

Handbok för hållbar dagvattenhantering

– för byggentreprenörer och samhällsplanerare



Innehåll

INLEDNING	4
1. HUVUDPRINCIPER I HANINGE KOMMUN	5
2. DAGVATTENHANTERING I TRE STEG	6
2.1 Lokal infiltration och fördröjning	6
2.2 Bräddning och strypning till dagvattenledning	6
2.3 Ytstyrning av flöden till multifunktionella ytor	7
3. DIMENSIONERING OCH GESTALTNING	8
3.1 Markens infiltrationsförmåga	10
3.2 Grundvattennivån	10
3.3 Reningsbehov	10
3.4 Fördröjningsbehov	10
3.5 Tillgänglig yta	10
3.6 Val av växter	10
3.7 Anläggningens tillgänglighet	10
3.8 Gestaltningssuttryck	11
3.9 Skötselbehov	11
4. ALLMÄNNA RÅD VID GESTALTNING	12
5. ANLÄGGNINGAR	14
5.1 Biofilter	14
5.1.1 Regnbädd	14
5.1.2 Skelettjord	16
5.2 Dagvattenstråk (infiltrationsstråk, svackdiken)	17
5.3 Damm	19
5.4 Regnbädd på bjälklag	22
5.4.1 Substratdjup	22
5.4.2 Lutning och laster	23
5.4.3 Avvattning och dränering av bjälklag	24
5.4.4 Rotskydd och tätskikt	25
5.4.5 Skötsel och underhåll	25
6. FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER	26
Bilagor	30

Inledning

Detta är en handbok för planering och projektering av större fastigheter och byggnadskomplex. Här hittar du Haninge kommuns riktlinjer och huvudprinciper, en beskrivning av dagvattenhanteringen i tre steg, tips och råd vid gestaltning och dimensionering av dagvattenanläggningar samt en beskrivning av aktuella anläggningar i Haninge kommun. Du får också konkreta exempel på lösningar utifrån olika förutsättningar.



1. Hållbar dagvattenhantering i Haninge kommun

Haninge kommun strävar efter att vara ledande i klimat- och miljöarbetet och siktar på att ligga i framkant bland Sveriges kommuner för en hållbar stadsutveckling och en god livsmiljö. (**Länk Haninge kommuns Klimat- och miljöpolitiskt program**). Ett fokusområde i det Klimat- och miljöpolitiskt programmet (antaget 2017-10-09) är hållbar stadsutveckling. Ett av etappmålen i detta fokusområde är att:

– senast år 2027 är dag- och spillvattenhantering i Haninge sådan att miljö-kvalitetsnormerna för vatten kan följas samt att betydande skador till följd av översvämningar inte uppstår.

Indikatorn till detta etappmål är fördröjd regnvolym (mm) från hårdgjorda ytor på mark som detalj-planeläggs. Enligt programmet bör även dagvatten nyttjas som en estetisk, biologisk och hydrologisk resurs.

År 2009 infördes miljö-kvalitetsnormer för samtliga av Sveriges vattenförekomster som en följd av EU:s ramdirektiv för vatten. Dessa normer anger vilken ekologisk och kemisk kvalitet en vattenförekomst ska ha senast vid utgången av ett visst årtal. Ingen försämring av vattenförekomsters ekologiska eller kemiska status får ske under tiden. Myndigheter och kommuner ska ansvara för att miljö-kvalitetsnormerna följs (5 kap. 3§ MB). Detta ska bland annat ske genom att utvecklande av planer för hur dagvatten ska hanteras inom kommunen med avseende på kvantitet och kvalitet (Vattenmyndigheten Norra Östersjön, 2016).

Haninge kommuns dagvattenstrategi (**Länk till Haninge kommuns dagvattenstrategi**), antagen av kommunfullmäktige 2016-09-12, är ett verktyg för att skapa en hållbar dagvattenhantering och ska följas genom hela



Källa: SWECO

stadsbyggnadsprocessen, från den översiktliga planeringen till detaljplaner, genomförande och förvaltning. Enligt dagvattenstrategin ligger ansvaret för avvattnings av kvartersmark och allmänna platser (gator, vägar, torg och parker) på de enskilda fastighetsägarna och huvudmannen för den allmänna platsen. De fyra betydande principerna är:

- Robusta bebyggelsemiljöer
- Välmående yt- och grundvatten
- Bevarad vattenbalans
- Gemensamt ansvarstagande

I dagvattenstrategin finns ett antal strategier som gäller på såväl enskild som allmän mark inom kommunen. Gemensamt för strategierna är att skapa en dagvattenhantering som efterliknar de naturliga förloppen vid regn, där dagvatten fördröjs och infiltreras så att avrinnande flöde minimeras. För att kunna följa miljö kvalitetsnormerna samt Haninge kommuns riktlinjer enligt dagvattenstrategin och Klimat- och miljöpolitiska programmet, behövs det ytor i detaljplaner för rening och fördröjning av dagvatten. Infiltrationsytor där dagvatten kan genomgå en mer långtgående rening än enbart sedimentation. Dessa ytor behöver säkerställas tidigt i planprocessen för att Haninge kommun ska ha en chans att kunna följa miljö kvalitetsnormerna fram till år 2027. I ett led av konkretisering av principerna för dagvattenstrategin antogs, av Stadsbyggnadsförvaltningen september 2017, en temporär åtgärdsnivå för fördröjning och rening av dagvatten. Enligt denna åtgärdsnivå bör, vid ny- och ombyggnationer, mark motsvarande minst 6 % av den reducerade hårdgjorda ytan inom kvartersmark respektive allmän platsmark reserveras för infiltrationsytor dit dagvatten leds och renas innan utsläpp till allmänna ledningar och recipienter. Vidare konkretisering av dagvattenstrategin innebär att:

- I första hand begränsas föroreningarna vid källorna så att dagvattnet inte förorenas. Detta innebär att undvika miljöfarliga ämnen i produkter, vid verksamhetsutövning och vid val av byggnadsmaterial.
- Fördröjning ska i första hand ske i vegetationsbaserade lösningar, där dagvatten tillåts infiltrera.
- För att uppnå tillräcklig rening bör fördröjningsvolymen utformas med en uppehållstid på 12-24 timmar (Svenskt Vatten P110)
- Vid platsbrist kan fördröjning ske i andra filtrerings- och infiltrationsbaserade anläggningar, som makadamfyllda diken, stenkistor eller liknande.
- Underjordiska lösningar som kassett- och rörmagasin bör helst undvikas om det finns förutsättningar för ytbaserade gröna lösningar.
- Dagvatten från större parkeringsplatser ska anslutas till slam- och oljeavskiljare. Dagvatten från mindre parkeringsplatser ska i första hand, där det är möjligt, fördröjas i vegetationsbaserade infiltrationsytor.
- De naturliga miljöerna bör bevaras så långt som möjligt.
- Skötsel- och egenkontrollprogram för dagvattenanläggningar bör upprättas. Av dessa ska det framgå vad som kontrolleras, hur ofta och när det ska ske, samt vem som ska utföra kontrollen.
- Gödsling av vegetationsbaserade lösningar efter etableringstiden bör undvikas.
- Rening av dagvatten sker alltid innan utsläpp till recipient. Det innebär t.ex. att dagvattendammar inte får anläggas i naturliga vattendrag.

2. Dagvattenhantering i tre steg

Haninge kommuns dagvattensystem dimensioneras efter P110, se även Dagvatten i detaljplan, en vägledning från vatten- och avloppsavdelningen. För att säkerställa tillräcklig rening, fördröjning och avledning kan dagvattenhanteringen ske i tre steg enligt nedan:

- Lokal infiltration och fördröjning
- Bräddning och strypning till allmän dagvattenledning
- Ytstyrning av överskottsflöden vid skyfall till multifunktionella ytor

2.1 LOKAL INFILTRATION OCH FÖRDRÖJNING

För att uppnå målen i Haninge kommuns dagvattenstrategi samt följa miljö kvalitetsnormerna för vatten, behöver så mycket som möjligt av dagvattnet tas om hand. Detta ska ske genom lokal, ytlig fördröjning i vegetationsbaserade lösningar, där dagvatten tillåts infiltrera genom gröna ytor. Exempel på infiltrationsytor är gräsytor, regnträdgårdar, skelettjor, dammar, diken och andra typer av regnbäddar. Vid ny- och ombyggnationer ska mark som motsvarar minst 6 % av den reducerade hårdgjorda ytan inom kvartersmark respektive allmän platsmark

reserveras för infiltrationsytor för dagvatten (Temporär åtgärdsnivå för dagvatten i Haninge). För att få tillräcklig rening får infiltrationshastighet (efter växtetablering) inte överstiga 100 mm/h. För att få en bra avskiljning behövs en tömningstid (uppehållstid) på minst 12 timmar i fördröjningsmagasinet. Det innebär en viss strypning innan utsläpp till allmän dagvattenledning.

2.2 BRÄDDNING OCH STRYPNING TILL DAGVATTENLEDNING

Vid tillfällen då det dimensionerande regnet överskrider, kommer magasinet att överfyllas, och tillrinnande flöde måste då kunna avledas utan magasinering – antingen via bräddavlopp eller på markytan. Vid övriga regntillfällen avleds överskottsvatten från kvartersmark via bräddledning till den förbindelsepunkt som anges av VA-huvudman. I de fall där kapaciteten i den allmänna dagvattenledningen är begränsad, skall utflödet vara strypat till lämpligt flöde. Bild 1 visar exempel på utlopp av dagvatten till infiltrationsyta med en kupolbrunn för bräddning.



Bild 1: Omhändertagande av dagvatten på grönyta intill byggnader med kupolbrunn för bräddning.

2.3 YTSTYRNING AV FLÖDEN TILL MULTIFUNKTIONELLA YTOR

Vid skyfall kommer dagvattenanläggningarnas kapacitet att överskridas. Vid planläggning och exploatering ska byggnader, dagvattenbrunnar och dagvattenanläggningar därför höjdsättas med lutning mot lågt liggande mark (multifunktionella ytor) som tillfälligt kan översvämmas utan att det uppstår skador på byggnader. Multifunktionella ytor kan vara natur- och parkområden eller aktivitetsytor som lekplatser och fotbollsplaner. Dessa multifunktionella ytor utformas och höjdsätts för att på ett kontrollerat sätt och utan betydande skador, kunna

ta hand om dagvattenvolymer motsvarande ett klimatkompenserat 100-årsregn. Byggherren/fastighetsägaren ansvarar för utformning och funktion av dagvattenanläggning på kvartersmarken och den projekterande höjdsättningen av gården. Detta bör dock inte förväxlas med den översiktliga höjdsättningen som görs i detaljplaneskedet. Byggherre/fastighetsägare är med andra ord ansvarig att skydda sina fastigheter genom att inom kvartersmarken skapa lämpliga ytor för översvämning, alternativt skapa särskilda avledningsvägar för extrema flöden ut till omkringliggande allmän mark.



Bild 2: Multifunktionell yta intill skola där dagvatten vid skyfall tillfälligt fördröjs innan ytlig avdelning till intilliggande recipient. Under större delen av året används platsen som lekya.

3. Dimensionering och gestaltning

En grundläggande förutsättning för att få rätt dimensionering av dagvattenlösningar, är att i tidigt skede i planprocessen göra en dagvattenutredning som ger svar på flöden, dess riktning, föroreningshalten efter exploatering samt ungefärlig storlek och placering av blivande dagvattenanläggningar (se bild 3). Vid större förändringar

som påverkar markanvändning och höjdsättningar, ska dagvattenutredningen uppdateras efter rådande förutsättningar. Se Mall för dagvattenutredning för hur en dagvattenutredning bör se ut och vad den bör innehålla. ([Länk till Mall för dagvattenutredningar](#)).



