



Anvisningar och principlösningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats



Upprättad av:

Agata Banach, Dagvattenstrateg, VA- och Avfallsenheten.

I samverkan med och granskat av:

Mats Haglund, Marie Edling landskapsarkitekter Nacka kommun.

Jan-Åke Axelsson och Maria Mårdskog, VA- och Avfallsenheten.

Helena Fälten, Exploateringsenheten.

Birgitta Held-Paulie, Miljöenheten.

Nina Lindberg, Planenheten.

Bild på framsidan framtagen av:

Christian Rydberg Dahlin, Planenheten.

Reviderad av

Maria Mårdskog och Jonas Wenström, Nacka vatten och avfall AB, samt Mats Haglund Nacka kommun.

Datum

2018-03-22

Version 3.0 (Tidigare benämnd "Riktlinjer och principlösningar för dagvattenhantering..")

Innehållsförteckning

1	Inledning	4
	Syfte	4
	Förutsättningar.....	4
	Omfattning och avgränsning.....	5
2	Bakgrund och metoder för dagvattenhantering	5
	Regnbäddar	6
	Skelettjordar	8
	Reningseffekten i regnbäddar.....	8
3	Dagvattensystemets uppbyggnad och ansvar	10
4	Anvisningar och principer	12
	Anvisningar för utformning av dagvattensystem.....	12
	Principer för kvartersmark.....	14
	Principer för gaturum i stadsbebyggelse.....	16
	Dimensioneringsdata för gaturum	22
	Principer för parker och torg	23
	Principer för hantering av överskottsvatten.....	24
5	Checklista för utformning av regnbäddar	25
6	Referenser	27

I Inledning

I föreliggande rapport presenteras de anvisningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats vilka gäller för flerbostadshus och verksamheter i Nacka.

Rapporten är i linje med kommunens fyra övergripande mål och stödjer särskilt målet Attraktiva livsmiljöer i hela Nacka, samt Nackas miljöprogram 2016-2030. Rapporten är kopplad till och tydliggör även andra strategi-, policy- och visionsdokument, i första hand Nackas dagvattenstrategi, Fundamenta – grunden för stadsbyggande i Nacka stad, Gatustandard – att bygga med moduler, och Grönytefaktor Nacka stad. Rapporten är en del av Nackas Tekniska handbok. VA-huvudman, Nacka kommunens VA-bolag Nacka vatten och avfall AB är kravställare och rådgivare.



Figur 1 Visionsbild tagen från Fundamenta – grunden för stadsbyggande i Nacka stad.

Syfte

Syftet med rapporten Anvisningar och principlösningar för dagvattenhantering:

- Är att underlätta, effektivisera och synkronisera stadsbyggnadsprocessen, samt kunna ställa konkreta och lika krav på dagvattenhanteringen i olika projekt.
- Är att skapa ett sammanhållande dokument för planering och genomförande av dagvattenfrågor.
- Är att ge en tydlig information om kommunens olika krav som gäller för planeringen av Nacka stad och utvecklingen av lokala centra i kommunen,
- Är att ge anvisningar och förslag på principlösningar för dagvattenhantering på både kvartersmark (även skolor, förskolor, idrottshallar) och allmän plats (som parkeringsytor).

Rapporten vänder sig i första hand till byggherrar, konsulter och kommunens tjänstemän och politiker.

Anvisningarna i rapporten är dimensionerande för dagvattenåtgärder på kvartersmark och allmän plats. För att säkerställa att anvisningarna följs ska Nacka kommun kunna hänvisa till rapporten i markanvisnings- och exploateringsavtal.

Förutsättningar

Nacka kommun ska genomföra sina översiktsplaner och detaljplaner så att de bidrar till att miljö kvalitetsnormerna (MKN) kan följas i enlighet med EU:s ramdirektiv för

vatten. Statusen på vattenförekomsterna i Nacka har en stor del av sin närings- och föroreningsbelastning från dagvatten. Att anvisningarna följs är därför en viktig förutsättning i arbetet med att uppnå God ekologisk och kemisk status. Samtidigt bidrar det även till att Nackas lokala miljömål kan följas.

Nödvändiga åtgärder ska redovisas i detaljplanernas planhandlingar och säkerställs genom avtal etc.

Omfattning och avgränsning

Rapporten fokuserar på utformningen av LOD-anläggningar i form av regnbäddar både på kvartersmark och på gator och allmän platsmark, vilket möjliggör en effektiv dagvattenhantering nära källan. Även andra lösningar, så som multifunktionella ytor och dagvattendammar omnämns för att säkerställa att fullgod rening uppnås. För dagvatten från befintlig kvartersmark, gator m.m. krävs rening ofta i låglänta områden nära recipienten.

Rapporten anger förutsättningar och dimensionering vid utformning av LOD, samt anvisningar hur mycket av dagvattenavrinningen som ska renas lokalt nära källan i olika LOD-anläggningar innan anslutning till va-huvudmannens ledningsnät.

För att klara MKN kan åtgärder för dagvatten utöver denna rapport bli aktuella. Varje projekt har sina förutsättningar och kraven i anvisningarna kan komma att skärpas om det föreligger behov av kompletterande rening med utgångspunkt från recipienten, den specifika markanvändningen eller verksamhetsutövningen. En viktig hållpunkt är att föroreningsbelastningen ut från ett planområde inte får öka när planen genomförs. Åtgärder kan i vissa fall även krävas utanför detaljplaneområdet för att kompensera för en ökad belastning. Avvikelser från anvisningarna ska motiveras av byggherren och granskas och godkännas av Nacka kommun och VA-huvudmannen.

Anvisningar i denna rapport och andra dokument kopplade till denna är levande dokument, vilket innebär att de kontinuerligt kommer att revideras. Klimatforskningens framskridande, nya kunskap och nya tekniker för dagvattenhantering ger ständigt nya skäl att ompröva kraven på hur dagvattenhantering ska utföras.

VA-huvudmannens anläggningar för rening, fördröjning och avledning beskrivs inte i anvisningarna.

2 Bakgrund och metoder för dagvattenhantering

Hållbar dagvattenhantering är ett sätt att möta klimatförändringen och behovet av att rena dagvatten, inte minst i Nacka stad som står inför en stor stadsutbyggnad med hög exploateringsgrad vilket kommer att leda till en snabbare avrinning, större dagvattenflöden och ökade föroreningsmängder. Men även i andra delar av Nacka har vi idag miljömässigt överbelastade sjöar och ledningsnät, vilket ställer ännu högre krav på den framtida dagvattenhanteringen i form av rening och fördröjning. EU's ramdirektiv för vatten från år 2000 reglerar att våra vattenförekomster ska uppnå god

ekologisk och vattenkemisk status senast till år 2027 och bedömningen görs utifrån miljö kvalitetsnormer (MKN). MKN uttrycker den kvalitet en viss vattenförekomst skall ha vid en viss tidpunkt.

Stora investeringar kommer att behöva göras för att minska de negativa konsekvenserna av föroreningsspridning och översvämningar. Dagvattenhanteringen är en fråga som berör många olika aktörer i olika skeden. Att många berörs innebär att ansvaret också delas mellan olika parter.

