Projekt: Formas. *Multifunktionella urbana dagvattenanläggningar*

Multifunktionella urbana dagvattenanläggningar - *Referensanläggningar*

Akronym: MUD
Diarienummer: 2019-00175
Datum: 2022-11-30
Rapportansvarig: Kent Fridell, Erik Simonsen, Fredrik Hellman och Björn Schouenborg
Projektsökande och koordinator: RISE

Innehållsförteckning

INNEHÅLLSFÖRTECKNING 2
SUMMARY 6
1. BAKGRUND 7
1.1. Syfte och omfattning 7
1.2. Introduktion 8
2. REFERENSANLÄGGNINGAR 11
2.1. Översikt över referensanläggningar 11
2.2. Stadsdelen Rosendal i Uppsala 11
2.2.1. Bakgrund till projektet 12
2.2.2. Teknisk utformning 13
2.2.3. Erfarenheter och lärdomar 17
2.2.4. Kommunikation 17
2.3. Campus i Vellinge 18
2.3.1. Dagvattenhantering 19
2.3.2. Vegetation 22
2.3.3. Skötsel 22
2.3.4. Erfarenheter och lärdomar 22
2.4. Rundelsgatan i Vellinge 23
2.4.1. Dagvattenhantering 23
2.4.2. Vegetation 26
2.4.3. Skötsel 27
2.4.4. Erfarenheter och lärdomar 27
2.5. Munka Ljungby i Ängelholms kommun 29
2.5.1. Dagvattenhantering 30
2.5.2. Vegetation 32
2.5.3. Skötsel 33
2.5.4. Erfarenheter och lärdomar 33
2.6. Jem & Fix i Vara 34
2.7. Generella erfarenheter och lärdomar 37
3.0 Anläggningslista 38

Förord

Rapporten ingår som delmoment i projektet: ” Multifunktionella urbana dagvattenanläggningar”. Formas har delfinansierat projektet inom ramen för programmet: *Från forskning till praktik - metoder och verktyg*, med inriktning mot ” Kunskapsöverföring av forskningsresultat”.

Projektet baseras huvudsakligen på det av Vinnova finansierade UDI-projektet Klimatsäkrade systemlösningar för urbana ytor. Se även www.klimatsakradstad.se

Målet har varit att snabba på implementeringshastigheten av de resultat/leverabler Vinnovaprojektet genererade. Detta har framför allt skett genom kunskapsinformation men även uppföljning av piloter och andra aktiviteter/resultat inom det tidigare projektet.

Denna rapport ger mer detaljerad information om olika anläggningar i fem svenska kommuner

Rapporteringen av projektet återfinns i följande rapporter (OBS! De faktiska rapporttitlarna är längre):

Dimensionering, bärighet och infiltration - Uppföljning av Blå-Grön-Grå (BGG) konstruktioner

Multifunktionella urbana dagvattenanläggningar – Referensanläggningar.

Utbildnings- och kommunikationsaktiviteter

Samt en mer sammanfattande slutrapport.

Se dessutom följande länk till projektets hemsida för mer information:

Hemsida: www.klimatsakradstad.se

Medverkande i projektet:

RISE: Björn Schouenborg (projektledare), Emil Stenberg, Magnus Döse och Johan Gunnarsson

VTI: Fredrik Hellman och Shafiqur Raman

Edge: Kent Fridell och Martin Vysoký

Cementa Ab/Svensk Markbetong: Erik Simonsen

AB Anders Junghage: Anders Junghage

Vi tackar Formas för det finansiella bidraget och samarbetet under projektet samt alla personer från kommuner/städer som bidrag i väldigt många olika former och möjliggjort projektet.

Kontaktuppgifter mm till projektpartners.

Björn Schouenborg

Seniorforskare på RISE. Dr i Geologi (Mineralogi & Petrologi) med kompetens bl a om samhälls-byggnation, materialkompetens, vägbyggnation, standardisering, provning och projektledning.

Mail: bjorn.schouenborg@ri.se

Webbadress: www.ri.se

Kent Fridell

En av Sveriges ledande experter inom hållbar stadsutveckling med Blågröngrå infrastruktur (BGG-system) för återanvändande, fördröjning och rening av drän- och dagvatten. Kent är landskapsingenjör och har där utöver en magisterexamen med inriktning mot hydrogeologi och geoteknik från SLU.

Mail: kent.fridell@edges.se

Webbadress: www.edges.se

Martin Vysoky

Martin Vysoký är landskapsarkitekt och jobbar på Edge i Malmö. I sitt arbete fokuserar han på utformning av multifunktionella platser i offentliga rum som stärker kvaliteten och kontinuiteten av allt liv. Han har kompetens inom utformning av Blågröngrå system och har bidragit inom utveckling av handboken *Levande stadsrum.*

Mail: martin.vysoky@edges.se

Webbadress: www.edges.se

Erik Simonsen

Erik Simonsen är senior utvecklingsledare på Cementa AB och ordförande i Svensk Markbetong. Teknologie Doktor i Vägteknik och är expert inom vägdimensionering och öppna konstruktioner och författare till handboken ”Dränerande markstensbeläggningar”. Erik har mera än 25 års erfarenhet av vägkonstruktion för kommunala applikationer, både med asfalt- och betongbeläggningar.

