Bilaga 1

Principlösningar

Möjliga principlösningar för hantering av dagvatten i Sydöstra centrum sammanfattas nedan.

1 Gröna tak

Gröna tak är ingen dagvattenreningsteknik och (regn)vattnet som hamnar på dessa är oftast inte särskilt förorenat. Gröna tak är uppbyggda i flera skikt: högst upp är vegetationslagret, därunder jordlagret, dräneringslagret och i botten ett tätskikt. Vegetationen är förankrad i jordlagret i vilket även nederbörd kan kvarhållas. Det understa lagret, dräneringslagret, kan både magasinera vatten och dränera ut överflödigt vatten. Det finns två kategorier av gröna tak, extensiva eller intensiva (Figur 1), där indelningen beror på jordlagrets tjocklek[1].

Figur 1. Extensivt sedumtak (Eutin, Tyskland) och intensivt grönt tak med gräsvegetation (Reine, Norge). Källa: Kunskapssammanställning. Dagvattenrening, Svenskt Vatten Utveckling, 2016.

Gröna tak har förmågan att minska avrinningen med 25–75 % beroende på regnintensitet, torrperiod innan regn, lutning, substratjocklek mm. Vid kraftiga skyfall blir volymfördröjningen ofta försumbart, men flödestopparna dämpas pga den längre rinntiden på det gröna taket. Den vattenhållande kapaciteten för gröna tak är beroende av årstiderna. En varm sommar med lite nederbörd resulterar i en högre avdunstning och en snabbare regenerering av den vattenhållande kapaciteten i det gröna taket. Det finns däremot bara få studier över gröna taks avrinning under snösmältning för att kunna avgöra gröna taks prestanda i kallt och snöigt klimat. Generellt har dock gröna tak en mindre kapacitet att fördröja vattnet under vintern när vegetationen inte är aktiv än under sommaren.

Förutom de positiva aspekter gröna tak ger för dagvattenhanteringen kan de även bidra med arkitektoniska/estetiska värden, bidra till en bättre luftkvalité, till en ökad energieffektivitet av byggnaden, samt leverera ekosystemtjänster[2].

2 BlueProof

BlueProof är en SINTEF (ett tekniskt forskningsinstitut i Norge) godkänd lösning för vattenfördröjning där vattnet gradvis och kontrollerat dräneras ned i avloppsnätet, så att man undgår överbelastning som i sin tur kan leda till översvämning. Taket är ett beprövat plasttak som fungerar som en bassäng där vattnet samlas upp och som inte innehåller några miljöskadliga ämnen. Protan BlueProof (Figur 2) är lämpat för både nybyggnation och renovering. För att uteslutas förekomsten av föroreningar i dagvattnet ska byggnadsmaterial som förzinkad plåt, koppar eller rostfria material undvikas.

---

[1] Kunskapssammanställning. Dagvattenrening, Svenskt Vatten Utveckling, 2016.
[2] Kunskapssammanställning. Dagvattenrening, Svenskt Vatten Utveckling, 2016.

Bilaga 1

Figur 2. Olivgården Fastighets AB installerar Protan BlueProof tak, Katrineholm. Källa: https://www.protan.se/blueproof/.

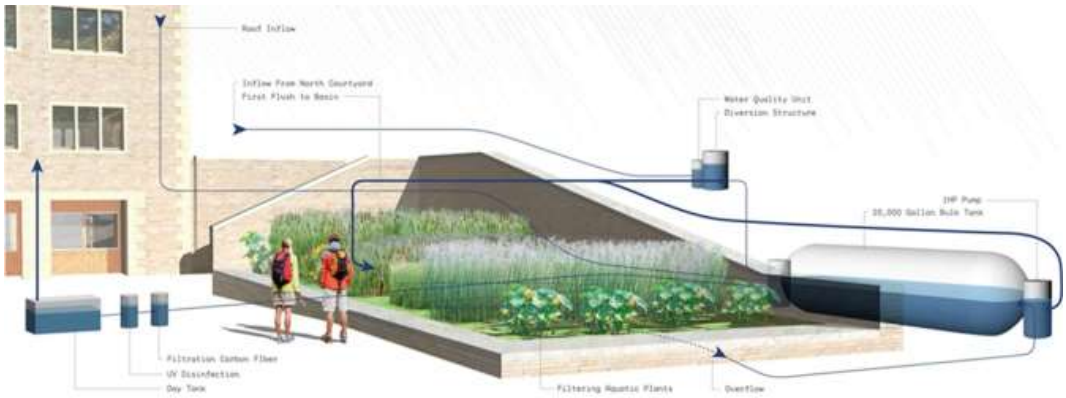
Protan BlueProof tak kan kombineras med rekreationsområden, miljövänliga gröna zoner och energiproduktion (Figur 3).