Teckenförklaring

Växtbäddar	Dagvattenledningar	Glastak	Parkeringar	Tak, hus och bodar
Avrinning	Vattentank	Grönytor	Gångvägar	Altan, balkong

Bild 3: Exempel på principskiss ur dagvattenutredning, med flödesriktningar och ungefärlig placering av dagvattenanläggningar. Här har man valt att samla takvatten i en underjordisk tank för bevattning av växter.

Dagvattenlösningar ska helst vara enkla och okomplicerade i sin utformning, gestaltning och teknik vilket också innebär lägre kostnader och enklare skötsel. Exemplet i bild 4 visar just en sådan lösning. Höjdsättningen av parkeringen är mot rännan och gräsmattan. Den nollade kantstenen ger en yttlig avledning till rännan, som i sin tur fungerar både som sedimentering och som avledning

till biofilter med våtmarksväxter i områdets lågpunkt. Det behövs alltså inga brunnar och ledningar. Flöden över det dimensionerade flödet bräddas över gräsmattan, som kan beträddas större delen av året. För mer inspiration med exempel, bilder och beskrivning samt utvärdering av anläggningar, se rapporten *Gestaltning av dagvatten*. ([Länk till Gestaltning av dagvatten](#)).



Bild 4: Biofilter med rännan intill parkering i Oslo. Källa: SWECO

Dagvattenlösningar är platsspecifika. Lokala förutsättningar och anläggningens syfte styr hur de ska dimensioneras och gestaltas. Några av de faktorer som bör beaktas vid val av teknik och gestaltning är följande:

3.1 MARKENS INFILTRATIONSFÖRMÅGA

Markens infiltrationsmöjlighet och genomsläpplighet har stor betydelse för dimensionering och val av teknik. Där det inte finns goda infiltrationsmöjligheter (berg och lera) bör det alltid beredas möjligheter till bortledning av överskottsvatten via dräneringsrör eller diken. I dessa fall är det extra viktigt att i ett tidigt skede planera in lämpliga marklutningar för att minimera skador vid kraftiga regn. Infiltrationsförmågan har också stor betydelse vid val av växter (se avsnitt 3.6).

3.2 GRUNDVATTENNIVÅN

Hög grundvattennivå är oftast en större utmaning gällande dagvattenhantering. Det finns dock tekniska lösningar som möjliggör magasinering och bortledning av dagvatten. I vissa fall går det att leda bort överskottsvatten via dräneringsrör och diken i direkt anslutning till dagvattenanläggningar. En annan lösning är att anlägga infiltrationsbäddar ovanför markytan (se avsnitt 5.1.1). Om grundvattennivån är permanent hög bör bebyggelse undvikas. Där grundvattennivån är hög periodvis bör den högsta grundvattennivån undersökas för lämplig dimensionering av anläggningar.

3.3 RENINGSBEHOV

Reningsbehovet styrs av miljö kvalitetsnormerna (MKN) och markanvändningen i respektive recipient och avrinningsområde. Reningsbehovet för dagvatten från industriområden, centrum och hårt trafikerade vägar är mycket större än för glest bebyggda villaområden. Oftast kombineras reningsbehovet med fördröjningsbehovet. Ibland får dock reningsbehovet styra dimensionen. Om reningsbehovet är stort, kan olika lösningar kombineras för att nå önskad effekt. Ett exempel på det är infiltrationsbäddar med en efterföljande damm nedströms.

3.4 FÖRDRÖJNINGSBEOH

Oftast kombineras fördröjningsanläggningar med reningsanläggningar. Men ibland, som när nyexploaterade områden ansluts till befintliga dagvattensystem, behöver dagvattnet fördröjas till nivåer som inte överskrider dagvattennätets kapacitet. (Dimensioneringsberäkningar görs i dagvattenutredningen.) Dessa anläggningar har inte lika höga krav på rening och behöver därför inte bestå av infiltrationsytor. När fördröjningsbehovet enbart avser överskottsvatten vid kraftigt regn, viker sker sällan,

behöver inte anläggningen ha en permanent vattenyta. Istället kan man anlägga multifunktionella ytor som torkar upp mellan regnen och däremellan kan användas som rekreatiionsyta, fotbollsplan eller lekplats.

3.5 TILLGÄNGLIG YTA

För att minska den hårdgjorda ytan kan man med fördel använda sig av gröna tak på en begränsad tillgänglig yta. Fördröjningsmagasin kan anläggas med större djup för att uppnå önskad fördröjning, och där det finns tillgängliga ytor kan diken och infiltrationstråk anläggas istället för ledningar.

3.6 VAL AV VÄXTER

I de fall infiltrationsförmågan är låg finns det stor risk för stående vatten under längre perioder. Det kräver växter som är anpassade för detta. Om det däremot är god infiltration i den underliggande marken, krävs det istället torktåliga växter. Andra omständigheter man bör tänka på vid val av växter är tillgängligt ljus, salttolerans, vindförhållanden samt utrymme för rötter och trädskronor. Generellt bör perenner och träd som klarar av både höga och låga nederbörds mängder samt har litet skötselbehov väljas. Växter i dammar har dessutom en reningsfunktion som också bör vägas in vid valet. Undvik gärna ensidiga växter eftersom de ger ett sämre gestaltungsuttryck. Bild 5 illustrerar olika gestaltungsuttryck vid växtval.

3.7 ANLÄGGNINGENS TILLGÄNGLIGHET

Beroende på om dagvattenanläggningen ligger på en otillgänglig plats i naturmark eller i centrumområden ställs olika krav på såväl gestaltning som säkerhetsåtgärder och växtval. Större tillgänglighet ställer oftast högre krav på gestaltningen, eftersom anläggningen, förutom fördröjning och rening, då även har ett pedagogiskt syfte och ett högre rekreatiionsvärde. Inom tät bebyggelse ökar risken för slitage på dagvattenanläggningar. Där är konstruktionen avgörande för minskat skötselbehov, och för att underlätta skötsel och drift måste dagvattenanläggningarna vara lättåtkomliga. Undvik därför barriäreffekter som ger dålig tillgänglighet (se bild 6 höger). Ett bra exempel på anläggning som kombinerar både funktion och gestaltning inom tät bebyggelse visas på bild 6 (vänster). Det finns god utjämningsnivå (våtvolum) ovanför regnbäddarna, och lång transporttid för effektiv filtrering och rening. Gestaltningen är tydligt avgränsad och integrerad i torgytan som även kan användas till sittplatser. Den kan dock vara svårtillgänglig för drift och skötsel eftersom detta kräver att man klättrar in i anläggningen. Infiltrationsstråket på bild 6 (höger) har för stort

djup, vilket försvårar tillgängligheten och minskar lektyor i radhusområdet. Den hårdgjorda ytan i botten av diket försvårar dessutom infiltration.

3.8 GESTALTNINGSUTTRYCK

Anpassa dagvattenanläggningen till den naturliga miljön och utforma anläggningarna så att de är tilltalande både under torra och fuktiga förhållanden. Variera växttyper. Välj i första hand en enkel gestaltning.

3.9 SKÖTSELBEHOV

Vid val av teknik och gestaltning är det viktigt att anläggningens konstruktion har ett minimalt skötselbehov. Detta bör man ha i åtanke vid val av växter, infiltrationsmaterial, tekniska utrustningar samt vid utformning och placering av anläggningen. Gles plantering ökar risken för ogräs, men om man tillför sand i det yttre skiktet av

jorden blir det svårt för ogräs att etablera sig. Detta kräver dock växter som klarar av den höga infiltrationsförmågan som sanden har. Därför är fleråriga växter som tål både torka och stora vattenvolymer under längre tid är att föredra. Infiltrationsmaterial packas lätt ihop och tappar sin infiltrationsförmåga med tiden när det utsätts för trycket av gångtrafikanter och fordon, både under och efter byggnation. För att undvika igensättning av infiltrationsmaterial kan ett sedimentterande steg innan infiltrationen installeras, som exempelvis dagvattenbrunn, diken eller mindre sedimentationsdamm. Tänk också på att en större anläggning oftast är lättare att sköta än många små. Konstruktionen ska minska inflödet av slam och sediment till regnbädden för att hindra att den igensätts. I de fall sedimenthalten är hög (som hos dagvatten från vägar och parkeringar) bör dagvattnet genomgå en försedimentering i sandfång, dike eller damm (se bild 4).



Bild 5: Exempel på ensidigt växtval (vänster) i jämförelse med ett variationsrikt växtval (höger). Källa: SWECO



Bild 6: Central torgyta i Portland, USA (vänster) Radhusområde i Oslo (höger). Källa: SWECO.

4. Allmänna råd vid gestaltning

Med utgångspunkt från tidigare beskrivna faktorer följer en sammanfattning av tips och råd för att uppnå en framgångsrik anläggning av dagvattensystem. Inspiration har hämtats från rapporten *Gestaltning av dagvatten*, ett samarbete mellan Luleå tekniska universitet och SWECO inom ramen för Vinnovaprojektet Grön Nano.

4.1 IDENTIFIERA ANLÄGGNINGENS SYFTE

Som ett första steg behöver behovet definieras. Är det fördröjning, rening eller en kombination av dessa som är det främsta syftet med anläggningen? Ska anläggningen även användas som rekreationsyta?

4.2 KARTLÄGG PLATSENS NATURLIGA OCH TEKNISKA FÖRUTSÄTTNINGAR

De geohydrologiska förutsättningarna, som grundvattennivå, jordarter och dess infiltrationsförmåga samt flöden från intilliggande områden, bör undersökas. Förutom de

naturliga förutsättningar bör även de tekniska förutsättningarna beaktas, som ledningsnätets lokala kapacitet samt kapaciteten nedströms.

4.3 TÄNK PÅ GESTALTNING OCH TEKNIK

Gestaltning och teknik är beroende av varandra, och måste samplaneras med syfte att uppnå bästa möjliga resultat. Om man av estetiska skäl planerar ett grönstråk för en permanent vattenspiegel, så bör grönstråket dimensioneras utifrån varierande flöden med lämplig dämning så att man inte behöver tillföra färskvatten för att bibehålla vattenytan. In- och utflöde bör anpassas till anläggningens funktion, syfte och växtval. Även anläggningens tillgänglighet, gestaltungsuttryck, tekniska funktioner som bräddningsmöjligheter och erosionsskydd samt val av växter är viktiga faktorer för att nå goda resultat. Bild 7 visar på ett projekt där man har lyckats kombinera teknik och gestaltning.



Bild 7: Biofilter med dekorativa utlopp som smälter in i miljön i Oslo. Gestaltning och teknik samspekar för bästa möjliga funktion och gestaltungsuttryck. Källa: SWECO

4.4 SAMORDNA OLIKA TEKNIKOMRÅDEN

En samordnad dialog mellan olika aktörer inom kommunen och externa entreprenörer, från planering till utförande och förvaltning, är viktigt för att tillgodose alla behov.

4.5 BEAKTA FÖRVALTNINGSASPEKTEN – GESTALTNING GENOM FÖRVALTNING

Ett anpassat skötselprogram ska tas fram. I skötselprogrammet ska det framgå vem/vilka som är ansvariga för vad. Undvik skötsel som påverkar funktionen på ett negativt sätt, som exempelvis gödsling av växter i en reningsanläggning där reningsanläggningens funktion är att rena näringsämnen. Rännan på bild 8 (vänster) blockerar flödet och orsakar en ansamling av skräp, vilket ökar skötselbehovet. Skelettjordarna på bild 8 (höger) är exempel på anläggningar som kräver mindre underhåll och skötsel.

4.6 KOMMUNICERA OCH INFORMERA

Informera allmänheten, entreprenören och förvaltningsansvariga om syftet med anläggningen, hur den fungerar, hur den sköts och vilka mervärden den tillför. Utvärdera alltid inför kommande projekt.