Mail: erik.simonsen@cementa.se

Webbadress: www.cementa.se

www.svenskmarkbetong.se

Fredrik Hellman

Seniorforskare på VTI på avdelningen Väg och Banteknik. Dr i Geologi (Mineralogi & Petrologi). Kompetens inom vägteknik, obundna vägbyggnadsmaterial, materialkaraktärisering, återvinning och klimatanpassningsfrågor.

Mail: fredrik.hellman@vti.se

Webbadress: www.vti.se

Anders Junghage

Stenexpert av Sveriges Stenindustri utsedd sakkunnig. Anders har skrivansvar för samtliga natur- och betongstenskoder i AMA 23 och koderna för de öppna förstärkningslagren. Han har tillsammans med Erik Simonsen skrivit handboken Dränerande markstensbeläggningar.

Mail: anders@junghage.nu

Webbadress: www.junghage.nu

Shafiqur Rahman

Seniorforskare på VTI på avdelningen Väg och Banteknik. Dr i vägteknik (obundna material). Kompetens inom vägteknik, vägdimensionering, vägbyggnadsmaterial, materialkaraktärisering, återvinning och klimatanpassningsfrågor.

Mail: shafiqur.rahman@vti.se

Webbadress: www.vti.se

SUMMARY

The present report is a compilation of a number of the stormwater facilities that were followed up within the framework of the Formas project *Multifunctional urban stormwater facilities*. The facilities covered in the report are open superstructures with dense or draining covering, rain beds and tree trenches. A total of five projects from three municipalities and one private company, from southern to central Sweden are mentioned. Within each project there are several facilities that can consist of different constructions and designs.

The purpose of the report is to provide an overall picture of the stormwater facilities and research studies that are part of the project *Multifunctional urban stormwater facilities*. The report is aimed at those with an interest in building sustainable stormwater systems in urban areas. In existing buildings as well as in new development.

In the sustainable cities of the future, there is no economy and space to use constructions and systems that only deliver one service/function to society, but they need to be multi-functional. In order to handle rainfall and create good conditions for vegetation, large areas are required. A structure that takes up large spaces in the city are street spaces.

If, in that environment, a structure could be created that could handle stormwater, generate a larger plant bed volume and at the same time deliver high-quality hard surfaces, we would have come a long way towards a more sustainable society. By adjusting the fractional curve used for the superstructures of the street space and above all the reinforcement layer, you can create a space that has a large capacity to handle stormwater. If you replace traditional crushed rock (0/90 mm) which is very dense with one where the smallest particles have been removed, larger cavities are created where stormwater and roots can enter. Crushed products without smaller fractions (eg 4/90, 22/90, 32/63, 32/90 mm) are called macadam and the layer is called an open sub base layer. Open subbase layer can either be placed in concentrated elongated strips. Different types of ground surface constructions can then be applied to the open subbase layer. Examples of constructions that can be connected with the open subbase layer are rain bed, vegetation surface, draining pavement and tree trenches. By connecting several blue-green-gray constructions, a Blue-Green-Gray system (so-called BGG-system) is created.

The reference facilities have resulted in many important learnings and experiences in everything from material selection to organizational aspects. For example, this type of system crosses several administrative boundaries and technical areas, which creates uncertainty and questions about the distribution of responsibilities and who should pay what, when it comes to planning, construction and operation. Introducing multi-functional Blue-Green-Gray systems in the design requires that new working methods, incentives and collaborations be developed, which can initially create a lot of confusion, regarding who should design what and what should be reported on which drawings, etc. You should give space and time at the start of the project to process and discuss these aspects, so a more constructive and efficient process is generated with fewer conflicts and setbacks.

Systems where several infrastructures share the same volume is more complex and creates a greater need for cooperation and prioritization between the technology areas than where each infrastructure has its own construction. Below are some more lessons generated:

- How should stormwater be handled during the construction period?
- There is a risk of erosion/leakage of biochar and nutrients to the stormwater network
- There may be more piles of material on the construction site during the construction work
- Many new elements and materials which require training of the contractor
- Can become a nuisance between wires and open reinforcement layer as well as tree roots
- May require more irrigation immediately after planting due to drier material during construction

1. BAKGRUND

Föreliggande rapport är en sammanställning över ett antal av de dagvattenanläggningar och de forskningsstudier som pågått inom ramen för Formas-projektet Multifunktionella urbana dagvattenanläggningar. Projektets mål var att snabba på implementeringen och erfarenhetsspridning av de nya konstruktionslösningarna och verktygen för stadsplanering, projektering och anläggning som togs fram inom Vinnova-projektet *Klimat säkrade Systemlösning för Urbana ytor.*

Ett projekt vars huvudsyfte varit att ta fram och utvärdera nya dagvattenanläggningar och systemlösningar som främjar lokalt omhändertagande av dagvatten och har integrerats i stadsmiljö. De anläggningar som tas upp i rapporten är öppen överbyggnad med tät eller dränerande beläggning, regnbäddar och träd i hårdgjord yta. Totalt omnämns fem projekt från tre kommuner och ett privat företag, från södra till mellersta Sverige. Inom varje projekt finns flera anläggningar och som kan bestå av olika konstruktioner och utformning.

