

Handbok för projektering av dagvattenanläggningar på kvartersmark



Projektgrupp

Frida Gissén

Fredrika Thomasdotter

Sanna Westerblom

Fredy Matamors Ahlström, Illustrationer

Linnéa Eriksson Johansson, Illustrationer

Fredrik Kronberg, Illustrationer och layout

Med inslag från Andreas Sandwall, dagvattendamm

Kerstin Teutsch, besiktning och granskning

Anna Petterson Skog (projektledare SODA steg 3)

Foton & Illustrationer: Sweco där inte annat anges

Datum: 2026-01-31

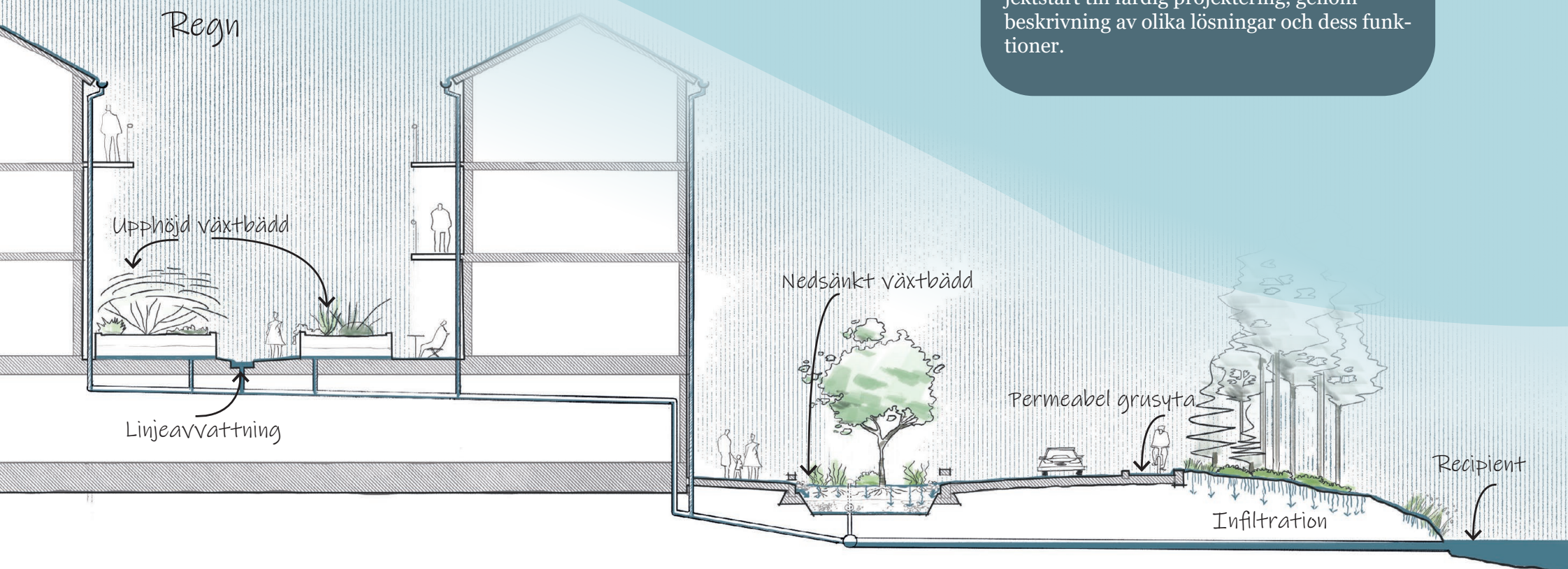
Innehållsförteckning

Inledning	6
Begreppsförklaringar	8
För ett lyckat resultat - Utredning och projektering	10
För ett lyckat resultat - Uppföljning och drift	12
Val av anläggning	14
<i>Syfte</i>	15
<i>Process</i>	16
<i>Föroreningar</i>	18
Gemensamt för alla anläggningar - Inlopp, erosionskydd och utlopp	22
Nedsänkt växtbädd	28
<i>Funktion - Fördröjning</i>	32
<i>Funktion - Rening</i>	33
<i>Funktion - Mångfald & Mikroklimat</i>	34
Upphöjd växtbädd	38
Underjordisk bevattning	40
Permeabel grusyta	44
Dagvattendamm	46
Underjordiskt magasin	52
Framtidsvision	56

Inledning

Inom ramen för projektet *Samverkan för hållbart omhändertagande av dagvatten och skyfall på kvartersmark (SODA)* har denna Handbok för projektering av dagvattenanläggningar på kvartersmark tagits fram, då det konstaterats att det finns behov både för projektörer och beställare att bättre förstå uppbyggnad och funktion för olika typer av dagvattenlösningar.

Handboken är ämnad att vägleda från projektstart till färdig projektering, genom beskrivning av olika lösningar och dess funktioner.



Klimatförändringar är i dag ett faktum, och samhället arbetar med att anpassa sig samt att begränsa deras påverkan. I naturen är alla delar sammanlänkade. Komplexa biokemiska processer pågår kontinuerligt och bidrar till att hantera klimatförändringarna, och förlust av ekosystem medför därför ytterligare klimatpåverkan. Konkurrens om mark, driven av ekonomiska värden, utgör en central faktor. Genom grundläggande planering och tydliga strategier för utvecklingen av en grönblå stad finns dock förutsättningar att både bevara och nyttja mark med hänsyn och förnuft. Att placera rätt åtgärd på rätt plats innebär betydande samhällsnytta. Detta möjliggör även kostnadsbesparingar genom att enklare och mer effektiva anläggningar kan byggas med lägre skötselbehov. Denna handbok har tagits fram som en mindre men viktig del i kedjan som bidrar till bättre anläggningar för klimatanpassning.

Till följd av platsbrist i städer finns ett behov av dagvattenanläggningar med multifunktionella egenskaper. I ett tidigare skede av projektet togs beskrivningar av typanläggningar fram, benämnda multifunktionella urbana dagvattenåtgärder (MUDs). Sex av dessa har valts ut för handboken: nedsänkt växtbädd, upphöjd växtbädd, underjordisk bevattning, permeabel grusyta, dagvattendamm och underjordiskt magasin.

Nedsänkt växtbädd, upphöjd växtbädd och underjordisk bevattning lämpar sig främst för hantering av mindre vattenvolymer. Dagvattendammar och underjordiska magasin är bättre anpassade för större volymer. Permeabel grusyta utgör i sig inte en fullständig anläggning för fördröjning och rening av dagvatten, men behandlas i handboken eftersom den är en relativt enkel lösning för ett permeabelt slitlager, som trots detta ofta utförs på ett felaktigt sätt.

Handboken fördjupar sig i nedsänkta växtbäddar och redovisar flera exempel på hur dessa kan utformas. Detta är en av de anläggningar som kan utföras i flest variationer och där resultat och syfte därför kan skilja sig avsevärt. Växtbäddar för dagvattenhantering är komplexa och är ofta avsedda att samtidigt lösa flera problem. De har ofta utförts felaktigt, vilket har medfört oönskade negativa climateffekter. Kompetens inom såväl dagvattenhantering som växtbäddar och växtmaterial krävs, och arbetet bör därför betraktas som multidisciplinärt.

Upphöjd växtbädd har inkluderats i handboken som ett komplement med en anläggningstyp som är vanligt förekommande på bjälklag och bostadsgårdar.



Begreppsförklaringar

A-jord (AMA): Jordtyp med 5-15% lerhalt vilket ger högre näringsinnehåll och högre vattenhållande förmåga än en AMA B-jord som har <5% lerhalt.

AMA: Allmän material- och arbetsbeskrivning, standard inom byggbranschen.

Avrinningskoefficient: Anger andelen nederbörd för en specifik markyta som blir dagvatten.

Avrinningsområde (ARO): Det geografiska område från vilket allt ytvatten, som uppstår genom nederbörd eller smältvatten, rinner mot en gemensam punkt — exempelvis en sjö, ett vattendrag, en dagvattenbrunn eller ett hav.

Biofilter: En anläggning för rening och fördröjning av dagvatten, där vattnet filtreras genom ett växtbevuxet jord- eller sandbaserat filtermaterial. Anläggningen kombinerar biologiska, kemiska och fysikaliska processer för att avskilja föroreningar såsom partiklar, tungmetaller, näringsämnen och oljerester innan vattnet infiltreras i marken eller leds vidare till recipient.

Biokol: Kolhaltigt material som har producerats genom pyrolys av växtbaserat material.

Biologisk mångfald: Variation av arter och livsmiljöer inom ett ekosystem.

Bjälklag: Bärande horisontell konstruktion, t.ex. över garage eller källare.

B-jord (AMA): Jordtyp som främst består av mineraler med längre vattenhållande förmåga än A-jord.

Bräddbrunn: En anläggningskomponent i ett dagvattensystem som fungerar som en säkerhetsventil när anläggningen blir överbelastad, till exempel vid kraftigt regn. När anläggningen har tagit upp så mycket vatten som växtbädden eller magasinet klarar av, leds överskottsvattnet via bräddningsbrunnen vidare till dagvattenledningen eller ett annat avledningssystem.

Dagvatten: Regn-, smält- och avrinningsvatten som rinner av från mark, tak, gator och andra ytor vid nederbörd. Det transporterar ofta med sig föroreningar och leds via öppna eller slutna system till infiltration, fördröjning, rening eller vidare till recipient.

Dagvattenutredning: Utredning för att planera och hantera dagvatten.

Erosionsskydd: En anordning i en dagvattenanläggning som skyddar mot att vattenflödet eroderar marken över tid. De kan tex. vara av makadam, sten (vanligtvis större fraktioner, typ 50–150 mm), betongplattor eller utformade som plåtkar som är placerade vid inloppet där koncentrerade vattenflöden finns eller förväntas.

Erforderlig fördröjningsvolym: Den volym vatten som måste fördröjas för att klara flödeskravet vid dimensionerande regn eller specifik regnmängd.

First flush: Den första ytavrinningen från ett regn.

Flödeskrav: Maxflöde som får släppas vidare till mottagande system enligt policy eller kapacitet.

Fördelningsbrunn: En brunn som används för att styra och fördela dagvattenflöden mellan olika delar av ett dagvattensystem. Den fungerar som en fördelningspunkt där vattnet, t.ex. utifrån regnintensitet, kan ledas åt olika håll – till exempel mellan flera regnbäddar, magasin, infiltrationsytor eller vidare till en ledning.

Fördröjning: Nederbörd som tillfälligt hålls kvar och bromsas innan den leds vidare till ledningsnät, vattendrag eller recipient. Syftet är att minska och jämna ut flödestoppar, så att översvämningsrisk, erosion och belastning på system nedströms reduceras.

Fördröjningsmagasin: En anläggning som samlar upp och tillfälligt lagrar dagvatten i ett tätt system, där vattnet inte kan infiltrera ner i marken utan släpps långsamt, dvs med ett strypt utflöde, ut genom en reglerad öppning (t.ex. en strypbrunn) till dagvattennätet

eller recipient. Tex. ett kassetmagasin.

Grönytefaktor: Ett mått på ekologisk kvalitet och andel gröna ytor i städer.

Grundvatten: vatten som fyller hålrum i jord och berg och vars hydrostatiska tryck är större än eller lika med atmosfärstrycket.

Hårdgjord yta: Yta som inte släpper igenom vatten, som är täckt med exempelvis asfalt, betong eller annat impermeabelt material.

Infiltration: Vattnets inträngning i marken.

Inlopp: En punkt där dagvattnet leds in i systemet från till exempel markrännor, stuprör eller hårdgjorda ytor.

Inspektionsbrunn: En brunn som byggs in i ledningsnätet för att möjliggöra inspektion, rensning och underhåll av ledningar.

Kapillär bevattning: Bevattningsmetod där vattnet stiger till rotzonen genom kapillär stigning.

Kapillär stigning: Vätskas förmåga att till följd av ytspänning stiga eller kvarhållas i ett rör eller i ett poröst material.

Kassetmagasin (för fördröjning): En typ av fördröjningsmagasin som byggs upp av plastkassetter (ofta modulära boxar i hårdplast) vars hålrum fylls upp vid regn eller skyfall.

Klimatanpassning: Klimatanpassning handlar om att rusta samhället för de nya utmaningar som klimatförändringarna ger. T.ex. hantering av dagvatten, skyfall och stigande temperaturer.

Kross: Krossat stenmaterial med varierande kornstorlek.

Krossmagasin (för fördröjning): En typ av fördröjnings- eller infiltrationsmagasin som byggs upp av krossat berg/stenmaterial (makadam eller grovt

grus) i marken vars hålrum fylls upp vid regn.

Löst förorening: Förorening som förekommer i vattenlöslig form.

Ränna(Brukar också kallas markränna eller linjeavvattning): En öppen ränna med ett galler som används för att samla upp och leda bort regn- och ytvatten från hårdgjorda ytor som gator, torg, parkeringsplatser eller gårdar.

MKN – miljö kvalitetsnorm: Lagstadgade krav på vattenmiljöns kvalitet.

Mikroklimat: Lokalt klimat inom ett mindre område, skiljer sig från omgivande klimat.

MUD: Multifunktionell urban dagvattenåtgärd

Nedsänkt växtbädd: Växtbädd där växtbäddsytan ligger lägre i förhållande till omgivande mark. Kan även utformas för att ta hand om dagvatten och kallas då ofta för regnbädd.

Näringsläckage: Är den process där näringsämnen, främst kväve och fosfor lämnar tex. substrat i regnbäddar och gröna tak genom utlakning eller avrinning. Näringsläckage innebär en nettobortförsel av näring som inte tas upp av vegetation eller binds i marken, och som i stället tillförs yt- eller grundvatten och kan bidra till övergödning.

Partikelbunden förorening: Förorening som är bunden till partiklar.

Perenner: Fleråriga växter som återkommer varje år.

Permeabel: Material som tillåter vatten att passera genom det.

Pimpsten: Poröst vulkaniskt material som används för jordförbättring.

Provtagningsbrunn: En brunn som används för att ta prover på dagvatten i ledningssystem eller mark.

Syftet är att mäta och analysera vattenkvalitet och flöden.

Recipient: Ett vattenområde som tar emot dagvattnet där miljö kvaliteten måste skyddas mot föroreningar och näringsläckage. Kan vara grundvatten eller ett ytvatten som ett vattendrag eller en sjö.

Regnbädd: Växtbädd med intag av dagvatten.

Reiningseffekt: Effektiviteten av en metod för att rena vatten från föroreningar, hur stor andel av föroreningarna som avskiljs.

Rännalsplatta: En öppen betongplatta (eller ibland stenplatta) med en nedsänkt fåra i mitten som används för att samla upp och leda bort regn- och ytvatten från hårdgjorda ytor som gator, torg, parkeringsplatser eller gårdar.

Sandfång: En anordning som samlar upp sand, grus och andra tunga partiklar från dagvattnet innan vattnet leds vidare i ledningsnätet. De förekommer ofta som en brunn eller behållare där vattnet bromsas och partiklar tillåts sjunka till botten.

Sektioner: Genomskärningar i ritningar som visar konstruktion i profil

Sedimentation: Process där partiklar sjunker till botten och separeras från vattnet.

Skyfall: Ett mycket intensivt regn med stora vattenmängder under kort tid. Enligt SMHI minst 50 mm på en timme.

Stenmjöl: Fint krossat stenmaterial (0–8 mm).

StormTac: Modellverktyg för beräkning av dagvattenflöden och föroreningar.

Terrass: Marken under överbyggnad (växtbädd), kan utgöras av befintlig mark eller fyllning.

Totalentreprenad: Avtal där entreprenören ansvarar för både projektering och utförande.

Underjordiskt bevattningssystem: Ett passivt bevattningssystem dit dagvattnet leds från omgivande hårdgjorda ytor som kan användas för bevattning genom ett kapillärt magasin eller kapilär stigning av vatten.

Underjordiskt magasin: Lagringsutrymme under marken för att ta emot och fördröja dagvatten.

Utförandeentreprenad: Avtal där entreprenören ansvarar för utförandet av projektet enligt specifikationer.

Utlopp: En punkt där dagvattnet lämnar ett system – alltså den punkt där vattnet släpps ut från ledningar eller anläggningar till en recipient.

VA, VA-ingenjör: Vatten- och avlopp; ingenjör som arbetar med dessa system.

Växsubstrat: Material som ingår i en växtbädd och som tillverkats av annat än naturligt bildade jordarter, till exempel krossmaterial, pimpsten och biokol.

Ytavrinning: Det vattenflöde som uppstår när nederbörd (regn eller smältvatten) inte infiltrerar i marken utan i stället rinner av på ytan mot lågpunkter, ledningar eller vattendrag.

Öppet fördröjningsmagasin: En anläggning som består av en synlig, öppen yta ovan mark där dagvatten kan samlas upp, lagras tillfälligt och sedan avledas långsamt. Tex. en damm.

Överfall: Vatten rinner in i eller ut ur en anläggning över en kant.

Översilningsyta: En översilningsyta är en platt gräsyta över vilken dagvatten leds över på bred front. Vattnet infiltrerar genom ytan eller samlas upp i dike, damm eller ledning vid botten av slänten. Syftet med översilningsytor är främst att avskilja partikelbundna föroreningar och bryta ned organiska ämnen.

För ett lyckat resultat - Utredning och projektering

Vid all projektering krävs god kännedom om platsspecifika förutsättningar och krav. Inga typitningar eller generella principer kan ersätta arbetet med dimensionering och projektering av dagvattenanläggningar eller fullt ut säkerställa deras funktion. För att uppnå ett lyckat resultat och önskad funktion krävs noggranna utredningar och anpassningar, vilket bland annat säkerställs genom följande:

Initiering av arbete

- Säkerställ rätt kompetens för utredning och projektering av blågröna anläggningar.
- Gå igenom styrande dokument och lokala krav.
- Utred krav på fördröjning och/eller rening.
- Utred om det finns utsläppskrav.
- Utred krav på grönytefaktor.
- Utred säkerhetsfrågor.
- Utred tillgänglighet och funktionskrav.
- DVU – Dagvattenutredning, upprättas vanligtvis i ett tidigt skede, ofta i samband med detaljplan, och kan användas som underlag i senare skeden.
- Markteknisk undersökningsrapport (MUR Geoteknik), beskriver geotekniska förutsättningar. Upprättas inte alltid, men ger värdefull information för projekteringen.

Funktion / syfte

Grunden i all dagvattenhantering och projektering av anläggningar utgår från anläggningens tänkta funktion. En anläggning kan ha ett eller flera syften, exempelvis:

- Fördröjning och/eller rening av dagvatten.
- Vid rening: vilka föroreningar ska anläggningen utformas för att avskilja?
- Skyfall: ska anläggningen säkerställa avledning eller utformas för att hantera och/eller fördröja större flöden?
- Mervärden, till exempel biologisk mångfald.

Fysiska förutsättningar

Det är viktigt att ha god kännedom om områdets fysiska förutsättningar för att säkerställa anläggningens framtida funktion och för att avgöra vilken typ av anläggning som är möjlig. Om grundvattennivån exempelvis ligger högt kan det vara svårt att anlägga en nedsänkt växtbädd, då lösningen riskerar att påverka grundvattennivån eller att grundvatten fyller växtbädden. Detta kan minska anläggningens kapacitet att magasinera dagvatten. Exempel på fysiska förutsättningar som behöver utredas och beaktas:

- Tillgänglig yta
- Geologi
- Hydrogeologi och grundvattennivåer
- Vattenskyddsområden
- Recipient
- Markföroreningar

- Befintliga och planerade ledningar samt ledningsgravar
- Marknivåer, befintliga och planerade
- Platsens läge i avrinningsområdet, inklusive markanvändning uppströms och avrinningsområdets storlek

Övriga förutsättningar

Ekonomi och drift är avgörande faktorer för att anläggningens funktion ska kunna upprätthållas över tid. Om tillräckliga medel saknas för att anlägga och drifta anläggningen enligt plan finns risk för avsteg under anläggningsskedet. Materialbyten, exempelvis av växtsubstrat, kan få oönskade konsekvenser för funktionen. Det är även viktigt att den driftsorganisation som ansvarar för anläggningen har både resurser och kunskap om hur och varför den ska skötas på ett visst sätt.

Exempel på övriga förutsättningar som behöver utredas vid val av anläggning:

- Ekonomi: investeringskostnad och driftkostnader.
- Ansvar för drift och skötsel.
- Driftorganisationens förutsättningar att sköta anläggningen.
- Kontakt med byggprojektledare, om möjligt redan under projekteringen.
- Möjlighet för projektör att följa upp under anläggningsskedet.
- För beställare: utse byggprojektledare med blågrön kompetens.