Bild 8: Ränna med hinder i Malmö (vänster). Skelettjordar i Uppsala (höger). Källa: SWECO.

5. Anläggningar

De tekniska lösningarna kan variera från område till område beroende på de platsspecifika förutsättningarna, som de hydrogeologiska förutsättningarna, utrymme och kringliggande markanvändning. Nedan presenteras de vanligaste anläggningarna för fördröjning, rening och avledning. En sammanfattning av projekterings- och beräkningsstegen för olika anläggningar finns på Dimensionering av dagvattenanläggningar. ([länk till Dimensionering av dagvattenanläggningar](#)).

5.1 BIOFILTER

Biofilter är ett samlingsbegrepp för dagvattenanläggningar som består av någon typ av infiltrationsyta med växter i. Dess främsta syfte är rening, men med rätt dimensionering och val av material kan de även fungera som fördröjning. Biofilter kan bestå av skelettjordar, regnbäddar (raingarden) eller olika typer av dagvattenstråk med infiltrationsmöjligheter, så kallat infiltrationsstråk. Dessa beskrivs mer i detalj i följande avsnitt. En stor fördel med biofilter i förhållande till sedimentationsbaserade lösningar, är att biofilter har en större reningseffekt på lösta föroreningar. Den totala reningseffekten påverkas av egenskaperna hos det infiltrerande mediet, som djup, infiltrationskapacitet och materialens bindningsförmåga av föroreningar.



5.1.1 REGNBÄDD – ALLMÄNNA RÅD VID GESTALTNING OCH UTFORMNING

Regnbäddar är generellt mer flexibla och formbara än andra lösningar, vilket innebär att de kan anpassas och användas på olika platser, som parkeringar, stadscentra, bostadsgator och innegårdar. Både djup och material kan varieras efter olika förutsättningar. Regnbädd kan utifrån behov och förutsättningar anläggas under eller över marknivå (se bild 9). När regnbäddar utformas för att tillföra estetiska mervärden är det viktigt att det inte sker på bekostnad av anläggningens funktion, som är rening och magasinering av dagvatten. För att förhindra igensättning och öka regnbäddens livslängd, bör dagvattnet förbehandlas i svackdiken, översilningsytor, sandfång eller sedimentationsdammar innan det leds till regnbäddar. Vid högt grundvattentryck krävs det en tät konstruktion. En tät konstruktion behövs även inom de vattenskyddsområden där förorenat dagvatten inte ska infiltreras till grundvattnet. För val av växter och träd som är lämpliga för infiltrationsytor, se bilagor.



Bild 9: Fördröjning av takvatten i regnbädd över marknivå med dräneringsrör i Portland (vänster). Rening av dagvatten från väg i Tyresö, skapad i befintlig miljö med lokala, salttåliga växtarter (höger). Källa: SWECO.

Dimensionering

Minsta anläggningsdjup är cirka en meter. För att omhänderta 20 mm nederbörd bör regnbädden motsvara cirka 6 % av avrinningsområdets hårdgjorda yta. De filtermaterial som används i biofilter är vanligen sandiga jordarter eller ren sand med rekommenderad infiltrationskapacitet på 50–300 mm per timme. Val av filtermaterial beror på vegetationens behov, samt behovet av behandling och infiltration. Ofta blir det en kompromiss mellan dessa. Ett fint material ökar reningseffekten, men minskar infiltrationskapaciteten. Försök pågår att anlägga dessa med samma material som skeletjord med biokol (se avsnitt 5.1.2). Principskisser av regnbädd visas i bild 10. Filtermaterialet bör ha en tjocklek på 500–800 mm och ligga på ett 30–100 mm övergångslager (Godecke, 2016). Nederst ligger 100–150 mm dränlager med inbäddade dräneringsledningar. Om det finns utrymme och goda infiltrationsmöjligheter bör vattnet infiltreras till den omgivande marken i stället för att avledas genom dränledningar. För att möjliggöra infiltration även under kalla perioder bör relativt grova filtermedia väljas. Men grövre filtermedia innebär också kortare kontakttid samt snabb dränering, vilket påverkar reningsfunktion och val av växter. För att få tillräcklig rening ska infiltrationshastighet (efter växtetablering) inte överstiga 100 mm/h. Med en fördröjningsvolym med bräddbrunn ovanför bädden

(se bild 10, höger) skapas ytterligare fördröjningsmöjligheter. Tunna regnbäddar ska inte innehålla material <0,063 mm på grund av risk för igensättning (Grönatakhandboken, 2018). Ett biofilter kan även utrustas med en vattenmättad zon i botten för att gynna kvävebehandling och för att tillhandahålla fukt till vegetationen mellan regnvädren.

$q_{\text{infiltration}}$ genom filtermedia bestäms genom att använda:

$$q_{\text{max, inf}} = k_{\text{sat}} \cdot A_{\text{filter}} \cdot [(h_{\text{max}} + d)/d], \text{ där}$$

d = filtermedias djup (m)

h_{max} = magasineringsdjup ovanför filtret (m)

A_{filter} = arean av filtrets yta (m²)

k_{sat} = mättad hydraulisk konduktivitet hos filtermedia (m/s)

Typiska k_{sat} är 100–300 mm/h.

Genom att jämföra $q_{\text{infiltration}}$ med $q_{\text{dimensionering}}$ kan man uppskatta när det sker översvämningar. Dräneringsskiktets flödeskapacitet måste vara större än $q_{\text{infiltration}}$ för att förhindra vattensamlingar i filtret (Godecke, 2016).

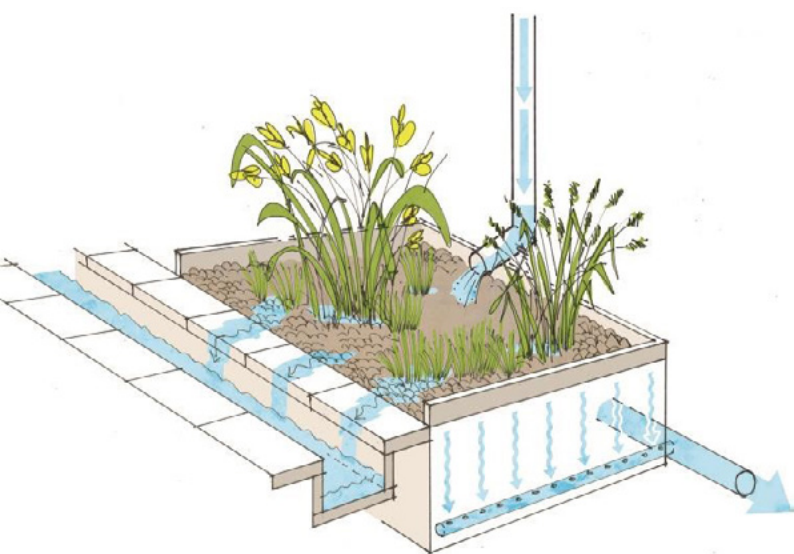


Bild 10: Principskiss av regnbädd under marknivå med dräneringsrör och bräddning till dike. Bräddning kan även ske till intilliggande gräsplan eller naturmark där det finns goda infiltrationsmöjligheter (vänster). Källa: Norconsult. Exempel på en så kallad nedsänkt regnbädd över marknivå, där nedsänkningen under kanten skapar en fördröjningsvolym (höger). Illustration Kent Fridell och Kristian Klasson, Tengbomgruppen AB.

Skötsel

- Kontroll och rengöring av in- och utlopps/bräddkonstruktioner 1–2 gånger per år
- Genomsläppligheten kan minska med tiden och regnbäddens ytlager (5–10 cm) kan till slut bli helt igensatt. Genomsläppligheten återställs genom att ytlagret luckras eller tas bort.
- Borttagning av skräp minst 2 gånger per år
- Återkommande kontroll av växter under de 2 första åren

5.1.2 SKELETTJORD

Skelettjordar kan användas för att ta hand om dagvatten från vägar, tak, gårdar, gångvägar eller parkeringsytor. Konstruktionen och tekniken för tillrinning och bortledning måste anpassas till de lokala förutsättningarna (se kapitel 3). Vattnet kan ledas till skelettjordar på många olika sätt. Om partikelhalten är hög (vägar och trottoarer) bör vattnet genomgå någon form av sedimentation i dike, luftnings- eller dagvattenbrunnar. Dagvatten från tak kan ledas direkt till skelettjordar utan försedimentationssteg.

Med skelettjorden, som består av $\frac{3}{4}$ makadam och $\frac{1}{4}$ biokol, skapas en extra tillväxtzon för rotsystemen. Växter planterade i skelettjordar får sitt behov av vatten och

näringsämnen tillgodosett via tillrinnande dagvatten. Den porösa konstruktionen kan dessutom magasinera dagvatten. En porositet på 30 % innebär att en 15 m^3 (1x3x5) stor skelettjord kan magasinera 5 m^3 dagvatten. Skelettjord har även en renande funktion där föroreningar absorberas i bäddmaterialet. Rening sker även i form av sedimentation och trädets upptag av näringsämnen. Skelettjordar blir generellt billigare per kubikmeter ju större volym som anläggs, se kapitel 5.5. Skelettjordar bör konstrueras med dränering där den underliggande marken består av lera eller berg. Om dräneringsledning placeras en bit över skelettjordens botten skapas ett sedimentationsmagasin och extra fördröjning. Bild 11 illustrerar principskiss för skelettjord i gatumiljö.

Luftningsbrunnen, med volym 60 l, ska vara perforerad i höjd med det luftiga bärlagret. För att kombinera vattenintag från vägar kan brunnar med sidointag användas i kantsten mot körbana. För vegetationsytor som angränsar till hårdgjorda ytor anläggs en stödremsa av makadam så att dagvatten leds in till regnbädden (Växtbäddar i Stockholm Stad, 2017). Storleken och konstruktionen på skelettjorden varierar beroende på trädval, önskad fördröjningseffekt samt lokala förutsätt-

1. Beläggning med överbyggnad
2. Dagvattenränna
3. Luftningsbrunn för infiltration av dagvatten och gasutbyte av syre och koldioxid
4. Markgaller
5. Stamskydd
6. Rothals på samma nivå som i plantskola
7. Täckmaterial, makadam 4/8 mm
8. Makadam 2/6 mm + 25 volymprocent näringsberikad biokol och kompost (50/50)
9. Trädgropsfundament i betong
10. Geotextil
11. Avjämningslager, makadam 8/11 mm
12. Luftigt bärlager, makadam 32/63 mm
13. Kolmakadam, makadam 32/90 mm + 15 volymprocent näringsberikad biokol och kompost (50/50)
14. Biokol
15. Gasutbyte (koldioxid/syre)