1.1. Syfte och omfattning

Syftet med rapporten är att ge en samlad bild över de dagvattenanläggningar och forskningsstudier som ingår i projektet Multifunktionella urbana dagvattenanläggningar. Rapporten riktar sig till de med intresse av att anlägga hållbara dagvattensystem i urbana områden. I befintlig bebyggelse likväl som i vid nyexploatering.

1.2. Introduktion

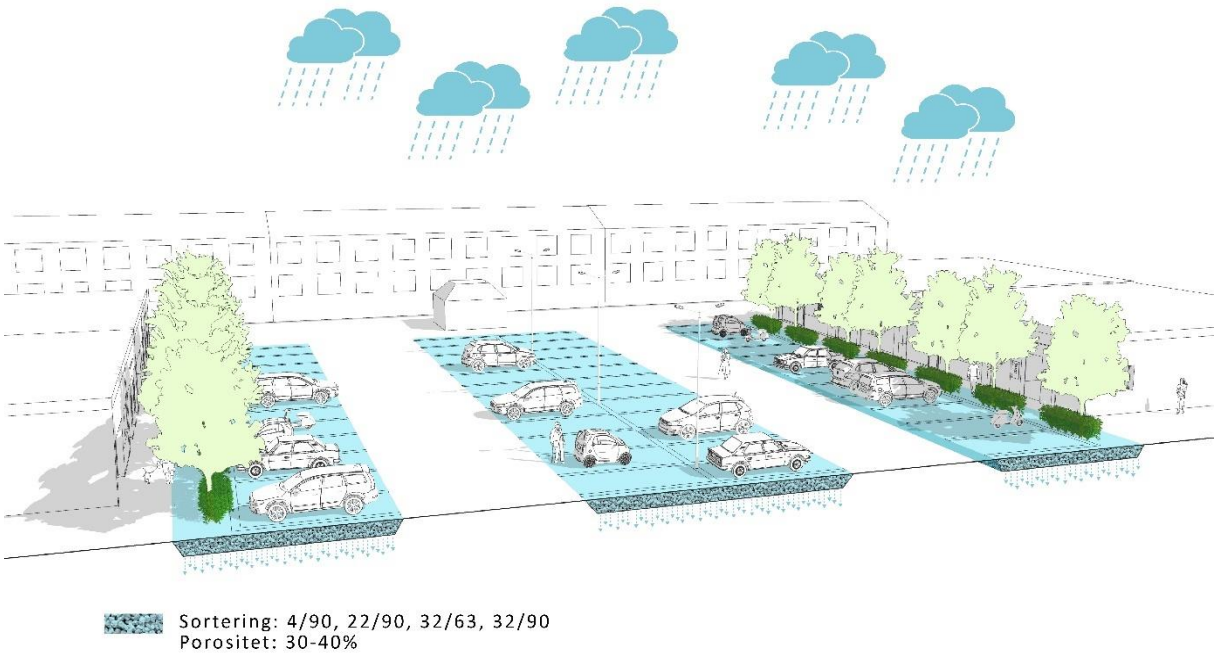
Bostadsbristen är stor i Sverige och invånarantalet växer kraftigt, ett led att skapa fler bostäder utvecklas nu städer både genom att nya stadsdelar byggs och att andra områden förtätas. När nya stadsdelar byggs och gamla utvecklas görs det med en tät bebyggelsestruktur som mål, vilket leder till svårigheter att skapa utrymmen för växtbäddar till stadens träd och övrig vegetation. Den täta strukturen med mycket impermeabla ytor skapar även stora flöden och volymer av dagvatten som är svårt att finna plats för och att omhänderta. Traditionellt används även separata infrastrukturer för olika funktioner, tex vägtrafik, dagvatten och växtlighet vilket ytterligare ökar utrymmesbristen.

I framtidens hållbara städer finns inte ekonomi och plats för att använda konstruktioner och system som bara levererar en tjänst/funktion till samhället utan de behöver vara mångfunktionella. För att kunna hantera nederbörd och skapa bra förutsättningar för vegetation krävs det stora ytor. En struktur som tar stora utrymmen i staden är gaturummen.

Under väggytan döljer sig en tjock konstruktion av bergkross i olika lager, ofta minst 500 mm tjock. Volymen samkross har idag ingen annan funktion än att fungera som fundament för biltrafiken. I Sverige används över 60 miljoner ton bergmaterial till vägar. Det är mer än 40 miljoner kubikmeter material, eller nästan 70 st fyllda Globen. Här finns en enorm potential att utnyttja denna volym för flera funktioner!