Mervärden

En dagvattenanläggning kan, utöver sitt huvudsakliga syfte, bidra med flera mervärden. Dessa kan dock ställa högre krav på anläggningens utformning. Det är därför viktigt att ta ställning till hur viktiga mervärdena är, eftersom det i vissa fall finns risk att dagvattenfunktionen försämras.

Exempel på mervärden som ofta efterfrågas vid dagvattenanläggningar:

- Biologisk mångfald
- Klimatanpassning, till exempel hantering av översvämning och temperaturreglering
- Estetiska värden
- Rekreation
- Värdeökning av bostäder
- Pedagogiska värden

Ett exempel på en dagvattenanläggning med stor potential för mervärden är dagvattendammar. Dessa kan utformas mycket enkelt för att uppfylla krav på fördröjning och rening, men också mer avancerat så att flera eller samtliga ovan nämnda mervärden inkluderas.



För ett lyckat resultat - Uppföljning och drift

Uppföljning

När en anläggning är färdig blir det kostsamt att göra förändringar och att utreda fel om tänkt funktion inte uppnås. För att undvika detta bör dokumentation ske under anläggningsfasen. Dokumentationsprocessen och besiktning varierar beroende på entreprenadform. Nedan redovisas kortfattat de olika entreprenad- och besikningsformerna samt hur dokumentation under anläggningen kan utföras.

Det finns två olika entreprenadformer; utförandeentreprenad och totalentreprenad. I en totalentreprenad ansvarar entreprenören för funktion, i en utförandeentreprenad ansvarar beställaren. Det innebär att i en utförandeentreprenad tar beställaren fram handlingarna, innefattande beskrivningar och ritningar med mera. Handboken fokuserar på utförandeentreprenad för att ge underlag till en heltäckande projektering.

De flesta projekt som upphandlas idag har AMA, Allmän material och arbetsbeskrivning, som grund. I den tekniska beskrivningen, som ska ansluta till AMA Anläggning, beskrivs hur utförandet ska göras och val av material medan de administrativa föreskrifterna upprättas enligt AMA AF (administrativa föreskrifter). Dokumentation som ska krävas i ett projekt måste beskrivas i förfrågningsunderlaget.

Kontroller som ska utföras framgår i AMA Anläggning under respektive kod/produktionsresultat och kan kompletteras med ytterligare kontroller under samma kod. Om kontrollkrav saknas

gäller branschpraxis. Under *YHB.1 Kontroll av anläggning* beskrivs att entreprenören ska ta fram ett kontrollprogram som innefattar alla kontroller enligt AMA, beskrivningen och leverantörernas anvisningar, inklusive dokumentationskrav. Kontrollprogrammet ska vara kopplat till entreprenörens kvalitets- och miljöplan.

Enligt *AFC.2222 Entreprenörens kvalitets- och miljöplan*, RA AF 21, ska kvalitetsplanen innehålla krav på omfattning, utförande och redovisning av egenkontroll. Egenkontrollen är en del av entreprenörens kvalitetssäkring och anges i AF. Kontrollprogrammet för tekniska arbeten anges i AMA Anläggning. Kontrollprogrammet visar hur kontrollerna för de olika arbetena ska utföras enligt den tekniska beskrivningen och ingår i entreprenörens åtagande. I kapitel D i AMA beskrivs att uppfyllelse av ställda krav ska verifieras genom kontroll i enlighet med YHB.1.

Enligt AB 04 kap 3 § 5 har beställaren rätt att utöva den kontroll över entreprenaden som denne anser lämplig. I AF kan det under *AFC.313 Beställarens kontrollant* anges om beställarens kontrollant ska ges en annan behörighet än den som krävs för kontrollens utövande enligt AB 04 kap. 3 § 5.

Bland det viktigaste är att alla deltagare har rätt kompetens. Under *AFC.34 Arbetsledning och anställda* anges krav på särskild utbildning för personl. Särskild teknisk kompetens krävs i teknisk beskrivning under relevant kod.

Besiktning

Det finns olika typer av besiktningar men de vanligaste är *förbesiktning*, *slutbesiktning*, *efterbesiktning*, *kompletterande slutbesiktning*, *särskild besiktning* och *garantibesiktning*. Syftet är att kontrollera i vilken mån entreprenaden uppfyller kontraktskrav.

Förbesiktning är en besiktningsform som borde användas oftare för dagvattenanläggningar. Skäl till detta är bland annat:

- 1 Vissa arbeten, som bärande funktioner under markytan, kräver stora ingrepp för att kunna besiktigas efter färdigställande (AB04).
- 2 Om avhjälpande efter färdigställandet skulle vara till väsentlig olägenhet för parten (AB04).
- 3 Det är få som har erfarenhet av att bygga anläggningar för dagvattenhantering och vi behöver alla skaffa oss kunskap och erfarenhet.
- 4 Om flertalet anläggningar byggs är det bra att ha en normerande förbesiktning.
- 5 Växter är viktiga för anläggningarna och för att besiktiga kvalitén behöver växternas rötter vara synliga. Översyn vid leverans samt förvaring av växter till utplantering bör utföras.

Slutbesiktning sker vid kontraktidens slut, om inte annat avtalats. Då kan entreprenaden godkännas och övergå till beställaren. All dokumentation kontrolleras och godkänns vid detta tillfälle.

Kompletterande slutbesiktning



Kompletterande slutbesiktning bör göras under växtsäsongen för att bedöma växternas vitalitet om slutbesiktningar görs när växterna är vilande och det är svårt att bedöma deras vitalitet.

Särskild besiktning sker vanligtvis två år efter slutbesiktningen, om entreprenören har skött underhållet i två år. Då är det viktigt att ha en överlämning innan skötseln övergår till beställaren.

Garantibesiktning görs före utgången av garantitiden, som idag nästan alltid är 5 år efter godkännandet vid slutbesiktningen.

Viktigt för projektering, dokumentation, kontroller och besiktningar är att veta vilken funktion som dagvattenanläggningen ska fylla. Projektören bör tillsammans med ritningar lämna en funktionsbeskrivning över anläggningen.

Drift

Genom att rådfråga driftspersonalen under projekteringen kan många problem undvikas. Det hjälper att förstå personalens resurser och kunskap för att anpassa anläggningen eller identifiera behov av att vidareutbilda personalen.

En anläggning som inte sköts fungerar oftast inte över tid. Därför bör en skötselplan tas fram av person med rätt kompetens.

Multifunktionella anläggningar kräver mer skötsel än de med ett enda syfte. Om en nedsänkt regnbädd ska ha höga estetiska värden med en praktplantering krävs skötsel likt en vanlig plantering. Utöver det krävs åtgärder för att säkerställa funktionen för dagvatten (rening och/eller fördröjning).

Blågrön byggledning

Något vi hoppas se mer i framtiden är byggledning med kompetens inom de blågröna frågorna, eller att de som ritat anläggningen får finnas med även under entreprenaden.

Val av anläggning - Syfte

Val av anläggning bör i första hand utgå från det önskade syftet. En anläggning kan dock ha flera funktioner, och för att uppnå bästa resultat behöver det finnas samsyn kring anläggningens huvudsyfte. Om anläggningen har flera syften kan det vara fördelaktigt att rangordna dem.

För en anläggning där fördröjning prioriteras framför rening eller andra mervärden, såsom klimatanpassning och biologisk mångfald, kommer projekteringsresultatet sannolikt att skilja sig från en anläggning där rening prioriteras framför fördröjning. Om klimatanpassning och biologisk mångfald i stället är högst prioriterade kommer anläggningen att projekteras på ytterligare ett annat sätt.

När syfte och önskad funktion har fastställts väljs en lämplig anläggning. Utifrån platsens förutsättningar kan vissa anläggningstyper vara mer eller mindre lämpliga. Även ekonomiska förutsättningar samt möjligheter till drift och skötsel behöver vägas in vid valet av anläggning.

Olika anläggningstyper är olika väl lämpade för att möta specifika behov och funktioner. Exempelvis bidrar stora underjordiska rörmagasin inte med några ekologiska mervärden, men de kan fördröja stora vattenvolymer samtidigt som de tar minimalt med yta i anspråk ovan mark vilket också är ett mervärde. Se illustration till höger för vägledning vid val av lämplig anläggning utifrån syfte.

Fördröjning

- Damm
- Torrdamm
- Underjordiskt magasin

Rening

- Damm
- Nedsänkt växtbädd *
- Upphöjd växtbädd *

*Om de är projekterade så att näringsläckage undviks

Mångfald och mikroklimat

- Damm
- Nedsänkt växtbädd
- Upphöjd växtbädd
- Underjordisk bevattning

MARKANVÄNDNING / FUNKTION	YTliga MUDS	ÄTGÅRDENS ANDEL AV ARO I PROCENT	GENOMSLÄPPLIGHET	RENINGSPOTENTIAL	POTENTIELL FÖRDRÖJNING	INVESTERINGS-KOSTNAD	DRIFTKOSTNAD
TAK	Gröna tak	100	200 mm/h				
	Blågröna tak	100	200 mm/h				
GRÖNYTA / PLANTERING	Gräsmatta	100	20 mm/h				
	Nedsänkta växtbäddar	5-10	100-1000 mm/h				
	Upphöjda växtbäddar	5-10	100-1000 mm/h				
	Svackdike	10					
	Torrdamm						
DAMM	Damm med permanent vattenyta	1,5-2,5					
MARKANVÄNDNING / FUNKTION	MUDS FÖR INFILTRERING TILL UNDERLIGGANDE MARK / ANLÄGGNING	ÄTGÅRDENS ANDEL AV ARO I PROCENT	GENOMSLÄPPLIGHET	RENINGSPOTENTIAL	POTENTIELL FÖRDRÖJNING	INVESTERINGS-KOSTNAD	DRIFTKOSTNAD
GÅNGSTRÅK / CYKELPARKERING	Permeabel grusyta	100	50-100 mm/h				
UTEVISTELSE OCH LEK	Trätrall	100					
	Kork	100	72 000 mm/h				
KÖRYTOR	Dränerande markstensbeläggning med bundet bärlager	30-70	2 000 mm/h				
	Dränerande markstensbeläggning med obundet bärlager	30-70	2 000 mm/h				
MARKANVÄNDNING / FUNKTION	KOMBINERAD MUD	ÄTGÅRDENS ANDEL AV ARO I PROCENT	GENOMSLÄPPLIGHET	RENINGSPOTENTIAL	POTENTIELL FÖRDRÖJNING	INVESTERINGS-KOSTNAD	DRIFTKOSTNAD
GRÖNYTA / PLANTERING	Nedsänkt växtbädd med pumpsystem	5-10					
MARKANVÄNDNING / FUNKTION	UNDERJORDISKA MUDS	ÄTGÅRDENS ANDEL AV ARO I PROCENT	GENOMSLÄPPLIGHET	RENINGSPOTENTIAL	POTENTIELL FÖRDRÖJNING	INVESTERINGS-KOSTNAD	DRIFTKOSTNAD
	Dagvattentank under mark						
	Infiltrationsmagasin under mark						
	Underjordisk bevattning						
	Öppet förstärkningslager						

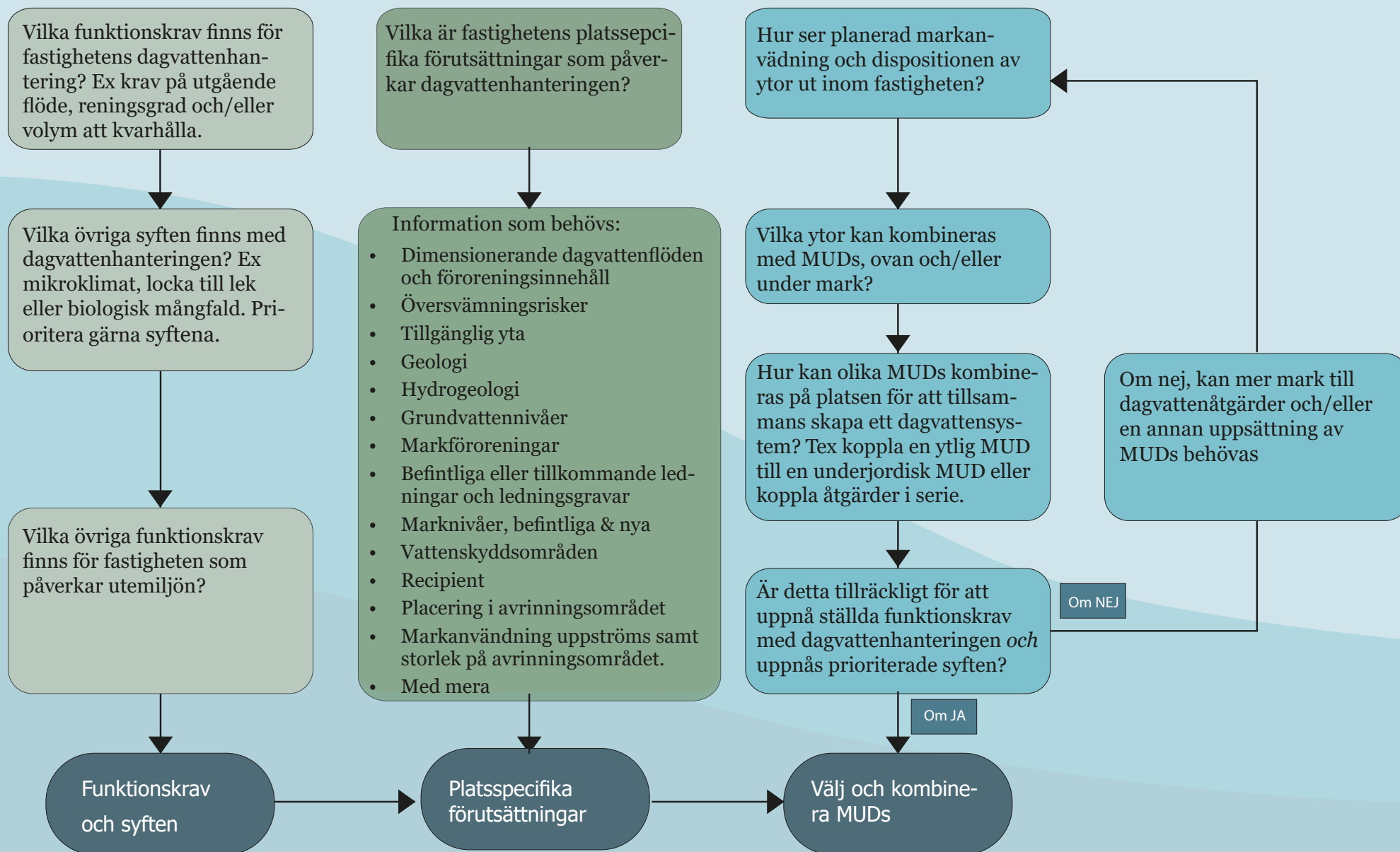
Val av anläggning - Syfte

Tabellen bredvis har tagits fram tidigare inom SODA steg 2 (2023). Tabellen visar flera olika dagvattenlösningars möjlighet till rening, fördröjning, behov av bevattning och driftkostnader. Den första kolumnen visar också möjlig markanvändning i kombination med dagvattenhantering. Tabellen är tänkt att ge överblick av olika anläggningars kapacitet och funktion, och fungerar som vägledning vid val av anläggning.

SYMBOLER - FÖRKLARING	
	Potential för rening. Lösta föroreningar, små - medelstora partiklar, stora partiklar
	Potential för fördröjning. Låg - Mellan - Hög
	Investeringskostnad. Låg - Mellan - Hög
	Driftkostnad. Låg - Mellan - Hög

Val av anläggning - Process

Flödesschemat togs fram i ett tidigare skede inom ett SODA projektet, och beskriver hur processen kan se ut vid val av dagvattenlösning (MUDs).





Val av anläggning - Föroreningar

Vid val av dagvattenanläggning för rening är det viktigt att veta vilka föroreningar som är prioriterade att avskiljas. Det är beroende av vilka ytor dagvattnet kommer från och status för den recipient som tar emot det renade vattnet.

Alla typer av växtbäddar renar inte dagvatten och olika anläggningar är bättre eller sämre på att rena specifika föroreningar. Rening i växtbäddar kan ske genom avskiljning av partikelbundna föroreningar och/eller lösta föroreningar och till viss del även genom växtupptag. Anläggningens utformning kommer att styra vilken process som dominerar.

I dagvattenutredningar föreslås ofta växtbäddar för dagvattenhantering där beräkningsverktyget StormTac används för att beräkna reningsgrad för anläggningen (i StormTac benämnd som "Biofilter"). Beräkningarna görs utifrån en typ av standardanläggning i StormTacs modell och underlaget för reningseffekterna kommer till största delen från studier på växtbäddar i Nordamerika där substratet primärt består av sandbaserade filtermaterial. I Sverige har det blivit vanlig att använda makadam med inblandning av hög halt organiskt material och/eller gödsel. Även dessa växtbäddar kallas biofilter/regnbäddar och likställs ofta i en dagvattenutredning vid beskrivning av reningseffekt.

De få studier som gjorts i Sverige på kolmkadam visar en hög nivå av näringsläckage och i många fall högre halter ut ur växtbädden än vad som kom in med dagvattnet (Blecken & Vikander 2022, Svenskt vatten 2024, RISE 2024).

Växtbädden kan i vissa fall alltså bidra med föroreningar, framförallt för näringsämnen, istället för att rena dagvattnet från detta. Även om antalet

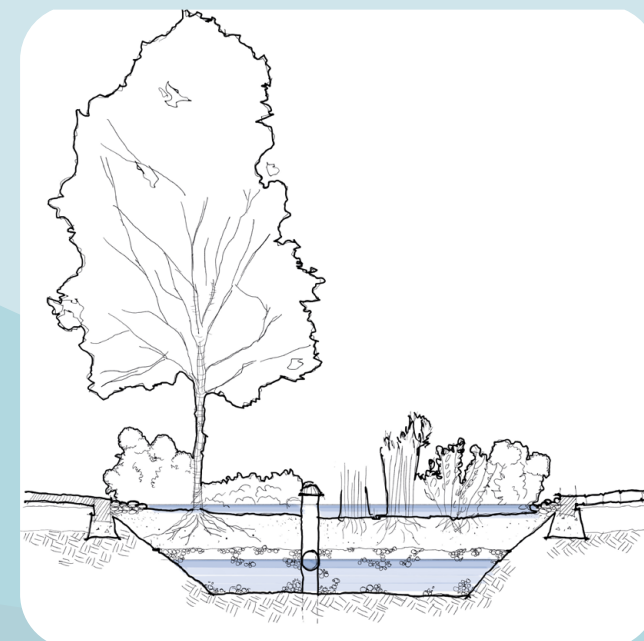
Varför renar vi dagvatten?

Många av Sveriges sjöar och vattendrag är negativt påverkade av mänsklig aktivitet. För att lättare kunna kontrollera dem har alla större vatten i Sverige klassats som vattenförekomster.

Vattenmyndigheterna och Länsstyrelserna samlar information om dessa i databasen VISS (Vatteninformationssystem Sverige, 2025), där varje vattenförekomst får en statusklassning. Detta innebär en bedömning av miljökvalitetsnorm för vattenförekomsten, ofta förkortat MKN.

Tillståndet i vattenförekomsterna ska inte försämrast, det så kallade icke-försämringskravet (förordning 2015:516). Bedömningar görs i förvaltningscykler, och vid varje cykel sätts en MKN (miljökvalitetsnorm) som ska uppnås. I dagvattenutredningar framgår ofta att exploatering inte ska försämra recipientens (mottagande vattens) möjlighet att uppnå MKN.

faktiska vattenprover som tas från växtbäddar som byggs är få, är detta troligen verkligheten för en stor del av bäddarna som är tänkta att rena dagvatten. Det är framförallt i växtbäddar med inblandning av kompost eller i vissa fall näringsberikad biokol som läckage av näringsämnen uppmätts. Därför är det väldigt viktigt att veta vilken funktion en anläggning ska bidra med och vilken typ av anläggning och substrat som behövs för att uppnå detta.



Figur.1 Illustration av nedväxtbädd som har potential att avskilja metaller och vissa organiska föroreningar.