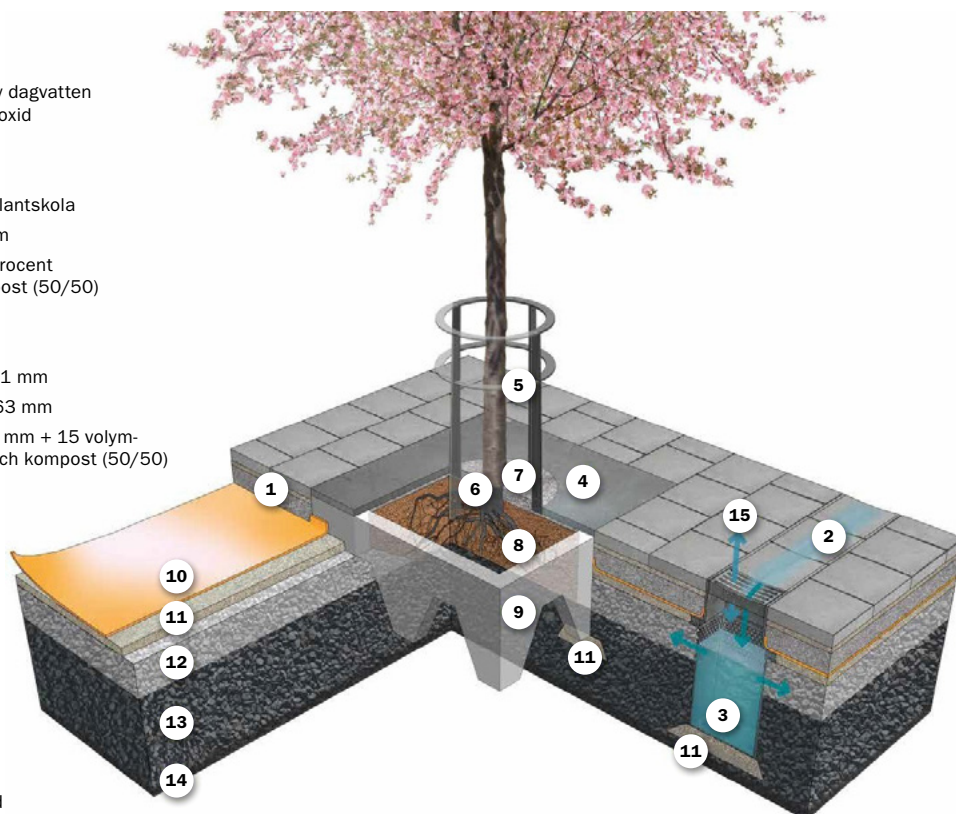


Bild 11: Principskiss regnbädd med kolmakadam. Källa: Stockholm stad

ningar som grundvattennivå, jordtyp, tillgänglighet och miljö. För mer detaljerad beskrivning av konstruktion och anläggning se handbok för Växtbäddar i Stockholm stad. ([Länk till Växtbäddar i Stockholm stad](#)).

Viktiga faktorer att ta hänsyn till för att uppnå bästa möjliga resultat (klimatanpassningsportalen):

- Biokol (1/4) för rening och för att undvika näringsbrist.
- Skydd för ledningarna mot rotetablering med geomembran eller täta massor som samkross eller silt.
- Anpassning av planteringsgroparna efter trädens storlek.
- Placering av infiltrationsbrunn så att största möjliga mängd dagvatten kan tillföras träden.
- I situationer med stora/små vattenmängder bör man välja träd som tål mycket vatten/torka och är mindre näringskrävande.
- God dränering/bräddning som motverkar stående vatten.

Skötsel

- Rensning av dagvattenbrunnar en gång per år.
- Extra bevattning under etableringstiden (1–2 år).

5.2 DAGVATTENSTRÅK (INFILTRATIONSSTRÅK, SVACKDIKEN)

Dagvattenstråk utgörs av långsträckta och sammanhängande anläggningar som är nedsänkta i förhållande till omkringgivande mark. Deras främsta syfte är avleda och fördröja dagvattnet. De har även en viss renande funktion, främst som sedimentation men även infiltration med rätt utformning och val av material (se Biofilter). Infiltrationsstråk kallas dagvattenstråk när det sker någon typ av infiltration. Svackdiken är en benämning på dagvattenstråk längst vägar och gator som oftast besås med gräs.

Allmänna råd vid gestaltning och utformning

Utifrån lokala förutsättningar och syfte (se Dimensionering och gestaltning) kan dagvattenstråk dimensioneras och gestaltas på en rad olika sätt. De kan anläggas som hårdgjorda kanaler utan växter likväl som gröna infiltrationsstråk (se bild 12). Ett infiltrationsstråk kan utgöras av ett vägdike (svackdike) med gräs men även av en gestaltad och grönskande kanal i stadsmiljö (se bild 13) utifrån rådande behov. Oftast är svackdiken bevuxna av gräs, men de kan också ha andra planteringar (som våtmarksväxter).



Bild 12: Dagvattenstråk i Uppsala med trasserade sektioner (vänster). Dagvattenstråk i Malmö (höger). Källa: SWECO



Bild 13: Vägdike i Danderyd (vänster). Grönt stråk i stadsmiljö, Portland, USA (höger). Källa: SWECO

Reningseffekten blir bäst i infiltrationsstråk med svag lutning, tät gräsväxt och genomsläpplig jord (WRS). Generellt sker det inte tillräcklig rening i ett dagvattenstråk, varför det behöver kompletteras med andra metoder (infiltrationsbäddar och dammar). Eftersom det sker en viss sedimentation i alla dagvattenstråk så passar dessa utmärkt som förbehandling till andra reningssteg (infiltrationsanläggningar) för att minimera igensättning (Godecke, 2016).

Dimensionering

Dagvattenstråk bör anläggas med högst tio graders sluttande slänter och en bottenbredd på minst 0,5 meter och lutning i längdled på högst 1 procent (WRS). Stråket byggs upp enligt bild 14. I de fall där dagvatten från intilliggande hårdgjord yta flödar fritt in i dagvattenstråk (exempelvis svackdiken längs vägar) bör det finnas en nedsänkt kant från vägytan om cirka 5 centimeter för att eliminera risken för uppdämning.

Om underliggande mark har dålig infiltrationsförmåga, anläggs stråket med dräneringsrör som ansluts till det allmänna dagvattennätet (se bild 14). Kapaciteten i stråket styrs av fördröjningsvolymen i stråket och markens infiltrationskapacitet. Även om det sker en viss infiltration så bör hela den dimensionerade regnvolymin rymmas i fördröjningsvolymen (se bild 14). Man räknar alltså inte med infiltrationskapaciteten, detta för att skapa säkerhetsmarginaler om anläggningen skulle förlora sin

infiltrationsförmåga på grund av exempelvis dålig skötsel. Flöden som är högre än det dimensionerade avleds med bräddbrunnar i kanten av stråket i nivå med den maximalt tillåtna vattennivån (se bild 14). Observera att bräddbrunnen inte ska ligga botten av stråket, för då förloras fördröjningsvolymens kapacitet. Beräkning av diketets maximala flöde görs med hjälp av Manning-ekvationen. Stråket dimensioneras så att kapaciteten är lika med eller högre än det dimensionerade flödet från avrinningsområdet (Godecke, 2016).

$$q_{\max, \text{svackdike}} = (A \cdot R^{2/3} \cdot S_0^{1/2}) / n, \text{ Där}$$

$q_{\max, \text{svackdike}}$ = max flödet i svackdiket (m^3/s)

A = svackdikets tvärsnittsarea (m^2)

R = hydraulisk radie = A/Lc

Lc = våt perimeter (kontaktytan mellan vatten och ledningsvägg)

S_0 = längslutning

n = Mannings tal, vilket beräknas utifrån förhållandet mellan vattennivån och vegetationen (0,02 till 0,04 när vattennivå > vegetationen och 0,3 till 0,4 när vattennivå < vegetation).

En kontrollberäkning av vattenhastigheten v görs för extrema regn, så att dessa inte medför erosionsrisk ($t \text{ ex } v < 1 \text{ m/s}$) (Godecke, 2016).

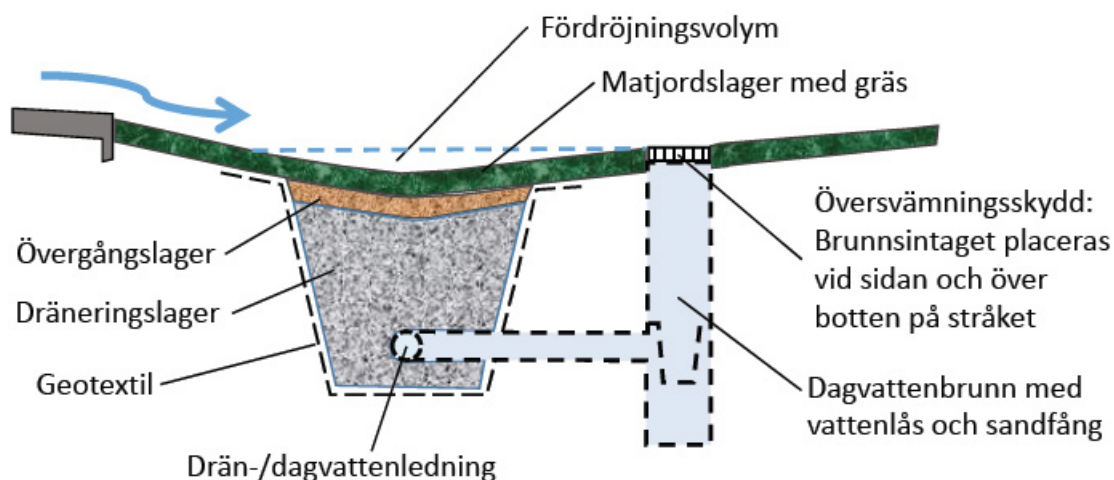


Bild 14: Principskiss infiltrationsstråk. Källa: WRS.

Skötsel

- Nyanlagda infiltrationsstråk bör besås med gräs och andra växter som, förutom att fungera som erosions-skydd, håller ogräset borta.
- Använd sand utan nollfraktion för att minska risken för igensättning av infiltrationsstråk.
- Ytlagret behöver luckras upp eller bytas ut vid igensättning.
- Rensning av brunnar och ledningar, 1–2 gånger per år.
- Borttagning av skräp minst 2 gånger per år.

5.3 DAMM

Dammar med permanent vattenyta utgör en effektiv metod för avskiljning av föroreningar i dagvatten, men kan även användas för utjämning av flöden. Reningsmekanismerna bygger huvudsakligen på sedimentering, men även växtupptag och mikrobiell nedbrytning kan vara av betydelse. Utöver den permanenta vattenytan och volymen i dammen, beror dammens reningseffekt på parametrar som inloppshalter, uppehållstid, vegetationsandel, förhållande mellan löst och total andel föroreningar med mera.

Allmänna råd vid gestaltning och utformning

Inflödet till dammen bör vara vinkelrät mot dammens utbredning för tillräcklig inbromsning och sedimentation (se bild 15). Optimal vegetation i en dagvattenanläggning (Våtmarksguiden, 2017):

- Täta bestånd av övervattensväxter, men inte så täta att de hindrar vattnets framkomlighet.
- Undervattensvegetation som syresätter vattenmassan i djupare delar och fungerar som filter.
- Utloppsdelen får gärna ha täta bestånd av övervattensvegetation som fungerar som partikelbroms och filter.
- Vegetation fördelad så att den hjälper till att sprida ut vattnet så att hela anläggningens ytor utnyttjas effektivt.
- Minimalt med skuggande träd, då beskuggning minskar växtligheten i vattenmiljön.