Skulle man i den miljön kunna skapa en konstruktion som kan omhänderta dagvatten, generera större växtbäddsvolym och samtidigt leverera hårdgjorda ytor av hög kvalité, har vi kommit en bra bit mot ett mer hållbart samhälle. Genom att justera den fraktionskurvan som används till gaturummets överbyggnader och då framför allt förstärkningslagret kan man skapa ett utrymme som har stor kapacitet att omhänderta dagvatten. Byter man ut traditionellt bergkross (0/90 mm) som är väldigt tätt mot ett där de minsta partiklarna har tagits bort, skapas större hålrum där dagvatten och rötter kan ta sig in.

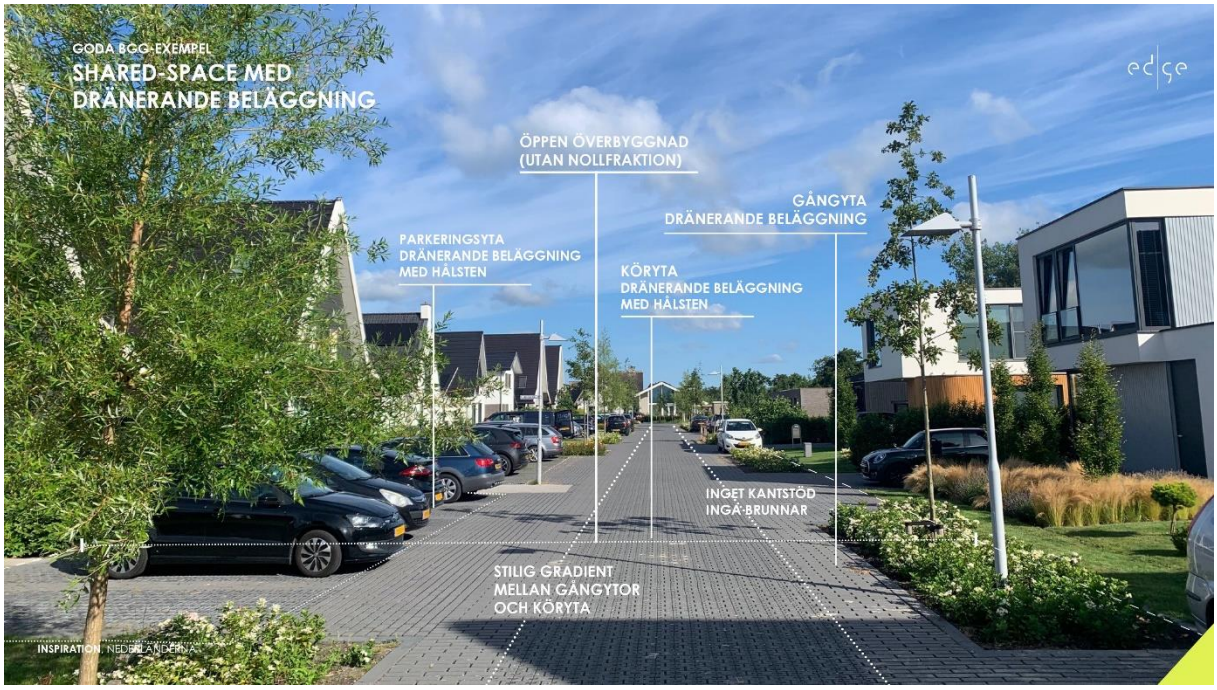
Figur 1. Exempel på gata med BGG-system förlagd i flexzon. Det blå området symboliserar ett öppet förstärkningslager som här ligger i ett långsträckt stråk utmed hela gatan. På markytan kan hårdgjorda ytor varvas med regnbäddar, vegetationsytor och träd på valfritt sätt. Denna princip ger stora möjligheter till hantering av dagvatten samtidigt som stadsrummet kan utformas flexibelt och framtida ändringar av markkonstruktioner underlättas (Edge).