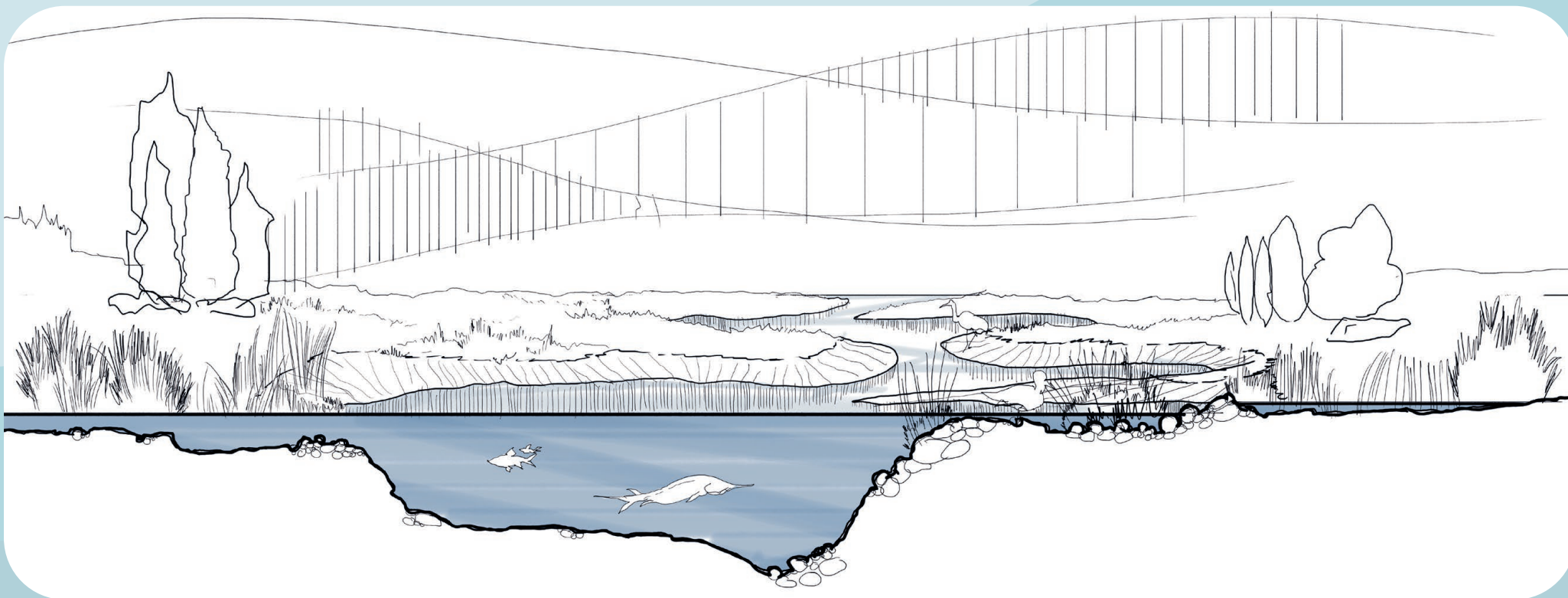
En viktig faktor för att vattenförekomsterna ska uppnå MKN (Miljökvalitetsnorm) är föroreningar, många vattendrag har idag dålig status till följd av övergödning från jordbruk och dagvatten från hårdgjorda ytor. Kravet om att uppnå MKN är anledningen till reningskrav för dagvatten. En dagvattenutredning bör peka ut vilka föroreningar/ämnen som är särskilt viktiga att rena för aktuell recipient.

Föroreningar kan antingen förekomma som lösliga i dagvatten eller bundna till partiklar

och de renas på olika sätt. Lösta ämnen behöver längre kontakttid med ett lämpligt substrat eller filtermaterial för att fastläggas. Växter kan ta upp vissa ämnen och bidrar till rening indirekt genom att gynna andra biologiska/kemiska processer, minska igensättning med mera. En våtmark är ett bra exempel på detta.

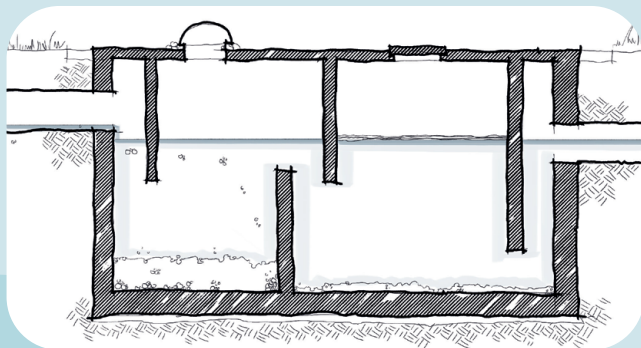
Förenklat kan sägas att dagvatten med partikelbundna föroreningar är lättare att rena och är den typ av föroreningar som oftast avskiljs i en dagvattenanläggning. Detta genom att sedimen-

tera till botten eller fastläggas i ytan vid infiltration genom substrat. Större partiklar avsätts och avskiljs genom filtrering lättast. Mindre partiklar håller sig flytande längre och re-suspenderas lättare samt kräver finare filtermaterial för avskiljning. Dessa fina fraktioner bär den största andelen partikelbundna föroreningar, då de har mer yta att binda till.



Figur.3 Illustration av en damm med våtmarkskaraktär som har potential att rena lösta föroreningar.

Val av anläggning - Föroreningar



Figur.2 Illustration av en typ av oljeavskiljare som också avskiljer och sedimenterar andra föroreningar. Bör användas för områden med höga halter av olja eller risker för oljespill förekommer. Vid lägre halter fungerar även biofilter.

De vanligaste föroreningarna som vi brukar behöva rena är metaller, olja och näringsämnen. Organiska ämnen beaktas mer och mer samt mikroplast, främst däckpartiklar och deras nedbrytningsprodukter. När reninsanläggningar beskrivs för olika typer av rening är det viktigt att komma ihåg att det är **potential** för rening. Anläggningen måste dimensioneras, projekteras samt underhållas korrekt för att uppnå reningsgraden.

Exempelvis visar studier att majoriteten av de undersökta svenska anläggningar inte fungerar som de ska på grund av fel i dimensionering, byggnation eller underhåll (Blecken et al 2021). Ett annat problem i biofilter är att rening inte alltid sker som önskat för metaller, där flera studier har visat att under vintern påverkas

reningsnivån för metaller negativt vid förekomst av vägsalt i dagvatten (Blecken & Vikander 2022) Detta då salt hämmar metallers bindning till substratet, och kan lösa redan bundna metaller i växtbädden. Det är viktigt att veta vilken typ av förorening som är prioriterad för att kunna projektera en ändamålsenlig anläggning.

Utöver föroreningar i form av metaller innehåller dagvatten också näringsämnen. Beroende på hur

stor yta som avvattnas till en dagvattenanläggning kan det finnas potential för att vegetations hela näringsbehov tillgodoses genom dagvattnet. Detta är viktigt att ha med sig vid både projektering, drift och skötsel. Vid etablering kan viss mängd näring behöva tillföras närmast rotsystemet men för en etablerad växtbädd är det inte säkert att det behöver tillföras någon gödsling alls. Växtval och krav på estetik kommer också att påverka behovet av gödsling.

Kornstorlek										
> 5 mm	Sandfång i brunnar									
5 mm - 125 µm		Underjordiska sedimentationsmagasin								
125 µm - 10 µm			Dammar Skärbassänger	Svackdiken	Våtmarker					
10 µm - 0,45 µm						Infiltrationsanläggningar	Biofilter Rain garden Växtbäddar	Brunnsfilter		
< 0,45 µm (lösta föroreningar)									Membranfilter Lamellfilter	
Underhållsbehov	hög	medel	medel	låg	låg	medel - hög	medel	mycket hög	mycket hög	

Figur.4 Ungefärligt schema över olika anläggstyper för dagvatten och dess potential att avskilja olika typer av föroreningar. Från Godecke-Tobias Blecken.

Substratet som föreskrivs i växtbäddar bör i större utsträckning vara utan inblandning av kompost, gödsel eller näringsberikad biokol än vad som görs idag. Det är också viktigt att nämna att det är stor skillnad på kompost och kompost, och det är viktigt att vid projektering föreskriva vilken typ av kompost som ska användas.



Gemensamt för alla anläggningar - Inlopp, erosionskydd och utlopp

För att en anläggning ska fungera krävs rätt placering och höjdsättning i förhållande till omkring liggande mark, där anläggningens inlopp är en av de viktigaste delarna. Det kanske låter självklart men vid besiktning finns ofta många anmärkningar vid just inloppet. Öppningar i kantsten som blockerats, brunnar som ligger för högt eller i fel läge, erosionsskydd som inte fungerar med mera.

Generellt gäller att ju mindre öppning inloppet har, desto lättare sätter det igen och ju lättare rinner vatten förbi. Brunnar placerade i lutning når ofta inte full kapacitet då vatten tenderar rinna förbi.

Inlopp

Det finns flera sätt att leda in vatten i en dagvattenanläggning. Oavsett lösning är det avgörande att vattnet verkligen når anläggningen, att risken för igensättning är liten och att erosion undviks.

Överfall på bred front

Markytan som leder vatten mot anläggningen ska luta mot den (minst ca 1 %). Anläggningen ska ligga något lägre än omgivande mark så att vattnet rinner in av sig självt.

Materialavskiljande kanter måste vara lätt nedsänkta. Även några millimeter för hög kant kan göra att vattnet rinner förbi. En nedsänkning på cirka 5–10 mm är lämplig och bör ta höjd för framtida sättningar.

För att undvika att materialen sätter sig olika bör det i projekteringen, i detaljer och teknisk beskrivning, framgå att underliggande material ska packas likvärdigt och utföras med likvärdig överbyggnad under utförandet. I en totalentreprenad behöver detta förtydligas i samband med att funktionen beskrivs.

Där vatten rinner in över kanten ska erosionskydd alltid anläggas. Vid val och dimensionering av erosionsskydd behövs information om vattnets flödes hastighet.

Överfall på begränsad yta

När vattnet leds in på en smal eller centrerad yta ökar risken för igensättning och erosion. Här är det extra viktigt med:

- Erosionsskydd
- Möjlighet att samla upp skräp
- Tätare tillsyn

Sandfång förekommer bara vid centrerade inlopp förutom vid anläggningar som dammar och våtmarker där en fördamm för sedimentation fyller



Figur.6 Inlopp över bred front

samma funktion och teoretiskt skulle kunna ha tillrinning på bred front.

Utformningen av överfall med begränsad yta ska utformas så att risken för att grenar, löv och skräp fastnar minskas. Om detta inte kan säkerställas bör en högre nivå av skötsel och tillsyn ställas som krav.

Sänkning av kantsten och andra mindre öppningar i trafikmiljö.

Trafikmiljöer ställer ofta större krav på inlopp och därför är inte alla typer av lösningar möjliga. Större öppningar fungerar hydrauliskt bättre men är inte alltid tillåtna av trafiksäkerhetsskäl. Vatten kan inte svänga tvärt vid höga hastigheter, därför är placering i förhållande till lutning mycket viktig.

Brunn

Brunnar är ett robust sätt att leda in vatten eftersom vattnet rinner rakt ner. För att fungera måste brunnen ligga något lägre än omgivande mark, det kan räcka med några millimeters fel i höjdsättning för att vatten ska rinna förbi. Vid

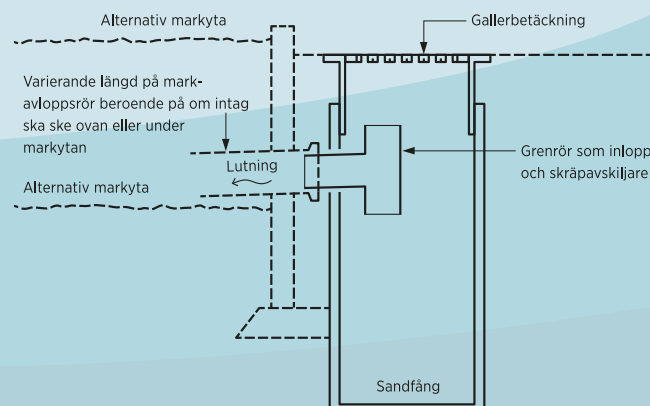


Figur.7 Inlopp via sänkning av kantsten

projektering bör hänsyn tas till brunnens maximala kapacitet. Större hål och glesare galler utgör ett mindre hydrauliskt motstånd. Brunnar satta i längstlutning eller som är blockerade av skräp eller löv tappar också kapacitet. Vid behov kan en rännadal hjälpa till att styra vattnet mot brunnen. Brunnar fungerar i de flesta markmaterial och kan utföras med en teleskopisk funktion som gör att de kan anpassa sig till sättningar.

Sandfång i brunnen samlar upp grövre partiklar och förenklar skötsel. När brunnen fylls leds vattnet vidare in i dagvattenanläggningen via ledning, antingen en perforerad ledning för att sprida vatten eller en tät ledning för att rikta vattnet.

Beroende på typ av anläggning, exempelvis vid en växtbädd, kan det vara en nackdel om vattnet tillförs djupt ner, eftersom perenner ofta har grunda rötter. Kapillär uppsugning kan hjälpa i finkorniga jordar, men inte i grovt material som makadam.

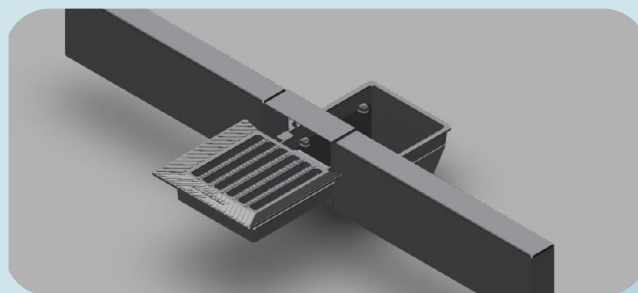


Figur.8 Inlopp via brunn Illustration: © AB Svensk Byggtjänst *

* Text och innehåll är återgivet med vederbörigt tillstånd från AB Svensk Byggtjänst, produkten finns att hitta på byggtjanst.se

Brunnsbetäckning med sidointag

En annan inloppslösning är brunn med sidointag. Brunnsbetäckningen kan utföras med vinge. Den gör att öppningen hamnar nedsänkt och fångar upp vatten effektivt. Denna lösning kan kombineras med en typ av linjeavvattning/ledning för att leda vatten ytligt in i växtbäddar.



Figur.9 Inlopp via brunn med sidointag.

Brunn med stigande vatten

För god rening i växtbäddar bör vattnet tillföras ytligt och infiltrera genom jorden. Brunn med stigande vatten leder dagvatten genom en ledning till växtbädden likt en dykarledning, detta ger möjlighet att få in vatten på en högre nivå i växtbädden. Beroende på utförande kan det innebära risk för frysskador vintertid.



Figur.9 Inlopp via stigbrunn

Linjeavvattning

Linjeavvattning är olika typer av rännor som används när vatten behöver samlas upp och byta riktning. Det finns många utformningar och estetiska lösningar, men de kräver regelbunden skötsel för att inte tappa funktion.

Stuprör

Stuprör är ett enkelt sätt att leda takvatten till en anläggning. Erosionsskydd vid utloppet är alltid nödvändigt då vattenhastigheten ofta är hög. Gröna tak kan ofta bidra till ett lägre flöde under en längre period.



Figur.10 Linjeavvattning

Erosionsskydd

Erosionsskydd ska:

- Sänka vattnets hastighet
- Fördela vattnet jämnt
- Skydda underliggande och kringliggande material

Valet beror på hur mycket vatten som kommer och hur snabbt. För hjälp med erosionsskydd är det bra att rådfråga geotekniker. Nedan listas vanliga typer av erosionsskydd:

Kross/sten

Kross och sten bromsar vatten effektivt i flera anläggningstyper men är inte lika lätt att rensa från skräp som till exempel ett sandfångskar.

Storlek och utbredning väljs utifrån vattnets hastighet och vilket material som utsätts för flödet. När vatten möter stenen fördelas flödet och

vattnets väg bryts, saktar in och ges möjlighet att sippra ut i anläggningen. När vattnet når underliggande mer finkornigt material är hastigheten lägre vilket skyddar mot att finare partiklar följer med vattnet.

När inlopp sker över större ytor till exempel när dagvatten rinner på bred front över ett kantstöd är det lämpligt att lägga en fris av kross nedanför kantstödet.

Kross / sten i betong

När kross eller sten sätts i betong eller bruk minskar eller försvinner funktionen helt att vatten letar sig ner mellan stenarna, vattnets väg påverkas inte lika mycket och risk finns att erosionsskyddet bara flyttar problemet.

Smala passager i dammar eller diken som utsätts för extrema vattenhastigheter kan fortfarande ha

behov av ett gjutet erosionsskydd. Det är viktigt att förstärkningen fortsätter tills vattenhastigheten kan minskas annars uppstår erosionsproblem där skyddet slutar.

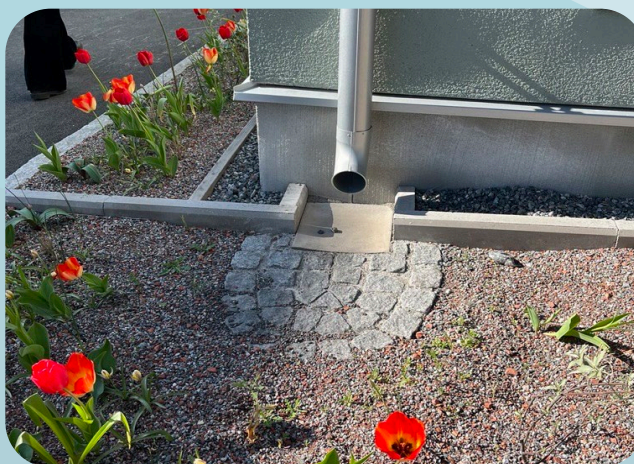
Plattor

Plattor som erosionsskydd är lätta att hålla rena men kan flytta erosion längre in i anläggningen. Plattor fungerar bra när små mängder relativt skräpfritt vatten rinner långsamt över en bred kant.

För större flöden sänker inte plattor hastigheten tillräckligt bra, då blir det också större risk att vattnet tar med sig skräp och ett riktat inlopp till ett kar med kanter passar bättre, eftersom det hindrar skräpet från att spridas in i växtbädden.



Figur.11 Erosionsskydd kross



Figur.12 Erosionsskydd vid stuprör



Figur.13 Plattor som erosionsskydd

Kar med sandfångsfunktion

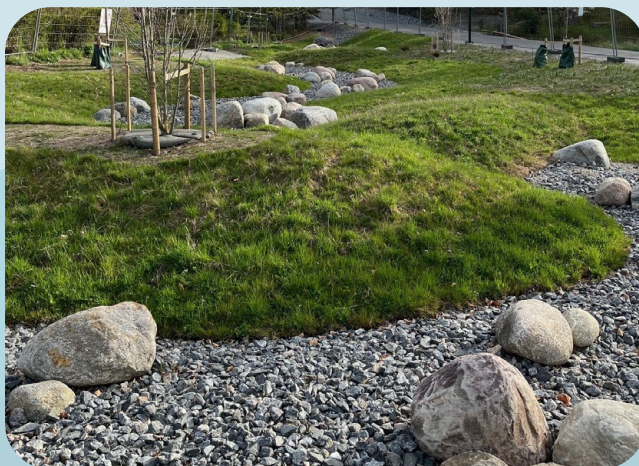
Ett sandfångskar samlar skräp på ett ställe men kräver regelbunden tömning. Sandfångskar är idag vanliga i många regnbäddar och biofilter. De är ofta tillverkade i trögrostande stål. Om skötsel uteblir får de snabbt ett skräpigt uttryck.



Figur.14 Sandfångskar

Vegetationsmattor

Vegetationsmattor används ofta som erosions-skydd i slänter vid anläggningar som dammar och diken. De används främst där vatten leds in till anläggningen på bred front istället för ett inlopp eller en ledning.



Figur.15 Vegetation och kross.

Vid större vattenflöden finns det risk att vegetationen inte får fäste. Det är viktigt att tänka på att vegetation inte ska blockera ett inlopp eller utlopp.

Armering

Armering används för att klarar en högre grad av slitage på en yta men fortfarande få in växtlighet eller möjlighet att hantera dagvatten.

De finns dels armering som betongsten vilket klarar fordonstrafik, men med små hål för växter. Betongen blir tydligt synlig, se Figur. 16 nedan. Detta kan göra det svårt för växter, oftast gräs, att etablera sig och överleva. Det finns också armering utförd i tunn plast med lägre bärighet, men som ger mer plats för substrat och därmed bättre förutsättningar för växter.