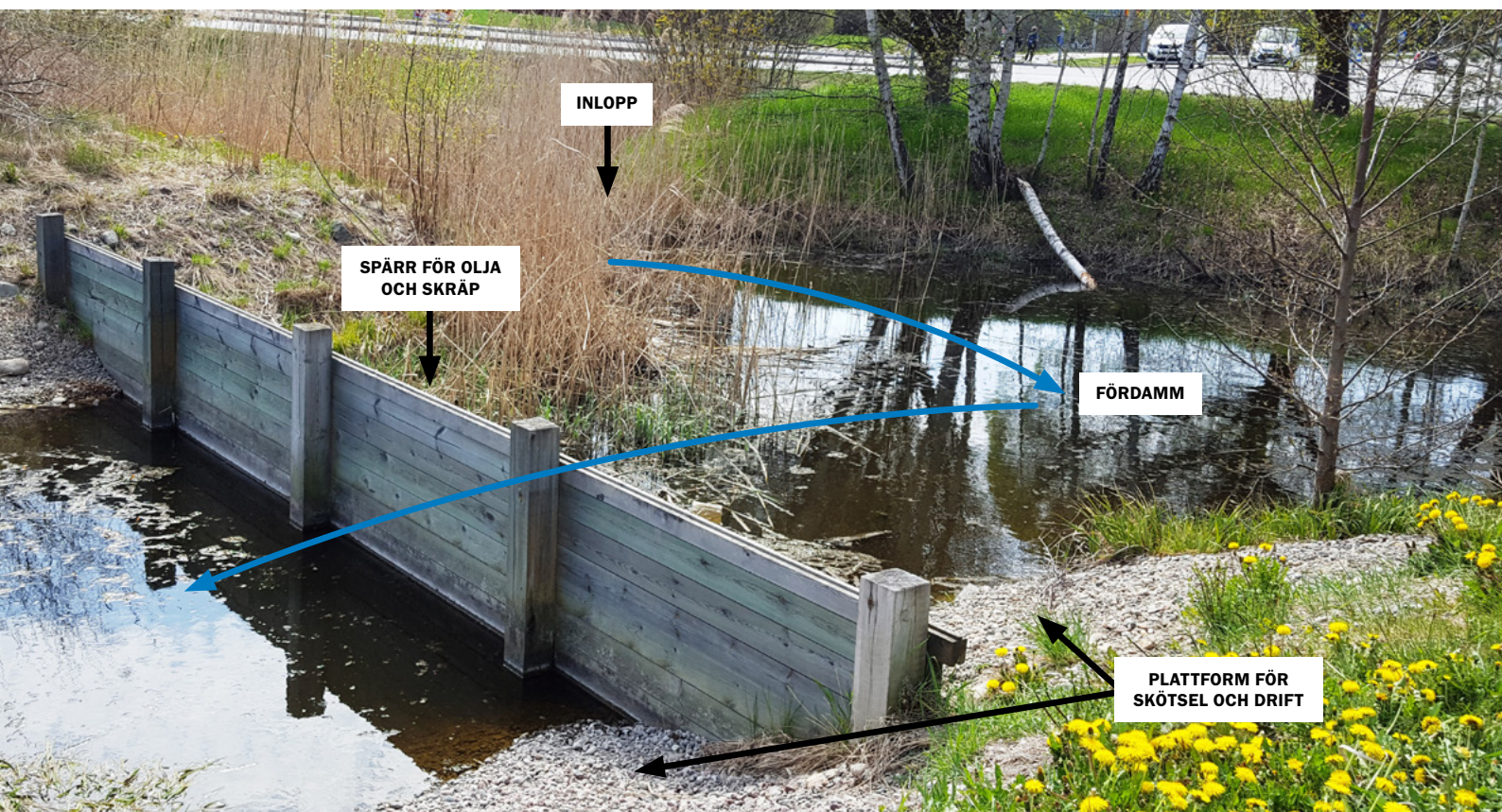


Bild 15: Exempel på korrekt utformning av inflöde. Den blå pilen visar vattnets väg som flödar under spärren.

Under torrperioder med dålig vattenomsättning finns det risk för alg tillväxt och dålig lukt. Då krävs en ökning av syreomsättningen i dammen med exempelvis en eller flera fontäner (se bild 16).

Undvik stor makadam, eftersom växter har svårt att etablera sig i det. Ur barnsäkerhetsperspektiv bör dammars slänter anläggas med maxlutning 1:5 och utföras med grunda avsatser längs kanten och med växter som ett naturligt hinder (se bild 16). Som ytterligare säkerhet bör dammar även utrustas med trappor/stegar och livbojar på en eller flera platser.

Dimensionering

Dammens yta bör vara 1,5–2 % av det hårdgjorda avrinningsområdet. Förhållandet mellan bredd och längd bör vara minst 1:3 för effektiv rening. Andra faktorer som påverkar den hydrauliska effektiviteten och därmed reningen, är spridningen av inflödet och anläggningen av flytande eller fasta hinder (se bild 16, 17). Om dammen

ska dimensioneras för rening bör uppehållstiden vara 12–24 timmar och utrustas med en oljefälla. Plantering av lämpliga växter i dammen höjer reningseffekten ytterligare.

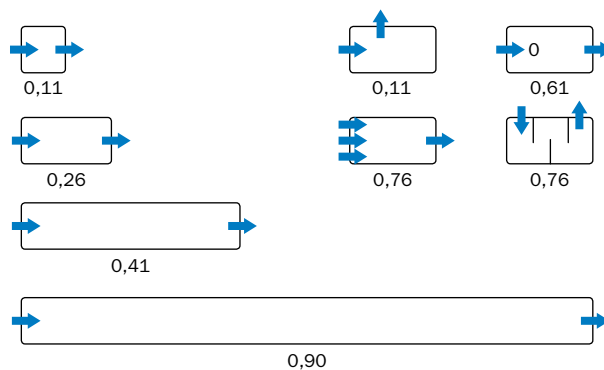


Bild 17: Dammens hydrauliska effektivitet i förhållande till dammens utformning (Persson, 2003).



Bild 16: Damm med fast hinder, grundare vegetationshinder, grunda avsatser och fontän för extra syresättning.

För att dammen inte ska växa igen och kunna behålla en permanent vattenspiegel bör minsta vattendjup vara cirka 1 m. Under torra sommarmånader kan dock avdunstningen från en damm vara mellan 12–75 cm. Därför bör dammar utformas med ett minsta djup på 1,5 m för att minska risken för torrläggning under torra sommarmånader. Djupbehovet måste också i vissa fall anpassas till dagvattenledningar och dess nivåer. Alla dammsystem bör utformas med en djupare, lättillgänglig försedimentationsdamm som utgör ca 10 % av den totala dammarean (Godecke, 2016). Det bör också finnas grundare vegetationszoner (våtmarksdel) där växterna bromsar vattnets strömningshastighet och skapar miljöer för biologiska processer som i sin tur ökar avskiljningen av lösta föroreningar (bild 16, 18). Helheten av ovanstående tips på utformning, gestaltning och dimensionering illustreras i bild 18. Mer detaljerad beskrivning av metodiken för dimensionering av dammar och våtmarker finns på: **(Länk till Dimensionering av dammar och våtmarker för rening och utjämning av dagvatten).**

Skötsel

- Borttagning av sediment, var 10–15:e år.
- Klippning av slänter och slyröjning, 1 gång per år.
- Rensning av in- och utlopp, vid behov.
- Okulär besiktning av dammarna utförs regelbundet.

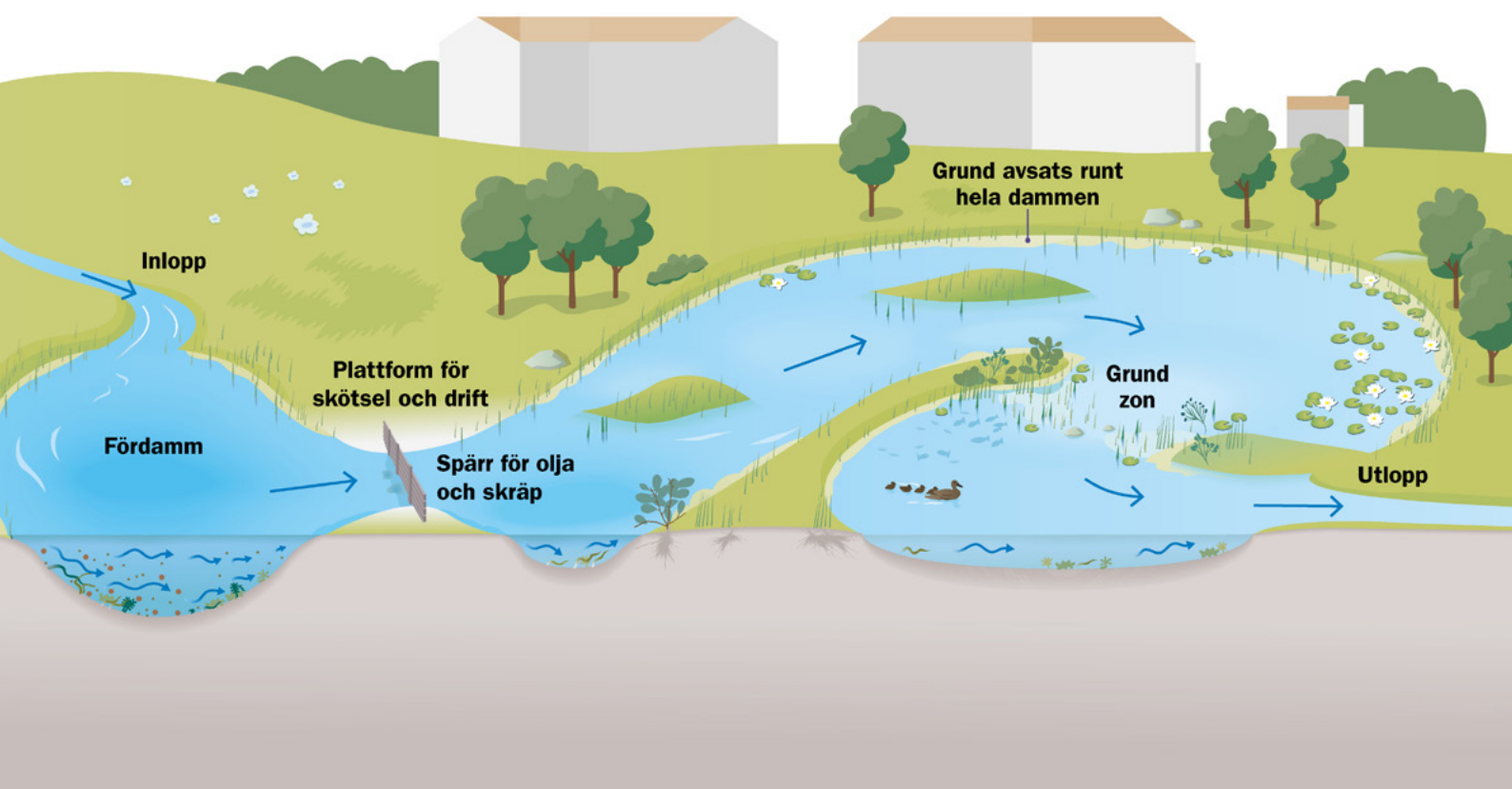


Bild 18: Förslag på utformning och gestaltning av damm med syfte att fördröja och rena.

5.4 REGNBÄDD PÅ BJÄLKLAG

I den allt mer förtätade staden med effektivisering av ytor och fler hårdgjorda ytor, blir det mer och mer nödvändigt att kunna rekonstruera gröna ytor som även kan fördröja och rena dagvatten. Ofta behöver dessa gröna ytor anläggas på överbyggda parkeringsplatser eller byggnadernas takbjälklag. Dessa anläggningar ställer naturligtvis större krav på noggrannare dimensionering och utformning än ytor som har kontakt med befintlig mark. Några faktorer att ta extra hänsyn till är substratdjup, lutning, laster på underliggande konstruktion, avvattnings- och dränering av bjälklag samt rot- och fuktskydd. En översiktlig genomgång av dessa faktorer presenteras i kommande avsnitt med tips och råd kring vad man bör tänka på vid projektering av regnbäddar på bjälklag. Materialet är hämtat från Grönatakhåndboken som har tagits fram i ett samarbete mellan offentlig och privat sektor samt forskningsinstitut. ([Länk till Grönatakhåndboken](#)). Materialet är uppdelat i flera handböcker, Regnbädd och Vegetation, Betong, Isolering och Tätskikt, Vägledning för beställare samt en rapport om arbetsprocessen för att kvalitetssäkra byggandet av gröna anläggningar på bjälklag. Med gröna tak menas i dessa handböcker överbyggnad för vegeta-

tionsytor på alla typer av bjälklag. Det kan variera från parkliknande anläggningar till örtartad vegetation med tunna överbyggnader, och från marknära bjälklag till takbjälklag flera våningar upp (Grönatakhåndboken, 2018).