En viktig del i att utveckla Nacka Stad till en säker och attraktiv stad är att skapa en hållbar dagvattenhantering, som bygger på ett system där man efterliknar naturens egna sätt att rena och avleda dagvattnet. Utmaningen ligger i att på ett effektivt och väl anpassat sätt försöka utnyttja lokala möjligheter till att rena och sakta ner avrinningen. Regnbäddar är ett exempel på en internationellt väl beprövad metod som möjliggör trög avledning, vilket resulterar i lägre flöden och mindre utsläpp av föroreningar.

Regnbäddar

Regnbäddar är en typ av anläggning för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) som blir allt vanligare i Sverige och runt om i Europa. Det finns idag många olika sätt att benämna den här typen av anläggning även om funktion och principutformning är densamma som t.ex. raingarden, regngård, växtbädd, biofilter. Syftet med regnbäddar är att rena dagvatten genom biologiska, fysiska och kemiska reningsprocesser samtidigt som en mer naturlig hydrologisk balans kan erhållas.

Raingardens har bl.a. utvecklats i Portland, Oregon i USA under de senaste 20 åren genom tillämpningen av det så kallade "Green Street"-konceptet vars syfte ursprungligen var att lösa Portlands utbredda problem med översvämningar och föroreningsspridning från kombinerade avloppsnet där spillvatten och dagvatten leds i samma ledning.

Regnbäddar utgörs av nedsänkta planteringsytor som kan ta emot dagvatten från omgivande tak- och markytor. Om växtbädden är nedsänkt kan det även skapas en tillgänglig utjämningsvolym ovanpå växtbäddens yta. Den fylls på när det kommer stora mängder dagvatten på en gång och vattnet inte kan infiltrera i samma takt. När vattnet långsamt tränger ner genom växtbädden kommer det att renas. Om hela utjämningsvolymen utnyttjas kommer infiltration ske under 6 till 12 timmar. Regnbäddar är små LOD-anläggningar som renar och fördröjer dagvattnet på lokal nivå, och ett större antal behöver samverka för att ge effekt. Se Figur 2 för nordiska exempel.

En regnbädd kommer att utsättas för både torra och blöta perioder beroende på årstid och väderlek, vilket ställer särskilda krav på växtjordens beskaffenhet och vegetationens tålighet. Regnbädden bör förses med dränering oavsett om perkolation kan ske ner i underliggande jordlager eller till omgivande mark och grundvatten. För att säkerställa en god funktion av anläggningen vid extremregn (långvariga eller korta mycket intensiva regn), bör den dessutom alltid förses med ett nödutlopp, s.k. bräddavlopp. Under

vinterperioden, om tjälen tränger ner i växtbädden, kommer även smältvatten att tas omhand via bräddavloppen.

Jordbeskaffenhet är helt avgörande för reningens funktion och växternas överlevnad. Växtjorden i regnbädden får inte vara för tät eller finkornig för att kunna ta emot avsedd mängd vatten. Det innebär att jorden torkar ut snabbare under torrperioder och kan kräva ett visst bevattningsbehov i vart fall under de första årens etablering. Ytterst få växter tål att vara översvämmade under en längre tid, för att senare också tåla torka, exempel på sådana växter från den svenska floran är en del våtängsblomster. I de fall växtjorden kompletterats med pimpsten och biokol har det visat sig att jordens både luft- och vattenhållande förmåga har förbättrats. Träd klarar oftast den extrema växtmiljön bättre än perenna växter, eftersom dess rötter efterhand breder ut sig mer och söker sig ner till fuktiga delar av växtbädden. Regnbäddens konstruktion får inte begränsa utbredningen av trädets rotsystem och bör omges av skelettjord. Kravet på rätt utformning och dimensionering av regnbäddens dränering är också av detta skäl väsentlig. Regnbäddar ska generellt inte gödslas men det kan behövas att begränsad gödsling i samband med stödbevattning under växternas etableringstid.



Regnbädd i Tyresö.



Regnbädd i Köpenhamns Klimatkvarter.



Exempel på regnbäddar för takvatten typ förgårdsmark, Stockholm



Inlopp till regnbädd med försedimentering, som möjliggör enklare skötsel. Oslo, foto av Bent Braskerud, Oslo kommun.

Figur 2 Exempel på regnbäddar från Danmark, Norge och Sverige.

Skelettjordar

Träd i stadsmiljö omges ofta av hårdgjorda ytor som ska hålla för laster från tung trafik under lång tid utan att sättningar sker. För att få en väl fungerande växtmiljö för träden har s.k. skelettjord använts och utvecklats de senaste årtiondena. Eftersom det har visat sig vara svårt att anläggningstekniskt få tidigare versioner av skelettjordar rätt utförda har en modell med större stenar som innehåller ca 30% hålrum använts alltmer. Denna har även testats och godkänts av vägtrafikinstitutet VTI på stadsgator med tung trafik.

Först när den grova makadammen packats, kan jord spolats ner för att sedan täckas med ett s.k. luftigt bärlager (makadam i fraktionen 32 - 63 mm). Dagvatten leds från markytan via dagvatten- och luftningsbrunnar ner i det luftiga bärlagret och fördelas ut i skelettjorden, samtidigt sker ett luftutbyte via luftningsbrunnarna vilket förbättrar syrehalten i jorden. Man kan säga att i det här fallet utgör skelettjorden växtbädd för träden, samtidigt som den kan ta emot dagvatten i måttliga mängder. Hålrummen i växtbäddskonstruktionen är fyllda med både luft och fuktighets- och näringshållande jord, samtidigt som bärigheten för tunga fordon är intakt. 15 m³ skelettjord med växtjord och luftigt bärlager behövs för att säkerställa en god utveckling av ett träd i gaturummet. Om träden trivs och rötterna inte börjar söka sig till andra fuktiga och luftiga platser, undviks skador på ytbeläggningar och avloppsledningar orsakade av trädrötter.

Ett större träd tar upp stora mängder vatten under vegetationssäsongen och mätningar utförda på en fullvuxen lind i Malmö visade att det specifika trädet tog upp ca 670 liter vatten per dag under juli månad. Även trädkronornas blad ger en rening och fördröjning av regnvatten under sommarhalvåret. För mer information om skelettjordar och växtbäddar hänvisas till Stockholm Stads ”Växtbäddar i Stockholm Stad - En handbok”.

Nackas anvisningarna för dagvattenhantering bygger på en dagvattenhantering som baseras på regnbäddar och skelettjordar. I följande kapitel anges dimensioneringsanvisningar och principutformning av väl fungerande regnbäddar. Att enbart använda skelettjordar för träd har provats i Stockholm stad under de senaste åren med för träden gott resultat. Dessa anvisningar inbegriper dock inte denna möjlighet.

Reningseffekten i regnbäddar

I en regnbädd får flera olika reningsprocesser verka. Enligt forskare sker den främsta avskiljningen av föroreningar genom sedimentering när dagvattnet sakta passerar igenom växtbädden – den fungerar som ett filter. Den mekaniska avskiljningen sker ofta i slamavskiljande brunnar och på växtbäddens yta. Föroreningar tas också upp genom absorption dvs. upptagning och uppsugning i jordsubstratet, och genom adsorption dvs. bindning av främst lösa metaller till en jordpartikel.

