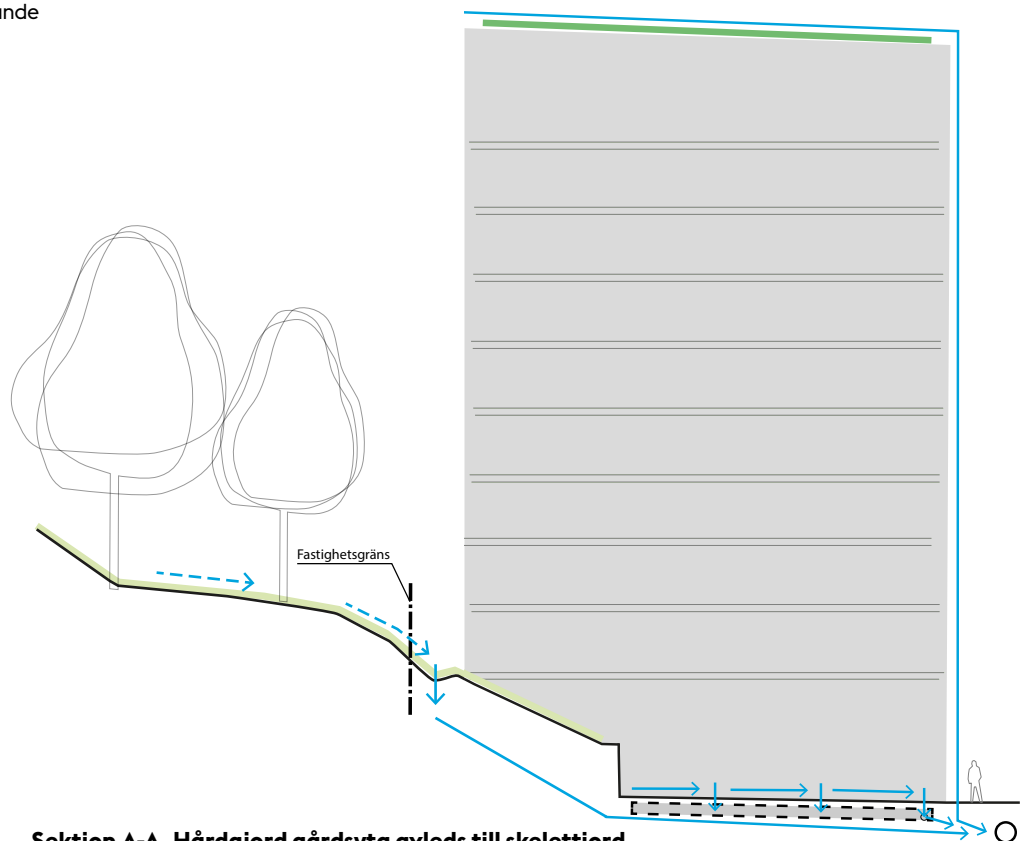
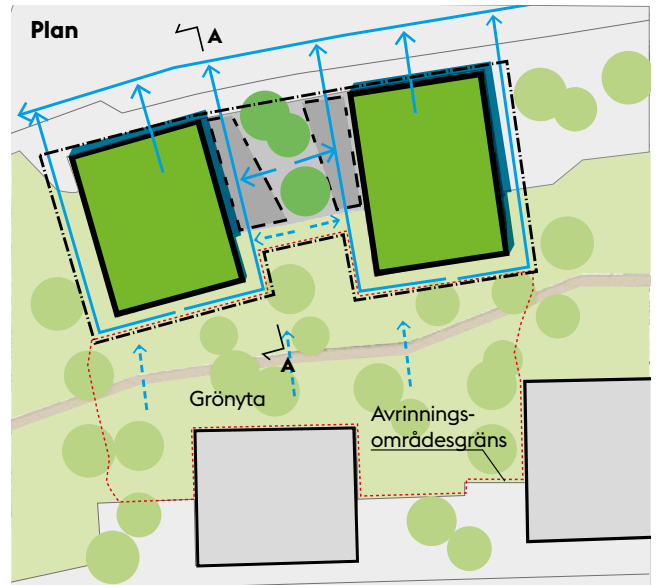
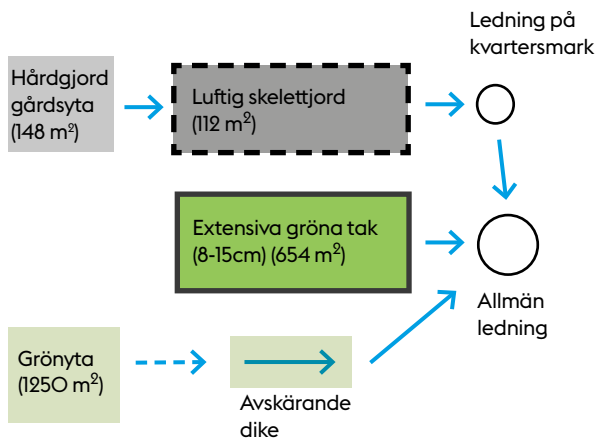
Sektion A-A. Tak samt hårdgjord gårdsyta avleds till skelettjord under hela gårdsytan.

Punkthus 4a

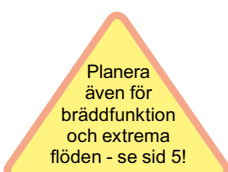
Systembeskrivning

I detta exempel är gårdsytan minimal. Fastighetsgränsen ligger nära fasadliv. Framkomlighet till entréer samt behov av exempelvis cykelparkeringar gör att en stor del av gårdsytan behöver vara hårdgjord.

- Luftig skelettjord klarar att magasinera 20 mm nederbörd från gårdsytor (inklusive yta ovan skelettjord).
- Extensiva gröna tak klarar att magasinera 20 mm och avvattnas till ledning.
- Grönytan lutar in mot den bebyggda ytan, och avleds runt fastigheten i ett avskärande dike.



Sektion A-A. Hårdgjord gårdsyta avleds till skelettjord under del av gårdsyta. Extensiva gröna tak avleds direkt till allmän ledning.