5.4.1 SUBSTRATDJUP

Substratdjupet (regnbäddens djup) styrs av vegetationens behov av rottningsbar volym, substratets sammansättning, vattenhållande och lufthållande kapacitet samt bjälklagets bärighet. En underdimensionerad regnbädd som inte får sina behov tillgodosedda på grund av för lågt substratdjup får ett större skötselbehov. Detta kan dock till viss del kompenseras genom att användningen av ett bättre substrat med speciella tillsatsmaterial som till exempel pimpsten. Att använda vanliga växtjordar rekommenderas inte på bjälklag, såvida man inte kan bygga upp tillräckligt tjocka regnbäddar. Om bygghöjden är begränsad krävs en tillsats av poröst material för att göra regnbädden lättare och/eller tillföra både luft- och vattenhållande egenskaper. Rekommenderat substratdjup enligt FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau) för olika typer av vegetation anges i tabell 1.



Bild 19: Renovering av gårdsbjälklag, Jönköping. Installation av tätskiktsmatta och färdig innergård. Källa: Grönatakhåndboken.

	40	60	80	100	120	150	180	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1250	1500	2000
Sedum-mossa																						
Sedum-ört																						
Äng och stäppkaraktär																						
Gräsmatta																						
Buskage																						
Stora buskar																						
Mindre träd/buskträd																						
Större träd																						

Tabell 1: Rekommenderat substratdjup i millimeter för olika typ av vegetation enligt FLL. Källa: Grönatakhåndboken.

5.4.2 LUTNING OCH LASTER

På tak med hög lutning ($>10^\circ$) finns risk att vegetations-systemet glider, oavsett om det är mattor eller platssådda tak. För att förhindra glidning är det därför viktigt att ta hänsyn till friktionen mellan alla lager i uppbyggnaden. Glidning kan förhindras genom exempelvis ett rotsäkert tätskikt som har granulerad yta, eller en integrerad anti-erosionsmatta som hjälper till att hålla växterna på plats under etableringstiden. Vid större taklutning än 15° finns det högre risk för erosionsproblem under etableringstiden då stora ytor kan vara vegetationsfria. Erosionsproblem kan även uppstå vid felaktigt utformad takavvattning/dränering eller på grund av substratets egenskaper. Exempelvis kan lätta substratmaterial röra sig i ytskiktet på regnbädden vid kraftiga regn. Vid höga lutningar på upp till 20° är det mer fördelaktigt med förödlade vegetationsmattor där risken för erosion är liten. För större lutningar än 20° rekommenderas vegetationsmattor med armering. Risken för uttorkning och erosionsproblem ökar generellt med större lutning, vilket kan motverkas genom terrasseringsystem där kassetter fyllda med substrat placeras under vegetationsmattor. Maxlutningen för vegetationsmattor är 35° beroende av system.

Vid beräkning av laster bör man räkna med extra belastning som kan tillkomma med:

- vattenhållande skyddstextilier, vattenhållande dränering och installationer.
- vegetationens tillväxt.
- vind.
- snölast.
- tillkommande laster under anläggningsskedet.

Gör alltid en plan över bjälklaget med lastbegränsningar redan i programskedet. I tabell 1 visas exempel på fältlast på bjälklag.

VEGETATION	SUBSTRATDJUP (MM)	SUBSTRATVIKT (KG/M ²)	VEGETATIONSVIKT (KG/M ²)	TOTAL LAST (KN/M ²)
Sedum/mossa	30–80	40–160	10	0,5–1,7
Sedum/ört	80–120	80–240	10	0,9–2,5
Gräsmatta, äng, perenner	120–350	120–700	5–15	1,3–7,2
Mindre buskar och perenner	300–600	300–1200	20–30	3,2–12,3
Stora buskar och mindre träd	600–1500	600–3000	40–60	6,4–30,6
Större träd	1000–2000	1000–4000	150	10,2–40,2

Tabell 2: Exempel på fältlast, substrat inklusive kapillärt bundet vatten samt vegetationslast på bjälklag. De lägre substratlasterna gäller för det lägre substratdjupet med ett lättviktssubstrat, medan den högre lasten gäller för det större substratdjupet och ett tyngre, mineralbaserat substrat. Källa: Grönatakboken.

5.4.3 AVVATTNING OCH DRÄNERING AV BJÄLKLAG

För varje objekt bör det upprättas en plan som visar avvattningsanordningar för taket/bjälklaget, taklutning och vattengångar, placering av brunnar och eventuella bräddavlopp samt övriga avvattningsdetaljer. Ränndalar ska utformas så att vattnet ska kunna rinna till nästa brunn om stopp uppstår, utan att stora vattensamlingar skapas på bjälklaget. Bjälklagsavvattningen ska placeras i de verkliga lågpunkterna (med hänsyn till eventuella nedböjningar) och minst 500 mm från vertikala ytor. Varje yta bör alltid ha minst två avvattningsanordningar. Om ytan ska utsättas för fordonstrafik måste brunnarna vara tillräckligt starka för att klara denna belastning. Det finns två huvudprinciper för dränering: dränering på bjälklag utan genomgående brunnar (se bild 19) och dränering via brunnar i och ledningar under bjälklaget. Dessa tar dock utrymme i taket i anspråk och ledningen ska även ha ett fall. Dagvatten ska kunna bräddas i båda fallen. För att säkra en korrekt genomföring i tätskiktet ska brunnar och genomföringar placeras minst 500 mm från eventuella hinder och vertikaler. En effektiv dränering kräver tillräckligt fall. Minsta rekommenderade taklutning på bjälklag vid nyproduktion är 1:100 (1 dm på 10 m) (<http://www.tatskiktsgarantier.se>). Grönataktandboken rekommenderar 1:50 (2 dm på 10 m). Dräneringsmattan tar mindre plats, men bör väljas utifrån rådande belastning

Fuktskador till följd av läckage som uppstår i gröna anläggningar har oftast någon av följande orsaker:

- Tätskiktet dras sönder på grund av rörelser i skyddsbetongen.
- Tätskiktet förskjuts av på grund av deformationer i värmeisoleringen.
- Belastning av fordon på skyddsbetongens kant.
- Tätskiktet har skadats vid uppdragningen mot invidliggande väggar, där det ofta förekommer en dilatationsfog.
- Olämpligt utförda dilatationsfogar.
- Alltför låg uppdragning av tätskiktet, särskilt vid dörrar mot terrasstaket eller när tätskiktet ligger ovanpå värmeisoleringen.
- Olämpligt utförda anslutningar och genomföringar.
- Skador under byggnadstiden, särskilt vid tätskikt på mjuk isolering.

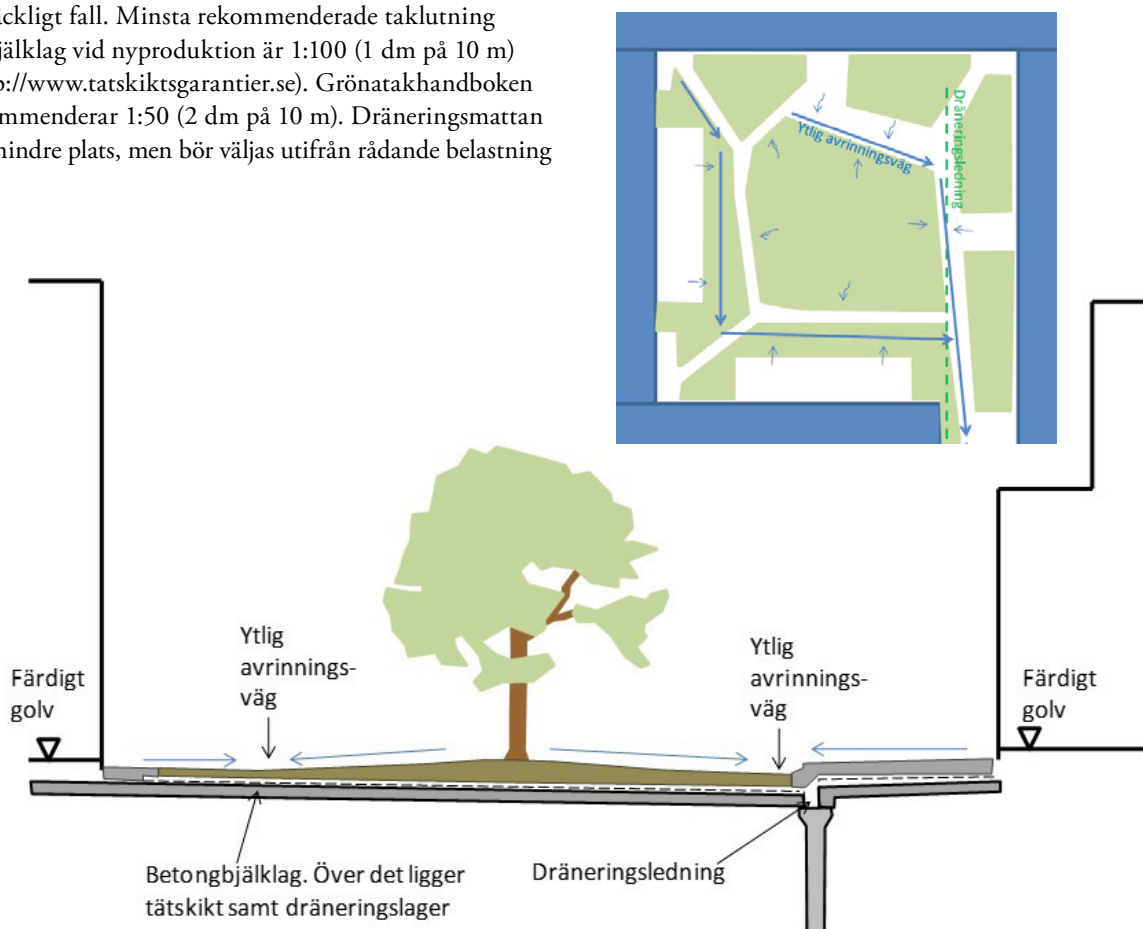


Bild 20: Dränering på bjälklag utan genomgående brunnar. Källa: WRS AB.

5.4.4 ROTSKYDD OCH TÄTSKIKT

Rotskydd krävs i anläggningar med ett substratdjup >50 mm. Vissa tätskikt kan även fungera som rotspärar men oftast behövs ett separat rotskydd. En del rotspärar innehåller rothämmande kemikalier, dessa är dock bara verksamma på rötter, ej rhizomer. I Grönatakhåndboken finns en förteckning över gräs med aggressiva rhizomer. I Grönatakhåndboken beskrivs några av de kritiska detaljerna som kan förhindra framtida läckageproblem, bland annat intäckning av fundament, kantavslut, tröskel och uppdragning mot vägg. Uppdragningar av tätskikt mot väggar, krön, sargar med mera, ska utföras minst 300 mm över färdig överbyggnad. En nivåskillnad på 100 mm mellan gårdsnivå och tröskel rekommenderas, vilket ger säkerhet mot översvämning men kan skapa tillgänglighetsproblem. Bild 20 illustrerar ett exempel på de olika skikten som presenteras i detta avsnitt.

5.4.5 SKÖTSEL OCH UNDERHÅLL

Bekämpningsmedel ska aldrig användas på ett grönt tak. Gifterna följer lätt med vid avrinningen från taket och ut i dagvattenrecipienter. Av samma anledning bör gödsling genomföras sparsamt. Välj därför växter som trivs i näringsfattiga förhållanden. All skötsel på taken ska utföras enligt Arbetarskyddsstyrelsens föreskrifter (AFS) för arbete på tak. Hänsyn till boendes säkerhet och utemiljö ska också iakttas under och efter arbete. Det är fastighetsägarens ansvar att nödvändiga säkerhetsinstallationer för arbetets utförande finns och underhålls. Se Grönatakhåndboken för en detaljerad beskrivning av underhållsskötsel för olika vegetationssystem.