Oavsett val är växtetableringen sämre vid armering, eftersom mängden substrat är begränsad och ytan utsätts för slitage, annars hade armering inte behövts. Armeringen gör att material håller sig på plats men vid höga vattenflöden bör denna lösning undvikas, eftersom vattnet kan föra bort fina partiklar.



Figur.16 Gräsarmering

Det kan också uppstå problem med ogräs om hela ytan inte slits tillräckligt mycket, samt att drift blir svårare då ytorna ofta används för parkering.

Hårdgjort

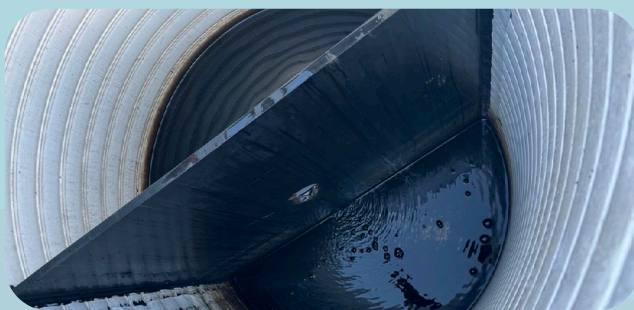
För att hårdgjorda ytor närmast inlopp ska fungera som erosionsskydd behöver de ha någon form av ojämnhet, räfflad yta eller upphöjning som stoppar upp vattnet och sprider det. Annars blir det bara en yta som tar upp plats i växtbädden och skjuter problemet längre in i anläggningen.

Utlopp

Brunn kopplad till ledningsnät

Utlopp till ledningsnät sker ofta via strypning vilket oftast görs med en flödesregulator i brunnen som kopplar till ledningsnätet. Strypningen minskar belastningen på dagvattennätet och dimensioneras vanligtvis för tömning av anläggningen på 12-48h.

Stor strypning av flödet ökar risken för igen-sättning. Plan för skötsel och att brunnen är tillgänglig är därför viktigt. Ibland behöver man överväga om ett alltför strypt utlopp verkligen fungerar i praktiken eller om utförande eller volymskrav kan behöva ändras. En V-formad utformning ger succesiv strypning och sätter inte igen lika lätt som små hål.



Figur.17 Munkbrunn för utlopp



Figur.18 Kupolbrunn för utlopp

Utlopp via perkolationsbrunnar riskerar att föra med sig finpartiklar ut till ledningsnätet. Kringfyllnad runt brunnen ska utgöras av ren kross.

Infiltration

Infiltration är att föredra där markförhållanden tillåter. Det minskar belastningen på dagvattennätet, renar vattnet naturligt och bidrar till grundvattenbildning. Om anläggningen är inom vattenskyddsområde kan eventuellt dagvatten från ytor med låg tillförsel av förorening tillåtas infiltrera ner i marken, medan dagvatten från förorenade ytor behöver omhändertas i täta anläggningar.

I vissa fall kan delar av anläggningen behöva vara tät, till exempel för att växtbädden inte ska torka ut. Samtidigt kan infiltration tillåtas högre upp via sidorna, vilket tillåter vatten att dämma i botten av anläggningen innan det bräddar ut i fyllningen/omgivande mark.



Figur.19 Torrdamm

Bräddning

Bräddning behövs när anläggningen blir full. Den kan ske via brunn till ett magasin eller ytligt över mark. Vid bräddning över mark måste lutning bort från anläggningen säkerställas. Vatten får ej ansamlas och frysa på gångbanor eller andra områden som behöver kunna beträddas.

Vid ytlig bräddning samlas ofta skräp och löv, och ska därför vara lätt åtkomliga för skötsel. Detta bör beaktas redan under projekteringen.



Figur.20 Dämme med bräddningsfunktion.



Figur.21 Försedimentationsdamm med inloppsledning och utlopp i form av bräddning

Nedsänkt växtbädd

Vid projektering av nedsänkta växtbäddar finns många möjligheter men också många utmaningar. Nedan går vi igenom de viktigaste aspekterna och vanligaste fallgroparna.

Vid projektering av multifunktionella lösningar är det viktigt att förstå kravställning, syfte, ekonomi och drift. Därefter ska de fysiska förutsättningarna fastställas, Exempelvis anläggs växtbädden på bjälklag, tät terrass eller genomsläpplig terrass? Var ligger grundvattennivåerna och hur varierar de över året? Är det lämpligt eller olämpligt med infiltration, finns det föroreningar i marken, ståndort samt önskad vegetation osv.

Sedan AMA 23 finns nedsänkta växtbäddar för dagvattenhanteirng med under koden DCL.24. Där benäms de som regnbäddar, och kategoriseras utifrån hur vatten når växtbädden.



Dimensionerande faktorer

Inlopp

En viktig faktor vid projektering är att tillrinnande vatten når växtbädden. Se kapitel om inlopp, alla lösningar har sina utmaningar och behöver utredas.

Erosionsskyddet ska klara det dimensionerande flödet. Olika typer av erosionsskydd beskrivs i tidigare kapitel. Ta hjälp av Geo och VA för att säkerställa att materialet klarar vattenets hastighet.

Genomsläpplighet

Den viktigaste dimensionerande faktorn är genomsläpplighet, vilket ger växtbädden möjlighet att fördröja och infiltrera vatten.

Nedsänkta växtbäddar byggs i dag sällan med vanlig jord, eftersom den ofta har för låg infiltrationskapacitet och lätt kompakteras. I stället används olika typer av substrat eller strukturjordar. Syftet är att få ett material som infiltrerar lagom snabbt, som inte packas, och som samtidigt tillgodoser växternas behov av vatten och näring. En genomsläpplighet på 100 mm/h efterfrågas ofta. Detta gör att vid en magasinshöjd på 150 mm tömms växtbäddsytan på 1,5 timme. Detta är en hög hastighet, vilket inte bidrar särskilt mycket till fördröjning av dagvatten. Makadambaserade substrat har uppmäts till en genomsläpplighet närmare 1000mm/h.

För att ge vattnet tid att infiltrera har nedsänkta växtbäddar ytligt fördröjningsutrymme. Det är dock viktigt att vatten inte blir stående för

länge, eftersom växterna då riskerar att ta skada. Teoretiskt kan vissa naturliga jordar lämpa sig för dagvattenhantering i rätt kombination med ytlig fördröjning, bräddavlopp och eventuellt underliggande magasin, se sektion på sida 33 för nedsänkt växtbädd för rening.

Dränering och utlopp

Hur utloppet är utformat kommer att avgöra hur mycket vatten som kan hållas kvar i växtbädden. Många gånger har utloppet i nedsänkta växtbäddar en överkapacitet vilket medför korta tömningstider, mindre fördröjning och torra växtbäddar. Målet bör vara att fördröja 1-2 årsregn och brädda större regn. Utloppet bör därför dimensioneras för ett normalt regn, 1-2 årsregn, i relation till avrinningsområdets storlek. Om dagvattnet får infiltrera i terrassen är det terrassens genomsläpplighet som styr tömningstiden. Beroende på terrassens genomsläpplighet kan det behövas ett bräddutlopp.

Vid beräkning av dagvattenfördröjning krävs ofta att hela volymen töms inom ett visst antal timmar. Därför räknas vatten under dräneringsnivå vanligtvis inte som fördröjning. I praktiken är det dock ofta just detta vatten som faktiskt fördröjs. Vid mindre regn rinner vattnet snabbt igenom växtbäddar med hög genomsläpplighet vidare till ledningsnätet, utan nämnvärd fördröjning. Först vid större regn då ledningsnätet går fullt fylls växtbädden upp.

Om dränering placeras högre upp kan vatten lagras i växtbädden under dräneringen och senare användas av växterna. Detta är lämpligt om träd finns i växtbädden eller växtbädden är grund nog att rötterna kan förbruka vattnet.

Under vintern kommer inte vegetationen att hjälpa till med att tömma det vattenmagasin som kan bildas från botten av växtbädden upp till dräneringsledningen. Beakta val av växter som klarar stående vatten vintertid.

I en växtbädd med grovt substrat, exempelvis biokolsmakadam rör sig vattnet snabbt både vertikalt och horisontellt och om man behöver samla upp överskottsvatten kan det räcka med att samla upp det i lågpunkten av anläggningen. En längsgående dränering i botten kan i dessa fall leda bort vatten alldeles för snabbt.

Om växtbädden ligger på en genomsläpplig terras kan dränering vara överflödig. Det kan dock behövas ett bräddavlopp om flödet in i växtbädden blir större än vad växtbädden kan ta emot.

Växtbäddsjup

För perenner och buskar är ett lämpligt djup 400 millimeter till 600 millimeter och för stora buskträd och träd är ett lämpligt djup 600 millimeter till 1000 millimeter.

Substrat

Förutsättningen för växtbäddens renande och fördröjande funktion är att välja rätt växtjord eller växtsubstrat. Den viktigaste funktionen är substratets genomsläpplighet. Det innebär i praktiken att vanlig A-jord inte fungerar, medan traditionella jordar med högre porositet fungerar.

Valet av substrat måste alltid utgå från syftet med växtbädden, fördröjning, rening eller biologisk mångfald. Att återanvända jord från platsen eller blanda ett eget substrat kan vara ett alternativ om materialet har rätt egenskaper för växtbäddens funktion. Viktigt är att jorden inte riskerar att kompakteras vid anläggning och skötsel vilket minskar infiltrationskapaciteten och möjligheten till gasutbyte för växternas rötter.

Substrat för fördröjning

Substrat med hög genomsläpplighet ger ofta en mycket torr miljö för växter. Ett undantag är pimpstenssubstrat, som kan hålla kvar vatten till växterna samtidigt som de släpper igenom överskottsvatten. Nackdelen är att pimpsten kräver långa transporter och är en ändlig resurs. En fördel med pimpsten är dess låga vikt, vilket gör den särskilt lämplig på bjälklag. I sådana fall kan det finnas skäl att använda materialet trots dess nackdelar.

Substrat som huvudsakligen består av makadam har mycket hög genomsläpplighet men blir också mycket torra. Genom att blanda makadam med exempelvis biokol eller kompost kan vattenhållningen ökas något. Hur dessa tillsatser påverkar rening och eventuellt näringsläckage utreds löpande men de studier som har gjorts visar stora risker. För att substrat av makadam ska fungera som växtplats behöver växtbäddens

djup anpassas efter växtval, vatten behöver också kunna dämpa i botten. Ett anpassat växtbäddsdjup möjliggör för växternas rötter att nå vattnet i botten. Om detta inte görs riskera växtbäddar med makadamssubstrat bli mycket torra.

Substrat för rening

Sandbaserade växtbäddar har ofta god reningsförmåga, men få växtarter trivs i denna miljö. Sand är en ändlig resurs, och sanduttag kan ge stora negativa effekter på naturmiljöer.

Många traditionella växtjordar och färdiga krosssubstrat innehåller näringsberikad kompost. Näringsbehövs för växternas tillväxt, men de innehåller ofta mycket mer näring än växterna kan tillgodogöra sig, vilket leder till läckage och kan göra växtbädden till en föroreningskälla. Om rening är huvudsyftet bör det övervägas om kompost alls ska tillföras, eller om växtmaterial kan anpassas till näringsfattiga förhållanden. Om kompost tillsätts bör det inte vara i hela substraten utan endast vid växtrötter. Ej näringsberikad kompost i mindre mängder bidrar till att skapa ett gott mikroklimat för organismer, vilket kan främja rening.

Substrat för mångfald och mikroklimat

Substratval och djup i förhållande till växtval blir särskilt viktigt i anläggningar som ska gynna biologisk mångfald och mikroklimat. I nedsänkta växtbäddar med hög genomsläpplighet är antalet lämpliga växtarter begränsat, eftersom den torra miljön är mycket stressande.

Även torktåliga växter får det svårt i växtbäddar som är torra, näringsfattiga och utsatta för vind. Ju fler stressfaktorer som kombineras, desto svårare blir det för växterna att etablera sig.

Drift och underhåll

Alla anläggningar behöver skötsel. Nedsänkta växtbäddar kräver mer skötsel än till exempel ett magasin, eftersom både dagvattenfunktionen och växterna måste underhållas.

För att dagvattenhanteringen ska fungera behöver inlopp hållas rena, brunnar och sandfång tömmas, eventuell dränering spolats vid behov och växtbädden rensas från löv och skräp så att infiltrationen inte försämras.

Växter behöver näring, men för att minska risken för näringsläckage kan behovsanpassad gödsling tillämpas. Hänsyn bör tas till mängden näring som redan tillförs till planteringen via dagvattenet. Detta kräver information från kartering av markanvändning inom avrinningsområdet. Detta finns ofta i en dagvattenutredning. En analys av växternas näringsbehov är viktig. En växtbädd för dagvatten har inte maximal växttillväxt som syfte, därför behöver inte näringstillförseln vara optimal. Näringsbehov bör bara tillföras vid växternas rötter under växtsäsongen, i Mälardalsområdet är det cirka maj-augusti. Näringsupptaget är som störst runt midsommar.

Ett annat sätt att begränsa näringsläckage är att endast blanda in gödning i det översta jordlagret, där växternas rötter finns. Detta lager är vanligtvis 100–200 mm djupt, beroende på växtval, och bör tillföras i samband med plantering. På så sätt finns näringen där växterna kan ta upp den, istället för att laka ur innan växterna är på plats.

Nedsänkta växtbäddar för olika syften

Nedsänkta växtbäddar kan utföras på flera sätt, nedan visas tre exempel på sektioner av nedsänkta växtbäddar med olika funktion och huvudsakligt syfte:

- Fördröjning
- Rening
- Mångfald & Mikroklimat



Funktion - Fördröjning

En anläggning där fördröjningsfunktionen är prioriterad ställer krav på tillräcklig fördröjningsvolym. Fördröjningskraven varierar och skiljer sig mellan kommuner. Ofta är kraven högre än vad som är optimalt för att omhänderta i växtbäddar.

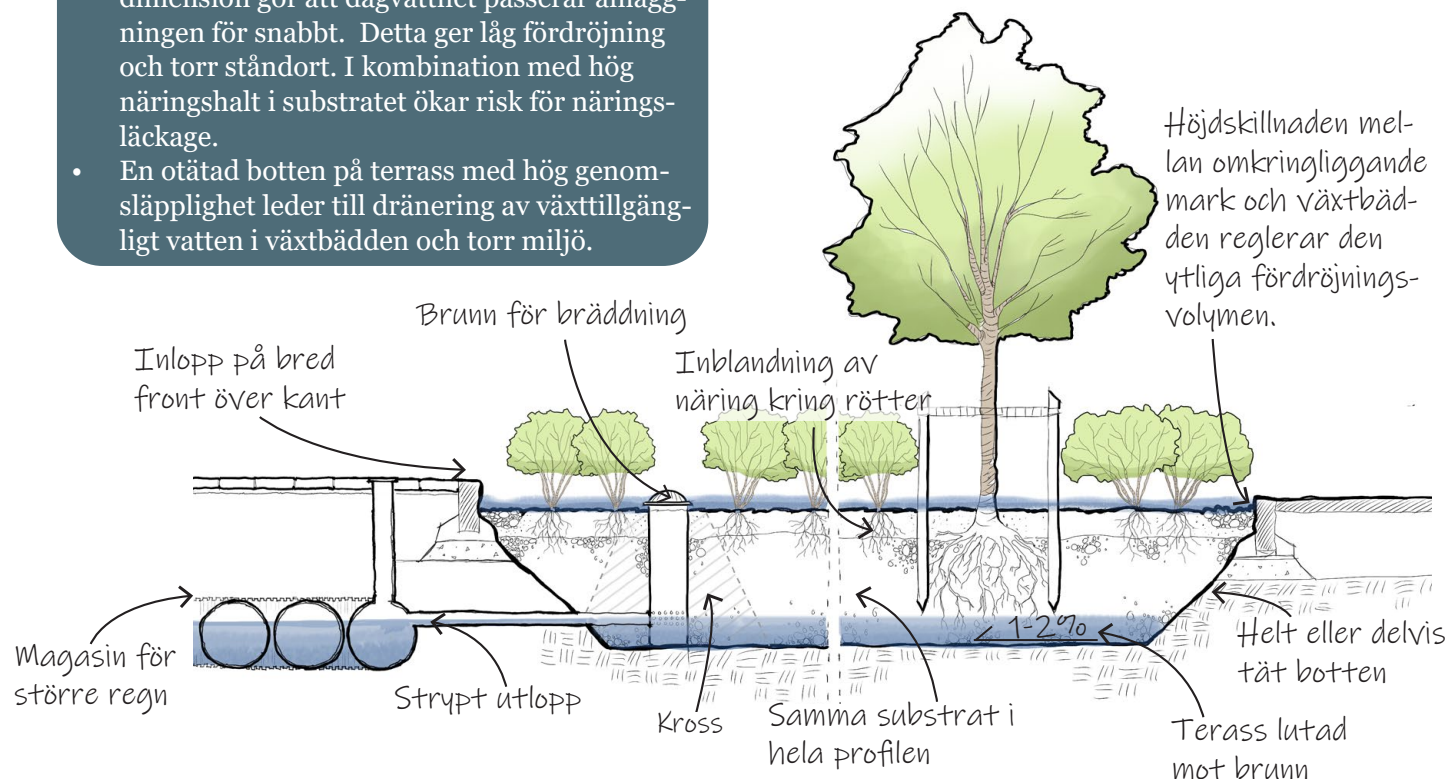
Fördröjningsvolym och växttillgängligt vatten styrs av sambandet mellan vattenmängd, växtbäddens djup, substratets porositet och utloppets dimensionering. Växtbäddar utformas ofta nedsänkta för att ge plats för ytlig fördröjning samt med hög porositet i substratet för att skapa ytterligare fördröjningsvolym och god infiltration. Om utloppet inte stryps passerar vattnet snabbt genom växtbädden, vilket ger låg tillgång på växttillgängligt vatten och minskad fördröjning vid normalflöden. Den fulla fördröjningspotentialen utnyttjas då först vid större regn när ledningsnätet är fullt.

Nedsänkta växtbäddar bör inte dimensioneras för större än 1–2-årsregn för att undvika alltför torra ståndorter då vatten lägger sig i botten av växtbädden. Val av återkomsttid beror även på avrinningsområdets storlek och behöver utredas. Undantaget är växtbäddar där bara träd planteras. Trädens rötter kan efter några år nå vatten i stora delar av växtbädden.

I exemplet till höger fördelas fördröjningsvolymen mellan ytlig magasinering ovan växtbädden och magasinering i substratet vid normalflöden. Vid högre flöden bräddar vattnet till ett intilliggande magasin, exempelvis ett rörmagasin eller öppet bärlager. Magasin kan också anläggas som en stenkista underst i växtbädden.

Fallgropar

- Större flöden är svåra att leda in via brunn.
- För hög porositet i förhållande till utloppets dimension gör att dagvattnet passerar anläggningen för snabbt. Detta ger låg fördröjning och torr ståndort. I kombination med hög näringshalt i substratet ökar risk för näringsläckage.
- En otätad botten på terrass med hög genomsläpplighet leder till dränering av växttillgängligt vatten i växtbädden och torr miljö.



Projektering

- **Substrat** Infiltrationskapaciteten (hydrauliska konduktiviteten) och porvolymen i substratet är avgörande för övrig projektering.
- **Växtbäddsdjup** Djupare växtbäddar möjliggör mer fördröjning, men också torrare växtförhållanden. Både fördröjningsbehov och växtval styr växtbäddens djup.
- **Växtmaterial** Buskar och träd kan klara sig i en djupare växtbädd medan perenner behöver ha närmare till vattnet i botten av växtbädden.
- **Botten** Utred terrassens beskaffenhet. Det är fördelaktigt om växtbädden kan tömmas via exfiltration ut i terrassen. Det kräver lagom hydraulisk konduktivitet i terrassen för att inte få stående vatten eller

en för torr växtbädd. Vid infiltration behöver risk för markförorening utredas. Vid markföroreningar eller för genomsläpplig terrass tätas botten. Det går att göra med lera eller packat stenmjöl för att undvika tät duk.