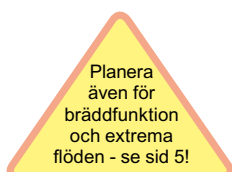
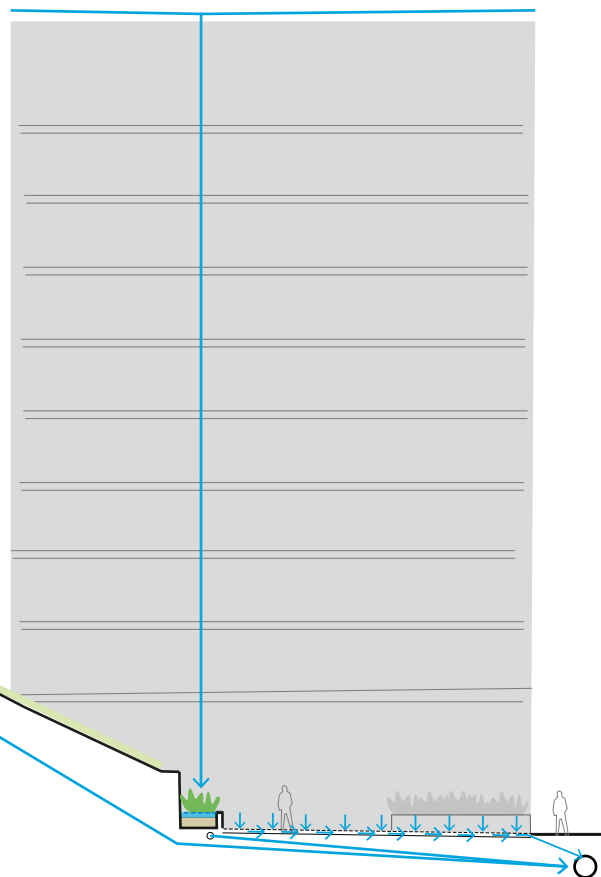
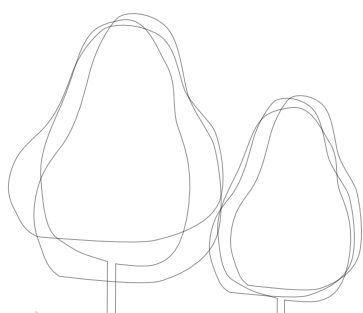
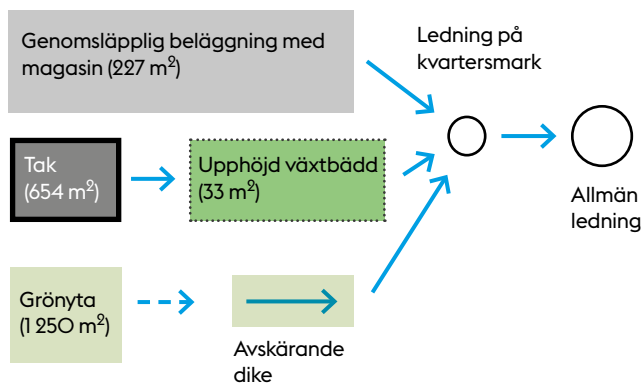
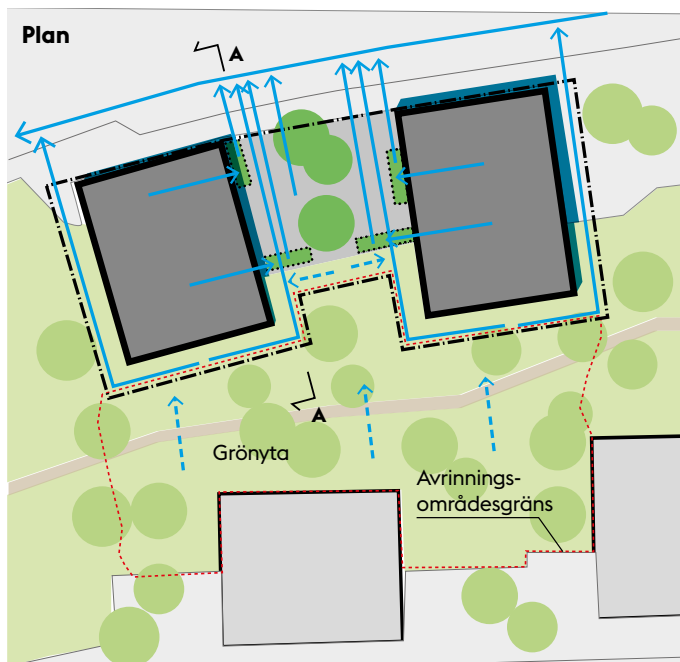


Punkthus 4b

Systembeskrivning

I detta exempel är gårdsytan minimal. Fastighetsgränsen ligger nära fasadliv.

- Tak avrinner till upphöjda växtbäddar där planteringsytan är något nedsänkt.
- Växtbädden ligger innanför fastighetsgräns.
- Gården har en beläggning med genomsläppliga fogar på luftigt bärlager, för fördröjning och rening.
- Växtbäddar och luftigt bärlager under gårdsytan klarar att magasinera 20 mm nederbörd.
- Grönytan lutar in mot den bebyggda ytan, och avleds runt fastighet.



Sektion A-A. Takvatten leds till upphöjda växtbäddar där planteringsytan är något nedsänkt. Genomsläpplig beläggning med magasin i luftigt bärlager tar hand om gårdens vatten.

Arbetet med att ta fram dessa riktlinjer har genomförts av :

Ulf Mohlander	Stockholms stad, Miljöförvaltningen
Virginia Kustvall Larsson	Stockholms stad, Stadsbyggnadskontoret
Teresia Skönström	Stockholms stad, Exploateringskontoret
Lena Strand	Stockholms stad, Trafikkontoret
Eva Vall, projektledare	Stockholm Vatten VA AB

Underlagsmaterialet har tagits fram av konsultföretaget WRS i samarbete med SP Urban Water och SEs Landskap

Omslagsbild: Emilie Zetterström Layout: My Laurell AB Illustrationer, kvarterstyper: Sofia Eskilsdotter

The background image shows a parking lot with several cars parked in rows. In the foreground, there are tall grasses and some red-leafed shrubs. In the background, there are trees with autumn foliage and some houses. A blue rectangular box is overlaid on the left side of the image, containing the title text. A light blue rectangular box is overlaid on the right side of the image, containing the year '2016'.

Dagvattenhantering Riktlinjer för parkeringsytor

2016



Stockholms
stad

I samband med att Stockholm växer och bostadsbyggandet ökar behöver vi inom staden höja ambitionerna för hantering av vår gemensamma miljö. I detta arbete är dagvattnet en av flera viktiga faktorer. I mars 2015 beslutade kommunfullmäktige om en ny dagvattenstrategi: "Vägen mot en hållbar dagvattenhantering". Strategin utgör en grund och viljeinriktning för stadens arbete med dagvatten. Den tar viktiga steg mot ett mer hållbart Stockholm som är ett av stadens prioriterade mål.

Med en framtida ökning av häftiga regn och ökad andel hårdgjorda ytor i staden är det av stor vikt att dagvatten tas om hand på ett välplanerat sätt. Att dagvattnets kvalitet förbättras är också viktigt för att uppfylla målen i stadens handlingsplan för god vattenstatus och för att kunna uppnå miljö-kvalitetsnormerna för vatten.

En förutsättning för att dagvattenhanteringen ska vara hållbar är att den uppfyller de miljökrav som uppställs, men även att dess investerings- och driftskostnader är proportionerliga med nyttan. För att åstadkomma detta behöver dagvattenfrågan, som andra grundläggande förutsättningar, beaktas i stadsbyggnadsprocessens alla skeden. Som ett stöd i det dagliga arbetet har därför konkreta och kortfattade riktlinjer och vägledningar utarbetats med utgångspunkt från målen i dagvattenstrategin och med stöd i denna. En åtgärdsnivå, vilken anger ett mått för lokalt omhändertagande vid ny- och större ombyggnation, utgör en bas för vägledningen.

Riktlinjerna använder åtgärdsnivån och innefattar exempelsamlingar med hållbara dagvattenlösningar för olika typer av markanvändning, till exempel parkeringsytor och kvartersmark. Därutöver finns checklistor och mått för dimensionering av anläggningar.

Med dessa stöddokument kommer nu stadens nya dagvattenstrategi att kunna tillämpas på ett konkret sätt i stadsbyggnadsprocessen och i den växande staden.