Skötsel av ett grönt tak kan delas in tre steg:

- Installationsskötsel
- Färdigställande-/garantiskötsel
- Underhållsskötsel

Installationsskötsel

Det första målet efter installation är att den planerade vegetationen etableras på taket. Bevattning och kontroll av att växtmaterial förankras och rotar sig väl är den viktigaste skötselinsatsen under etableringen.

Färdigställande/garantiskötsel

Efter att vegetationen etablerats krävs under 1–2 år skötsel som stöttar och gynnar vegetationen. Tiden är beroende av vegetationssystem. Ogränsrensning och omplantering kan ibland ingå.

Underhållsskötsel

Syftet med underhållsskötseln är att bevara den avsedda funktionen. Vid underhållsskötsel är bevattning generellt sett inte nödvändig på sedum, sedum-ört eller ängstak, men bevattning bör ändå finnas tillgänglig i händelse av extrem torka. På samtliga anläggningar bör avvattningssystemet inspekteras 1–2 gånger per år, för att se till att löv, växtdelar eller dylikt inte har satt igen brunnar eller rännor. Eventuella vegetationsfria zoner, som exempelvis singelremсор mot sarg eller fasad, bör kontrolleras och rensas.

1. Överbyggnad
2. Dräneringsskikt
3. XPS isolering
4. Dräneringsskikt
5. Rotskydd av gjutasfalt kan ersättas av PE-film. Observera dock att gjutasfalt skapar en yta där arbete kan fortgå utan att tätskikt skadas.
6. Tätskikt/matta
7. Primer

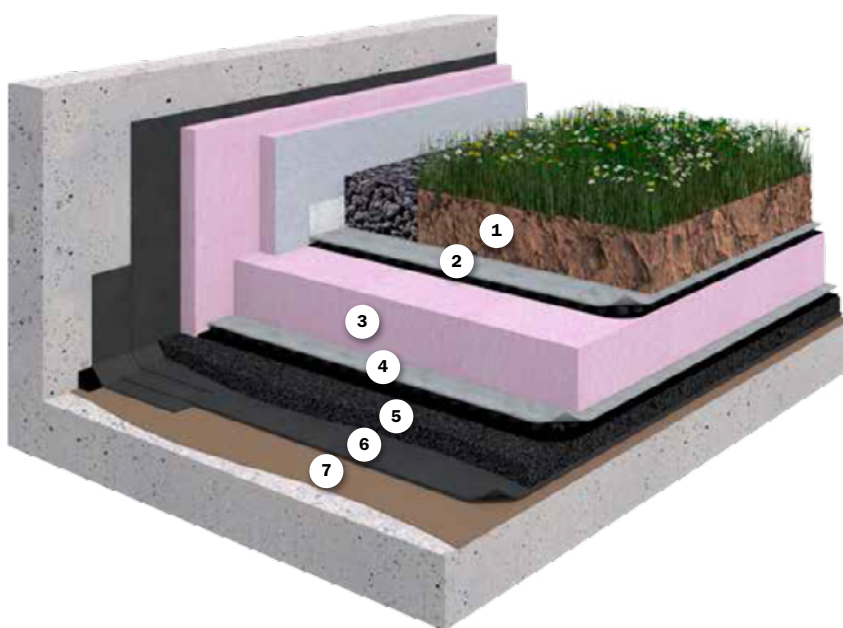
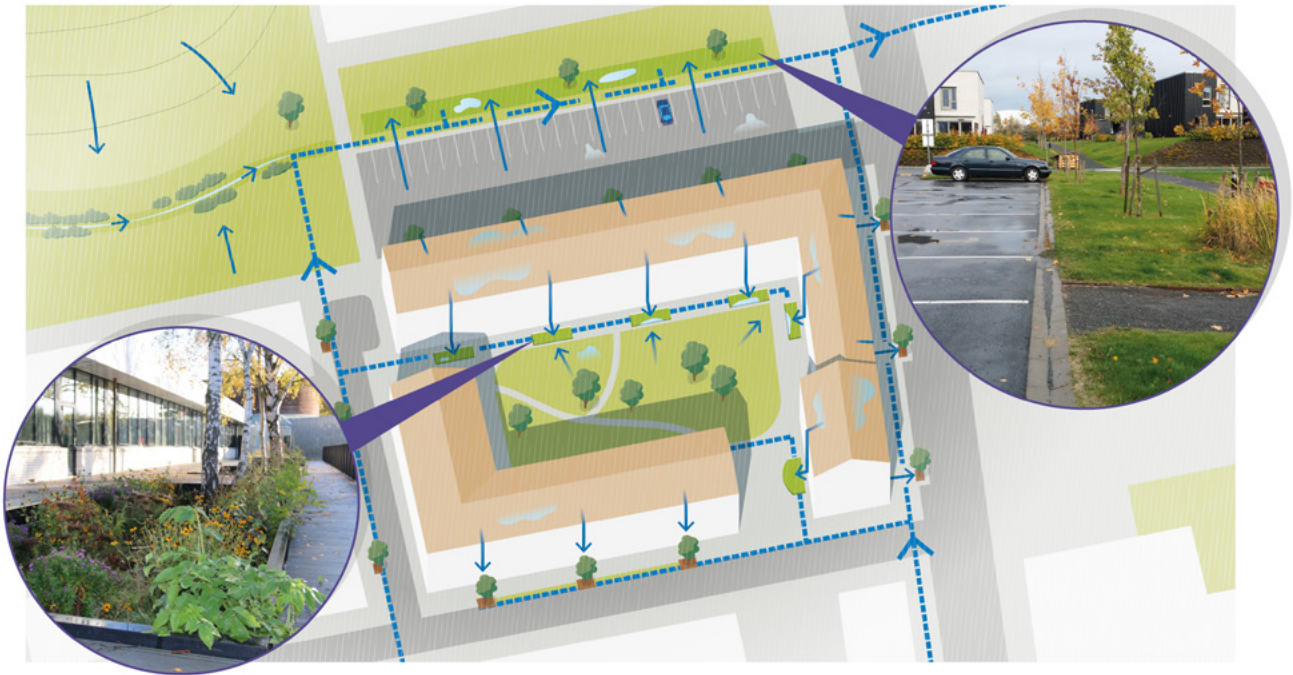


Bild 21: Exempel på olika skikt av bjälklag, i detta fall uppdragning av sarg. Källa: Grönatakhåndboken.

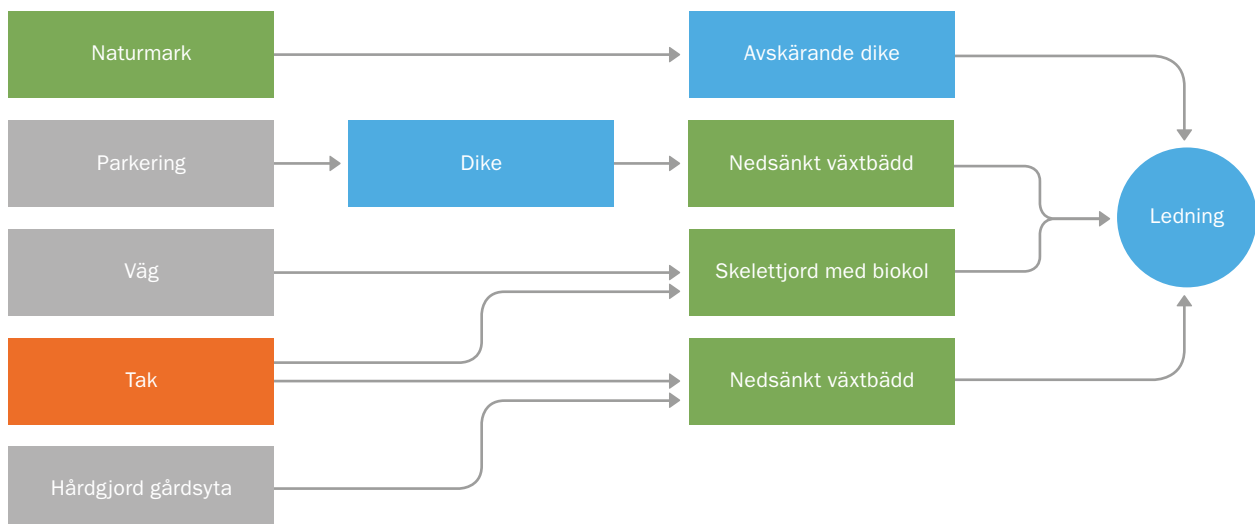
6. Förslag på åtgärder

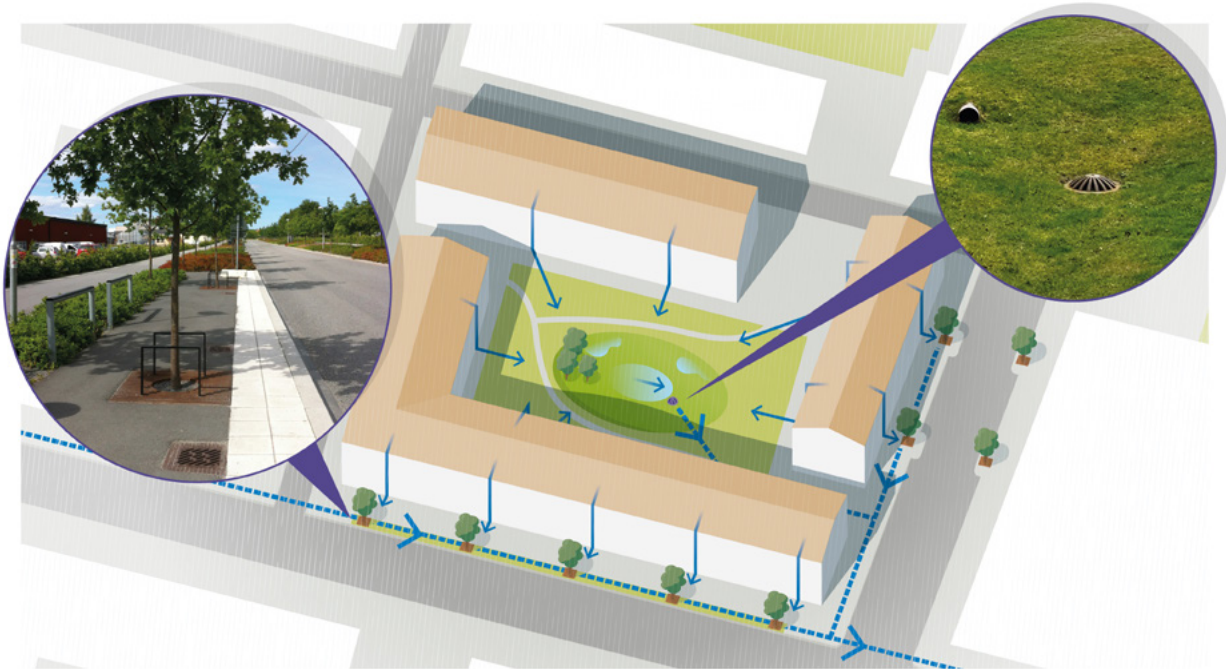
EXEMPEL 1



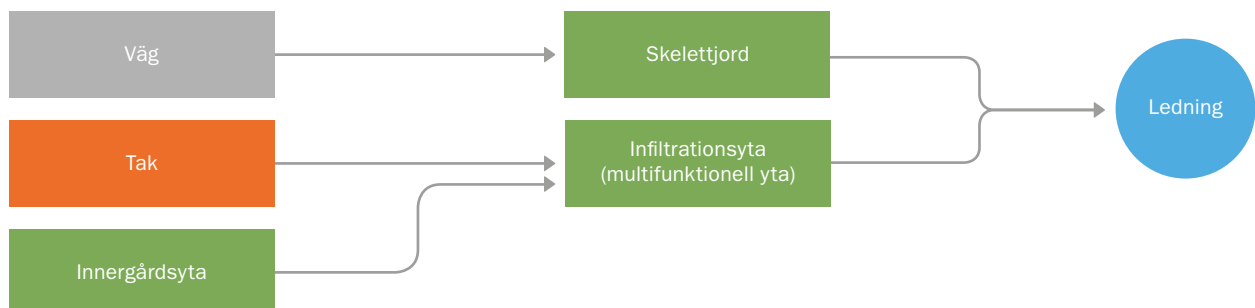
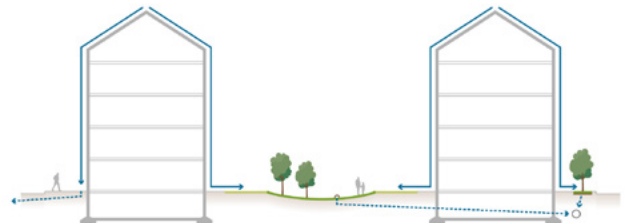
Systembeskrivning:

- Naturmark avvattnas med avskärande dike.
- Dagvatten från parkering rinner via dike till nedsänkta regnbäddar.
- Takvatten ansluts till nedsänkta regnbäddar på innergård och till skelettjordar vid vägar.
- Dagvatten från vägar ansluts till skelettjord tillsammans med 50 % av takvattnet.