- **Längsgående dränering** Behövs generellt inte i växtbäddar för dagvattenhantering med funktion fördröjning då substratet har hög genomsläpplighet. Terrassens lutning blir styrande för tömning.
- **Bräddfunktion** Beroende på avrinningsområdets storlek kan det behövas en bräddfunktion, det är viktigt att den inte bräddar ut normalflöden.
- **Utlopp** Behöver strypas i förhållande till dimensionerande regn. Starkt strypa utlopp riskerar att sättas igen. Runt en utloppsbrunn är det därför viktigt att fyllning inte har finpartiklar, välj ren kross.

Funktion - Rening

Växtbäddar med huvudsyfte att rena dagvatten bör inte dimensioneras för större regn än 1–2 årsregn. Vid större regn är det framför allt det första vattnet, den så kallade *first flush*, som för med sig majoriteten av föroreningarna. När anläggningen dimensioneras för mindre regn behöver substratet inte ha lika hög genomsläpplighet, vilket ger bättre förutsättningar för rening genom filtrering genom ett finkornigare material.

Substratet är den viktigaste faktorn för rening och fungerar som ett filter. Finkornigare substrat har generellt högre reningskapacitet men lägre infiltrationskapacitet. Vid för låg infiltrationskapacitet, exempelvis hos en A-jord, finns risk för att vatten blir stående för länge på växtbäddens yta och skadar växterna. Dessutom begränsas växtbäddens förmåga att fördröja vatten om ytterligare nederbörd faller kort efter den första regnhändelsen och vattnet ännu inte hunnit infiltrera.

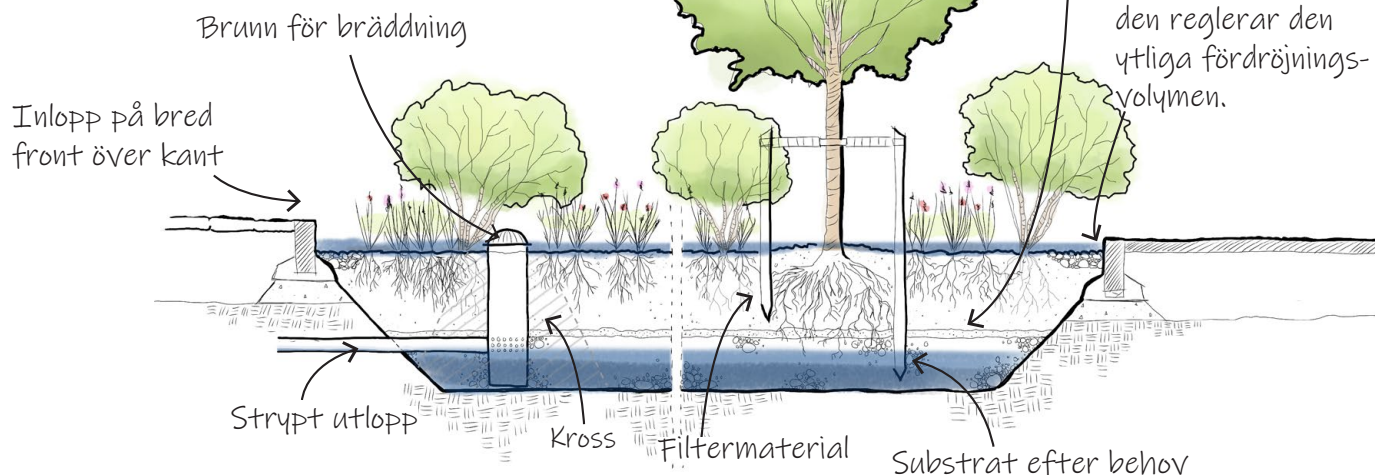
Ett alltför genomsläppligt substrat har i sin tur sämre reningsförmåga. En rekommenderad genomsläpplighet är cirka 100 mm/h.

Sand har en infiltrationskapacitet som normalt klarar vanliga regn, men är ofta otillräcklig för att infiltrera större regn. Hur hög infiltrationskapaciteten behöver vara påverkas också av avrinningsområdets storlek i relation till växtbäddens yta.

Anläggningen som visas till höger överensstämmer med de tidiga biofiltren i Oregon, vilka utgör grund för beräkningarna i StormTac. Den har hittills tillämpats i begränsad omfattning i Sverige, då den inte ansetts lätt att kombinera med stadsmässig grönska.

Fallgropar

- Att växtval inte anpassas efter substratet.
- För stort avrinningsområde i förhållande till planteringsyta utan bräddningsfunktion kan leda till långa perioder med stående vatten.



Projektering

- **Substrat** Sand eller grovkornig jord med filtrerande egenskaper. Under dräneringsnivå kan ett grövre krossmaterial användas för att minska användning av sand och öka fördröjningsvolymen. Dock är anläggning och eventuell återställning lättare om anläggningen endast har ett material. Ingen inblandning av kompost eller näring.
- **Växtbäddsdjup** För att få en tillfredställande balans mellan luft och växttillgängligt vatten vid dräneringsjämvikt ska bädden vara minst 300 mm ovan dräneringsnivå. För träd minst 600 mm.
- **Växtmaterial** Behöver tåla torrare och mer näringsfattiga förhållanden samt tillfälligt stående vatten.
- **Botten** Utred terrassens beskaffenhet. Det är fördelaktigt om växtbädden kan tömmas via

exfiltration ut i terrassen. Det kräver lagom hydraulisk konduktivitet i terrassen för att inte få stående vatten eller en för torr växtbädd. Vid infiltration behöver risk för markförorening utredas. Vid markföroreningar eller för genomsläpplig terrass tätas botten. Det går att göra med lera eller packat stenmjöl för att undvika tät duk.

- **Längsgående dränering** Bör generellt inte användas. Terrassens lutning blir styrande för tömning.
- **Bräddfunktion** Beroende på avrinningsområdets storlek kan det behövas en bräddfunktion, det är viktigt att den inte bräddar ut normalflöden.
- **Utlopp** Sätts en bit upp i profilen för ökad kontaktid med filtermaterialet samt magasinering av vatten åt växter. Dimensioneras utifrån terrassens egenskaper och avrinningsområdets storlek.

Funktion - Mångfald & Mikroklimat

Klimatförändringarna skapar ett behov av växtbäddar med huvudfunktion mångfald och mikroklimat. Dessa växtbäddar ger möjlighet till stor variation av växtlighet och lagrar vatten. De förser träd och buskar med vatten under torrare perioder, och sänker temperaturen i staden under de varma månaderna. Dessa växtbäddar har också förmåga att fördröja dagvatten innan det leds vidare till ledningsnätet.

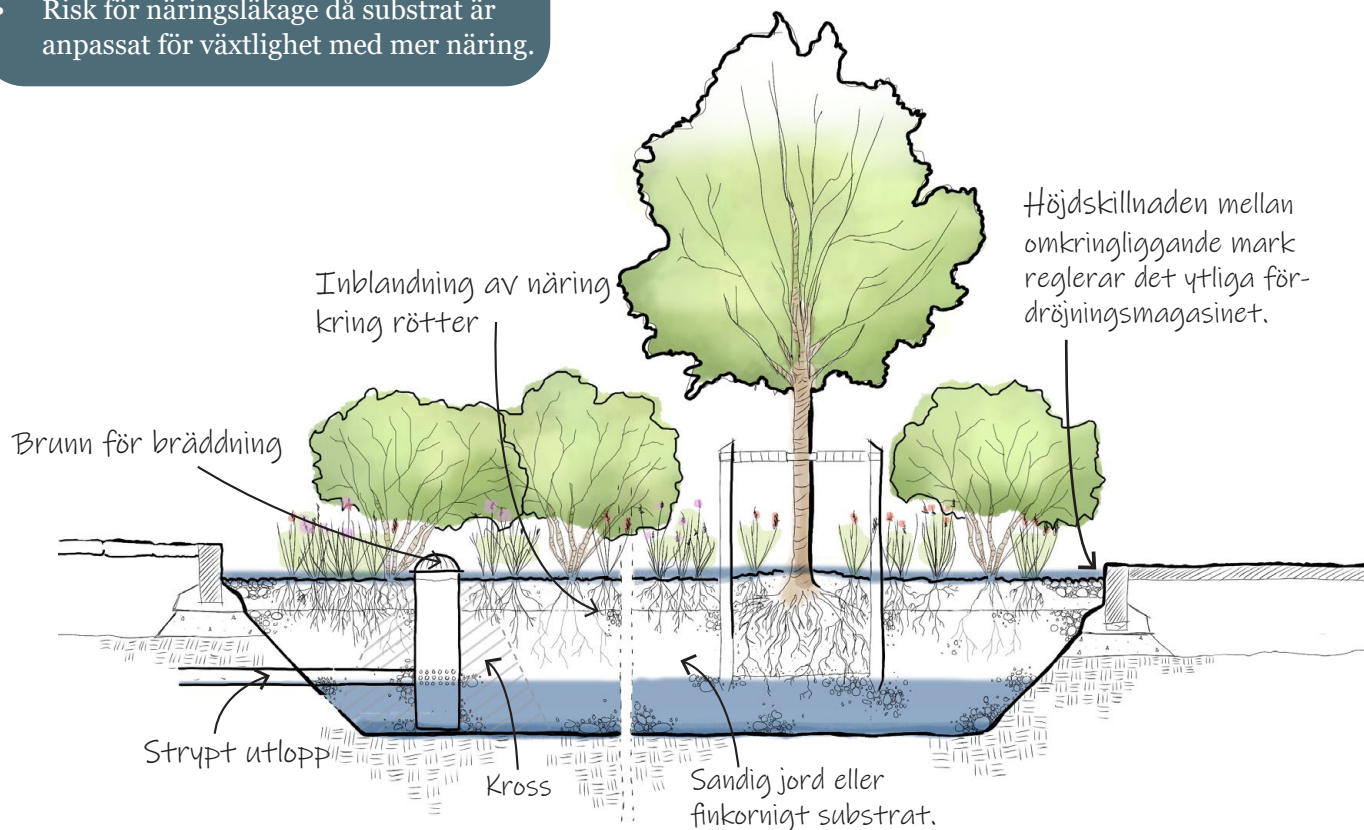
Substratet väljs utifrån växternas behov. Art-sammansättningen kan utföras med växter med lägre ståndortskrav och lägre näringsbehov för att möjliggöra ett substrat med högre genomsläpplighet. Men för de riktigt låga ståndortskraven finns ett begränsat utbud av växter för Sveriges klimatzoner, vilket riskerar att inte bidra till den biodiversitet som eftersträvas för biologisk mångfald.

Ett substrat med mindre porstorlek och därmed vattenhållande egenskaper samt ett näringsinnehåll passande för växtvalet är att föredra. Detta resulterar i minskad fördröjningskapacitet och viss risk för läckage av näringsämnen.

Dessa växtbäddar bör utföras där det inte förekommer krav på rening av näringsämnen. Alternativt kan ett filter installeras som ett sista steg i anläggningen innan vattnet släpps ut på ledningsnätet.

Fallgropar

- Risk för näringsläckage då substrat är anpassat för växtlighet med mer näring.



Projektering

- **Substrat** ska väljas för att gynna växtlighet och ha god förmåga att hålla vatten. En sandig jord eller ett finkornigt substrat är lämpligt.
- **Växtbäddsdjup** Minst 300 mm ovan dräneringsnivå för perenner. För träd minst 600 mm.
- **Växtmaterial** Stor variation av växter för ökad biologisk mångfald.
- **Botten** Utred terrassens beskaffenhet. En tät botten eller terrass med låg hydraulisk konduktivitet håller kvar vatten till växterna. Det går att göra med lera eller packat stenmjöl för att undvika tät duk.
- **Längsgående dränering** behövs vid tät botten eller terrass.
- **Bräddfunktion** Beroende på avrinningsområdets storlek kan det behövas en bräddfunktion, det är viktigt att den inte bräddar ut normalflöden. Det är viktigt att vatten inte står för länge på ytan, vilket kan orsaka syrebrist för växterna. Detta kan regleras med en låg kant till bräddningsbrunnen.
- **Utlopp** Strypning dimensionerad efter inkommande flöde och hur stort vattenmagasin man vill behålla för växterna.



CHECKLISTA - Nedsänkta växtbäddar

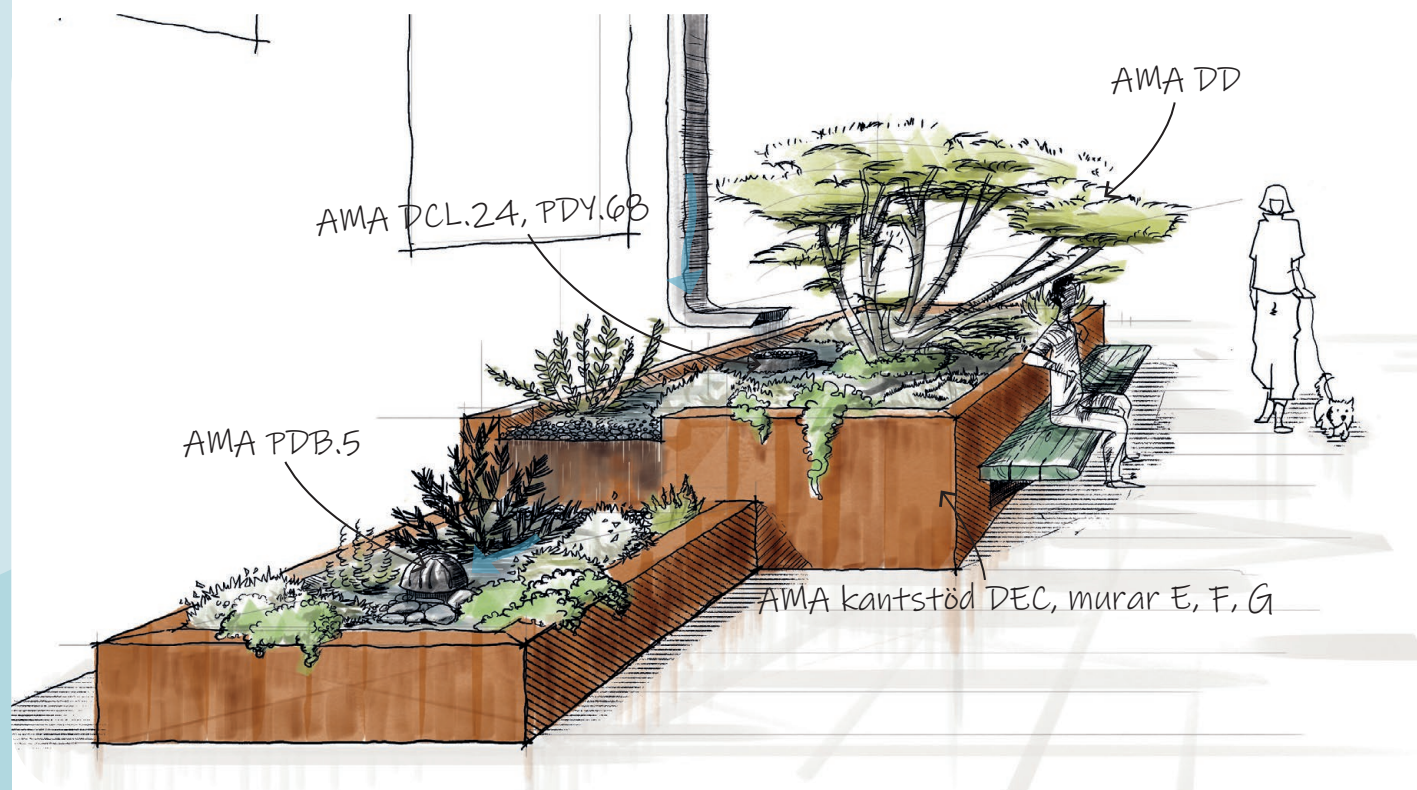
Arbetsmoment	AMA-kod	Samband och utredningsbehov	Teknikområde
Terrassen			
Schaktdjup	Ritning samt AMA CBB.64	Geologi på platsen, grundvattenpåverkan, volymbehov för önskad fördröjning och önskad växtlighet mm.	GEO, Hydrogeologi, DV och LA
Schaktmetod	Anläggnings AMA CBB.64	Platsens geologi, hydrologi och önskad lutning	GEO, Hydrogeologi och LA/Mark
Tätning, lutning och avjämning av terrassen	Anläggnings AMA CEE.3	Terrassens genomsläpplighet och markföroreningar	GEO och Markmiljö
Luckring av terrassen	Anläggnings AMA DCL.1	Görs ej om vatten inte får perkolera ner i terrassen	LA
Dränerande lager	Anläggnings AMA CEF.112	Anläggningens utformning och önskad funktion	DV/VA och LA
Grundvattenpåverkan		Fluktuation över året	GEO/Hydrogeologi
Material och placering av tätande lager av geosyntet / lergeomembran och dylikt	Anläggnings AMA DBB.5, DDB.7	Terrassens beskaffenhet, markföroreningar och önskad funktion i anläggningen	GEO, Hydrogeologi och LA/Mark
Anslutande förstärkningslager för dagvattenhantering	Anläggnings AMA DCB.24	Volymbehov för fördröjning och platsåtkomst	DV/VA och LA
Ledningar			
Dräneringsledning; material, dimensioner, längder	Anläggnings AMA PBB.53x	Önskat flöde ut ur anläggningen samt platsens förhållande till ledningsnät	DV
Dimension på ledning till och från regnbädden	Anläggnings AMA PBB.521	Dimensionerande flöde in och ut ur anläggningen samt anläggningsteknisk möjlig storlek	DV/VA
Kringfyllning	Anläggnings AMA CEC.2x och CEC.3x	Säkerställ att möte mellan kringfyllnaden och växtbädden fungerar	VA
Brunn			
Inlopp med yttligt intag	Anläggnings AMA DCL.24 PDY.68	Önskad kapacitet, platsens förutsättningar, marknivåer, kanter osv	LA
Inloppsbrunn, material och montering	Anläggnings AMA DCL.24 alt PDY.68	Önskad kapacitet, platsens förutsättningar, skräp, marknivåer och skötselbehov	DV/VA i vissa fall LA
Höjd inloppsbrunn / inlopp med yttligt intag	Detaljritning	Kontrollera skillnaden mellan inloppshöjd och bräddningsnivå så att vatten bräddar innan det går över kant på inlopp	VA och LA
Att dagvattnet kan rinna in i och fördelas över hela ytan	Anläggnings AMA DCL.24 PDY.68	Höjdsättning	LA
Erosionsskydd vid inloppet	Anläggnings AMA DCL.24 PDY.68	Hastighet på inkommande vatten, behov av sandfång, spridning eller samlande funktion, estetik och skötselbehov	GEO, DV och LA
Sandfång vid inloppet	Anläggnings AMA DCL.24 PDY.68	Se ovan	DV/VA
Bräddavlopp	Anläggnings AMA PDB.5	Behov, kapacitet, drift	DV/VA och LA
Höjden på bräddbrunn/bräddutlopp	Detaljritning	Höjd i förhållande till övrig mark och tänkt fördröjningsvolym	DV/VA och LA
Kringfylld runt bräddbrunn	Anläggnings AMA CEC.34	Behöver brunnen skyddas från finpartiklar, dölja uppstickande rör osv	VA och LA
Brunnsbetäckningar	Anläggnings AMA PD	Kapacitet, trafikklass och estetik	DV/VA och LA

Arbetsmoment	AMA-kod	Samband och utredningsbehov	Teknikområde
Kant			
Material, ytbearbetning på avskiljande kant	Anläggnings AMA kantstöd DEC och murar t ex E, F, G	Hållfasthet, täthet och estetik	K och LA
Sättning och fogens utformning för avskiljande mur/kant/ kantstöd	Detaljritning	Risk för sättning mot omkringliggande mark	LA
Höjder för avskiljande mur/kant / kantstöd	Detaljritning	Önskad yttlig fördröjning , överfall eller annan funktion	DV/VA och LA
Växtbädd			
Höjdsättning av växtbädden	Detaljritning	Efter önskad funktion	LA
Material i undre växtbädd, alla utföranden kräver inte olika material i växtbädden	Anläggnings AMA DCL1, DCL2	Behövs olika material? Uppfyller materialet kravet på rening? Vilka ämnen ska renas av regnbädden? Materialet är den viktigaste komponenten för rening	
Tjocklek för undre växtbädd	Anläggnings AMA DCL1, DCL2	Volymbehov och val av växter	DV och LA
Material i övre växtbädd	Anläggnings AMA DCL1, DCL2	Behövs olika material? Uppfyller materialet kravet på rening? Vilka ämnen ska renas av regnbädden? Materialet är den viktigaste komponenten för rening	LA
Tjocklek för övre växtbädd	Anläggnings AMA DCL1, DCL2	Växtval och reningsbehov	DV och LA
Materialavskiljande lager		Om behov finns. Beroende av struktur på terrass samt önskad funktion i växtbädd	LA och GEO
Täckmaterial, kvalitet, tjocklek, kulör och tidpunkt för utläggande	Anläggnings AMA DDC.24	Funktion och estetik	LA
Växter			
Odlingssubstrat för växterna	Anläggnings AMA DD	Hur byggs växtbädden upp? Vilken uppdrivningsmetod passar bäst?	LA
Växtmaterial / -kvalité	Anläggnings AMA DD	Etablering, gestaltning, risk för sjukdommar, eventuella kravställningar	LA
Träd / solitärbuskar, storlek / klump	Anläggnings AMA DD	Önskad storlek och kvalitet	LA
Antal, avstånd, planteringsdjup	Anläggnings AMA DD	Hur fort ska planteringen vara täckande	LA
Stöd för växter /uppbindning mm	Anläggnings AMA DDC	Behov	LA
Etablering	Anläggnings AMA DDD	Krav från beställare	LA
Tillväxt	Anläggnings AMA DHB	Krav från beställare	LA
Övriga objekt			
Spång i regnbädden		Funktion, pedagogiska inslag, skötsel?	LA
Skötselvägar/stigar i eller i anslutning till regnbädden		Se ovan	LA
Dokumentation			
Egenkontroll enligt kontrollplan	Anläggnings AMA Y		
Fotodokumentation	Anläggnings AMA Y	Samråd med beställare	DV och eller LA
Skötselplan, tidsperiod för skötselplan	Anläggnings AMA DHB	Samråd med beställare	DV och eller LA

Upphöjd växtbädd

Upphöjda växtbäddar är vanligt förekommande på kvartersmark och nästan alltid intill byggnader då dagvattnet behöver komma uppifrån. Med denna placering kommer dagvatten från tak som leds via stuprör till växtbäddarna. Det är vanligt att man lägger in en tät duk mellan husets dränering och anläggningen.