Figur 3. Referensbild https://www.protan.se/blueproof/.

3 Uppsamling av takvatten för återanvändning

Vattenbrist och bevattningsförbud är idag en allt mer förekommande situation runt om i landet. Klimatförändringar och förtätningen av våra städer sätter dagvattensystemen på övermäktiga prov. Genom att återanvända regnvatten för att t.ex. vattna gräsmattan eller att spola i toaletten kan man minska ordinarie vattenförbrukning (Figur 4).

Bilaga 1



Figur 4. Ett exempel på utformning av anläggningar för att återanvändning av dagvatten.

3.1 Uppsamling av regnvatten för användning till bevattning

Tanken är placerad under jord och regnvattnet leds ner i den via husets stuprör. På vägen in i tanken filtreras skräp bort i ett filter. Vattnet förvaras i tanken och leds sedan ut till en eller flera tappstationer, placerade på gröna ytor.

3.2 Uppsamling av regnvatten för användning i huset t.ex. spola toaletter

2019 byggdes kontorskomplexet Citypassagen i centrala Örebro, med den för Sverige unika egenskapen att WC- stolarna ska spolas med regnvatten. I kontoret fick ett 1000- tal personer sina arbetsplatser. I tidigt skede beräknades kostnaden för installation av dagvattenåteranvändning till mellan 300 000 och 400 000 kronor (www.energi-miljo.se).

4 Växtbäddar/biofilter

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

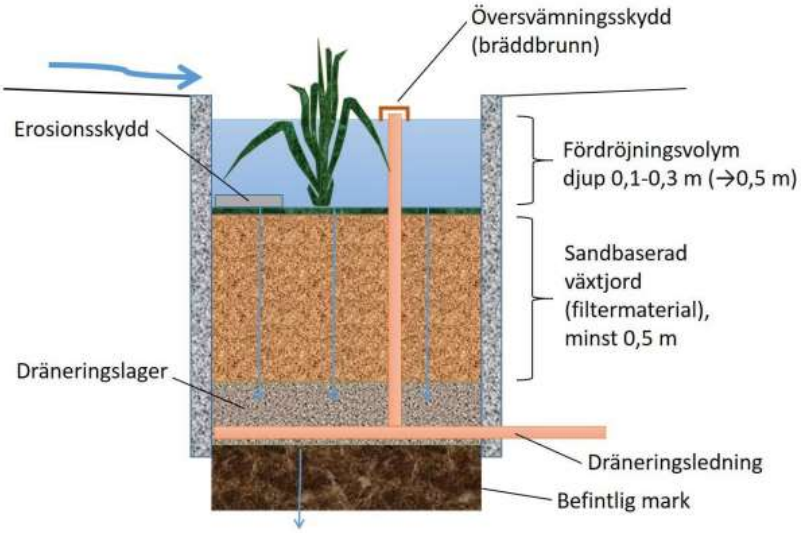
Anläggningar består av ett dräneringslager och sandbaserade filtermaterial. Eftersom växtbäddar byggs upp på ett väldränerad material ställs det krav på att växterna ska klara perioder av både torka och höga vattennivåer.

Om rening prioriteras måste filtermaterialet väljas utifrån reningskraven (se t ex SVU rapport 2019-20, kapitel 9). Sedan ska växterna anpassas till materialet. I många fall gör man tvärtom, att man väljer växtligheten utifrån estetiska skäl och sedan en välgödslad anläggningsjord för växternas skull. Sådana anläggningar medför risk för mycket bräddning pga. en låg infiltrationsförmåga, utläckage av stora mängder fosfor och på sikt också tidigare bundna metaller som sköljs ut med nedbrytet organiskt material. Därför bör val av filtermaterial ske ytterst noggrant för att erhålla en fungerande reningsanläggning.