Stockholm xx månad 2016

Katarina Luhr

Miljöborgarråd, Stockholm stad

Innehåll

Bakgrund och syfte.....	4
Kategoriindelning av parkeringsytor	5
Principer för dimensionering och utformning.....	6
Ytbehov och magasinsegenskaper	8
Exempel på system för flödesutjämning och rening av dagvatten från parkeringsytor	9

Bakgrund och syfte

Dessa riktlinjer ska ge stöd för arbetet med att skapa en hållbar hantering av dagvatten från Stockholms parkeringsplatser.

Läs mer

[Dagvattenstrategi – Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering.](#)

Riktlinjerna har tagits fram i samarbete mellan Stockholm Vatten och stadens tekniska förvaltningar. De ligger i linje med Stockholms dagvattenstrategi (beslutad i kommunfullmäktige i mars 2015), ”Dagvattenstrategi. Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering”.

Dagvattenstrategin håller fokus på vattenkvalitet samtidigt som den lyfter fram principer dels för att i större utsträckning nyttiggöra dagvattnet och dels för att hantera de utmaningar som uppstår genom ett förändrat klimat i en allt tätare stad. Strategin gäller vid all om- och nybyggnation, och för åtgärder i befintlig miljö.

Syftet med riktlinjerna

Riktlinjerna ska utgöra ett konkret stöd i arbetet med att skapa en hållbar hantering av dagvatten vid Stockholms parkeringsplatser. Det är en av flera åtgärder för att uppfylla lagkrav och nå målen i stadens dagvattenstrategi. Riktlinjerna gäller vid nybyggnation och större ombyggnadsprojekt.

Läsanvisning

Materialet riktar sig i första hand till planerare och exploatörer, samt till konsulter som tar fram underlag för planering och exploatering. Riktlinjerna ska ge stöd för dimensionering och val av tekniklösningar. Riktlinjerna bör användas redan i tidiga skeden av planprocessen så att valet och utformningen av dagvattensystem kan påverka planen. En hållbar dagvattenhantering är bland annat beroende av en korrekt höjdsättning. Det kan även vara nödvändigt att anvisa platser för utjämning och rening redan när planarbetet inleds.

Avgränsning

Riktlinjerna gäller för parkeringsplatser på kvartersmark och allmän plats, med undantag för gaturummet. Parkeringsytor i gaturummet hanteras inom ramen för gatudagvattnets omhändertagande.

Dessa riktlinjer gäller för alla typer av markförlagda parkeringsplatser. Den kategoriindelning som har gjorts utgår från förväntad fordonsrörlighet vilket påverkar föroreningsgraden.

Läs mer

[Grunderna för riktlinjerna redovisas i PM – Föroreningar i dagvatten från parkeringsplatser.](#)

Kategoriindelning av parkeringsytor

Behovet av åtgärder för att hantera dagvatten från parkeringsplatser beror främst på hur de trafikeras, men också på deras storlek.

Riktlinjerna är indelade i tre huvudkategorier där kategori I har lägst förekomst av föroreningar och kategori III högst (se PM – föroreningar i dagvatten från parkeringsplatser).

Kategori I. Parkering för boende

Bilarna står ofta minst ett dygn innan de flyttas.

Kategori II. Arbetsplats- och pendlarparkering

Bilarna står ofta över dagen, de anländer på morgonen och lämnar under eftermiddag/kväll.

Kategori III. Handels- och verksamhetsparkering

Här förekommer normalt flera trafikrörelser per parkeringsruta och dag.

Så här används kategoriindelningen

Parkeringsytor kan ibland trafikeras på olika sätt under dygnet, beroende på vilka verksamheter som använder dem; exempelvis som kontors- eller leveransparkeringar på dagen och som bostadsparkeringar på natten. Det är den högsta av kategorierna, det vill säga den med flest trafikrörelser, som ska styra val av dagvattensystem.

Även storleken på parkeringsplatsen är av betydelse; en stor parkeringsplats kommer, jämfört med en mindre, att belasta en nedströms liggande sjö, vattendrag eller kustvatten med en större mängd föroreningar.

Storleken kommer därför att spela roll vid val av teknik, se vidare under teknikval.

Parkeringshus

Dagvatten från parkeringshus ska enligt Stockholm Vattens anvisningar vara anslutna till spillvattennätet (eller utformas utan brunnar). Om det översta däckat saknar tak ska dagvattnet därifrån antingen hanteras lokalt inom parkeringsplatsen eller i dagvattenanläggningar som ligger i anslutning till parkeringshuset. Det dagvatten som kvarstår efter lokalt omhändertagande kan i båda fallen ledas till dagvattennätet.

Läs mer

[Ytterligare detaljer om hur indelningen gjorts redovisas i PM – Föroreningar i dagvatten från parkeringsplatser.](#)

Läs mer

[Stockholm vattens riktlinjer för garage under tak.](#)

Principer för dimensionering och utformning

Det finns en rad lösningar för att fördröja och rena dagvatten från parkeringsytor. Anläggningarna ska utformas och dimensioneras så att en hållbar dagvattenhantering uppnås. Ibland krävs en kombination av tekniker för att nå målet.

Läs mer

Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholms stad.

Reningskrav

Miljö kvalitetsnormer för vatten ska enligt miljöbalken följas i sjöar, vattendrag och kustvatten. Stockholms stad arbetar med att omsätta lagkraven i riktlinjer och har bedömt att föroreningsmängderna i dagvattnet behöver minska med cirka 70–80 procent för att miljö kvalitetsnormerna ska kunna följas.

Dimensionering

I genomsnitt faller cirka 550 mm nederbörd per år i Stockholm. En stor del, 450–500 mm, rinner av som dagvatten från hårdgjorda ytor.

Genom att dimensionera dagvattenanläggningar för 20 mm nederbörd skapas en renings- och fördröjningseffekt för 90 procent av årsnederbörden. Det är också viktigt att anläggningarna utrustas med bräddfunktion för att hantera de fåtaliga regn som ger flöden över 20 mm.

Grundprincipen är att dagvatten som uppstår på parkeringsytor ska renas och fördröjas på eller i anslutning till dessa ytor.

Viktig fördröjning ger rening

Målet är att minska föroreningsbelastningen från stadens dagvatten med i storleksordningen 70–80 procent. För att nå det målet måste en mycket stor andel, cirka 90 procent av dagvattnets årsvolym fördröjas och renas. Fördröjande steg som klarar att magasinera 20 mm nederbörd kan fånga den volymen och motsvarar åtgärdsnivån för dagvatten i Stockholms stad.

Enligt åtgärdsnivån ska dagvattenanläggningar dimensioneras med en våtvolym på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolymen utformas som en permanentvolym eller en volym som avtappas under cirka 12 timmar via ett filtrerande material. Avsteg från åtgärdsnivån kan medges i särskilda fall, se Åtgärdsnivå för dagvatten.

Det är viktigt att dagvattenanläggningarna utrustas med bräddfunktion så att även flöden som överskrider 20 mm kan hanteras. Lokal fördröjning av dagvattnet bidrar med robusthet och viktiga säkerhetsmarginaler i stadens dagvattenförande system.

Teknikval

I första hand bör en eller en kombination av nedanstående tekniker användas för utjämning och avskiljning av föroreningar för alla tre kategorierna av parkeringsytor.