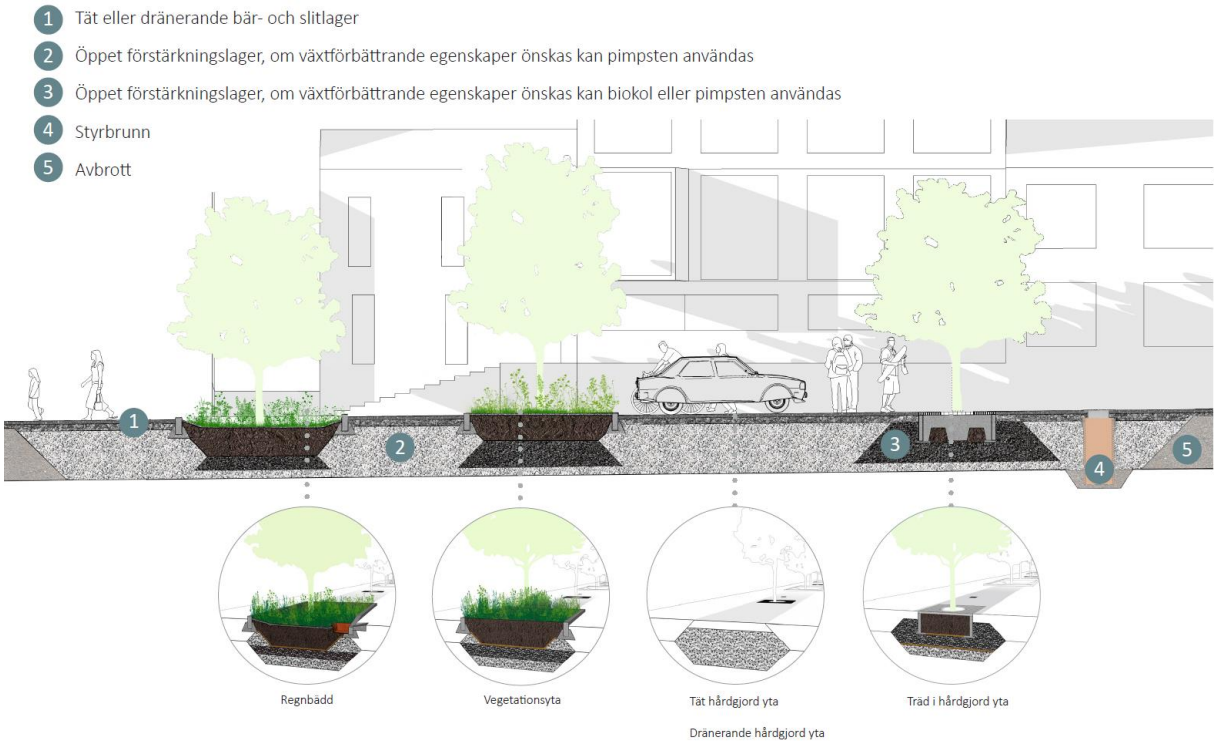
Figur 2 *Öppet förstärkningslager kan breddas ut under torg och parkeringsytor för att skapa större dagvattenhanterande volym och växtbädd. Genom möjligheten att välja förstärkningslagrets omfång och placering blir det enklare att kombinera BGG-systemet med övriga konstruktioner i marken (Edge).*

Krossprodukter utan mindre fraktioner (t ex 4/90, 22/90, 32/63, 32/90 mm) kallas makadam och lagret benämns som öppet förstärkningslager. Öppet förstärkningslager kan antingen placeras i koncentrerade långsträckt stråk, se ljusblått område i Figur 1 eller vidsträckt med stor utbredning, Figur 2. På det öppna förstärkningslagret kan det sedan appliceras olika typer av markytekonstruktioner. Exempel på konstruktioner som kan kopplas samman med det öppna förstärkningslagret är regnbädd, vegetationsyta, genomsläpplig beläggning och träd i hårdgjord yta, se figur 1, 2, 3 och 4. Med vegetationsyta menas en växtbädd som bevattnas underifrån och som inte får någon extra dagvattentillförsel ovanifrån. Träd i hårdgjord yta syftar här på en plantering med liten växtjordsvolym som omgärdas av ett trädgropsfundament med öppet förstärkningslager på utsidan (snarlik den gamla skelettkonstruktionen med skelettjord).

Genom att koppla samman flera blågröngrå konstruktionen skapas ett Blågröngrått-system (s.k. BGG-system). Målet med BGG-system är att de ska leverera många ekosystemtjänster och funktioner till samhället. Som bland annat rening och fördröjning av dagvatten samt estetiska, sociala och ekologiska värden men även vara en välfungerande växtbädd.



Figur 3. *Exempel på gaturum med öppen överbyggnad och dränerande beläggning. Användas dränerande beläggning minskar behovet av att anlägga kantstöd och dagvattenbrunnar. Höjdsättningen förenklas då markytan kan vara plan.*



Figur 4 *Längdsnitt av en enhet med öppet förstärkningslager. Avbrott som avgränsar enheten är placerade längst till höger och vänster i figuren. Under hårdgjord yta, regnbädd, vegetationsyta och träd i hårdgjord yta finns lager av öppet förstärkningslager med eventuell inblandning av biokol och pimpsten (Edge).*

2. REFERENSANLÄGGNINGAR

2.1. Översikt över referensanläggningar

Ett antal referensanläggningar har valts ut för att redovisa intressespridningen för konceptet och dess flexibilitet till olika förutsättningar som:

- storlek på kommun & projekt
- material i terrassen
- geografiskt läge (södra & mellan Sverige)
- allmän platsmark / kvartersmark
- privat / kommunalt
- önskad utformning och design
- olika konstruktioner i markytan
- olika trafikklass
- nyexploatering och / ombyggnation