Utseende och form på växtbäddar kan variera stort och anpassas till platsspecifika förutsättningarna (vegetation, omgivande jordlager, läge och djup på ledningar, marknivå m.m.). Samma beståndsdelar förekommer dock i de flesta anläggningar; inlopp, erosionsskydd, fördröjningszon, filtermaterial, avvattning och dränering (Figur 5). I den övre delen av växtbädden konstrueras en fördröjningszon (100–300 mm djup) där vattnet kan magasineras och kan bli stående en kortare period. Växtbäddar hanterar vardagsregn (t ex.1- 2- årsregn, vilket är tillräckligt för att erhålla en överlag bra reningseffekt) och hjälper till att förtröga systemet vid större regn. Dock är fördröjning inte volymeffektiv om inte ytan ovan mark också används. Fördröjningsvolym i porvolymen reduceras med tiden pga. igensättning.

Bilaga 1

Växtbäddar har relativ hög reningsgrad, beroende på djup och filtermaterial. Reningskapacitet avseende partikelbundna föroreningar kan nå upp till 80 – >90 %. Växtbäddar har även förmåga att avskilja olja och organiska miljögifter från dagvattnet[3].



Figur 5. Principiell uppbyggnad av en nedsänkt växtbädd.

Växtbäddar kan användas inom fastigheten (Figur 6-

Figur 7) och i anslutning till vägar och parkeringsytor (Figur 8 - Figur 9). Med en välkomponerad växtmix får man en anläggning för hantering av dagvatten som fyller en teknisk funktion men också är ett vackert inslag i stadsmiljön.

Figur 6. Upphöjd växtbädd. Nederbörden leds in i växtbädden via ett stuprör. Dagvatten leds ut i botten på anläggningen. Källa: A Celebration of Stormwater, Portland.

[3] Stockholm Vatten, 2018a.

Bilaga 1

Figur 7. Nedsänkt växtbädd. Källa: City of Maplewood, Minnesota.

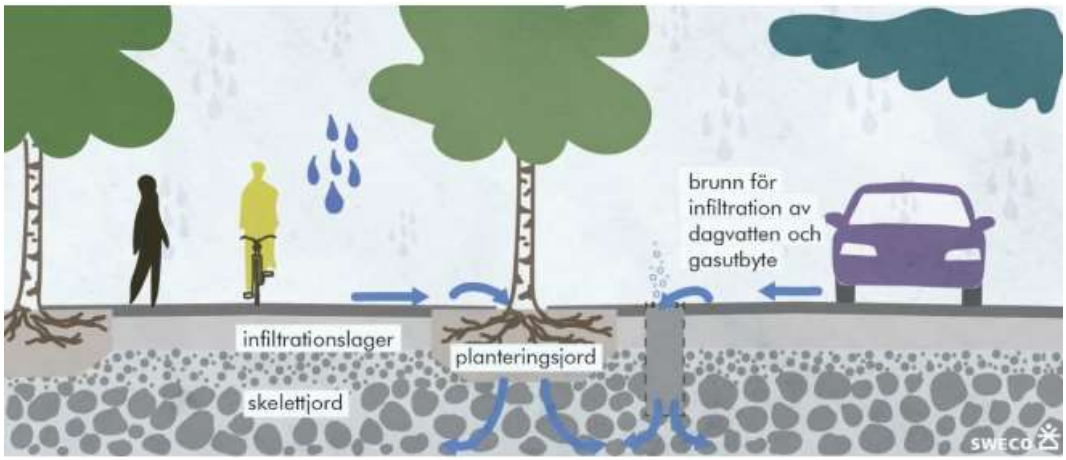
Figur 8. Dagvatten leds in via rännor under trottoaren till växtbädd, där det fördröjas och renas. Källa: City of Portland.

Bilaga 1

Figur 9. Till vänster: kanal/växtbädd i Frankrike. Källa: Ramböll. Till höger: växtbädd i Portland. Källa: City of Portland.

5 Träd i skelettjord

I växtbädd kan gräs, buskar och träd planteras. Då träd anläggs behöver växtbädd anläggas med en yta på ca 4*4 meter runt trädet för att tillgodose god möjlighet för träd att utvecklas. För att minska ytbehovet i plan kan skelettjordar anläggas för plantering av träd (Figur 10).



Figur 10. Illustration av skelettjord. Källa: Sweco.