- genomsläpplig beläggning
- infiltration i grönyta
- infiltration i skelettjord (med träd där dagvatten leds till jordblandad skelettjord)
- nedsänkt växtbädd
- infiltrationsstråk

Teknikerna ovan ska väljas i första hand för att de effektivt avskiljer föroreningar i partikelform och också har en renande effekt på lösta föroreningar. Dessutom bidrar de med grönska i stadsmiljön och dagvatten kan nyttiggöras som en resurs. Andra tekniker som kan övervägas redovisas i exempelsamlingen på sid 10-23.

Om andra tekniker än förstahandsalternativen ovan väljs för parkeringsytor i kategori II ska Miljöförvaltningen kontaktas för att ge besked om valda lösningar ger en tillräcklig reningseffekt för halterna av lösta föroreningar. Statusen i de recipienter som kommer att ta emot dagvattnet har betydelse för reningsbehoven.

Vald teknik för handels- och verksamhetsparkeringar, kategori III, ska klara att avskilja lösta föroreningar. Samma gäller för parkeringsytor som trafikeras av tunga fordon. Där det finns behov av skyddsåtgärder mot utsläpp vid olycka ska dessutom en teknik väljas som ger möjlighet att begränsa och sanera utsläpp.

Viktigt vid systemutformning för dagvattenhantering

- Hanteringen ska omfatta dagvatten från hela parkeringsytan.
- Vid extrema dagvattenflöden som överstiger anläggningens kapacitet ska det finnas bräddmöjlighet och säkrade avrinningsvägar till ytor med kapacitet att omhänderta avrinningen.
- Drift och underhåll av både parkeringsplats och dagvattensystem ska kunna bedrivas rationellt, det ska exempelvis vara möjligt att avlägsna sediment på ett enkelt sätt.
- I mark som är förorenad ska infiltration av dagvatten undvikas. I de fall en parkering ska anläggas på förorenad mark ska Miljöförvaltningen kontaktas.
- Infiltration till grundvattnet bör undvikas i de fall marken har hög genomsläpplighet och dagvattnet är förorenat. Samråd bör ske med Miljöförvaltningen om en sådan lösning ändå är aktuell.
- Inom Östra Mälarens vattenskyddsområde gäller, utöver dessa riktlinjer, särskilda skyddsföreskrifter att anpassa dagvattenhanteringen efter.

Att tänka på

I många fall går det att åstadkomma effektiv dagvattenrening med relativt små medel. Genom att ta i anspråk ett fåtal parkeringsplatser kan exempelvis möjligheterna att skapa en hållbar dagvattenhantering öka väsentligt.

Ytbehov och magasinsegenskaper

Tabell 1 kan användas för att uppskatta ytbehov och magasinsegenskaper för de dagvattenlösningar som presenteras i exempelsamlingen på sid 10–23. Infiltrationsstråk, grönytor och skelettjord med träd kan placeras i ytor som normalt inte används av parkerade fordon, till exempel i utrymmet mellan bilar som står parkerade nos mot nos, eller andra outnyttjade ytor. Ytbehovet för en nedsänkt växtbädd motsvarar cirka sex procent av parkeringsytan vilket är en till två p-rutor på en parkeringsplats för 20 bilar. På en helgrusad parkering kan ett sju cm gruslager tillgodose magasinets behovet.

Tabell 1. Magasinsegenskaper och ytbehov för anläggningstyper dimensionerade för 20 millimeters magasinvolym.

Anläggningstyp	Magasinsegenskaper och ytbehov				
	Antaget djup ¹ (m)	Antagen porositet (%)	Antaget ytmagasin ² (mm)	Antagen infiltrationshastighet (mm/h)	Ytbehov (m ² /100 m ² avrinningsyta)
Genomsläpplig asfalt ³	0,2	30	0	10-200	33
Grusad yta ³	0,5	30	0	10-200	13
Infiltration i grönyta (gräsyta)	0,2	15	10	10	50
Infiltration i skelettjord	0,5	10	500	10	4
utan ytmagasin	0,5	10	0	10	40
Nedsänkt växtbädd	0,5	15	300 ⁴	10	5
utan ytmagasin	0,5	15	0	10	27
Infiltrationsstråk	0,5	30	20	10	12
Makadamdike	0,5	15	500	1 000	3
Magasin under mark	1	100	0	0	2 ⁵
Damm	1	100	0	0	2

1. Avser det djup på det porösa lagret som använts för att räkna ut ytbehov. Anläggningarna kan utformas med andra djup. Med ett större djup minskar ytbehoven.
2. Ytmagasin krävs i vissa anläggningstyper för att vatten ska hinna infiltrera. Med antaget ytmagasin avses det vattendjup som kan ställas över markytan.
3. Genomsläppliga beläggningar kan i regel ingå i parkeringsytan.
4. Ytmagasinet kan göras något djupare och ytbehovet minskar då.
5. Avser ytbehov under mark. Tar ingen yta över mark i anspråk.



Foto: WRS

Exempel på system för flödesutjämning och rening av dagvatten från parkeringsytor

Genomsläpplig beläggning	10
Infiltration i grönyta.....	12
Infiltration i skelettjord (med träd).....	14
Nedsänkt växtbädd	16
Infiltrationsstråk	18
Makadamdike.....	19
Magasin under mark.....	20
Dammar	21
Brunnsfilter	22
Oljeavskiljare	23



Foto: WRS



Foto: WRS

Att tänka på

Infiltrationskapaciteten begränsar ibland möjligheten att fånga upp och utjämna ett regn.

Ytmaterial med begränsad infiltrationskapacitet kan därför behöva överdämmas under en tid för att vattnet ska hinna ner i magasinet under. Det är viktigt att ha detta i åtanke när ytan projekteras.

Förstärkningslager och bärlager måste ha en god porositet och får inte innehålla nollfraktion.

Tekniken lämpar sig bäst för parkeringsytor i kategori I och II eftersom risken för igensättning ökar med ökad trafikintensitet.

Genomsläpplig beläggning

Beskrivning

Olika typer av vattengenomsläpplig beläggning kan användas som alternativ till asfalt. Några exempel: grus, beläggning med hålstén, plastraster, beläggningar med genomsläppliga fogar, genomsläpplig asfalt och genomsläpplig betong.

Fördelar

Vatten kan infiltrera direkt i parkeringsplatsen (eller i den del av parkeringsplatsen som har en genomsläpplig beläggning). Det är möjligt att skapa ett magasin i fyllningen under beläggningssytan. För att magasinera 20 millimeter nederbörd krävs mindre än 10 centimeter porös makadamfyllning under ytan. Avskiljningen av föroreningar är hög tack vare sedimentation, filtrering och fastläggning.

Nackdelar

Många genomsläppliga beläggningstyper kräver underhåll för att inte sätta igen. Vissa genomsläppliga beläggningar, exempelvis betonghålstén, tål inte belastning från tyngre fordon om de anläggs på sättsand utan nollfraktion* (vilket är ett krav för god genomsläpplighet). Genomsläpplig asfalt tål tung trafik.