Upphöjda växtbäddar ger stor möjlighet att skapa rumsligheter och samordnas med andra funktioner på platsen, som på bilden tillsammans med sittplatser.



En upphöjd växtbädd för fördröjning av dagvatten fungerar likt en nedsänkt växtbädd. Ofta har de också ytlig fördröjning mellan substratet och anläggningens överkant.

Till skillnad från en nedsänkt växtbädd där vatten kan ledas in från omgivande mark måste vatten komma uppifrån för att nå en upphöjd växtbädd. Upphöjda växtbäddar används främst för att ta emot vatten från stuprör. Alternativt kan vatten komma in underifrån via brunn. Detta medför att vatten inte når lika högt i profilen vilket kan missgynna växter med grunt rotsystem.

Takvatten är generellt rent, vilket innebär att behovet av rening är lågt. Fokus bör vara att fördröja vattnet och tillgodose växternas behov av vatten samtidigt som man undviker näringsläckage från substratet.

Vatten från stuprör kan orsaka erosion då inloppet är koncentrerat och vattnet kan nå hög hastighet. Många rekommenderade substrat för bjälklagsväxtbäddar innehåller pimpsten, vilket är ett lätt material som kan erodera. Erosionsskydd bör därför inkluderas redan i designfasen, så att det ger ett genomtänkt intryck.

Upphöjda växtbäddar bäddar över kanten när de är fulla och vattnet rinner vidare till närmaste lågpunkt. Styrk bräddning över kant går att nyttja för seriekopplade planteringar. Ostyrk bräddning över kant bör inte förekomma. Detta kan säkerställas med ett utlopp i botten och eventuell dränering så anläggningen töms i god tid inför kommande regn. Utloppet kan strypas för att tillåta viss dämning och avlasta dagvattennätet. En stor risk vid dimensionering av utlopp är att det utförs med överkapacitet vilket medför torka för växterna och dålig fördröjning av dagvatten.

Upphöjda växtbäddar är mer utsatta för väder, både torka och kyla. Under vintern fluktuerar temperaturen i jorden mer än i en växtbädd i mark. Vid växtval är det viktigt att välja växter som tål förutsättningarna. För mindre innergårdar med upphöjda växtbäddar bör även ljusförhållandena beaktas. Till torra och skuggiga platser är svårast att hitta växter som trivs.

För att de upphöjda växtbäddarna ska bidra med frodig grönska ska substratdjupet anpassas efter önskad växtlighet. Bjälklagets bärrighet kan begränsa dimensioneringen av växtbädden, då vikten påverkas av substrat, vatten och vegetation. Det blir därför viktigt att tidigt i projekteringen prata med konstruktören för att få rätt förutsättningar för dimensionering och växtval.

I övrigt se beskrivning av nedsänkt växtbädd.



Underjordisk bevattning

Underjordisk bevattning nyttjar dagvatten genom att låta vatten stiga kapillärt genom växtbädden. Detta möjliggör användning av mer traditionella växtjordar i kombination med dagvattenhantering. Systemet skapar möjlighet att få in vatten till vegetation under utskjutande delar som balkonger och lanterniner samt minskar behovet av bevattning.

Underjordisk bevattning är en anläggning som kan ta in dagvatten via brunn även om växtbädden är något upphöjd i förhållande till omgivningen.



Dimensionerande faktorer

För att skapa underjordisk bevattning anläggs ett mindre magasin, exempelvis en ledning, som fylls från stuprör eller brunn. Inlopp kan ske på flera platser, till exempel vid varje stuprör på en byggnad. Vattnet stiger kapillärt från magasinet upp till växtbädden. Samma brunn hanterar oftast både vatten in i och ut ur magasinet.

För magasin med kapillär bevattning rekommenderas att det omhändertagna dagvattnet, tillgänglig fördröjningsvolym, motsvarar ett normalregn. Större regn kräver bräddning till ett magasin.

Lösningen bör främst användas där det finns ett bevattningsbehov, exempelvis för planteringar som inte får naturlig tillrinning eller är utsatta för mycket vind som torkar ut växterna.

Systemet sprider vatten i substratet till dräneringsjämnvikt, inte mer. Detta förhindrar att växter står för blött vid exempelvis större regn, något som kan hända i vanliga växtbäddar som tar emot dagvatten. Säkerställ rätt dräneringsnivå och dimension på utlopp för att systemet ska fungera.

Vid projektering är det viktigt att tänka på avstånd mellan rören och hur djupt de placeras. Kontakta leverantör av vald anläggning för projekteringsråd. Vattnet behöver nå växternas rötter via kapillär stigning. Den kapillära stigningen beror på substratets porositet, alltså storleken på porerna i substratet. Större porer ger generellt en lägre kapillär stighöjd. Därför påverkar val av substrat och växter vilket djup rören ska läggas. De bör dock aldrig läggas djupare än 1 meter.

Substrat

Växsubstratet måste ha en förmåga till kapillär stigning av vatten, vilket generellt kräver att porstorleken är relativt liten. Det finns exempelvis ingen möjlighet för vatten att stiga kapillärt i ren makadam.

En traditionell jord har goda kapillära egenskaper. För att få tillräckligt mycket luft för gasutbyte i profilen krävs olika djup i förhållande till kornstorlek på jorden. Exempelvis kräver en A-jord som har mindre kornstorlek än en B-jord en djupare växtbädd för att ge samma möjlighet till gasutbyte vid samma höjd i växtbädden. Dessa djup är inte alltid möjliga att skapa, särskilt inte på bjälklag.

Pimpstensjorden har inte lika bra förmåga till kapillär stigning av vatten som en klassisk AMA A- eller B-jord, men har ändå visat sig fungera

bra till dessa anläggningar. Även om den kapillära stigningen inte är lika hög har en pimpstensjord god vattenhållande förmåga samtidigt som den tillgodoser gasutbyte för växter på mer varierade växtbäddsdjup.

Drift och underhåll

Ur driftsperspektiv är underjordiska bevattningssystem relativt enkla. Då systemet är slutet är risken för igensättning av löv och skräp låg. Tillsyn av brunnar behöver göras regelbundet och magasinerna tömmas på slam vid behov. För planteringen krävs skötsel likt vanlig plantering.

Bevattningssystem som bygger på kapillär stigning fungerar som ett passivt bevattningssystem. Systemet går enkelt att fylla på med färskvatten vid torka utan att förlora vatten till avdunstning.



CHECKLISTA - Unerjordisk bevattning

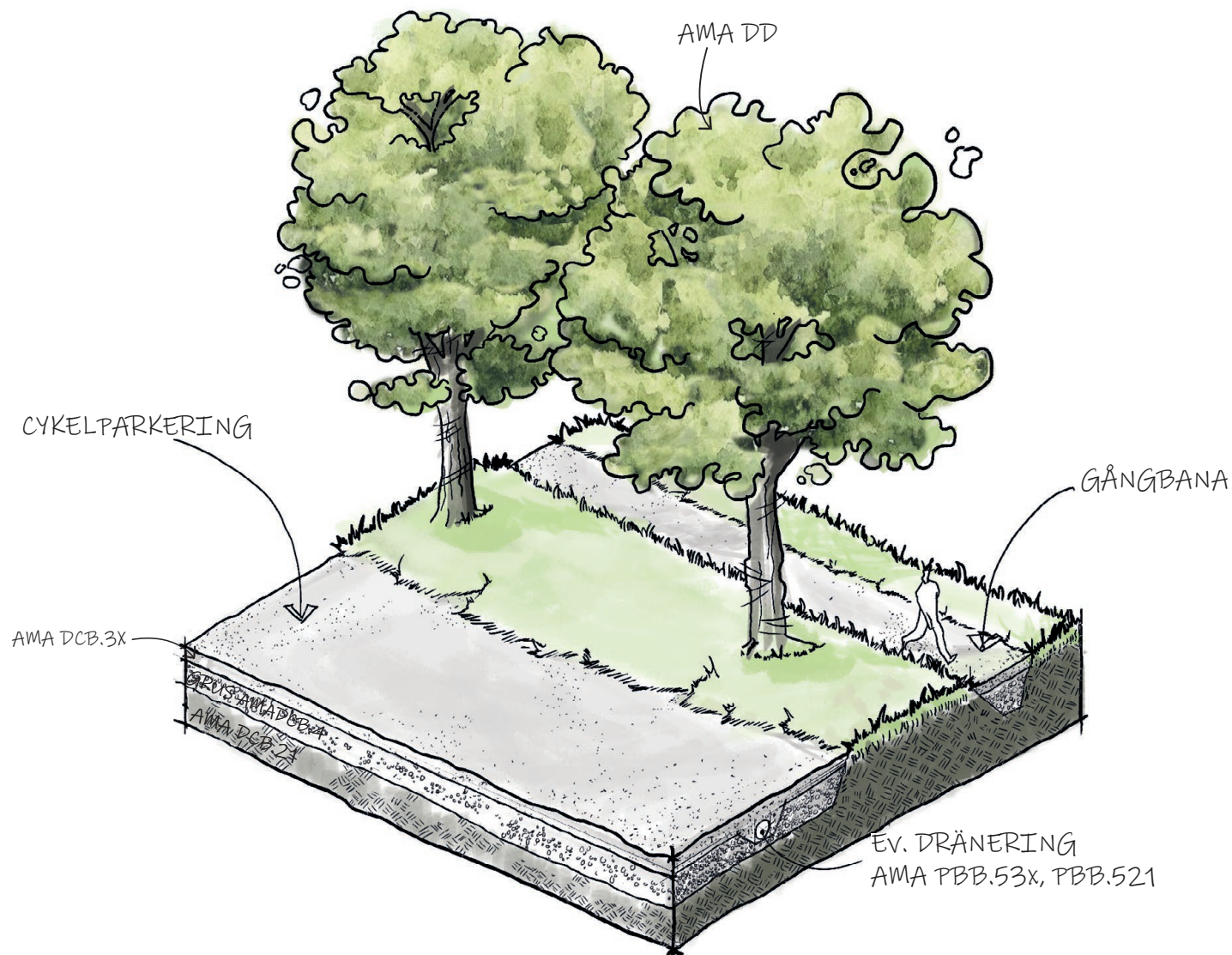
Arbetsmoment	AMA-kod	Samband och utredningsbehov	Teknikområde
Terrassen			
Schaktdjup	Ritning samt AMA CBB/CBC	Geologi på platsen, grundvattenpåverkan, volymbehov för önskad fördröjning och önskad växtlighet mm.	GEO, Hydrogeologi, DV och LA
Schaktmetod	Anläggnings AMA CCBB/CBC	Platsens geologi, hydrologi och önskad lutning	GEO, Hydrogeologi och LA/Mark
Tätning, lutning och avjämning av terrassen	Anläggnings AMA CEE.3	Terrassens genomsläpplighet och markföroreningar	GEO och Markmiljö
Tätande material och placering av lager av geosyntet / lergeomembran och dylikt	Anläggnings AMA DBB.5 alt. DDB.7	Terrassens beskaffenhet, markföroreningar och önskad funktion i anläggningen	GEO, Hydrogeologi och LA/Mark
Dränerande lager	Anläggnings AMA CEF.1	Avser projekt på bjälklag	DV/VA, LA och K
Isolerande lager	Anläggnings AMA DBx	Avser projekt på bjälklag. Ansvaret ligger oftast på bygg (K)	K
Skyddande lager	Anläggnings AMA DBx	Avser projekt på bjälklag	K
Vattenpåfyllning			
Vattenkvalité		Är dagvattnet som ska användas rent	DV
Möjlighet till påfyllning av vatten till systemet vid torka/regnbrist		Finns påfyllnadsmöjlighet via påfyllnadsrör, kontrollrör, vattenutkastare eller brunn?	VA/DV, LA eller A
Varifrån påfyllningen ska ske		Avstånd till vattenkällan	VA/DV eller A
Manuell eller automatisk påfyllnad	Anläggnings AMA PBB.511	Vid torka fylls den på automatiskt eller måste det ske manuellt	LA
Filtrering av vatten	Anläggning AMA PDB.5 alt AMA PDY.6	Finns lövsil på vattenutkastaren och sandfång i brunnen	VA/DV eller A
Ledningar / rör			
Ledningsbädd	Anläggnings AMA CEC.21	Vilken fraktion och packning krävs	DV/VA
Avstånd mellan rören	Ritning	Savaq rekommenderar c/c 800 mm och 400 mm från kant	DV/VA ev. LA
Sättning		Uppbyggnad för att minimera sättningar	
Tätningar	Anläggnings AMA ZBC.9	Rätt placering och föreskriv att kontroll av systemet ska utföras innan marken täcks	DV/VA ev. LA
Kringfyllnad för anslutande rör och brunnar	Anläggnings AMA CEC.3112	Fraktion och packning	VA
Rörkvalitet/ dimension för anslutande rör	Anläggning AMA PBB.5 alt AMA PBB.53	Kontrollera mot utredning	VA
Kontrollrör i början av systemet		Vid horisontell anläggning kan kontrollröret även vara i början av systemet. Kontrollrör ska ha kontakt med botten av bevattningsröret	VA
Kontrollrör i slutet av systemet		Vid anläggningen i fall ska kontrollröret vara i slutet av systemet. Kontrollrör ska ha kontakt med botten av bevattningsröret	DV/VA ev. LA
Nivå på bräddning	Ritning	Höjd på bräddning ska vara 120 mm ovan vattengång om röret är 160mm, dvs att bräddavloppet är placerat 30 mm under nivån för övre nivån på röret	DV/VA ev. LA
Rinnvåg för överskottsvatten	Ritning	Att det finns en rinnvåg för överskottsvattnet	LA
Lutning av rören	Anläggnings AMA PBB.5 alt AMA PBB.53	Det ska finnas luft i rören även om det är "fullt"	DV/VA ev. LA
Avstånd mellan connectorerna		Finns tabell hos leverantören	DV/VA ev. LA
Nivåsticka som indikerar vattennivån		En nivåsticka per växtbädd	DV/VA ev. LA
"Veken"	Anläggning AMA PBB.5 alt. AMA PBB.53	Ska ligga plant på röret, vänd uppåt	DV/VA ev. LA

Arbetsmoment	AMA-kod	Samband och utredningsbehov	Teknikområde
Brunn och tank			
Inloppsbrunn / fördelningsbrunn /bräddbrunn minst 400 mm	Ritning samt Anläggnings AMA PDB.5 alt AMA PDY.6	Att det finns bräddavlopp	DV/VA
Sandfång	Ritning samt Anläggnings AMA PDB.5 alt AMA PDY.6	Att det finns i inloppsbrunnen	DV/VA
Placering av rensbrunn	Ritning	Hur många som behövs beror på avstånd	DV/VA
Tank för påfyllning	Ritning samt AMA PDY.6	Vattenbehov, platsens förutsättningar	DV/VA
Växtbädd			
Växtbäddsdjup	Ritning samt AMA DDC.24	200-400 mm till sommarblommor och 300-500 till perenner, träd och buskar, rekommenderas av leverantören	LA
Krav på växtjorden / växtsubstrat	Anläggnings AMA DDC.24	Olika struktur ger olika kapillär stighöjd	DV och LA
Täckmaterial, kvalitet, tjocklek, kulör och tidpunkt för utläggande	Anläggnings AMA DDC.24	Funktion och estetik	LA
Växter			
Odlingssubstrat för växterna	Anläggnings AMA DD	Hur byggs växtbädden upp? Vilket substrat passar bäst?	LA
Växtmaterial / -kvalité	Anläggnings AMA DD	Etablering, gestaltning, risk för sjukdommar, eventuella kravställningar	LA
Antal, avstånd, planteringsdjup	Anläggnings AMA DD	Växternas krav samt hur fort ska planteringen vara täckande	LA
Stöd för växter /uppbinding mm	Anläggnings AMA DDC	Behov	LA
Etablering	Anläggnings AMA DDD	Krav från beställare	LA
Tillväxt	Anläggnings AMA DHB	Krav från beställare	LA
Dokumentation			
Egenkontroll enligt kontrollplan	Anläggnings AMA Y		
Fotodokumentation	Anläggnings AMA Y	Samråd med beställare	DV och eller LA
Skötselplan, tidsperiod för skötselplan	Anläggnings AMA DHB	Samråd med beställare	DV och eller LA

Permeabel grusytta

Permeabla grusytter kan användas som ett alternativ på platser där det i dag finns stenmjölsytter. Dessa ytor har stor potential att öka kapaciteten för dagvattenhantering samtidigt som de bidrar till att minska både hårdgörningsgraden och värmeeffekten i staden, exempelvis på möbleringsytter och cykelparkeringar.

En utmaning kopplad till grusytter är skötseln, särskilt i miljöer där många större träd finns i närheten. Under hösten kan nedfallande löv behöva tas om hand för att inte täppa till ytan och därmed försämra infiltrationskapaciteten.



För en permeabel grusyta är det viktigt att behålla funktionen som en stenmjölsyta har, men vara genomsläpplig nog att hantera vatten. Stenmjöl blandas med 50% makadam (fraktion 4/8 eller 2/6) i ett lager om 80 mm. Ett materialskiljande lager av en mellanfraktion av makadam behövs för att kombinera åtgärden med ett öppet bärlager. För att den permeabla grusytan ska fungera som en dagvattenanläggning krävs att även överbyggnadslagren under är genomsläppliga. Om terrassen är tät kan någon form av avvattning krävas.

Den permeabla grusytan fungerar som underlag/slitlager för låg trafikbelastning, gång- och cykelvägar samt möbleringsytor. Anläggningen tar hand om dagvatten direkt där det uppstår. Dessutom undviks stående vatten i och med att ytan är permeabel.

Materialet har en tendens att rymma och behöver avgränsas med någon typ av inramning/kant. Pimpsten bör undvikas eftersom den håller kvar fukt, vilket gynnar ogräs, och riskerar att flyta iväg vid regn.

Problem med ogräs är vanligt förekommande i permeabla grusytor. Genom att utföra anläggningen så att det översta lagret blir torrt kan problemet minskas. Alternativt väljs denna anläggning där ogräs får förekomma eller där högt slitage förekommer som gör att ogräs har svårt att etablera sig.