Skelettjord är en teknik som ursprungligen utvecklats för att skapa goda betingelser för träd som planteras i en hårdgjord stadsmiljö, se exempel i Figur 11. Men en skelettjord kan också fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning och sannolikt rening. Reningen uppstår när dagvattnet filtrerar genom de olika lagren i skelettjorden, genom att partiklar sedimenterar på skelettjordens botten och genom trädens upptag av vatten och näringsämnen. Dock har inga studier genomförts hittills som utvärderat reningsfunktion hos skelettjordar. Rekommenderad rotningsbar skelettjordsvolym per träd är 15 m^3 , exklusive bärlager och överbyggnad, dvs. endast skelettjordslagret[4]. Med utgångspunkt att minsta volym på skelettjorden bör vara 15 m^3 kan en skelettjord med effektiv porvolym på 30 % utjämna 4,5 m^3 dagvatten. Det motsvarar 20 mm nederbörd från en asfaltsyta på ca 280 m^2 (avrinningskoefficient 0,8) eller en takyta på 250 m^2

[4] Stockholms stad, 2017.

(avrinningskoefficient 0,9). Intagsbrunnarna behöver dimensioneras med tillräckligt hög kapacitet så att hela porvolymen skall kunna utnyttjas.

Trädrötterna behöver ges möjlighet att växa obegränsat i minst två riktningar. Problem som kan uppstå generellt för träd i stadsmiljöer är skador från bilar på rötter/stammar.

För skelettjordar gäller samma som för biofilter. Det är viktigt att man inte väljer material som kan laka ut föroreningar. T ex används kompost i många skelettjordar. I dagvattenreningsanläggningar bör kompost dock undvikas eftersom det i regel medför /mycket hög) urlakning av näringsämnen (främst fosfor).

Figur 11. Exempel på träd i skelettjord.

6 Underjordiska magasin

Där det inte finns utrymme för öppna fördröjningsmagasin kan underjordiska magasin anläggas.

Det finns flera olika typer av underjordiska magasin för dagvatten på marknaden idag. Vid hög grundvattennivå måste fördröjningsmagasin som anläggs under mark sannolikt utgöras av täta magasin som till exempel rörpaket. Om magasinen utförs som en otät konstruktion som till exempel plastkasseter måste grundvattennivån vara känd. Den bör vara under magasinets botten annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering.

Magasinen behöver också dimensioneras för aktuell last, exempelvis trafik och vid täta magasin och hög grundvattennivå även för lyftkrafter.

6.1 Dagvattenmagasin av plast, till exempel polyetenrör

Polyeten är korrosions- och kemikaliebeständigt vilket innebär att rören har en lång livslängd. Dessutom har materialet låg densitet om det jämförs med exempelvis betong.

För att skapa ett magasin av rördelar i polyeten krävs det att de sammankopplas och det görs antingen genom att de gängas eller svetsas samman eller att de både gängas och svetsas. I och med att varje rördel anpassas utifrån beställarens krav kan magasinet utformas efter de topografiska förutsättningar som finns på den aktuella platsen.

Installationstiden exklusive schaktning är vid den här magasinstypen kort jämfört med andra magasinstyper. Detta tack vare att rördelarna är lätta, prefabricerade och kan göras längre än betongrör. Samt att de snabbt och enkelt kan monteras samman.

Ett magasin av polyeten beräknas hålla i cirka 100 år och kräver, förutom eventuell spolning, i stort sett inget underhåll. Livslängden baseras på kunskap om materialets beständighet samt skicket på de rör som tagits upp ur marken efter att varit i bruk i ca 50 år (www.kwhpipe.se).

Bilaga 1

6.2 Dagvattenmagasin av betongrör

Dagvattenmagasin gjorda av armerade betongrör fungerar på samma sätt som de dagvattenmagasinen av polyetenrör. Skillnaden är de egenskaper som materialen har. Tyngden av betongen gör att rörsektionerna blir svårare att hantera vid montering och dyrare att transportera. Det går inte heller att göra lika långa längder av betongrör som med polyetenrör vilket medför fler skarvar mellan rördelarna. Fler skarvar ger en längre installationstid. Armerad betong kan dock bära större laster än polyetenrörsmagasin vid till exempel ytligt liggande dagvattenmagasin.

Betongrörens ungefärliga livslängd är 100 år. Bara i undantagsfall är mark- och vattenförhållandena sådana att kemiska angrepp förkortar livslängden (www.alfaror.se).

6.3 Dagvattenkasseter

Dagvattenkassetter är underjordiskt magasin av plastskelett som lämpar sig för såväl infiltration som fördröjning. Kassetternas hålrumsvolym är upp till 95 %. Kassetterna omges av geotextil/geomembran och utloppet kan vara strypt. Marktäckning minst 0,8 m vid trafiklast (Wavin, Uponor, Rehau).