Under växtsäsongen står växter för ca 5 - 10% av reningseffekten genom deras förmåga att i biomassan ta upp föroreningar och närsalter som fosfor, kväve och andra näringsämnen. Växternas rötter ger även jorden en bättre struktur och har en stor

betydelse för att behålla en god genomsläpplighet (infiltrationskapacitet) över tid. Växterna ser även till så att risken för erosion och vattnets resuspension (uppvirvlande) minskar. Växtjordens biologiska liv, bakterier, svampar, maskar och annat mikroliv gynnar nedbrytning och omvandling av föroreningar, samt. viss kvävefixering.

Genom att plantera träd i regnbäddar kan stora vattenmängder tas upp under växtsäsongen, vilket i sin tur minskar den avrunna vattenvolymen och därmed den totala föroreningsbelastningen. Reningseffekten varierar för olika föroreningar. I amerikanska studier har reningseffekten bedömts till 70 - 90 % för olika partiklar, tungmetaller och olja. Man har även observerat en tydlig ackumulering av föroreningar i de översta 20 cm av växtbädden. En nyligen uppmärksammas förorening är små plastpartiklar mindre än 0,5 cm s.k. mikroplaster. Den största föroreningskällan är bildäck, mer än hälften av utsläppen i recipienter kommer härifrån, men även konstgräsplaner bidrar starkt till dessa utsläpp idag. Eftersom mikroplaster beter sig olika, både flyter, sjunker och dessutom drar till sig föroreningar genom statisk laddning, innebär infiltrering i växtbädd borde fungera väl som ett jordfilter för plastpartiklar.

Svensk forskning vid Luleå Tekniska Universitet har visat att regnbäddar fungerar bra även i Sverige. Under vintern påverkas främst de biologiska processerna till följd av de låga temperaturerna som därmed minskar kvävereningen. Saltning vintertid har påvisat en minskad reningseffekt av tungmetaller, men trots detta har reningseffekten på årsbasis visat sig ligga på ca 80 %. Under vintern kan tjäle tränga ner i växtjorden och ge en viss förbättrad jordstruktur.

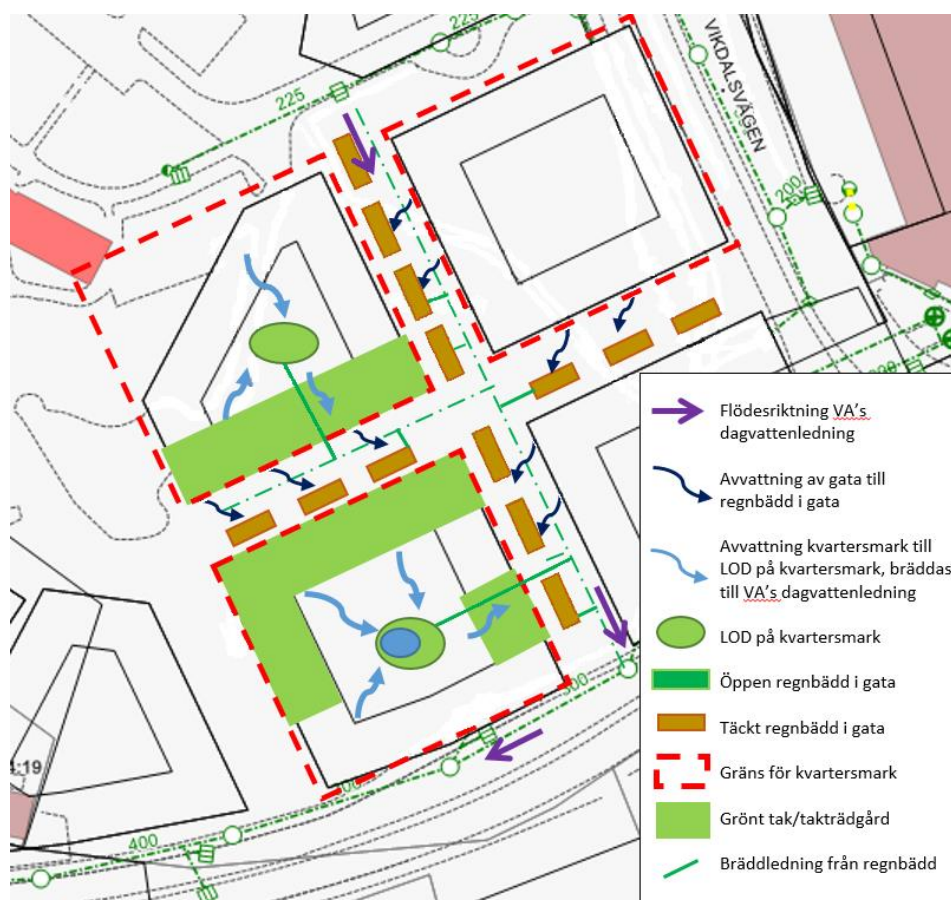
Laktest har visat att regnbäddar håller i 95 år utan att man får ett genombrott av tungmetaller. Det har även framgått halter av tungmetaller och närsalter när regnbäddarna fungerar som biofilter inte blir giftiga för växterna som de ofta tål högre koncentrationer än vad som följer med dagvattnet.

3 Dagvattensystemets uppbyggnad och ansvar

Dagvattensystemet i ett avrinningsområde är uppbyggt av flera delar och här har olika aktörer olika ansvarar för både utformning och långsiktig funktion.

Systemuppbyggnaden beskrivs nedan med hjälp av text och bild (Figur 3).

1. Dagvatten från kvartersmark och allmän platsmark hanteras i första hand lokalt i LOD-anläggningar.
2. Överskottsvatten från LOD-anläggningar på kvartersmark och allmän platsmark avleds till VA-huvudmannens dagvattensystem om ett sådant finns. Alternativt leds vattnet mot ett vägdike eller en närliggande grönyta.
3. VA-huvudmannens dagvatten kan behöva ta i anspråk allmän plats, t.ex. en låglänt park, för ytterligare rening och fördröjning i en dagvattenanläggning.
4. Vid regn som överskrider dimensionerande regnmängder sker avledning längs gator och diken till närmsta recipient. Detta är ett kommunalt ansvar och inte VA-huvudmannens, och bör planeras i tidiga övergripande skeden för varje avrinningsområde.
5. Kvarter och allmän plats höjdsätts och utformas så att fastigheter och andra samhällsviktiga funktioner inte översvämmas vid ett skyfall, vilket innebär minst ett 100-årsregn, till vilket en klimatafaktor 1,25 läggs till i beräkningarna.



Figur 3. Ex på dagvattensystemets principuppbyggnad i Nacka Stad.

Byggherren/fastighetsägaren ansvarar för utformning och funktion av LOD-anläggning på kvartersmark, inkl. för den projekterade höjdsättningen av gården. Upp till dimensionerande regn avleds överskottsvatten från kvartersmark via bräddledning till förbindelsepunkt, som anges av VA-huvudman. Vilket regn som är dimensionerande kan utläsas i Svenskt Vattens P110. Om det mottagande ledningssystemet har kapacitetsbrist så kan även fördröjningsåtgärder komma att krävas enligt anvisning från VA-huvudmannen.