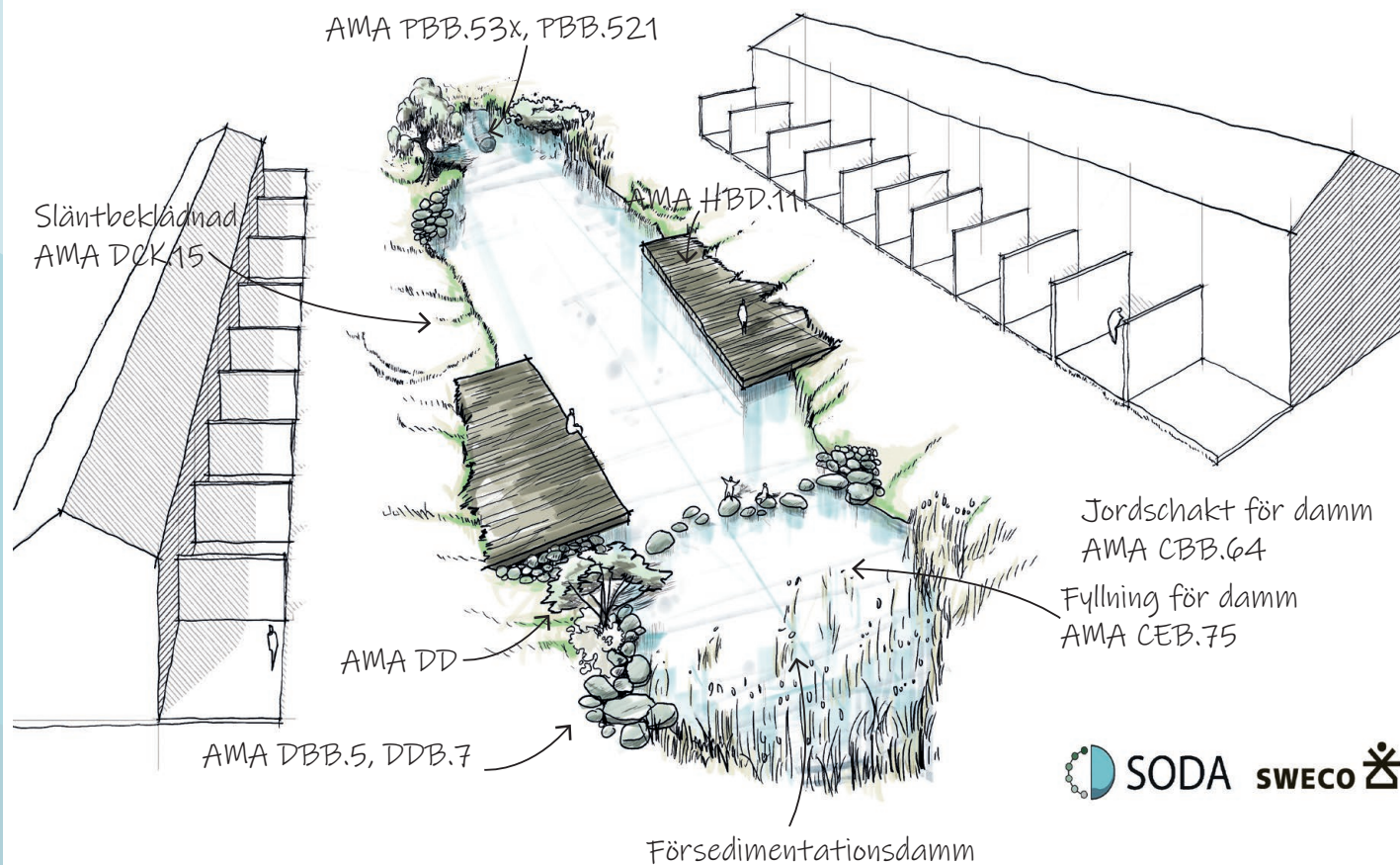


Dagvattendamm

En dagvattendamm med permanent vattenyta kan utformas på flera olika sätt beroende på vilka typer av markanvändning som avvattnas till den, samt vilka funktioner dammen är tänkt att fylla.

Dammar kan gestaltas att vara både estetiskt och biologiskt värdefulla samtidigt som de kan fördröja och rena dagvatten.

Dagvattendammar med vegetation är särskilt bra för att kombinera fördröjning, rening och biologisk mångfald. Samtidigt som de kräver relativt lite skötsel. Problemet är ofta behovet av stor yta samt möjligheten att skapa en tillräckligt djup anläggning med säkra släntlutningar för stabilitet och drunkningsrisk.



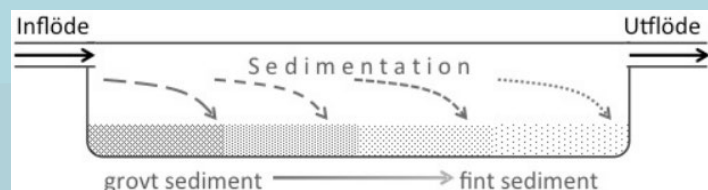
Dimensionerande faktorer och utförande

En damm kan utformas med fokus på fördröjning eller rening:

- *Fördröjningsdammar* kan vara enklare utformade, utan våtmarkszoner och växter.
- *Dammar för rening* behöver växtlighet och en bräddfunktion, en så kallad *by pass*, för att förhindra att föroreningar virvlas upp och sprids vid stora flöden. De bör också helst ha zoner med olika djup. Detta är den typ av anläggning som kommer beskrivas nedan.

Vid utformning av en damm är det viktigt att säkerställa en tillräckligt stor yta, detta behöver göras redan i planeringsskedet. Dammen behöver ha en tillräcklig bottenyta och permanent vattenyta och därtill behövs utrymme för slänter, drift och underhåll. Desto djupare dammen är desto mer yta behöver tas i anspråk för slänterna. Det är viktigt att inte ha för branta släntlutningar för stabilitet vid anläggning, underhåll och drift. Det behöver också finnas plats att komma åt dammen för drift, och upplägningsplats för slamsugning. Om dammen inte kan utformas med tillräcklig bottenyta och permanent vattenyta bör alternativa lösningar övervägas.

Grundprincipen för en dagvattendamm är att få till en lång väg för vattnet att färdas från inlopp till utlopp för att öka uppehållstiden så att partiklar ges tid att sedimentera.



Figur 22. Principskiss av en dam

Inlopp

Utformningen av inlopp beror på platsens förutsättningar och behov.

I hårdgjorda miljöer används ofta dagvattenledningar som inlopp. Inloppet placeras vanligtvis i en lågpunkt för att samla sediment och förenkla underhåll. Plastledningar under permanent vatten kan behöva förankras, medan betongledningar inte gör det. Inlopp via dagvattenledningar tar liten plats, kan kombineras med sandfång för grovavskiljning och kan läggas dolt under vattenytan. Om inloppet placeras för djupt kan dock inflödet virvla upp bottensediment. Då förloras den tänkta reningsfunktionen.

I mer naturliga miljöer kan inloppet istället utformas som ett öppet dike, vilket klarar större vattenmängder men kräver mer underhåll för att undvika igenväxning och sedimentansamling.

Pumpar kan användas vid inlopp när ledningsnätet ligger djupt, men det bör om möjligt undvikas. En pump kräver drift och underhåll och det finns alltid en risk att den slutar fungera.

Erosionsrisker

Vid anläggning av en dagvattendamm finns det risk för erosion. En nyanlagd damm saknar etablerad växtlighet längs slänter och inlopp. Nederbörden koncentreras till mindre rännilar som skapar rännidalar i slänter och vid inlopp och i värsta fall orsakar större lokala erosionsskador. För att undvika detta bör slänterna sprutbesås

med gräs eller planteras med strandmattor. När växtligheten har etablerats i slänterna är stabiliteten generellt sett mycket god. Erosionsskydd är särskilt viktigt om inloppet är utformat som ett dike, eller om flöde rinner till dammen över en slänt eller ett överfall.

Bräddning

I princip alla dammar behöver en bräddfunktion eller en *bypass* för att släppa vidare större flöden än den har dimensionerats för. En bräddfunktion kan utformas på olika sätt:

- *Utløppsanordning, exempelvis munkbrunn:* Har ofta flera regleringsnivåer och fungerar som utlopp och bräddning i ett. Läs mer under utlopp.
- *Fysisk bräddningsanordning i dammen:* En sådan anordning tillåter bräddning över ett släntkrön som är skålat och erosionssäkert. När dammen når sin maximala kapacitet sker katastrofbräddning kontrollerat över släntkrönet. Detta fungerar även som ett vanligt utlopp om släntkrön görs i etapper.
- *Bypass innan vattnet rinner in i dammen:* Vatten tillåts rinna förbi dammen utan att nå själva anläggningen. Inloppet kan utformas som en brunn med en inloppsledning av viss dimension och en bypassledning på en högre nivå. Inloppsledningen hanterar flöden upp till en viss återkomsttid, medan överskottsflöden stiger i brunnen och når bypassen. Flödet som bräddas kan ledas runt dammen via ledning, släppas i ett öppet dike runt dammen, eller hanteras på annat sätt.

Utlopp

Utloppet i dammen kan utformas på flera sätt. Det finns öppna lösningar som diken eller V-formade överfall, men oftast används en ledning och en munkbrunn.

Öppna utlopp tar en större yta i anspråk. De har dock möjlighet att ta större flöden och kan omhänderta bräddflöden mer effektivt, då de också fungerar som bypass. En öppen utloppslösning är svårare att stänga av vid en olycka eller vid tömning av sediment från dammen.

Ledningsutlopp kan placeras under permanent vattenyta, vilket då även bidrar till att ge dammen en oljeavskiljande funktion. Utloppsledningen kopplas till en munkbrunn som fungerar genom principen kommunicerande kärl. I munkbrunnen placeras skibord, eller andra lösningar som styr flödet. Vid normalflöden hålls vattennivån stabil med ett lågt utflöde. Vid större flöden når vattnet över kanten på skibordet och bräddar över. Det är viktigt att utloppet inte placeras för djupt, då sediment riskerar att virvla upp.

Dimensionering

En dagvattendamm bör vara cirka 1,0–2,0 meter djup, men kan också utformas grundare eller djupare. Ett större djup bromsar vattenflödet mer och förbättrar sedimentationen, medan ett mindre djup ger snabbare flöde och kortare sedimenteringstid. En djupare damm är mer yteffektiv då den kan hålla större volymer på mindre yta, men kan leda till syrefattiga miljöer. För att få våtmarkskaraktär kan man hålla djupet under 0,5 m. Djupet beror på platsens förutsättningar,

som grundvattennivåer och anslutningsnivåer. Om djupet är begränsat kan en större yta eller längre vattenväg genom dammen öka sedimenteringen. En filtervall eller en växtrida kan ytterligare minska hastigheten och förbättra sedimentationen.

Den permanenta vattenytan kan variera mycket beroende på dammens djup. Generellt rekommenderas den vara 1,5–2,5 % av tillrinningsområdet reducerade yta.

Dimensionerade vattennivåer handlar om hur högt vattnet får stå i anläggning vid olika situationer, och hur stor vattenvolym den ska kunna hantera. Den permanenta nivån är det vatten som alltid finns där, den undre reglervolymen är den extra volym som används för att ta emot och rena dagvatten under ett vanligt regn, och den övre reglervolymen är den tillfälliga extra volym som kan behövas vid kraftigare regn för att jämna ut flöden och undvika att vattnet rinner iväg för snabbt. Tillsammans bestämmer dessa nivåer hur mycket vatten anläggningen kan ta emot, rena och fördröja utan att orsaka problem nedströms.

Tömningstiden för den undre reglervolymen styr uppehålltiden av dagvatten i dammen och därmed reningsgraden. Minimum är 12h men önskvärt ur ett reningsperspektiv är upp till 72h.

Rening och skötsel

Rening sker bäst i dammar med både djupa och grunda sektioner där vattenväxter kan planteras i grundare partier. Grunda partier avskiljer

lösta föroreningar genom växtupptag, medan djupa partier sänker vattenhastigheten och ger sedimentation av mindre partikelbunda föroreningar.

För rening behöver dagvattendammen en vattenvolym som inte är full med vegetation och slam. Det är därför viktigt att hålla en vattenspegel och att slamsuga botten när sedimentet ackumulerats. Det är även viktigt att skörda och ta bort växtligheten så att lösta föroreningar inte återförs till vattnet, vilket sker om växterna vissnar och förmultnar i dammen. Större underhåll bör därför inkludera borttagning av växterna och helst göras årligen. Detta hjälper även för att hålla en öppen vattenspegel.

Växter

Vid valet av vegetation för en dagvattendamm bör hänsyn tas till dammens tänkta funktion, oavsett om det handlar om rening, biologisk mångfald eller estetisk utsmyckning. Om rening är prioriterat, bör växtvalet bidra till rening av föroreningar.

Generellt utformas dagvattendammar med en våtmarkszon, vilket är en 1–2 meter bred platta strax under permanent vattennivå (cirka 0,2 meter under). I denna zon och strax ovanför kan näringsbindande vegetation planteras. Utöver rening ger växterna ekologiska och estetiska värden. För att ytterligare främja biologisk mångfald och lokala ekosystemtjänster bör växter av stor variation väljas, exempelvis blommande växter som lockar pollinerare, samt

vattenlevande växter som erbjuder livsmiljöer för olika djurarter. Väldigt starkväxande arter och potentiellt invasiva arter bör undvikas för att inte konkurrera med eller störa våra naturliga ekosystem.

Växter med hög näringsupptagningsförmåga:

- Gul svärdsilja.
- Kabbleka- Syresätter även vattnet och gynnar pollinerare genom sin blomning.
- Bladvass och bredkaveldun tar effektivt upp näringsämnen, men de är mycket aggressiva och kan snabbt breda ut sig så att dammens vattenspiegel försvinner. Därför bör de normalt undvikas. Ett undantag är starkt förorenade områden där näringsupptag är högsta prioritet och där man planerar att ta bort växtligheten varje säsong.

Växter med hög förmåga att binda metaller:

- Vattenmynta.
- Näckrosor har en förmåga att ta upp metaller och näringsämnen men kan också riskera att ta över en damm och skugga ut hela vattenytan. De är dock lättare att hålla ner i bestånd än exempelvis bredkaveldun.

Växter som gynnar biologisk mångfald:

- Smalkavledun- Värdiväxt till flera fjärilsarter.
- Blomvass- Trivs i näringsrika vatten, blommar vackert och är tålig.
- Gäddnate- Utgör föda för vattenlevande insekter. Relativt konkurrenssvag.



CHECKLISTA - Damm

Arbetsmoment	AMA-kod	Samband och utredningsbehov	Teknikområde
Terrassen			
Terrassens beskaffenhet		Ta jordprov vid behov	GEO
Schaktdjup	Ritning samt AMA CBB.64	Geologi på platsen, grundvattenpåverkan, volym behov för önskad fördröjning och önskad växtlighet mm.	GEO, Hydrogeologi, DV och LA
Schaktmetod	Anläggnings AMA CBB.64	Platsens geologi, hydrologi och önskad lutning	GEO, Hydrogeologi och LA/Mark
Lutning slänter	Ritning	Säkerhet och platsens förutsättningar	GEO och LA
Tätning, lutning och avjämning av terrassen	Anläggnings AMA CEE.3	Terrassens genomsläpplighet och markföroreningar	GEO och Markmiljö
Kompaktering av terrassen	Anläggnings AMA DCL.1	Görs vid risk för infiltration, för permanent vattennivå krävs tät terrass	GEO, DV och LA
Dränerande lager	Anläggnings AMA CEF.112	Vid artesiskt vatten eller under grundvattenytan kan det behövas dränerande lager	GEO, Hydrogeologi, DV och LA/Mark
Grundvattenpåverkan		Fluktuation över året, risk för upptryckning	GEO/Hydrogeologi
Material och placering av tätande lager av geosyntet / lergeomembran och dylikt	Anläggnings AMA DBB.5, DDB.7	Terrassens beskaffenhet, markföroreningar och önskad funktion	GEO, Hydrogeologi och LA/Mark
Fördamm och sedimentation			
Tömning		Behov av tömning beror på avrinningsområdets storlek och markanvändning	DV
Åtkomst till dammen för borttagning av sediment		Placering och uppbyggnad av driftsvägar	DV, Gata/Mark och LA
Upplagsplats för avvattning av sediment		Ytbehov, placering och uppbyggnad	DV, Gata/Mark och LA
Dambotten och slänter			
Täthet	Anläggnings AMA DBB.5, DDB.7	Vid behov på grund av upptryckande grundvatten	LA, GEO/Hydrogeologi
Bottenmaterial: tjocklek, fraktion	Anläggnings AMA CEB.75	Eventuell önskan om ekologiska värden	DV/VA i vissa fall LA
Erosionsskydd slänter	Anläggnings AMA DCK.2X	Behövs växter för att hålla material på plats eller ett grövre material	VA och LA
Inlopp: material, läge, bredd, höjd		Styrs av storlek på inflödande vatten, behov att styra vatten och estetik	LA
Inlopp erosionsskydd material, stenstorlek, sättmaterial	AMA DCK.2X	Hastighet på inkommande vatten, behov av sandfång, spridning eller samlande funktion, estetik och skötselbehov	GEO, DV och LA
Utlopp / bräddavlopp: material, bredd, höjd	Anläggnings AMA PBF.442		DV/VA
Utlopp erosionsskydd , material, stenstorlek, sättmaterial	Anläggnings AMA DCK.15	Hastighet på utgående vatten, spridning eller samlande funktion, estetik och skötselbehov	DV/VA och LA
Förbildning uppströmsinloppet: material, bredd, höjd		Utifrån storlek på avrinningsområde, skyddar damm vid extremflöden	DV/VA och LA
Högsta respektive lägsta vattennivå	Ritning	Fördröjnings och reningskrav, ekologiska värden i vattenmiljön, tömningstid	DV/VA och LA
Ledningar			
Ledningar material, dimensioner, lutningar för inlopp	Anläggnings AMA PBF.442, PBB.5 alt AMA PBB.53	Dimensionerande flöde in till anläggningen samt anläggningsteknisk möjlig storlek	DV/VA
Ledningar material, dimensioner, lutningar för utlopp	Anläggnings AMA PBF.442, PBB.5 alt AMA PBB.53	Dimensionerande flöde ut ur anläggningen samt anläggningsteknisk möjlig storlek	VA