Dagvattenkasseter måste anläggas ovan grundvattenytan. Annars kan inte hela volymen utnyttjas till magasinering. Kassetterna har olika utseende och storlek beroende på vilken typ av kassett det är och vilken leverantör som den kommer från.

7 Vattengenomsläppliga beläggningar

I stället för täta asfaltytor kan olika typer av vattengenomsläppliga ytmaterial väljas. Infiltrationskapasitet i dessa är dock svår att beräkna och på sikt kommer dessa ytor till viss del sättas igen. Bygghöjder varierar beroende på val av beläggning samt platsens förutsättningar och trafikbelastning. Generellt behövs en överbyggnad med tätskikt, dräneringsskikt och genomsläpplig beläggning, ca 200-500mm.

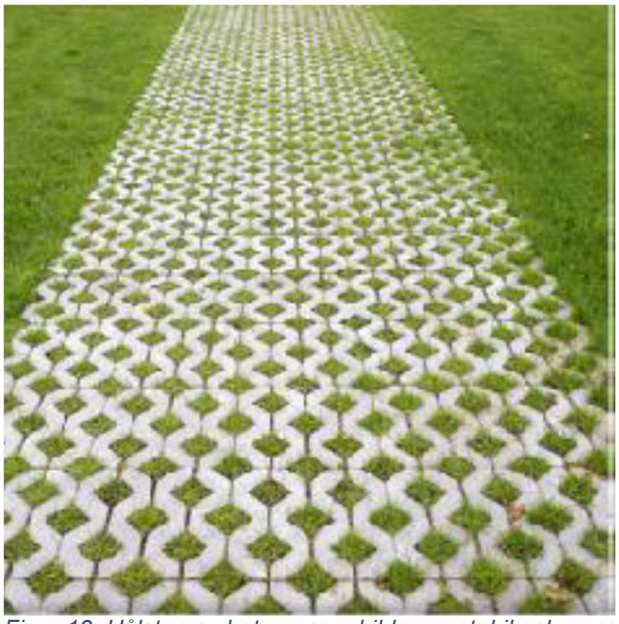
Permeabla beläggningar läggs på ett luftigt bärlager vilket fungerar som fördröjningsmagasin. Permeabla beläggningar har en avskiljningsgrad på ca 50–90 % avseende totalhalter av fosfor och tungmetaller. Permeabla beläggningar har även förmågan att fånga upp oljespill från parkerade bilar m.m. som sedan kan brytas ner. Ofta medför denna rening dock att dagvattensediment (och därmed de partikelbundna föroreningar) fastläggs på ytan med igensättning som följd. För att upprätthålla anläggningens långtidsfunktion behöver därför sedimentet avlägsnas regelbundet (t ex en gång/år). Magasinering möjliggörs genom att underliggande material har god porositet, exempelvis om det anläggs med makadam utan nollfraktioner som ger en porositet på 30%[5].

7.1 Hålad marksten och rasterytor

Hålad marksten och rasterytor är försedda med öppna hål eller fogar där dagvattnet har möjlighet att infiltrera ned till en vattengenomsläpplig dränerad överbyggnad. Möjligheter finnas att förse hålen med gräs eller makadam (Figur 12).

[5] Stockholm Vatten, 2018c.

Bilaga 1



Figur 12. Hålsten av betong som bildar en stabil och genomsläpplig yta Källa: Utemiljö & Stenprodukter i Skåne AB 2012.

För att mer genomsläppliga ytor ska fungera krävs det att de inte sätts igen av mindre fraktioner som transporteras med dagvatten till ytorna. Om mindre fraktioner sätter igen de genomsläppliga ytorna riskerar de i så fall att förlora sin funktion. Sedan är det också viktigt att en underbyggnad till ytorna är gjord av ett material med tillräckligt stora fraktioner att det säkerställer genomsläpplighet.

Under ytorna magasineras och fördröjs dagvattnet som sedan dräneras bort och leds till de kommunala avloppsledningarna. Ytterligare en fördel med den här typen av mer genomsläppliga ytor är att en större del av dagvattnet faktiskt kan avdunsta (Stahre 2004). Nackdelen är däremot att det kan bli svårare att ta sig fram över ytorna.