Drift

Underhåll sker på olika sätt beroende på vilken typ av beläggning som väljs. Exempel på underhåll är gräsklippning, ogrärensning och högtrycksspolning i kombination med vakuumsugning och utbyte av igensatt fogmaterial. Fastlagda föroreningar kan frigöras vid rengöring med högtrycksspolning. Därför bör spolning ske i kombination med uppsamling. Rasterytor med gräs kan vara svårare att underhålla då de inte kan vakuumsugas. Vid halkbekämpning är det viktigt att använda en sandfraktion som inte sätter igen beläggningen.

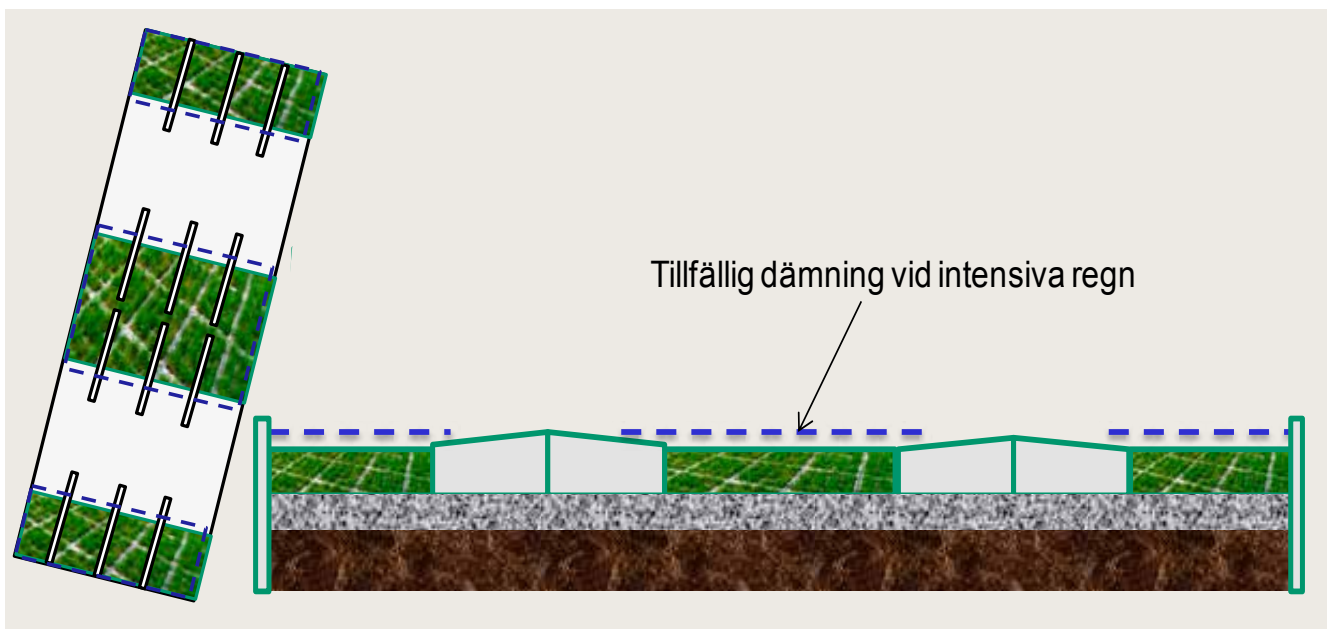
* Nollfraktion är mycket finkornigt material. Krossad sten eller grus med nollfraktion får låg porositet och infiltrationskapacitet på grund av att det fina materialet fyller hålrummen mellan de större partiklarna.

Foton: WRS



Exempel på genomsläpplig beläggning. Till vänster marksten och gräsförsedd rasteryta (betonghålstén), till höger permeabel asfalt och rasteryta.

Illustration: WRS



Parkeringsplats med genomsläpplig beläggning på del av ytan. Ytan ges en svag lutning mot områden med genomsläpplig beläggning, där kortvarig dämning kan tillåtas vid kraftiga regn.

Att tänka på

För att infiltrationen skall bli effektiv bör lutningen på en gräsyta inte överstiga fem procent.

För att undvika erosion och gynna fastläggning bör vatten avledas till gräsytan på bred front. Genom att tillåta tillfällig överdämning av ytan hinner mer vatten infiltrera.

Infiltration i grönyta

Beskrivning

Infiltration i grönyta innebär att vatten från ytan av en hårdgjord parkeringsplats avleds till en angränsande grönyta, till exempel en gräsmatta eller naturmark. Grönytan byggs antingen upp med en väl-dränerad överyta som har hög infiltrationsförmåga, eller, om jorden är tätare, som en skålformad yta där vatten tillfälligt kan bli stående och sakta infiltrera. Om flödesbelastningen är låg kan ytan anläggas som en vanlig gräsmatta (se nedre bilden).

I Tyskland används en markuppbyggnad som kallas schotterrasen. Ytjorden består då av en sten (90 procent) och kompostblandning (10 procent). En sådan yta tål hög belastning och har hög infiltrationskapacitet även efter en längre tid när gräset etablerats. Ett alternativ för att skapa en överbyggnad med hög infiltrationsförmåga är att använda sand som huvudkomponent i det jordlager som ligger närmast gräsytan. I båda fallen bör det finnas ett lager av sorterat, grovkornigt material underst för att säkerställa god dränering. En konstruktion av detta slag får, till skillnad från jordar med fina partiklar, låg vattenhållande kapacitet och kan under torra perioder behöva bevattnas.

Fördelar

Tekniken bidrar med grönska i stadsmiljön avskiljer partikelbundna föroreningar och ger även förutsättningar för avskiljning av lösta föroreningar. Anläggningskostnaden är låg.

Nackdelar

Grönytor med låg infiltrationskapacitet är relativt ytkrävande och känsliga för slitage. Väl-dränerade grönytor (som beskrivs ovan) lämpar sig sämre som rekreationsytor. Det finns risk för att infiltrationskapaciteten försämras successivt genom att sedimentterande partiklar täpper igen ytan. Gräsvegetation med tät rotfilt är gynnsamt för infiltrationskapaciteten.

Drift

I många fall krävs endast vanlig parkskötsel. På lång sikt och om föroreningar ackumuleras i den övre markprofilen kan denna behöva bytas ut.

Foto: Örjan Stål



En grönyta av typ "schotterrasen".

Foto: WRS



En svagt sluttande, vanlig gräsyta vid en parkeringsplats.

Att tänka på

För att förbättra skelettjordars förmåga att fördröja och infiltrera dagvatten bör endast den del av skelettjorden som ligger närmast träden innehålla nedvattnad jord.

Skelettjorden längre bort från träden kan anläggas som en luftig skelettjord vilket ökar magasinvolymen.

Dagvatten kan också via rensbrunn föras till den luftiga skelettjorden.

Infiltration i skelettjord (med träd)

Beskrivning

Skelettjord är en teknik för att ge trädens rötter utrymme och tillgång till både luft och vatten i stadsmiljön. Tekniken är utvecklad för att tillgodose trädens behov, men skelettjorden (grov makadam) kan också fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten. Vatten tillförs ofta via kombinerade luftnings- och dagvattenbrunnar.

Det är viktigt att skilja på vanlig skelettjord och luftig skelettjord. Vanlig skelettjord har ett luftigt bärlager överst, men låg porositet i själva skelettjorden (cirka 10 procent) eftersom den innehåller nedvattnad jord (se bilden till höger). Luftig skelettjord innehåller ingen nedvattnad jord och har en porositet på över 30 procent.