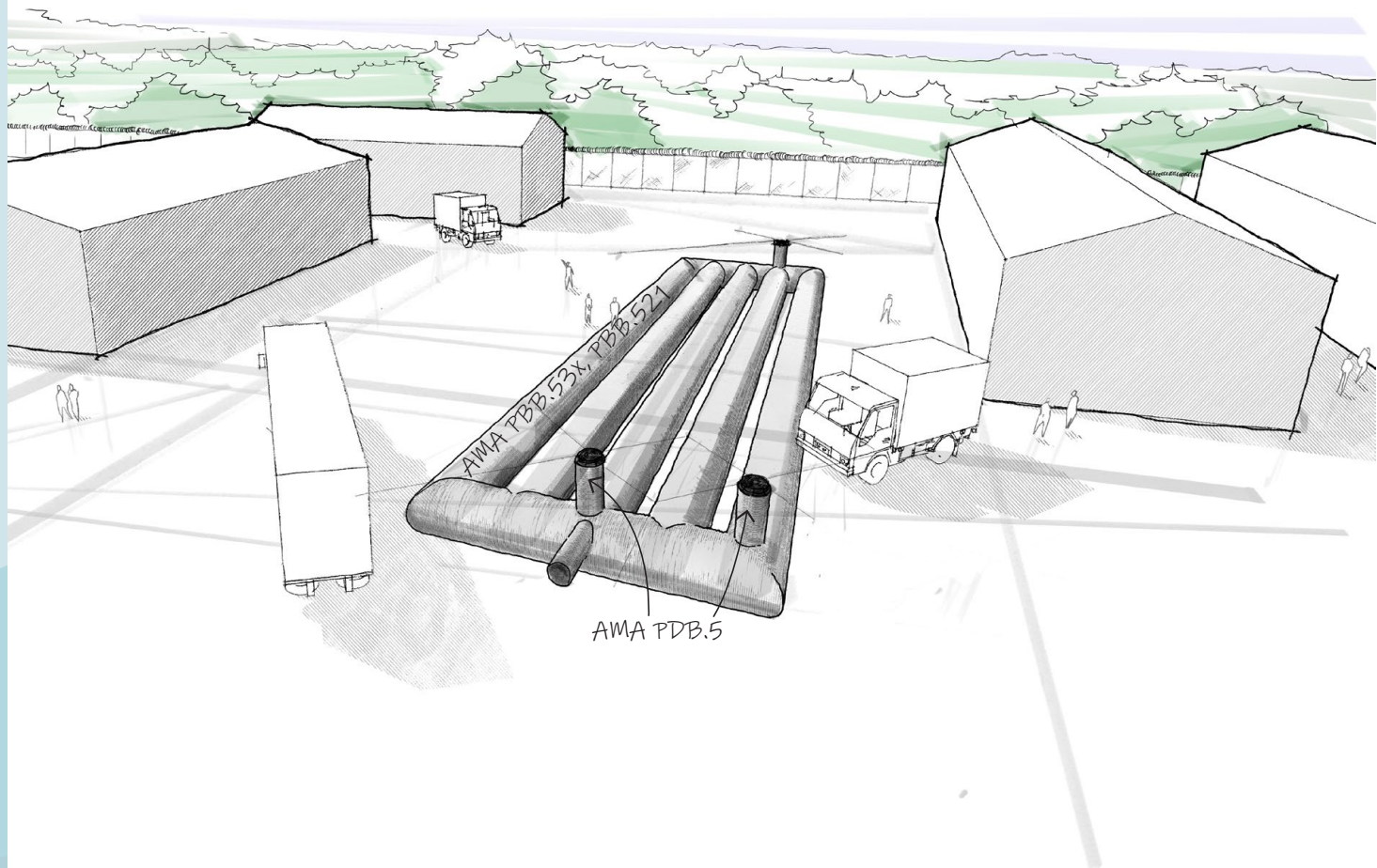
Arbetsmoment	AMA-kod	Samband och utredningsbehov	Teknikområde
Brunn			
Inlopp med ytligt intag	Anläggnings AMA DCL.24 PDY.68	Önskad kapacitet, platsens förutsättningar, marknivåer, kanter osv	LA
Inloppsbrunn, material och montering	Anläggnings AMA AMA DCL.24 alt PDY.68	Önskad kapacitet, platsens förutsättningar, skräp, marknivåer och skötselbehov	DV/VA i vissa fall LA
Erosionsskydd vid inloppet	Anläggnings AMA DCL.24 alt PDY.68	Hastighet på inkommande vatten i relation till bottenmaterial styr om det behövs eller inte	GEO, DV och LA
Höjden på bräddbrunn / bräddutlopp	Detaljritning	Höjd i förhållande till övrig mark och tänkt fördröjningsvolym	DV/VA och LA
Kringfyllnad runt brunn	Anläggnings AMA CEC.34	Behöver brunnen skyddas från finpartiklar, dölja uppstickande rör osv	VA och LA
Erosionsskydd runt bräddavloppet	Anläggnings AMA CEB.75/76 alt DCK	Behövs bara vid yttlig bräddning till svackdike / ytterligare damm	DV/VA
Brunnsbetäckningar	Anläggnings AMA PD	Kapacitet, trafikklass och estetik	DV/VA och LA
Kant			
Material, ytbearbetning på avskiljande kant	Kantstöd AMA DEC, murar AMA E, F, G	Hållfasthet, täthet och estetik	K och LA
Sättning och fogens utformning för avskiljande mur/kant/ kantstöd	Detaljritning	Risk för sättning mot omkringliggande mark	LA
Höjder för avskiljande mur/kant / kantstöd	Detaljritning	Önskad yttlig fördröjning , överfall eller annan funktion	DV/VA och LA
Växtbädd			
Material & tjocklek, eventuell växtbädd	Detaljritning Anläggnings AMA DCL1, DCL2	Efter önskad funktion/ behov av växtbädd. Material behöver fungera i eller i slänt till damm. Lätt material som pimpsten riskerar att erodera bort	LA
Täckmaterial, material, kvalitet, tjocklek, kulör och tidpunkt för utläggande	Anläggnings AMA DDC.24	Om behov finns, funktion och estetik	LA
Växter			
Växtmaterial / -kvalité	Anläggnings AMA DD	Etablering, gestaltning, risk för sjukdommar, eventuella kravställningar	LA
Träd / solitärbuskar storlek/ klump	Anläggnings AMA DD	Önskad storlek och kvalitet	LA
Antal, avstånd, planteringsdjup	Anläggnings AMA DD	Hur fort ska planteringen vara täckande	LA
Stöd för växter / uppbindning mm	Anläggnings AMA DDC	Vid behov	LA
Etablering	Anläggnings AMA DDD	Krav från beställare	LA
Tillväxt	Anläggnings AMA DHB	Krav från beställare	LA
Övriga objekt			
Driftväg runt dammen		Funktion, pedagogiska inslag, skötselmöjlighet	LA/Gata
Bryggor och broar	Detaljritning & AMA GBD.11, HBD.11	Estetik och tillgänglighet, behöver separata koder för schakt, fyll mm	LA
Avstängningsanordningar		Vid behov, för att underlätta vid sedimentstämning	VA
Pumpanordningar	Anläggnings AMA XX	Vid behov	VA
Återställning	AMAkod varierar beroende vad som återställs	Återställning av vägar eller mark efter arbete.	LA
Fallskydd / inhägnad		Vid behov	LA
Dokumentation			
Egenkontroll enligt kontrollplan	Anläggnings AMA Y		
Fotodokumentation	Anläggnings AMA Y	Samråd med beställare	DV och eller LA
Skötselplan, tidsperiod för skötselplan	Anläggnings AMA DHB	Samråd med beställare	DV och eller LA

Underjordiskt magasin

Underjordiska magasin för fördröjning av dagvatten har den stora fördelen att de är relativt platseffektiva i förhållande till fördröjningsvolym. De är möjliga att utforma efter behov (hög modularitet). Då de placeras under mark är det också möjligt, och ofta fördelaktigt, att placera dem under gatumiljöer eller parkeringsplatser, vilket gör att dagvattenhanteringen får plats på en yta som ofta ändå behöver finnas tillgänglig i många typer av områden.

I illustrationen till höger visas ett exempel på ett underjordiskt rörmagasin. Det finns flera typer och utföranden av underjordiska magasin, exempelvis:

- Kasettmagasin
- Platsgjutna betongmagasin
- Rörmagasin (i betong eller plast)



Dimensionerande faktorer

Fördröjningsmagasin under mark används när det är ont om plats på ytan eller när dagvattnet är mindre förorenat. Magasinens reningseffekt är låg, då endast sandfång vid inloppet och sedimentering i magasinet bidrar till rening.

Magasinets funktion är att vatten fylls upp och långsamt över tid kan tömmas, antingen via infiltration i mark eller ut på ledning, för att sedan kunna fyllas upp igen. Det rekommenderas att en separat utredning görs för att säkerställa fördröjningsvolym och anläggningsfunktion. Beroende på områdets förutsättningar finns det olika behov kopplat till magasinets placering.

Att välja rörmagasin eller kassetter, som är prefabricerade, är mycket billigare än att bygga ett betonggjutet sedimentationsmagasin, men reningseffekten blir inte lika hög. Om en underjordisk lösning är den enda möjligheten och det finns behov av att rena partiklar, kan ett rörmagasin med permanent vattenyta vara ett alternativ. Det gör att magasinet fungerar som en sedimentationsbassäng. Den stående vattenvolymen måste dock räknas bort från den fördröjningsvolym som finns tillgänglig.

Markförhållanden

En geoteknisk utredning behövs för att säkerställa markens lämplighet och för att se om stabilitetsåtgärder, som en betongplatta, behövs eller om området är utsatt för höga grundvattennivåer. Vid höga grundvattennivåer måste magasinet vara tätt och det kan finnas behov av förankring.

Inlopp

Vid projektering av underjordiska fördröjningsmagasin är det viktigt att tänka på utformningen av in- och utlopp. Inloppet görs traditionellt genom en eller flera rännstensbrunnar i gata som har ett sandfång innan det når magasinet. Flaskhalsen för underjordiska magasin är ofta inloppet, därför är det viktigt att säkerställa hur stort tillrinningsområdet till magasinet är och vad det dimensionerande flödet blir. Vid för höga flöden rinner vatten förbi en rännstensbrunn. Det är fördelaktigt att skapa en lokal lågpunkt i anslutning till inloppet för att tillåta stående vatten under en kortare tid när vattnet rinner ner.

För stora ytor rekommenderas flera brunnar och en fördelningskammare mellan parallellt förlagda rörmagasin.

Utlopp

Rörmagasinets utlopp behöver säkerställa att erforderlig fördröjningsvolym kan kvarhållas, samt att avtappning är möjlig mot befintligt ledningsnät eller nedströms system.

För att säkerställa magasinets funktion över tid rekommenderas inspektions- och spolningsmöjligheter vid inlopp och utlopp. Ett mindre antal tillsynsbrunnar räcker vid användning av fördelningskammare vid inloppet.

Marktäckning

Det är viktigt att redan vid dimensionering tänka på hur ytan ovanför magasinet ska användas. Täckningsdjupet varierar beroende på om det är grönyta eller trafikerad yta. Om magasinet hamnar på ett så stort djup att det inte är möjligt att ansluta till befintligt ledningsnät är det möjligt att anlägga en pumplösning, men denna typ av lösning är inte önskvärd då den är dyr i både investerings- och driftkostnad. Då kan det vara bättre att se över andra alternativ.

Skötsel

Magasins inloppsbrunnar, sandfång, behöver regelbundet tömmas och rensas. Om detta inte görs tillräckligt frekvent kommer sediment brädda förbi sandfången i brunnen och ansamlas i magasinet. Det är betydligt krångligare att slamsuga in i magasinet. Även vid kontinuerlig tömning behöver magasinen slamsugas, men inte lika ofta.

För infiltration från underjordiska magasin är det viktigt att tänka på att hålen kan sättas igen, och därför är det extra viktigt att planera för spolning/slamsugning av magasinet.

CHECKLISTA - Magasin för fördröjning av dagvatten under mark

Arbetsmoment	AMA-kod	Samband och utredningsbehov	Teknikområde
Terrassen			
Schaktdjup	Ritning eller AMA CBB/CBC	Geologi på platsen, grundvattenpåverkan, volymbehov för önskad fördröjning och önskad växtlighet mm.	GEO, Hydrogeologi, DV och LA
Schaktmetod	Anläggnings AMA CBB/CBC	Platsens geologi, hydrologi och önskad lutning	GEO, Hydrogeologi och LA/Mark
Tätning, lutning och avjämning av terrassen	Anläggnings AMA CEE.3	Terrassens genomsläpplighet och markföroreningar	GEO och Markmiljö
Kompaktering av terrassen	Anläggnings AMA DCL.1	Finns magasin för infiltrering, vid behov ta jordprov	GEO
Material och placering av tätande lager av geosyntet / lergeomembran och dylikt	Anläggnings AMA DBB.5, DDB.7	Vid behov på grund av uppträckande grundvatten	GEO/Hydrogeologi
Grundvattenpåverkan		Fluktuation över året, risk för uppträckning av vatten och rör	GEO/Hydrogeologi
Magasin			
Volym	Dagvattenutredning/PM	Tillräcklig volym enligt dagvattenutredningen alternativt beställarens krav	DV
Antal rör, utformning	Ritning	Efter behov och platsens förutsättningar	GEO, Hydrogeologi och LA/Mark
Material, diameter, längder	Anläggnings AMA PBB.5214 alt PBB.5216	Efter behov och platsens förutsättningar	VA
Höjder / lutningar	Ritning	Hur kan rören placeras utifrån förutsättningar med lutning minskar magasinvolymen i rörmagasinet	VA, GEO och LA
Ledningabädd, kvalitet och packning	Anläggnings AMA CEC.21	Fraktion, beror delvis på val av rör	VA
Kringfyllnad kvalitet och packning	Anläggnings AMA CEC.31	Fraktion, beror delvis på val av rör	VA och GEO
Skarvmetod	Anläggnings AMA PBB.5214 alt PBB.5216	Behövs skarvarna utföras med tätningsring eller svetsas? Extra krav på täta fogar vid närheten av grundvatten och träd. Kontrolleras innan rören täcks	VA och LA
Bräddavlopp		Höjd	DV/VA
Luftning		Skydd mot luftfickor	DV/VA
Förankring		Finns risk för upplyftning t ex vid tunn täckning eller fyllning med lättviktsmaterial eller högt grundvatten.	DV/VA
Ledning			
Dimensioner, lutningar och höjder på inloppsrör	Anläggnings AMA PBB.5 alt AMA PBB.53	Kontrollera mot utredning	VA
Dimensioner, lutningar och höjder på utloppsrör	Anläggnings AMA PBB.5 alt AMA PBB.53	Kontrollera mot utredning	VA
Rinnväg för överskottsvatten	Ritning	Finns en rinnväg för överskottsvattnet? Se över höjdsättning	LA
Brunn			
Inloppsbrunn/fördelningsbrunn med sandfång /sedimentfång	PDB.12	Dimensionering/flödeskapacitet	DV/VA
Utloppsbrunn	PDB.12	Behövs vid ev parallella rörmagasin	DV/VA
Inspektionsbrunn	PDB.22	Se över behov av rensning, beroende av utformning	DV/VA
Nedstigningsbrunn	PDB.12	Behov att gå ner i magasinet, minsta diameter 1000mm beteckning 640mm	DV/VA
Flödesregleringsbrunn	PDB.12	Dimension för att styra utflödet	DV/VA

Arbetsmoment	AMA-kod	Samband och utredningsbehov	Teknikområde
Övriga objekt			
Driftsvägar / uppställningsplats		Kontrollera kraven	DV/VA och LA
Dokumentation			
Egenkontroll enligt kontrollplan	Anläggnings AMA Y		
Fotodokumentation	Anläggnings AMA Y	Samråd med beställare	VA
Driftinstruktioner	Anläggnings AMA Y	Behov och i samråd med beställare	VA

Framtidsvision

Förutsättningarna för hur vi planerar våra städer och därmed utformar våra dagvattenanläggningar förändras i takt med klimatförändringarna. Vi ser allt hårdare krav på fördröjning av dagvatten, samtidigt som frågor om skyfall, värmeproblematik och förlust av biologisk mångfald blir allt mer centrala i samhällsplaneringen. I befintliga miljöer finns ofta flera begränsande faktorer, men det går alltid att genomföra förändringar som bidrar positivt, särskilt i samband med planerade renoveringar och ombyggnationer.

Vid nybyggnation finns generellt större möjligheter att åstadkomma väl fungerande lösningar. Den avgörande faktorn för att kunna projektera funktionella dagvattenlösningar är att komma in i ett tidigt skede i processen. I dessa skeden behöver fler kompetenser och resurser, med erfarenhet från både systemhandling och detaljprojektering, samverka för att kunna ta fram rimliga åtgärdsförslag. Med rätt kompetens i dessa tidiga skeden kan adekvat mark öronmärkas i tid, utifrån erforderliga funktioner, vilket skapar förutsättningar för ett lyckat resultat.

Parallellt med arbetet i tidiga skeden ser vi ett behov av en förändrad syn på våra anläggningar och på underhållet av den byggda miljön. För att nå bästa möjliga resultat räcker det inte enbart med teknisk utveckling. Synsättet på klimatfrågan och den byggda miljön behöver utmanas. För att möjliggöra en blågrön stadsutveckling krävs samarbete mellan flera discipliner genom hela processen, och inte minst ett nära samspel mellan konsulter och beställare. Medvetenheten och förståelsen för nya metoder och anläggningstyper behöver även nå allmänheten.

Transparens och delaktighet tenderar att väcka både nyfikenhet och ansvarskänsla, vilket i sin tur kan bidra till ett ökat medborgaransvar. Det finns ingen anläggning som fungerar väl över tid utan skötsel. Samtidigt kräver olika anläggningar olika mycket underhåll; generellt kan sägas att ju fler funktioner en anläggning ska uppfylla, desto mer drift och skötsel krävs. Frågan om underhåll behöver därför lyftas och synliggöras, med målet att skapa acceptans för de kostnader som är kopplade till drift. Därutöver behöver kostnaderna i större utsträckning fördelas på dem vars exploatering av markyta har skapat behov av dagvattenlösningar.

När fler nyttor lyfts in i dagvattenlösningen öppnas en möjlighet för fler intressenter att dela på kostnaderna. Till exempel som en del i social hållbarhetsarbete, vilket även kan förstärks med grönska. Människor dras till gröna platser, med små medel kan dessa oaser i den hårda staden bidra med platser där människor från olika socioekonomiska bakgrunder och åldrar kan mötas förutsättningslöst.

För social hållbarhet hoppas vi på en bredare debatt kopplad till klimatkrisen, allas rätt till likabehandling samt skydd mot värmeöar, översvämningar och förlust av biologisk mångfald.

Mer konkret, för de enskilda anläggningarna, hoppas vi på: ökad biologisk mångfald och förbättrade mikroklimat, fler pedagogiska inslag som bidrar till ökad förståelse och acceptans, men framför allt anläggningar som byggs för rätt funktion.

Nedsänkta växtbäddar:

I framtiden hoppas vi på att se mer för- enklade lösningar, där växtbädden byggs upp med så få tekniska installationer som möjligt, såsom brunnar och ledningar. Detta bidrar till minskat behov av skötsel och underhåll samt till en lägre miljöpåverkan ur ett hållbarhetsperspektiv. En förenklad uppbyggnad av växtbädden, med färre lager av olika typer av substrat, minskar dessutom behovet av transporter och förenklar utförandet. Vid renovering och ombyggnation blir det också enklare att återanvända befintligt substrat.

Ytterligare aspekter som kan förbättras ur ett hållbarhetsperspektiv är valet och användningen av substrat. Substraten bör i så stor utsträckning som möjligt bestå av återvunnet material, såsom kompost, lokalt producerat biokol, återvunnet makadam från sopsand samt återvunnen betong och tegel.

För att förbättra den vattenhållande förmågan kan andelen biokol ökas i makadam- lagret. Det är dock viktigt att föreskriva biokol av rätt kvalitet för att undvika oönskat läckage av fosfor.

Ett större fokus bör även läggas på att tidigt genomföra undersökningar av platsens förutsättningar innan projektering påbörjas. Detta omfattar exempelvis befintliga mark-

förhållanden, terrassens egenskaper och andra lokala förutsättningar. Utifrån dessa undersökningar bör en utvärdering göras för att avgöra om det finns faktiska förutsättningar att kombinera anläggningen med dagvattenhantering, samt vilka krav som kan ställas på vegetationen, exempelvis om en extensiv eller intensiv vegetation är lämplig.

Vid projektering av växtbäddar med fokus på biologisk mångfald och klimatanpassning bör arbetet i hög grad utgå från växternas faktiska behov. För att växterna ska kunna utvecklas arttypiskt krävs att projekteringen anpassas efter deras ekologiska förutsättningar.

Upphöjda växtbäddar:

Växtbäddar av denna typ fungerar generellt bra. Det vi särskilt vill understryka är att strypningen i utloppet ska dimensioneras i förhållande till inflödet till anläggningen vid normalregn. Vår erfarenhet är att många upphöjda växtbäddar utförs med alltför kort tömningstid, vilket resulterar i en för torr ståndort.

Permeabel grusyta:

Potentialen vi ser i permeabel grusyta och flera andra permeabla slitytor är enkelheten i att utföra stora ytor som genomsläppliga. Detta kan minska värmestrålning och tillsammans med ett underliggande magasin för infiltration öka grundvattenbildning. I den hårdgjorda staden

har vi i stort sett byggt bort grundvattenbildning vilket vi hoppas se en ändring på. I takt med klimatförändringar och risk för längre torra perioder kommer behovet av större magasin och grundvattenbildning öka.

Dagvattendamm:

För att en dagvattendamm ska vara multifunktionell krävs att den har vegetation. Om det finns plats är dagvattendammar en väldigt bra lösning som klarar av att vara multifunktionella och samtidigt ta emot större mängder vatten och klara rening. I framtiden hoppas vi se fler dagvattendammar i mindre skala på kvartersmark. Detta kräver dock anna syn på vatten i våra städer. Idag är regler kring stående vatten högt ställda, på grund av risk för drunkning. Vi hoppas se en viss uppluckring i kraven för att öppna för fler innovativa lösningar som möjliggör vattenmiljöer på ett säkert sätt i våra närmiljöer.



Källhänvisning

Blecken, G., Beryani, A., Al-Rubaei, A., Viklander, M., Goldstein, A., Hunt, W. (2021) Översiktlig utvärdering av funktionaliteten av 26 dagvattenbiofilter. *Ny forskning och teknik* 9. <https://ltu.diva-portal.org/smash/get/diva2:1841857/FULLTEXT01.pdf>



Med finansiering från:

VINNOVA
Sveriges innovationsmyndighet