EXEMPEL 2**Systemlösning:**

- Innergårdsyta där en del av takvattnet leds till infiltrationsyta med bräddning.
- Resten av takvattnet leds till skelettjordar tillsammans med vägdagvatten.

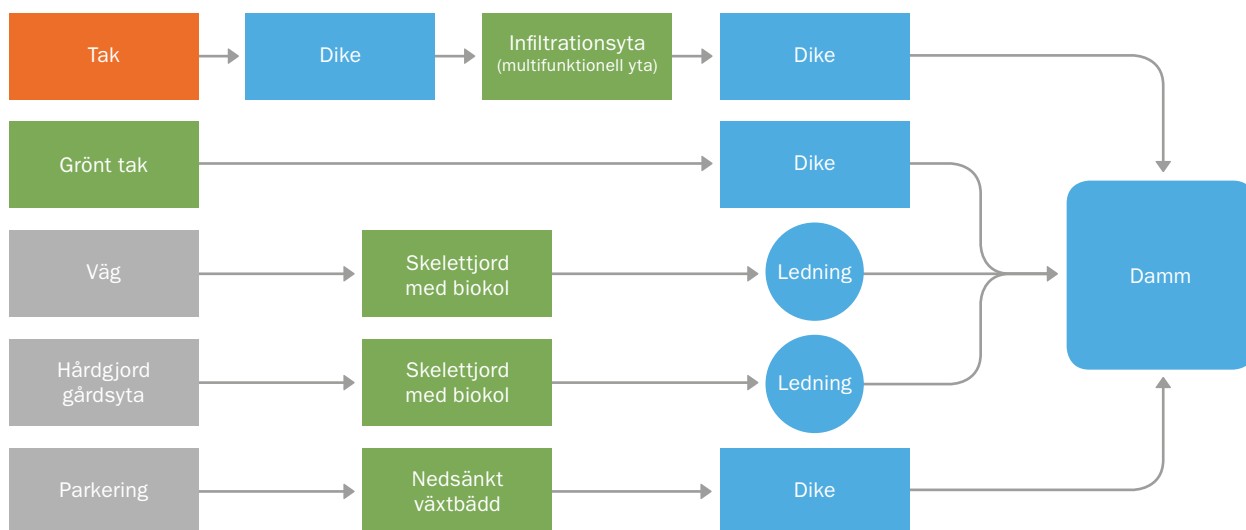


EXEMPEL 3



Systemlösning:

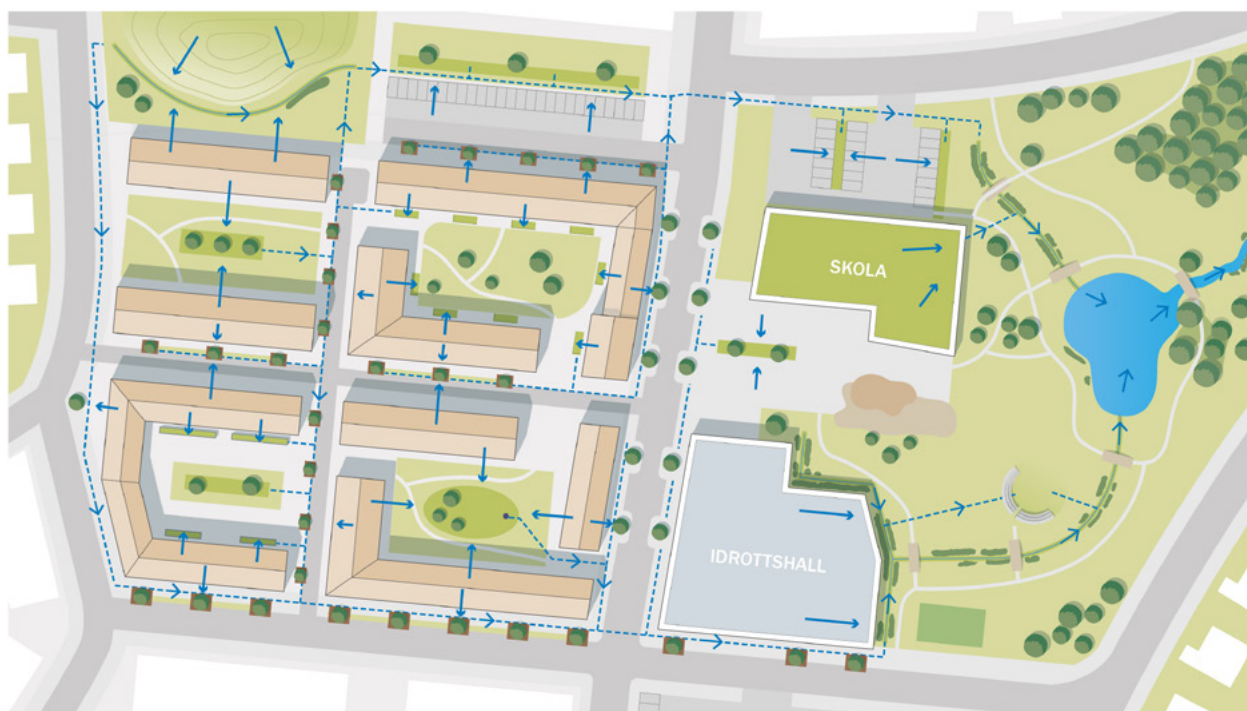
- Takvatten från idrottshall leds via diken och ledningar till multifunktionell yta i park.
- Extensiva gröna tak som leds via ledningar till dike.
- Dagvatten från parkering leds till nedsänkta regnbäddar kopplade med dränering och bräddning till dike.
- Hårdgjord gårdsyta avvattnas till skelettjor.
- Allt dagvatten leds via två diken till damm för ytterligare fördröjning och rening innan utsläpp till å.



EXEMPEL 4 – STÖRRE DETALJPLAN

En sammanställning av platsspecifik lokal fördröjning och rening av dagvatten (presenterade i tidigare exempel) på kvartersmark samt allmän platsmark. Dammens syfte, nedströms, är i första hand fördröjning ifall systemet upp-

ströms av någon anledning skulle förlora sin funktion. Dammen har även ett estetiskt och pedagogiskt värde i den allmänna parken.



Bilagor

Stora träd	
Svarttall	Pinus nigra
Tall	Pinus sylvestris
Fågelbär (Behöver stå väl-dränerat)	Prunus avium
Bergek	Quercus petrae
Skogsek	Quercus robur
Skogslind	Tilia cordata
Bohuslind	Tilia platyphyllos "Örebro"

Medestora träd	
Navelrönn	Acer campestre
Klibbal	Alnus glutinos
Oxel	Sorbus intermedia

Mindre träd	
Silveroxel	Sorbus incana
Rundoxel	Sorbus x turingiaca
Körsbärsploimon	Prunus serasifera
Luddhagtorn	Crataegus orientalis Strapats® E ("Ep Crast")
Sylhagtorn (Behöver stå väl-dränerat)	Crataegus x persimilis
Trubbhagtorn	Crataegus monogyna

Buskträd	
Slån	Prunus spinosa
Häckoxel	Sorbus mougeotii E
Gullregn	Laburnum alpinum
Skärmtry	Lonicera involucrata "Lyckelese" E
Tamariskarter	Tamarix sp.

Tips på lämpliga träd och buskar för biofilter Svenskt Vatten, 2011 (P105)

Vanliga växter. Tål både våta, fuktiga samt torra förhållanden.	
Knapptåg	Juncus conglomeratus
Veketåg	Juncus effusus
Stubbtåg	Platanus x aceriofolia
Kabbleka	Caltha palustris
Hampflockel	Eupatorium cannabinum
Älgört	Filipendula ulmaria
Humleblomster	Geum rivale
Gul svärdslija	Iris Pseudocarpus
Videört	Lysimachia vulgaris
Fackelblomster	Lythrum salicaria
Vattenmynta	Mentha aquatica

Andra växter. Alternativt klarar även följande arter stora variationer i vattentillgången.	
Flaskstarr	Carex rostrata
Blåstarr	Carex versicaria
Hirsstarr	Carex panicea
Hundstarr	Carex nigra
Bunkestarr	Carex elata
Rörflen	Phalaris arundinaceae
Dansk Iris	Iris spuria
Knölsyska	Stachys palustris

Strandväxter. Passar bra i trafikmiljö pga. sin salttålighet. Biofiltret behöver dock vara väl dränerat.	
Sandrör	Ammophila arenaria
Sandstarr	Carex arenaria
Ljung	Calluna vulgaris
Timjan	Thymus
Strandaster	Tripsolium vulgare
Strandrag	Leymus arenarius

Exempel på växtarter som kan vara lämpliga i biofilter (Blecken, 2016)

Referenser

Svenskt Vatten (2011).

Hållbar dag- och dränvattenhantering Publikation P105.

Svenskt Vatten (2016).

Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Publikation P110.

Haninge kommuns dagvattenstrategi.

<http://haninge.se/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp/dagvatten>

Blecken. G., 2016.

Kunskapssammanställning dagvattenrening. Svenskt Vatten.

Utveckling. Rapport Nr 2016-05.

Stockholms stad, 2017.

Växtbäddar i Stockholms -en handbok.

Banach. A. et al., 2015.

Gestaltning av dagvatten. Exempel och framgångsfaktorer.

SWECO inom ramen för Vinnovaprojektet Grön Nano.

Haninge kommun, 2017.

Åtgärdsnivå för dagvatten i Haninge.

<http://www.klimatanpassning.se/atgarda/llar-av-andra/anpassningsexempel/trad-i-stadsmiljo-fordjupning-1.87628>

<http://www.stockholmvattenochavfall.se/vatten-och-avlopp/avloppsvatten/dagvatten/#!/dagvattenanlaggningar>

<http://vatmarksguiden.se/>

Persson J., 2003.

How hydrological and hydraulic conditions affect performance of ponds. Department of Landscape

Management and Horticulture Technology, Swedish University of Agricultural Sciences.

Larm T., 2011.

Dimensionering av dammar och våtmarker för rening och utjämning av dagvatten, version 5. Sweco.

<http://gronatakhandboken.se/>

Haninge kommuns klimat- och miljöpolitiska program, 2017.