Fördelar

Träd i anslutning till parkeringsytor bidrar med grönska i stadsmiljön. Träden fångar också upp nederbörden, och en del kan avdunsta direkt vilket ger minskad avrinning. Dagvattnet blir en tillgång för träden och trädens upptag av vatten ger också minskad avrinning.

Om dagvattnet leds till en jordblandad skelettjord ökar möjligheterna att avskilja både partikelbundna och lösta föroreningar.

Nackdelar

Skelettjordar som innehåller nedvattnad jord får en låg infiltrations- och volymkapacitet eftersom porvolymen blir låg i makadamskärven, knappt 10 procent. Det är i det luftiga bärlagret (stenfraktion 32–64 millimeter) en traditionell skelettjord kan infiltrera och fördröja dagvatten. I detta lager kan porvolym uppgå till 40 procent

Drift

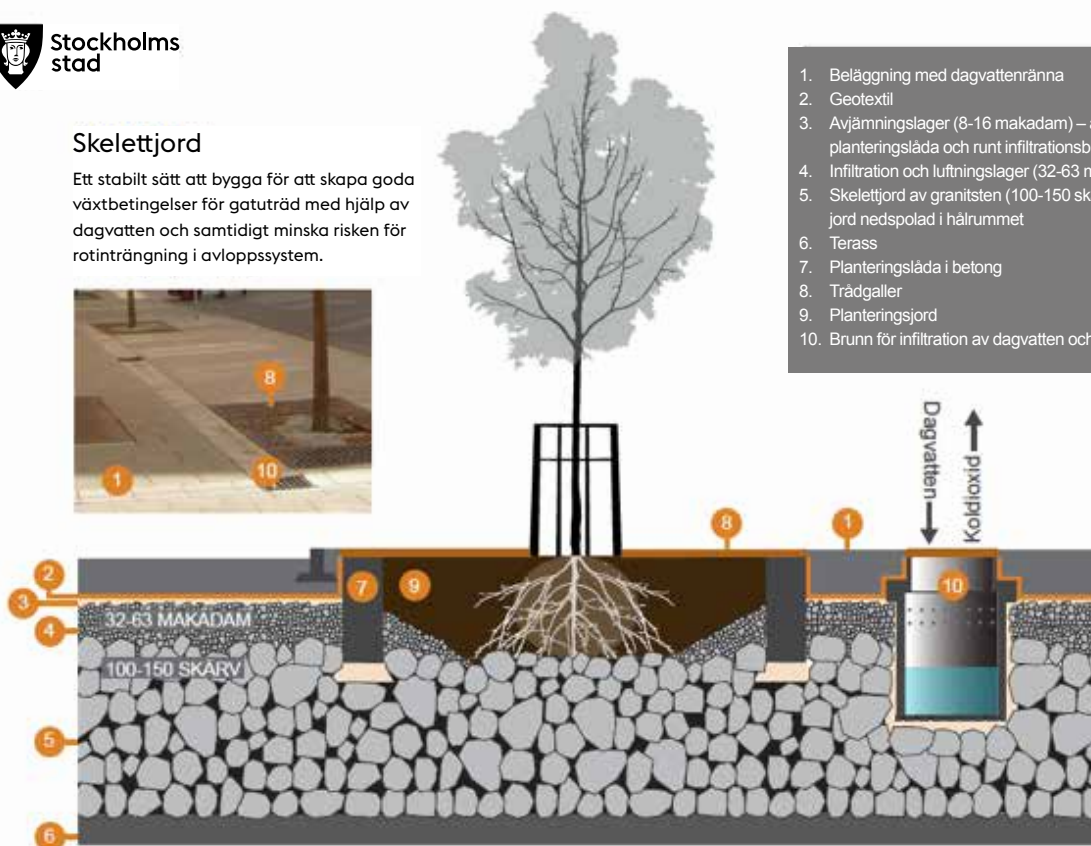
Där skelettjordar ligger under tät beläggning krävs årligen återkommande rensning av brunnar, motsvarande behovet för vanliga rännstensbrunnar.

Skelettjord

Ett stabilt sätt att bygga för att skapa goda växtbetingelser för gatuträd med hjälp av dagvatten och samtidigt minska risken för rotinträngning i avloppssystem.



1. Beläggning med dagvattenränna
2. Geotextil
3. Avjämningsslager (8-16 makadam) – även under planteringslåda och runt infiltrationsbrunn
4. Infiltration och luftningslager (32-63 makadam)
5. Skeletjord av granitsten (100-150 skärv) med jord nedspolad i hålrummet
6. Terrass
7. Planteringslåda i betong
8. Trädgaller
9. Planteringsjord
10. Brunn för infiltration av dagvatten och gasutbyte



Exempel på en vanlig skelettjord med nedvattnad jord. illustrationen är hämtad från Stockholms trädhandbok.

Att tänka på

Nedsänkta växtbäddar har utvecklats i områden med relativt hög och frekvent nederbörd. I områden med lägre årsnederbörd kan anläggningarna bli torrlagda under längre perioder. Växterna som används måste klara sådana förhållanden.

Det är viktigt att jordmaterialet i växtbädden har en sammanställning som minimerar risken för näringsläckage och ger hög avskiljning av lösta föroreningar.

Vid anläggningar med ytliga inlopp behövs erosionsskydd.

Nedsänkt växtbädd

Beskrivning

Nedsänkta växtbäddar är planteringsytor dit dagvatten leds, antingen genom ytavrinning, eller via brunnar och ledningar. Nedsänkningen skapar en utjämningsvolym. Reningen uppstår när dagvattnet sedan infiltrerar genom ett lager grov sand under växtbädden. I botten av växtbädden ska det finnas ett lager makadam med dräneringsrör.

Fördelar

Tekniken bidrar med grönska i stadsmiljön och avskiljer fasta föroreningar effektivt. Genom att välja en jord med goda sorptions-egenskaper kan även lösta föroreningar avskiljas. Nedbrytning av oljerester sker också effektivt i jorden.

Nackdelar

Anläggningarna tar relativt stor yta i anspråk vilket blir en nackdel om avsikten inte är att även tillföra platsen grönska. Skötselkostnaderna för att upprätthålla önskade estetiska värden och för att undvika igensättning av inlopp och överyta motsvarar ungefär skötselkostnaderna för en robust plantering med fleråriga växter.

Drift

Regelbunden bevattning krävs när själva växtbädden etableras. Sedan krävs underhåll i form av inspektion och rensning av inlopp och rensning av ogräs. Sedimentfång vid inloppet till växtbädden kan reducera sedimentmängden. Vid igensättning och försämrad infiltration kan bäddens ytlager behöva luckras eller bytas ut.