2.2. Stadsdelen Rosendal i Uppsala

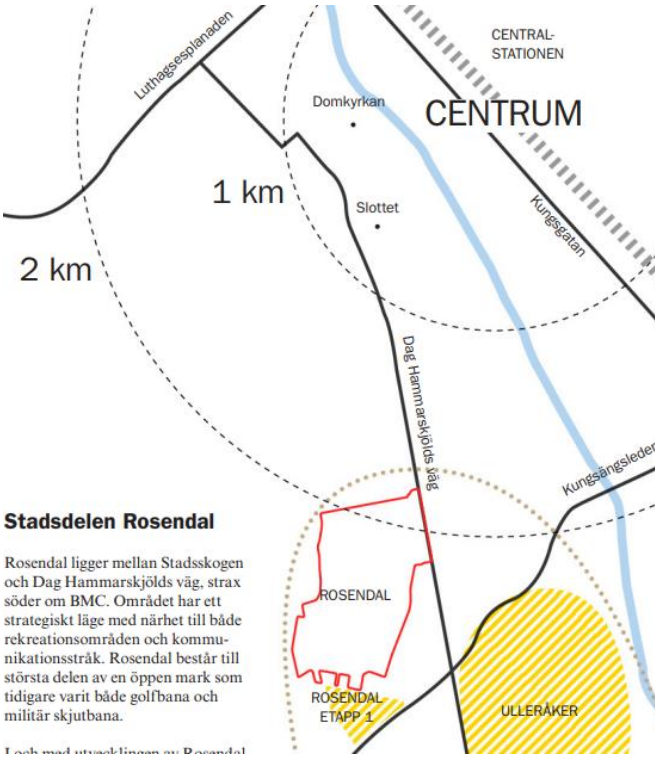
Typ av projekt: Nyexploatering av en tät stadsdel inom dricksvattentäkt med mestadels flerfamiljshus på terrass av sand, berg och lera.

Ägare: Uppsala kommun

Anläggningsår: 2017-

Omfattning: ca 45 ha, uppdelat på 5 etapper

Projektör: Edge



Figur 5 *Rosendal placering I förhållande till Uppsala (Rosendals Kvalitetsprogram, Uppsala kommun).*

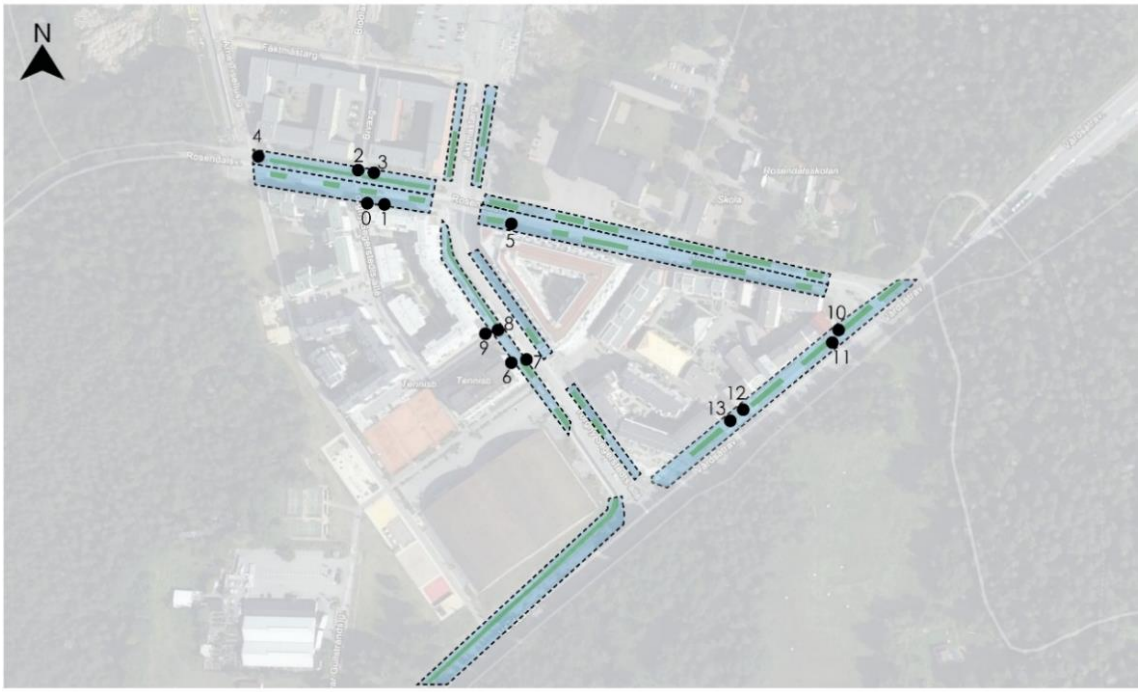
Figur 6. Översikt över stadsdelen Rosendal (Rosendals Kvalitetsprogram, Uppsala kommun).

2.2.1. Bakgrund till projektet

I den nya stadsdelen Rosendal har Uppsala kommun som mål att i stor skala omhänderta nederbörd och utnyttja det som en resurs att bevattna stadens vegetation på allmän platsmark. Ovan beskrivna BGG-koncept har implementerats i projektering av stadsdelen. Stadsdelen ligger inom stadens skyddsområde för dricksvattentäkten vilket ställer hårda krav på hanteringen av dagvatten. Området har tidigare delvis varit en golfbana och höjdskillnaderna är små på platsen.