I varje detaljplan och i den övergripande planeringen ska kommunen ansvara för att fastigheter och allmän plats höjdsätts översiktligt på ett sådant sätt att byggnader och andra samhällsviktiga funktioner inte översvämmas eller riskerar att ta skada.

Vid regn som överskrider dimensionerande regn (extremregn) och som inte får plats i ledningsnätet, ska avledning ske längs gator till närmsta recipient. Höjdsättningen av dessa gator är ett kommunalt ansvar (inte VA-huvudmannens), som ska fastställas i detaljplaneskedet. I Nacka stads centrala delar och i lokala centrumområden gäller det för regn större än ett 30-årsregn (dvs. ett extremregn som kan beräknas ske i snitt vart trettionde år). I övriga Nacka är generellt 20-årsregnet dimensionerande för ledningssystemet.

Kommunen ansvarar för LOD-anläggningar på allmän platsmark, som gator och vägar, parkeringsplatser, parker och på torg fram till en förbindelsepunkt, som anges av VA-huvudman, normalt i anslutning till en dagvattenbrunn.

VA-huvudmannen ansvarar för dagvattensystemet efter förbindelsepunkt till recipienten, samt för fördröjnings- och reningsanläggningar som krävs för att ta hand om överskottsvatten i dagvattensystemet.

4 Anvisningar och principer

I detta kapitel beskrivs både anvisningar och principlösningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats. Anvisningarna anger minimikraven för dagvattenhanteringen. Principer anger förslag på hur dagvattnet kan hanteras för att anvisningarna ska uppnås. I anvisningarna ingår inte dimensioneringar för VA-huvudmannens anläggningar.

Anvisningar för utformning av dagvattensystem

Nedan angivna anvisningar gäller för samtliga exploateringar för flerbostadshus och verksamheter inom Nacka. Anvisningarna ska följas såväl på kvartersmark som på allmän plats (gator, parker, torg, etc.), de är framtagna i linje med de mål som beskrivs i kommunens Dagvattenstrategi samt med hänsyn till branschnormerna som presenteras i Svenskt Vattens publikation P105 och P110.

- **Begränsa avrinningen** – Avrinningen ska begränsas genom att anlägga en stor andel växtlighet och grönytor, så som gröna tak, gröna väggar och växtbäddar med träd samt genomsläppliga markbeläggningar på parkeringsytor, etc. se figur 4.
- **Avled till LOD-anläggning** – Dagvattnet renas genom avledning till LOD-lösningar innan anslutning till ledningsnät. (*Med LOD-lösning avses avledning via växtbädd/regnbädd/skelettjord eller annan grön lösning*). Vid kapacitetsbrist i befintliga ledningssystem kan ytterligare fördröjning krävas. Det anges av VA-huvudmannen.
- **Rena minst 10 mm** – LOD-anläggningar ska dimensioneras för ett regndjup på minst 10 mm. Volymen beräknas för den reducerade arean. Det innebär att $\text{area} \times \text{avrinningskoefficient} \times 10 \text{ mm}$ ger den totala volymen som behöver hanteras i en LOD-anläggning innan avledning sker till dagvattenledningsnätet.
- **Fördröjning i LOD-anläggning** – Uppehållstiden dvs. tömningstiden i en regnbädd, skelettjord eller annan föreslagen LOD-lösning ska vara för 10 mm avrunnen volym mellan 6 och 12 timmar. 75 - 80 % av årsnederbörden kommer då att fördröjas och renas. Målsättningen är att ha så lång uppehållstid som möjligt, normalt 12 timmar, men detta kan anpassas beroende på recipient. För att kunna rena minst 10 mm i LOD-anläggningen så kan marken höjdsättas så att vattnet under en tid kan bli stående även omkring utbredningen för själva växtbädden.
- **Attraktivt och hållbarhet i stadsmiljön** – LOD-anläggningarna ska fungera med övriga funktioner och säkerhet i gaturummen, på torg och i parker. Utformningen ska vara ett attraktivt tillskott i stadsmiljön. De ska bidra till en ökad biologisk mångfald och mikroliv i regn- och växtbäddar.
- **Vid förorenat område** – Perkolation till omgivande mark och grundvatten får inte ske där det föreligger risk för föroreningsspridning från förorenade områden. Tätskikt, underjordiska skärmar, täta dukar o.likn. kan komma att krävas under en dränerad LOD-anläggning.
- **Ytlig avledning av extrema regn** – Vid extremregn blir LOD-magasin och ledningsnät snart fulla och vatten börjar rinna på markytan, längs kantstenar och

i diken. Höjdsättning av kvarter och allmän plats ska utföras så att dagvatten kan avledas på gator och markytor utan att tränga ner och skada byggnader, på fastighet eller andra samhällsviktiga funktioner. Planeringsförutsättning är att vid ett 100-årsregn med klimatfaktorn 1,25 ska inte några vattenskador kunna ske. Instängda områden bör därför undvikas.

- **Skötsel och egenkontroll** – Det ska för LOD-anläggningar upprättas skötselplan med egenkontrollprogram i samband med detaljprojektering. Skötselplanen beskriver hur rening och fördröjning av dagvatten ska upprätthållas och vilka underhållsåtgärder som ska utföras, hur ofta sediment och växtrester ska rensas och hanteras.
- **Undvik gödsling av växtbäddar** – Gödsling av växtjordar ska normalt inte ske om risk finns för att växtjorden kommer släppa ut vissa närsalter. En begränsad gödsling kan tillåtas för snabbare etablering av träd och vissa växter. I vissa recipienter är läckage av närsalter som fosfor och kväve extra känsligt. I skötselplan och kontrollprogram kan detta regleras.



Figur 4. Nedre bilderna visar exempel på genomsläppliga beläggningar för parkeringsplatser och den övre bilden visar en bit av ett grönt tak i Stockholm som även används som en takträdgård.

Principer för kvartersmark

Utöver Nacka kommuns anvisningar (se 3.1 ovan) gäller följande utformningsprinciper för kvartersmark. Principförslagen stödjer kommunens ”Grönytefaktor Nacka Stad” och kan möjliggöra en högre poängsättning.

- **Anlägg ”gröna” ytor** – Anlägg gröna tak, gröna väggar och genomsläppliga beläggningar för att minska avrinningen (Figur 4).
- **Alla ytor avleds till LOD** – Tak- och markytor avvattnas till LOD-anläggningar i form av regnbäddar, odlingslådor, utjämningsdammar, diken, skelettjordar, våtmarksytor innan anslutning till ledningsnät.
- **Takvatten till växtbäddar** – Stuprörsutkastare kan mynna i upphöjda eller nedsänkta växtbäddar (Figur 5). Om taklutningar och stuprör sker mot gatumark bör en förgårdsmark på minst 1 meter avsättas för dagvattenhantering.
- **Seriekoppla anläggningar** – LOD-lösningar kan seriekopplas via överfall, diken eller rännor (Figur 6). Sådana lösningar premieras högt vid grönytefaktorberäkningen.
- **Rena minst 10 mm** – LOD-anläggningar ska dimensioneras för ett regndjup på minst 10 mm. Om delar av kvarterets takytor avvattnas direkt mot gata, så ska ändå det totala regndjupet på minst 10 mm från hela kvarteret omhändertas. Anvisningarna för hela kvarteret ska uppfyllas. Att rena ett större regndjup ger högre poäng i Grönytefaktorn.
- **Undantag** – Kompletterande fördröjning i underjordiska magasin tillåts vid behov om riktlinjen inte klaras med hjälp av LOD-lösning. *Vid dimensionering av magasin ska uppehållstiden i anläggningen ökas till mellan 12 och 24 timmar för att ge en tillräcklig reningseffekt. Exploatörens motivering för en sådan lösning ska godkännas av Nacka kommun.*
- **Kontrollerad avledning** – Överskottsvatten från LOD-anläggningar leds via bräddavlopp till ledningsnät. Vid extrema regn behöver även en ytlig avledning vara möjlig.