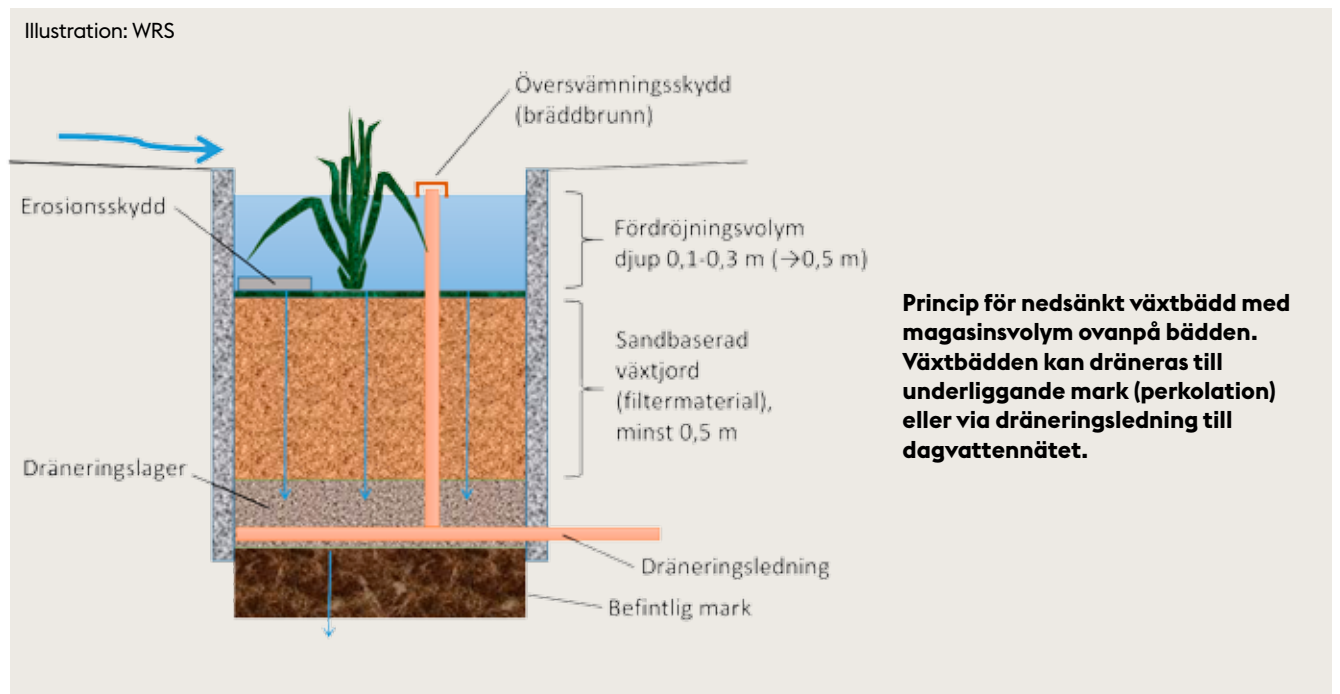
Foto: Stockholm Vatten



Foto: WRS



Nedsänkt växtbädd kallas också biobädd eller regnträdgård (rain garden eller bioretention cells på engelska). I praktiken är det en nedsänkt planteringsyta. Växtbädden på bilden till höger tillförs vatten via en ledning från rännstensbrunnen.





Två exempel på utformning av infiltrationsstråk. Det vänstra exemplet har en stor magasinvolym i själva diket. I det högra exemplet syns en bräddbrunn som är placerad några decimeter över dikets botten.

Att tänka på

För ett effektivt utnyttjande bör lutningen i längsled vara två till fem promille. Lutar marken mer kan infiltrationsstråken sektioneras så att dagvatten magasineras i brantare partier.

För att vattnet ska kunna rinna ut över infiltrationsstråket ska gräsytan ligga cirka fem centimeter lägre än angränsande hårdgjord yta.

Infiltrationsstråk

Beskrivning

Infiltrationsstråk är diken som töms genom att vatten infiltrerar i en markprofil, ofta ner till en underliggande dräneringsledning som ansluter till dagvattennätet.

Fördelar

Infiltrationsstråk bidrar med grönska i stadsmiljön, utjämnar flöden och avskiljer föroreningar. Infiltration genom markprofilen ger förutsättningar för god avskiljning av både partikelbundna och lösta föroreningar.

Nackdelar

Infiltrationsstråken är utrymmeskrävande både i bredd- och djupled om de ska kunna fördröja större vattenmängder. Volymen och infiltrationskapaciteten i överytan försämras över tid genom att löv, sopsand och skräp samlas i svackan. Dikena kan då upplevas som fula. Det är mer tidskrävande att sköta infiltrationsstråk i lutning och de ger en sämre arbetsmiljö för den som kör skötselfordonet.

Drift

Gräset i infiltrationsstråken behöver klippas. Ytan måste hållas fri från skräp, löv och sopsand för att volym och infiltrationskapacitet ska kunna bibehållas.



Tre exempel på utformning av makadamdiken. Till vänster en körbar yta med betonghålsten (med makadamdike under), i mitten inlopp till diket genom en kantsten med hål och till höger en ej körbar överyta.

Att tänka på

Det får inte finnas någon nollfraktion i det material som används (finkornigt material som minskar vattengenomsläppligheten).

Magasinsvolymen kan ökas väsentligt om parkeringsytan i direkt anslutning till diket anläggs med ett poröst förstärknings- och bärlager.

För att avskilja lösta föroreningar kan makadamdiket behöva kompletteras med filter eller annan teknik.

Makadamdike

Beskrivning

Makadamdiken är diken fyllda med makadam, det vill säga krossad och storlekssorterad sten utan nollfraktion. För att erhålla ett sedimentationsmagasin under dräneringen och gynna infiltration anläggs diket ofta med en dräneringsledning en till två decimeter över dikets botten.

Fördelar

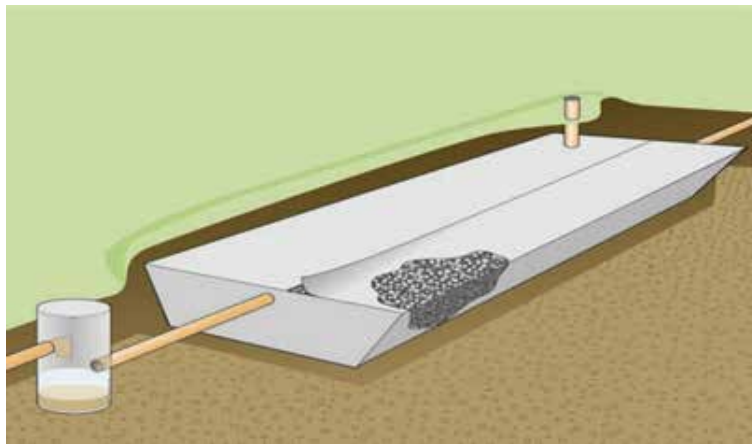
Dikena tar lite plats i anspråk och kan även vara en del av körytan (se bilden till vänster). Diket fungerar som utjämningsmagasin och avskiljer föroreningar främst genom sedimentation.

Nackdelar

Effekten på lösta föroreningar är sannolikt sämre än i system där vatten tränger ner genom en jordprofil. Olika typer av skräp fastnar lätt mellan stenarna. Dikena blir efterhand bevuxna med ogräs och busksly. De kan vara svåra att beträda.

Drift

Dikena behöver hållas rena från skräp och växtlighet.



Två exempel på magasin under mark. Till vänster ett så kallat rörmagasin och till höger ett makadammagasin.

Att tänka på

Om magasinet utförs som en otät konstruktion måste grundvattennivån vara känd och på en sådan nivå att grundvattnet inte fyller upp magasinet. Magasin som anläggs i genomsläpplig mark bör förses med tät botten för att motverka grundvattenförorening.