FÖRKLARINGSTEXT

- FALLVIKTSMÄTNING
- REGNBÄDD
- UNGEFÄRLIGT AVRINNINGSOMRÅDE

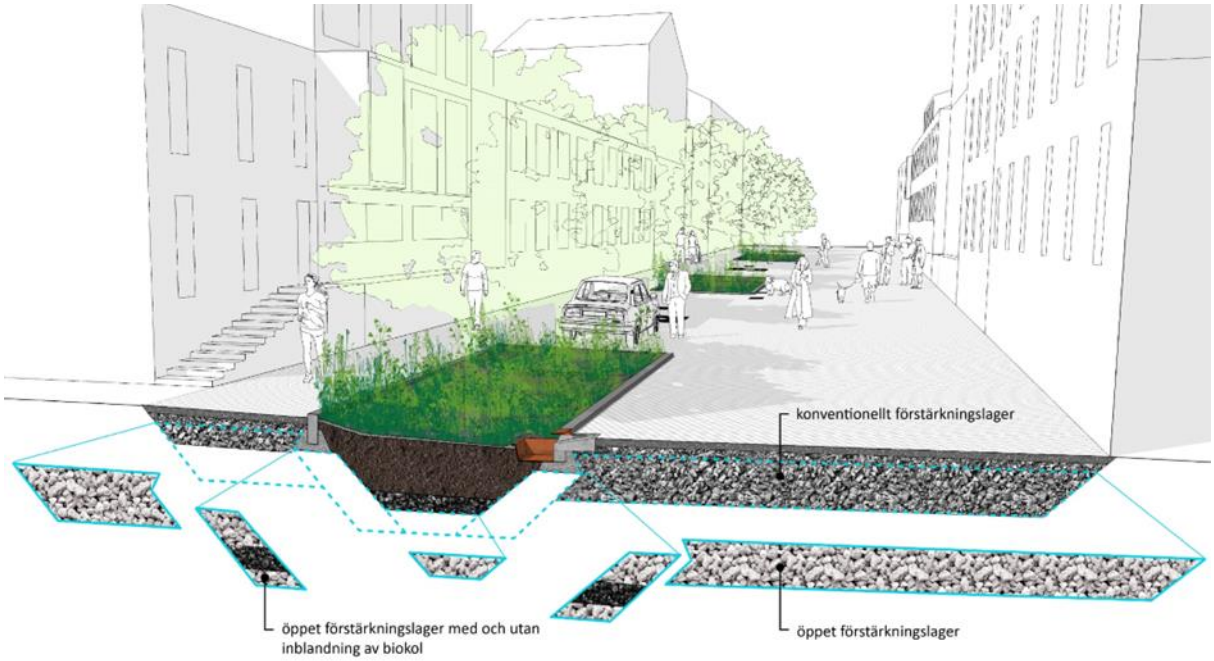


Figur 9. Översikt över stadsdelen Rosendal i Uppsala med redovisning av platser för fallviktsmätning. Överst etapp 2 och nederst etapp 1.

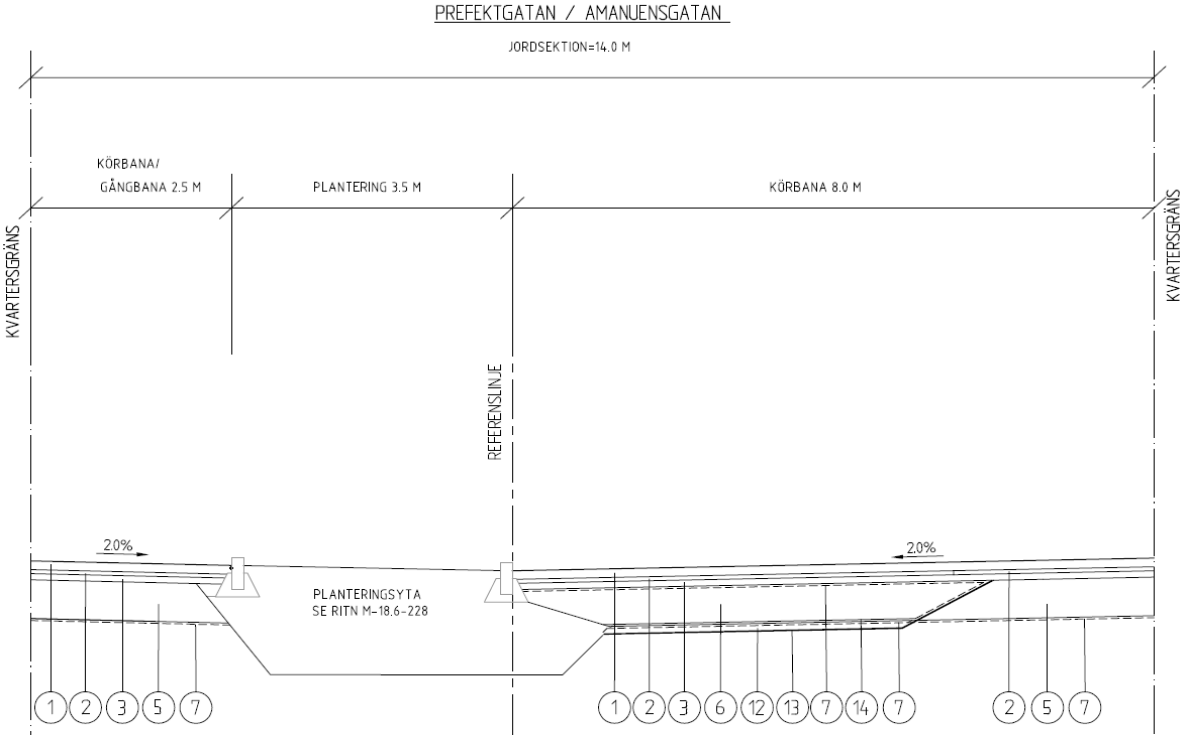
Figur 10. Amanuensgatan i Rosendal med öppet förstärkningslager i hela gaturummets bredd och med regnbäddar dit avrinningen leds (Edge).