Figur 5. Nedsänkt regnbädd på kvartersmark som kan ta emot dagvatten från tak och markytor. Här dimensionerad för att kunna ta emot 10 mm från en 100 m² stor takyta. Inflödet sker via stuprör och släpp i kanten. Överskottsvatten avleds via dränering och bräddbrunn. Alternativt kan en regnbädd utföras i upphöjd form för att då enbart ta emot dagvatten från tak.



Figur 6. Bilderna visar exempel på seriekopplade regnbäddar på kvartersmark samt exempel på överfall och dämmen. Rännor kan avleda dagvattnet till regnbäddar men även fungera som bräddning i ett seriekopplat system. Exempler kommer från Portland, Oslo och Stockholm.

Principer för gaturum i stadsbebyggelse

Behovet av att rena dagvatten från gatornas körytor är stort, inte minst då trafikintensiteterna i Nacka Stad kommer att öka samtidigt som möjligheten för nedströms liggande reningsanläggningar kommer att minska. Följande principer utgör förslag på utformning av LOD-lösningar för att uppfylla Nacka kommuns anvisningar för dagvattenhantering. Principförslagen kompletterar och stödjer kommunens ”Gatustandard i Nacka Stad – att bygga med moduler” rev 2016-10-31.

Den lokala dagvattenhanteringen i gaturummet ska om möjligt ske i regnbäddar med gatuträd, vilka är täckta med markgaller eller i vissa fall öppna regnbäddar som planteras med perenna växter (Figur 7). Regnbäddarna kännetecknas av att ha en växtbädd som är nedsänkt i förhållande till omgivande mark så att dagvatten från kringliggande ytor kan ledas in i och infiltreras i växtbädden.



Figur 7 Exempel på öppen och täckt växtbädd i gaturummet, Norra Djurgårdsstaden.

Gatustandarden redogör för fyra olika gatusektioner med minsta totalmått på 15,5, 18, 26 eller 32 meters bredd i gaturum. På lokalgatorna som får en bredd på minst 15,5 respektive 18 meter kommer dagvattnet att ledas till regnbäddar i en möbleringszon asymmetriskt placerad på ena sidan av gatan. På större gator med en bredd på 26 respektive 32 meter kommer regnbäddar att placeras i möbleringszonen på båda sidorna i gaturummet. I alla regnbäddar finns träd och täcks med markgaller.

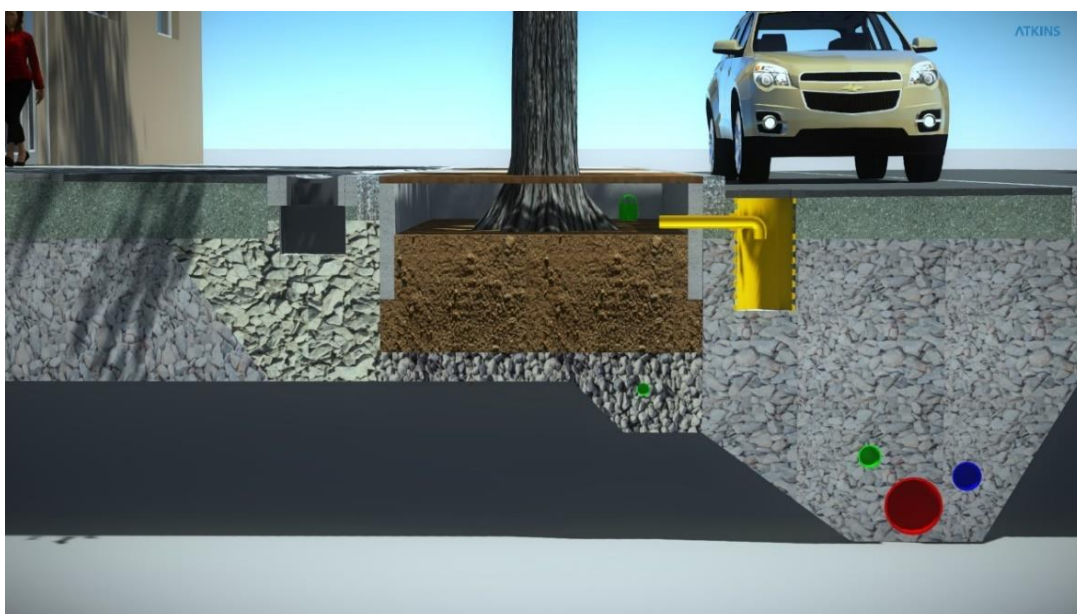
Körytorna för bil, buss, gatuparkering och angöring skevas så att vattnet rinner längs kantsten ner i regnbäddarna via dagvattenbrunnar. Antalet regnbäddar ska vara tillräckligt stort i förhållande till den avvattnade ytan för att klara gatornas renings- och utjämningsbehov. Det mindre förorenade dagvattnet från gångytor, cykelbanor och möbleringszon leds till en rännal längs kanten på möbleringszonen. I denna finns luftnings- och dagvattenbrunnar som leder ner dagvattnet i den underliggande skelettjorden. Regnbäddarna är 5m långa med ett avstånd på ca 5 meter. Mellan

regnbädd med träd och under gång- och cykelbana in mot tomtgräns anläggs skelettjord. Större ledningar som VA- och fjärrvärmeledningar ligger normalt i körytor och ska inte läggas under eller närmare en regnbädd med träd än 2 meter. El- och teleledningar som ofta läggs i gång- och cykelbanorna kommer att ligga i skelettjorden, vilket kräver särskild materialskiljande duk och kringfyllning kring ledning etc. Serviser från fastighet ut till ledning i gatan förläggs mellan regnbäddarna i skelettjorden. För att hantera och rena dagvatten från gatan bör inte regnbäddarna placeras för långt ifrån varandra. Trädraden längs gatan ska heller inte vara för gles för att håla ihop i gaturummet. Normalt placeras träden vart 10 - 12 m och förses med inlopp i uppströmsändan av regnbädden. Följande principer och funktioner gäller:

- **Minskad avrinning** – Avrinningen från gator minskas genom anläggande av öppna och täckta regnbäddar med träd samt skelettjordar med luftigt bärlager.
- **Skelettjordar** – På gång- och gårdsgator som har låg trafikintensitet kan dagvattenhantering ske i endast skelettjord med luftigt bärlager. Skelettjorden ska kunna ta emot minst 10 mm regn.
- **Täckta eller öppna regnbäddar** – Dagvatten från gatorna renas genom infiltration i täckta och öppna regnbäddar **Fel! Hittar inte referensskälla.** (Figur 7, 8 och 9).
- **Infiltration** – Trädens växtbäddar fungerar som regnbäddar och dimensioneras för att kunna infiltrera det dimensionerande regndjupet.
- **Rening krävs** – Om nödvändig mängd regnbädd inte kan anläggas, måste rening ske på annat sätt.
- **Avledning till regnbädd från köryta** – Dagvattnet leds in i regnbädd via dagvattenbrunn med sandfång. Varje regnbädd förses med ett inlopp från dagvattenbrunnen direkt under kantstenen (Figur 8).
- **Släpp i kantsten** – Då inflöde sker via släpp i kantsten eller över en nollad kantsten, bör någon typ av erosionsskydd och försedimentering anordnas (Figur 10 och 11).
- **Från GC-bana** – Dagvatten från GC-bana kan med fördel avledas direkt till skelettjord med luftigt bärlager som anläggs i anslutning till och mellan regnbäddarna.
- **Utjämningsvolym** – Regnbäddarna ska vara nedsänkta i förhållande till omgivande mark så att en utjämningsvolym ovan regnbäddens yta skapas. Ett utjämningsdjup på 100 - 200 mm eftersträvas för att uppnå en fördröjningsvolym på 1 - 2 m³ per regnbädd.
- **Ej täta dukar** – Eventuell materialavskiljande duk mellan regnbädd och kringliggande skelettjord ska vara rot- och vattengenomtränglig (t ex kokosduk).
- **Dränering under regnbädd** – Överskottsvatten ska efterhand dräneras ut i dräneringslager under regnbädd och skelettjord med en dräneringsledning. Denna ska läggas i dräneringslagret så att viss fuktighet behålls. Om infiltration kan ske i befintlig mark/terrass ska ett tätande fukthållande lager läggas på terrassen så att inte växtbädden torkar ut för snabbt. Dräneringsledningen förbinder om möjligt flera regnbäddar
- **Vid förorenat område** – Perkolation till omgivande mark och grundvatten får inte ske där det föreligger risk för förorenings spridning från förorenade

områden. Tätskikt, underjordiska skärmar, täta dukar o.likn. kan komma att krävas, och allt dagvatten samlas upp i dräneringsledning.

- **Bräddbrunn** – Om dagvattnet stiger till en nivå över maximal utjämningsnivå/dämningsnivå ska vattnet avledas via bräddbrunn. Bräddbrunnens vattengång får inte ligga över gatans köryta.
- **Anslutning** – Dränledningar och bräddbrunnar kopplas till långsgående dagvattenledning och ansluts till dagvattensystemet i t.ex. gatukorsningar.
- **Växtetablering** – Gödsling kan tillåtas i etableringsskedet då det sker under kontrollerade former. I övrigt ska ingen gödsling ske som ökar mängden näringsämnen i recipienten.
- **Skelettjord mot husfasad** – Skelettjord ska avslutas med en tät duk eller tätskikt mot byggnads husdränering. En tät buffertzona mellan fastighetsgräns och skelettjord bör också utredas för att minska risken med att skelettjordens vatten dräneras ner i husdräneringen.



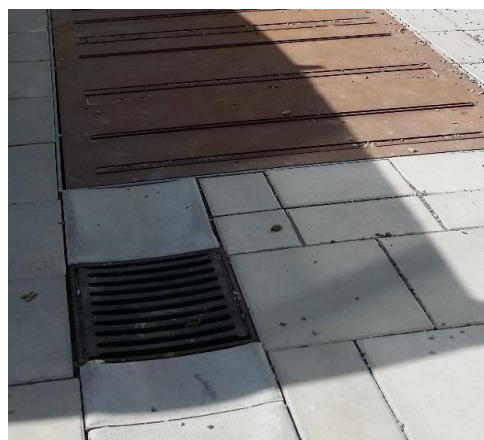
Figur 8. Täckt regnbädd i gata. Dagvatten från GC-bana leds in via luftningsbrunn med sandfång och perforerad sida till luftigt bärlager (t v i övre bilden) ner i skelettjorden som anläggs intill regnbädden. Dagvatten från väg leds via inloppsbrunn med sandfång (gul) till nedsänkt regnbädd som är täckt med markgaller eller plåt. Inloppsröret mynnar några centimeter över växtbädd. Överskottsvatten avleds via dränering och bräddbrunn.



Figur 9. Öppna regnbäddar. Fungerar på liknande sätt, som en täckt regnbädd. En öppen regnbädd kan planteras med perenner, buskar och träd istället för markgaller. Bilden i exemplet ovan är tagen i Norra Djurgårdsstaden.



Figur 10. Ett annat alternativ är att dagvatten avledas till regnbädden över en nollad kantsten eller hål eller uttag i kantstenen. Räckan eller planteringskydd behövs ofta avgränsa en öppen regnbädd av säkerhetsskäl.



Figur 11. Exempel på utformning av skelettjordar, regnbäddar och olika typer av inlopp, Sverige.

Dimensioneringsdata för gaturum

I detta kapitel redogörs för behovet av dagvattenhantering i gaturummet i enlighet med anvisningarna. Behovet har beräknats för 100 löpmeter väg av respektive gatusektion. I Tabell 1 visas indata till beräkningarna där de olika gatubredderna och den avvattnade ytan framgår.

Tabell 1 Indata för beräkning av avrinning från olika gatusektioner. Avvattnad yta, avrinningskoefficient och reducerad area.

Gatustandard (m)	Löpmeter väg (m)	Area avvattnad yta (ha)	Avrinningskoefficient	Reducerad area (ha)
15.5	100	0.155	0.8	0.124
18	100	0.18	0.8	0.144
26	100	0.26	0.8	0.208
32	100	0.32	0.8	0.256

Dimensionerande för rening och utjämning av dagvatten från gata är ett regndjup på 10 mm, vilket ska kunna ledas in i regnbädden ovan växtbäddens yta, för att sedan infiltrera ner i jorden under 6 - 12 timmar. I Tabell 2 visas hur stor volym vatten som behöver omhändertas i regnbäddarna med träd på en eller båda sidor av körytorna. Av tabellen framgår även antalet träd i en viss sektion samt hur stor regnbädd runt respektive träd som fordras vid ett antaget utjämningsdjup (dämningsdjup) på 150 mm. Syftet med tabellen är att illustrera ett beräkningsexempel och ett tankesätt.