Magasinen behöver dimensioneras för att tåla last, till exempel trafik. Täta magasin måste även tåla lyftkrafter.

Magasin som förses med rensbart sandfång i inloppet kräver mindre underhåll och håller längre. Det är en fördel om magasinet är tömningsbart.

Magasinen kan behöva kompletteras med någon typ av filter på utloppssidan eftersom de framförallt skiljer av partikelbundna föroreningar.

Magasin under mark

Beskrivning

Underjordiska fördröjningsmagasin kan anläggas med hjälp av platsgjutna eller prefabricerade betongkonstruktioner, rör i grova dimensioner, plastkassetter eller som makadammagasin. Porositeten är cirka 30 procent i makadammagasin, cirka 90 procent i kassettmagasin och 100 procent i magasin av plaströr eller betong.

Fördelar

Magasinen kan placeras under parkeringsytor eller grönytor och tar liten markyta i anspråk.

Nackdelar

Magasin i mark avskiljer framförallt partikelbundna föroreningar och är relativt dyra att anlägga. De tillför ingen grönska i stadsmiljön.

Drift

Regelbunden rensning av sandfång vid inloppet och skötsel av filter på utloppssidan där sådana finns. Tömning av sediment i tömningsbara magasin.



Dagvattendammar kan se väldigt olika ut. Dammen till vänster har anpassats till naturmiljön medan den till höger är ett arkitektoniskt tillskott i stadsmiljön.

Att tänka på

För att dammen ska få en flödes-utjämnande funktion behöver nivån kunna fluktuera och avtappningen vara begränsad.

En långsmal damm med inledande djupzon är att föredra för att minska vattnets flödes hastighet, gynna sedimentation och underlätta rensning. Utformningen är av största betydelse för att få önskad effekt i dammen.

Ett utlopp under vattenytan är att föredra då flytande föroreningar som olja hålls kvar i dammen och syrebrist förhindras genom att bottenvattnet hålls i rörelse.

Dammar

Beskrivning

Reningen av dagvatten i dammar sker främst genom sedimentation. Finns grundare, vegetationsklädda zoner i dammen fungerar de som filter som fördelar flödet och gynnar vattenrenande organismer. Optimal dammstorlek har visat sig vara omkring 1,5–2,5 kvadratmeter per 100 kvadratmeter hårdgjord tillrinningsyta.

Fördelar

Med rätt design kan en damm bidra med estetiska och biologiska värden. Rätt konstruerade dammar har en hög reningsförmåga för många föroreningar, främst de som är partikelbundna.

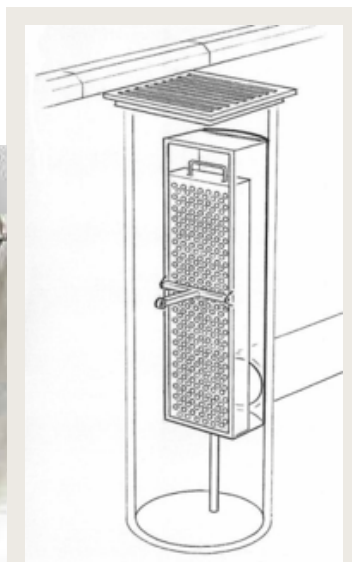
Nackdelar

Dammar i stadsmiljö kräver regelbunden skötsel för att de inte ska se skräpiga ut. Grumligt dagvatten ger en vattenmiljö som inte alltid upplevs som positiv (se bild till vänster). En damm kan också innebära en säkerhetsrisk om den är djup och har branta slänter.

Drift

Regelbunden skötsel av dammen krävs (skötsel av vegetation, tillsyn av tekniska detaljer, rensning av flytande skräp). Sedimenten bör rensas med ett antal års mellanrum, dessa år blir skötseln mer resurskrävande.

Foto och illustration: Flexiclean



Exempel på filter som kan monteras direkt i befintliga dagvattenbrunnar.

Att tänka på

Tekniken är främst aktuell för befintliga parkeringar och då i första hand där höga föroreningshalter kan förväntas. För att kunna använda filter i enlighet med dessa riktlinjer behöver de ingå i ett system som klarar att magasinera 20 mm nederbörd.

Brunnsfilter

Beskrivning

Brunnsfilter kan monteras i rännstensbrunnar. De lämpar sig därför bra för rening av dagvatten på befintliga parkeringsytor.

Fördelar

Tekniken kan enkelt appliceras på befintliga parkeringsytor.

Nackdelar

Om brunnsfilter ska fungera bra får flödet genom filtret inte vara för högt. De flest modeller är försedda med förbiledning (by-pass). Vid höga flöden passerar bara en del av flödet genom filtret.

Det finns flera leverantörer av filter på marknaden och filter för rening av olika typer av föroreningar. Erfarenheterna i Sverige av reningsfunktionen är ännu begränsade.

Drift

Filtermassan behöver bytas ut en eller flera gånger per år. Ett filterbyte går som regel fort, men kan kräva trafikavstängningar då brunnarna ofta ligger på parkeringsytan.



Att tänka på

För att kunna använda oljeavskiljare i enlighet med dessa riktlinjer behöver de ingå i ett system som klarar att magasinera 20 mm nederbörd.



Installation av en oljeavskiljare i plast.

Till vänster en lamelloljeavskiljare i betong, avsedd för att hantera höga flöden av dagvatten.

Oljeavskiljare

Beskrivning

Oljeavskiljare är i första hand utformade för att avskilja oljeföroreningar i vatten. Det finns olika typer av, och standarder för, oljeavskiljare. De är som regel designade för att avskilja olja i högre koncentrationer och har oftast en begränsad reningseffekt på andra ämnen.

Dagvatten från parkeringsytor innehåller som regel låga koncentrationer av olja. Halterna brukar ligga lägre än gränsvärdena för de halter av restolja som får släppas ut från oljeavskiljare. Oljeavskiljare lämpar sig därför framförallt som skydd mot tillfälliga utsläpp av olja.

Fördelar

Oljeavskiljare enbart avsedda för att skydda mot oljeutsläpp tar relativt liten yta i anspråk.

Nackdelar

Om oljeavskiljare ska fungera bra, och urspolning av olja undvikas, får flödet genom avskiljaren inte vara för högt. De flest modeller är försedda med förbiledning (bypass). Vid höga flöden passerar bara en del av flödet genom avskiljaren.

Oljeavskiljare har dålig reningseffekt på andra föroreningar. Eftersom de ofta göms under ett brunnslöck är det svårt att se när de är fulla, de kan därför behöva förses med larm.

Drift

Regelbunden tillsyn och underhåll (tömning) krävs.

Arbetet med att ta fram dessa riktlinjer har genomförts av :

Ulf Mohlander	Stockholms stad, Miljöförvaltningen
Virginia Kustvall Larsson	Stockholms stad, Stadsbyggnadskontoret
Teresia Skönström	Stockholms stad, Exploateringskontoret
Lena Strand	Stockholms stad, Trafikkontoret
Eva Vall, projektledare	Stockholm Vatten VA AB

Underlagsmaterialet har tagits fram av konsultföretaget WRS i samarbete med SP Urban Water och Viös

Omslagsbild: Joakim Pramsten Layout: My Laurell AB