7.2 Permeabel asfalt

Permeabel asfalt är en typ av asfalt som har små öppna hålrum i sig vilket gör att vattnet kan infiltrera ner till underliggande lager. De underliggande lagren är uppbyggda av olika relativt grova material för att underlätta infiltrationen.

7.3 Pelleplatta

Pelleplattan (Figur 13) är en produkt tillverkad av återvunnen HDPE-plast och används som gräs- eller singelarmering i flera olika sammanhang.

Bilaga 1

Figur 13. Palleplattan i parkmiljö. Källa: www.vegtech.se.

Underlaget förbereds precis som vid en stensättning efter förväntad belastning. Plattan läggs sedan enkelt och snabbt på plats och kapas lätt efter platsens behov på ett stabilt och väl förberett underlag. Plattan tål belastningar på 200 ton/m² och fördelar lasten från ett fordon som kör på ytan så att kompaktering av underlaget undviks.

Pelleplattan passar utmärkt där man vill göra ytan framkomlig för barnvagnar, rullstolar och rollatorer. Pelleplattan är elastisk med en unik låsmekanism som gör att den är lätt att placera vid utläggning.

Om en yta behöver snöröjas regelbundet kan pelleplattan vara olämplig eftersom den rivs upp om t ex en plog fastnar på den.

8 Bjälklagskonstruktion

Om man väljer alternativet med underjordiska garage kommer en stor andel av kvartersmarken inom detaljplaneområdet vara underbyggd med garage. Vid hantering av dagvatten på bjälklag är en begränsande faktor anläggningsdjupet. Dagvattenhantering på gårdsytor ovanpå ett underliggande betongbjälklag innebär också risker. Bjälklaget måste beläggas med ett helt tätt tätskikt med täta skarvar och genomföringar för att säkerställa att vatten inte tränger in och skadar konstruktionen. Utformningen av bjälklaget måste ske i tätt samarbete med konstruktör för att minska riskerna. Val och utformning av dagvattenanläggningar på bjälklag begränsas också av de laster som bjälklaget kan tåla.

9 Mångfunktionella ytor

Mångfunktionalitet och samnyttjande av mark eftersträvas för effektiv användning av ytor. En multifunktionell yta (Figur 14) är till exempel ett torg, en amfiteater, en skateboardpark, en lekplats, en park eller någon annan yta, som kan tillåtas översvämmas vid regn eller skyfall. Ytans huvudfunktion är att fördröja vatten i samband med nederbörd. Under torra perioder kommer ytan att vara helt torr.

Bilaga 1

Figur 14. Exempel på mångfunktionella ytor.

10 Gräsbeklädda översvämnings-/fördröjningsytor

Gräsbeklädda översvämningsytor (Figur 15) är nedsänkta gröna ytor som fylls med vatten vid höga dagvattenflöden. Även om huvudsyftet i regel är fördröjning, kan magasin ha en viss reningseffekt på dagvattnet, främst genom sedimentation av grövre sediment. Det finns dock risk för re-suspension vid nästa regn.

Inlopp till ett magasin kan vara en dagvattenledning, ränna eller ett öppet dike. Utloppskonstruktionen behöver dimensionernas hydrauliskt så att flödet inte överstiger det maximalt tillåtna flödet. Konstruktionen kan vara en strypt ledning eller liknande.

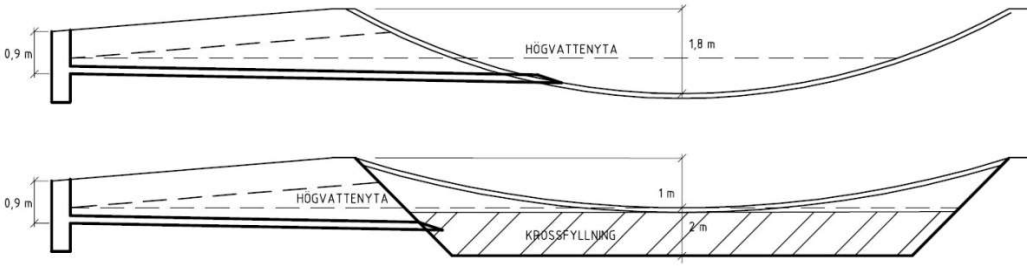
Figur 15. Exempel på gräsbeklädda torra fördröjningsmagasin som används som lekplats under torrväder och/eller har integrerats i gestaltningen av området. Källa: Svenskt Vatten, Rapport Nr 2019-20.