Generellt så bör antalet träd, vilka normalt motsvarar antalet regnbäddar, kunna ta emot den volymen vatten som uppstår i en viss sektion. Regnbäddarna är jämnstora och volymen vatten bör fördelas lika mellan dessa så långt som möjligt. Vid projektering av gatan i plan och profil, kan dagvattenfördelning till de olika regnbäddarna beräknas samtidigt med höjdsättning och längslutning. Detta gäller även gång-, cykel- och möbleringszon, samt dränerings- och dagvattenledning

Eftersom växtbädden i en öppen regnbädd ligger ca 0,5 meter under omgivande mark behövs en rejäl kant eller ett räcke runt om för gåendes och cyklandes säkerhet, snöröjning etc. Öppna regnbäddar med växter ska se bra ut och kräver regelbunden skötsel. Välskötta regnbäddar är ett tillskott i gaturummet och kan med fördel placeras på platser och torg. Form och storlek på regnbädden kan med fördel anpassas till torgrummet och platsens övriga funktioner, samt till nödvändig utjämningsvolym. För att öppna regnbäddar ska kunna bilda en tillräcklig växtvolym utan för stort slitage från erosion, sedimentering och annan påverkan i kanterna bör de inte utformas smalare än 4 meter.

Täckta regnbäddar har ett breddinnermått på 2 x 5 meter, möbleringszonens totalmått med kantsten och rännal på respektive sida är 2,8 meter, enligt gatustandarden. Där utrymmet är begränsat och behovet av fördröjning och rening inte är avgörande kan bredden minskas med 0,3 meter. Andra mått bör undvikas för att kunna hålla en enkel

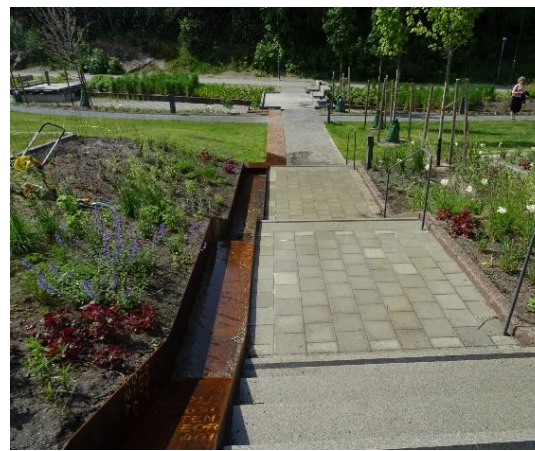
standard av lådans konstruktion, markgaller och annan dimensionering, samt för drift och underhåll av anläggningen.

Tabell 2 Dimensionerande flöde före och efter utjämning samt fordrade volymer för rening och flödesutjämning i växtbädd.

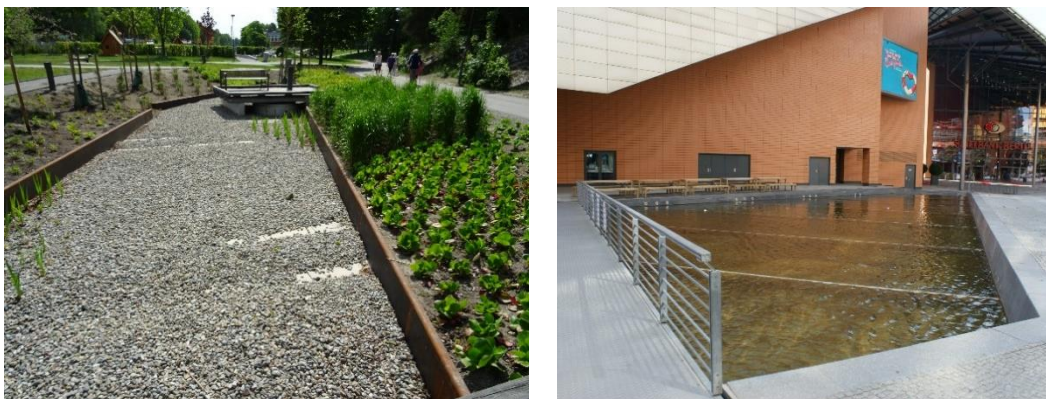
Gatustandard (m)	Volym som passerar regnbädd (m ³) vid ett regndjup 10 mm	Area (m ²) regnbädd som behövs vid utjämningsdjup 0,15 m (0,1-0,2 m)	Antal träd per 100 löpmeter väg (st) som volymen fördelas längs vägens sidor	Fordrad area (m ²) regnbädd runt respektive träd för yttlig infiltration
15.5	12	83	10	8
18	14	96	10	10
26	21	139	20	7
32	26	171	20	9

Principer för parker och torg

Avrinningen från parker och torg ska uppfylla anvisningarna för dagvattenhantering. Fördröjning görs i exempelvis i regnbäddar med formgivna avrinningsstråk (Figur 12) samt i torra och våta dammar (Figur 13).



Figur 12. Exempel på dagvattenhantering i nedsänkta växtbäddar och avrinningsstråk på allmän platsmark.



Figur 13 Exempel på torra och öppna dammar på allmän platsmark.

Principer för hantering av överskottsvatten

VA-huvudmannen säkerställer att dagvattnet i ledningsnätet eller öppna system (t.ex. diken) avleds på ett säkert sätt till lämpliga fördröjnings- och reningsanläggningar. VA-huvudmannen ansvarar för att ledningsnätet eller de öppna systemen dimensioneras enligt branschnormerna och att anläggningar för rening ordnas. Till dessa anläggningar hör bl.a. dammar, magasin för avsättning, fördröjning och utjämning, kassetmagasin, rörmagasin, skärmbassänger, magasin med filter, etc. VA-huvudmannen ansvarar inte för regn som är större än de dimensionerande regnen som ledningsnätet ska klara av att avleda.

Utifrån branschnormer i P110 gäller för Nacka stad och i lokala centrumområden att ett 30-årsregn är dimensionerande. För övriga Nacka gäller generellt att 20-årsregnet är dimensionerande så länge inte dagvattnet kan avledas direkt till ett intilliggande vatten- eller naturområde.

5 Checklista för utformning av regnbäddar

I detta kapitel redogörs kortfattat för olika moment som behöver beaktas vid utformning och projektering av en regnbädd på kvartersmark och allmän plats. Växtbäddar samordnas med kommunens krav vid anläggning, drift och underhåll.

Växtbädden

- Växtbädd för träd är 600 - 800 mm djup inkl. mullhaltig växtjord i den övre delen med mineraljord under
- Växtbäddar för buskar och perenner har jorddjup 400 - 500 mm, 200 mm växtjord med mull samt mineraljord under.
- Växtbäddar för gräsytor som har en renande funktion är jorddjupet 300 mm.
- Konstruktionen som växtbädden och träd placeras i utformas traditionellt med öppningar för trädrötter i den nedre delen. Vatten- och syretransport mot omgivande skelettjord ska kunna ske.
- Jordsammansättning och fraktionsfördelning, fukthållande och dränerande funktioner regleras i teknisk handbok.
- Växtjordens vattengenomsläpplighet bör vara god, ca 100 mm/h (80 - 160 mm/timme). En lämplig kornstorleksfördelning att regnbäddar ska fungera väl är enligt forskare på Luleå Tekniska Universitet:
 - 4 % i fraktionen 0,063 - 0,15 mm,
 - 8 % i fraktionen 0,15 - 0,25 mm
 - 28 % i fraktionen 0,25 - 0,5 mm
 - 25 % i fraktionen 0,5 - 1,0 mm
 - 25 % i fraktionen 1,0 - 2,0 mm
 - 10 % i fraktionen 2,0 - 4,0 mm
- Växtbädden mullhalt anpassas till växt och jordsammansättning normalt mellan 5 - 10 volymprocent. Växtbädden ska inte innehålla lerfraktioner eftersom det kan göra jorden för tät med försämrad genomsläpplighet. Lerpartiklar påverkas även av vägsalt vilket försämrar jordens struktur.
- Växtbädden får inte läcka närsalter från dagvattnet. Eftersom det i studier visat sig att just fosfor i vissa fall kunnat läcka ska växtbäddarna normalt inte gödulas. Många växter, särskilt träd är beroende av gödulas i samband med stödbevattning under sin etableringstid oftast 2-3 år.
- Kompaktering av växtbädden är en stark tillväxthämmande faktor för träd och växter samtidigt som jordens genomsläpplighet minskar. Särskilda krav på jordhantering och anläggning under byggtiden finns i teknisk handbok. Skelettjordar måste packas väl innan växtjord spolas ner mellan stenarna.
- Pimpstensinblandad växtjord är ett alternativ för ökad genomsläpplighet och en bättre syre- och vattenhållande förmåga. Kostnaden behöver vägas mot nyttan. Biokol har visat sig ha liknande jordförbättrande egenskaper och effekt som pimpstensinblandning, men kan ge ett oönskat näringsläckage.
- I dem fall den omkringliggande marken eller grundvattnet riskerar att förorenas av regnbädden, eller om den byggs på tidigare förorenad mark krävs ett tätt utförande.