11 Nedsänkt mittyta i cirkulationsplats

De flesta cirkulationsplatser utmärker sig genom upphöjningar med buskar och träd. Cirkulationsplatser i Figur 16- Figur 18 är däremot nedsänkta i mitten. En lösning för att undvika att dagvatten samlas och hindrar trafiken.

Mittytan i en cirkulationsplats görs nedsänkt i förhållande till gatans nivå så att ytan kan användas för dagvatten eller skyfallshantering. Eftersom vägbanan i en cirkulationsplats av körkomfortsskäl måste luta utåt behöver dagvattnet ledas till mittytan via brunnar och ledningar vilket gör att mitten måste sänkas mer än 1 m från gatans nivå för att kunna ta emot vattnet. Samma lösning kan göras grundare

om ytan underbyggs av t ex ett krossfyllt magasin som kan brädda upp via en dagvattenbrunn på ytan vid större nederbörd. Utlopp ansluts till ledningsnät.



Figur 16. Principskiss för cirkulationsplats med nedsänkt mittyta. Den övre bilden visar exempel för öppet avledningen till magasin och den under exempel för krossfyllt magasin med bräddningsyta. Utlopp anordnas med ledning för båda exemplen eller med kupolsilsbrunn i botten av ett öppet magasinet.

Figur 17. Nedsänkt cirkulationsplats. Källa: www.bostad2021.se

Figur 18. Nedsänkt cirkulationsplats. Källa: En guide för att göra gatuförbättringar i San Francisco. San Francisco Public Utilities.

12 Inverterat fartgupp

Ett inverterat fartgupp är en tvärleds ränna i gatan som fungerar både som trafiksäkerhetshöjande åtgärd, eftersom det tvingar ner hastigheten, och som dagvattenränna (Figur 19). Sedvanlig prövning om gupp är lämplig ska göras. Ett inverterat fartgupp är uppströmsåtgärd som mest lämpar sig för mindre trafikerade gator.

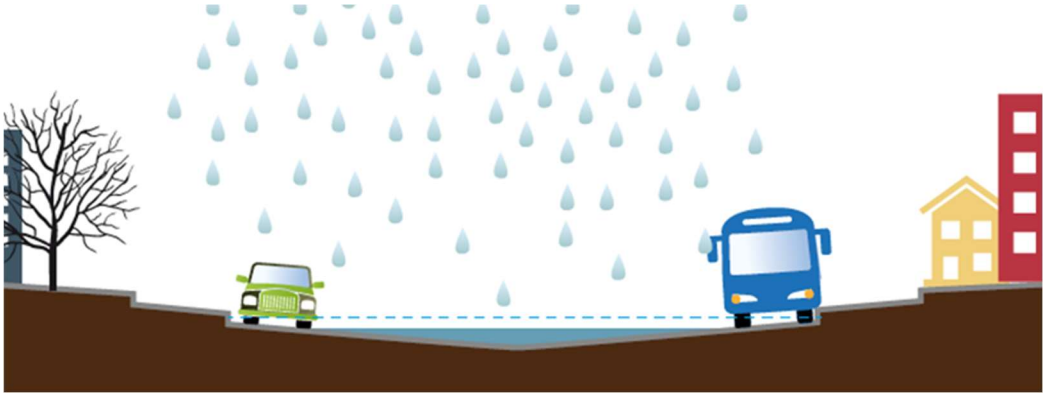
Bilaga 1

Figur 19. Inverterat fartgupp i Malmö. Källa: Ramböll.

13 Vägar som transportled för skyfall

Vid skyfall kan vägar/gator/gc-banor av olika utformning användas som transportleder för stora dagvattenflöden. Endast lågprioriterade gator bör användas. Gatan kan till exempel bomberas (dubbelsidigt tvärfall mot vägkanter) och kantsättas (Figur 20) eller v-formas (dubbelsidigt tvärfall mot mittlinje). Den v-formade vägens (Figur 21) främsta syfte är bortledning av skyfallsvatten men kan också utformas med ett grönblått stråk i mitten med syfte att både rena och fördröja dagvattnet samt kunna samla och leda bort skyfallet.

Figur 20. Principskiss på gata med ensidigt tvärfall och kantsten. Källa: Göteborg när det regnar, 2017.



Figur 21. Principskiss på v-formad gata för avledning av skyfall. Källa: Göteborg när det regnar, 2017.