Regnbäddens inlopp och infiltration.

- Sedimentavskiljning med hjälp av försedimenteringsdamm eller dagvatten-/inloppsbrunn med sandfång.
- Skapa ett fall på minst 50 mm ifrån inloppets vattengång till växtbäddens yta
- Vattnet tillförs enbart växtbädden ovanifrån så att infiltration genom jorden kan ske.
- Inflödet sker helst med flödesriktningen (inte vinkelrätt mot flödet).
- Vid större flöden i inlopp krävs erosionsskydd. Även vid utlopp från öppna dämmen nedströms kan erosionsskydd behövas.

Vegetation

- Lämpliga växter ska tåla anläggningar med tillfälliga översvämningar och längre perioder av torka beroende. För perenners förmåga att klara sig kan jordens dränerande och vattenhållande förmåga behöva anpassas.
- Växters salttålighet i öppna anläggningar beaktas om saltning av gata kan förutses, typ havsstrandväxter.
- Stödbevattning och en begränsad gödsling av buskar, perenner och träd under etableringsskedet de första åren.
- I dämmen med permanent vatten kan strandkant och grunda partier utnyttjas för olika växters olika ståndortskrav i strandzoner och varierande fuktighetsgradienter.
- Växter som anläggs i öppna nedsänkta regnbäddar bör snabbt fylla regnbädden och nå en höjd av minst en meter för att synas väl och rå över regnbäddslådan.
- Perenner och andra växters vinteraspekt är viktig för att planteringen vintertid ska upplevas positivt. Om vintergröna buskar eller träd används ska de kompletteras med andra för att minska risken för att de skadas av saltstänk, snövallar och torka under vårvintern etc.
- Näringskrävande och vattenkrävande växter bör undvikas.

Utlopp, bräddning och dränering

- Dränlager med dränledning anläggs så att växtbädd inte dränks mer än tillfälligt, då växterna riskerar att dö av syrebrist. Dränledning förläggs så att botten på dräneringen inte töms helt på vatten. En vattenmättad zon i botten förbättrar kväverening samt håller fuktighet för trädrötter vid torr väderlek.
- Bräddbrunnens dimension, utformning, placering och nivå anpassas till gatunivå, regnbäddens lutning i längsled, tömningstid, anläggningens drift och underhåll.
- Underliggande markegenskaper, grundvattennivå, föroreningar undersöks.

Dämmen

- Om längslutning i regnbädd överstiger 1 % så kan tvärgående dämmen eller vallar behövas för att skapa fordrad utjämningsvolym.
- Flödes hastigheten bör inte överstiga 0,3 m/s, vilket minskar erosion och ökar utjämnningen ovanpå växtbädden så att infiltration kan ske under längre tid.

Övrigt:

- Gestaltning och upplevelsevärden.
- Biologisk mångfald.
- Möjlighet att seriekoppla regnbäddar.
- Skötselintensitet och skötselprogram, egenkontroll.
- Informationsskyltar, se Figur 14.
- Tillgänglighet och handikappanpassning.
- Fotgängarperspektivet, passager/broar, korsande ledningar.
- Samordning med övriga teknikområden.
- Farthinder och tjocka väglinjer kan hindra flödet.



Figur 14. Exempel på informationsskyltar

6 Referenser

”Ansvarsfördelning för dagvattenanläggningar”, Nacka kommun, Natur och Trafikprocessen, 2016-03-09.

”Dagvattenbiofilter fungerar i Sverige”, Godecke Blecken, Luleå Tekniska Universitet; Svenskt Vatten Utveckling 25 år, konferens i Stockholm 2-3 dec. 2015.

”Fundamenta – Grunden för stadsbyggande i Nacka Stad”; Eva Maria Persson, stadsarkitekt, m fl.; Nacka kommun, 2014.

”Gatustandard i Nacka Stad – att bygga med moduler”; Nacka kommun; 2015-03-02 reviderad 2016-10-31.

”Grönytefaktor Nacka Stad”; Nacka kommun.

”Innovative solutions in Denmark’s largest roadside rain garden project”, Ole Munk Nielsen, EnviDan; Nordiwa konferens i Bergen 2015.

”Norra Djurgårdsstaden Dagvattenstrategi - Utredning Version 1”, Stockholm Stad Exploateringskontoret och Sweco; Gösta Olsson, exploateringskontoret m fl., 2011-10-07.

”Norra Djurgårdsstaden Dagvattenstrategi - Riktlinjer och principlösningar Version 1”, Stockholm Stad Exploateringskontoret och Sweco; Gösta Olsson, exploateringskontoret m fl., 2011-10-07.

P105 - ”Hållbar dag- och dränvattenhantering - Råd vid planering och utformning”, Svenskt Vatten.

P110 - ”Avledning av spill-, drän- och dagvatten – Del 1 Policy och funktionskrav. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem”, Svenskt Vatten.

”Regnbäddar – biofilter för behandling av dagvatten”, Kent Fridell och Fredrik Jergmo; Movium Fakta #2, 2015.

”Regnbed – Flomdemping i små urbana nedbölfelt”; Faktaark versjon 1.0; Bent C. Braskerud, NVE og Kim H. Paus, NTNU; April 2013.

”San Mateo County Sustainable Green Streets and Parking Lots Design Guidebook”; First Edition, January 2009.

Studiebesök av regnbäddar; Portland 2010M; Klimatkvarteret i Köpenhamn 2015; Biofilter i Kviberg, Göteborg, 2015.

”Växtbäddar i Stockholm Stad - En handbok”; 2009-02-23.

”Urbana växtbäddar”, Anna Pettersson Skog, SWECO. Seminarium för Nacka kommun 2015.

Foto och illustrationer

Fotografierna är tagna av Agata Banach, bl.a. för SWECOs Dagvattengrupp, samt Mats Haglund.

Illustrationerna är framtagna av Atkins.