2.2.2. Teknisk utformning

BGG-systemet består av öppet förstärkningslager med markytekonstruktionerna regnbädd, vegetationsyta, tät hårdgjord yta och träd i hårdgjord yta. I figur 11 och 12 redovisas material och överbyggnadstjocklekar för gaturummen. De har kopplats ihop till ett system som renar och fördröjer dagvatten samt förser vegetationen med vatten, gasutbyte och näring. Hur systemen är uppbyggt styrs av utformningen av gaturummet (markanvändning och höjdsättning), hur förorenat dagvattnet är (trafikintensitet) och inom vilken riskklass, ytan ligger (gällande risk för skador på dricksvattentäkten). Inom området bedöms avrinning från genomfartsvägar innehålla för stora halter föroreningar och ligga i område med hög riskklass för skada på dricksvattentäkt. Därför avleds dagvatten från körbanan direkt till dagvattennätet. Övrig avrinning från kör-, gång- och cykelytor samt vissa takytor avleds antingen först till regnbädd eller direkt till det öppna förstärkningslagret via styrbrunn. I figur 11 illustreras hur förstärkningslagret har bytts ut under gång-, körbana och vegetationsyta i kvartersgator till öppet förstärkningslager.



Figur 11. Under körbana och vegetationsyta i kvartersgator har det konventionella förstärkningslagret bytts ut till öppet förstärkningslager (Edge).

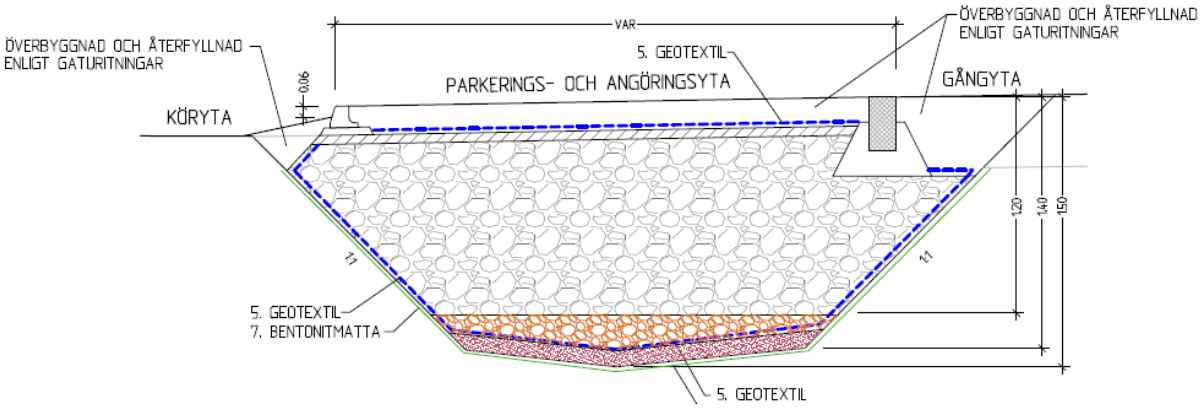


NR	BENÄMNING	MATERIAL	TJOCKLEK [MM]
1	Marksten inkl. 30 mm sättlager makadam 2/4	Betong	110
2	Bitumenbundet bärlager	AG 22 / 70-100	50
3	Obundet bärlager	Samkross 0/32	80
4	Förstärkningslager	Samkross 0/90	470
5	Förstärkningslager	Samkross 0/90	490
6	Öppet förstärkningslager	Makadam 22/90	490
7	Materialskiljande lager	Geotextil	-
8	Kantstöd	Granit	-

Figur 12. Normalsektion med överbyggnadsmaterial för Prefektgatan och Amanuensgatan i Rosendal.

Figurer 13 och 14. Visar på två gaturum i Rosendal med öppet förstärkningslager i hela gaturummets bredd där överbyggnaden är färdig upp till AG. Det vill säga att skede 1 är klart till färdig arbetsgata som kan användas under byggtiden av kvarteren. När kvarten är klara färdigställs gaturummet med att beläggning av marksten med sättlager anläggs samt planteringar.

Figurer 15 och 16. Under hela flex-/möbleringszon som varas med planteringar och parkeringsytor består överbyggnaden av öppet förstärkningslager.

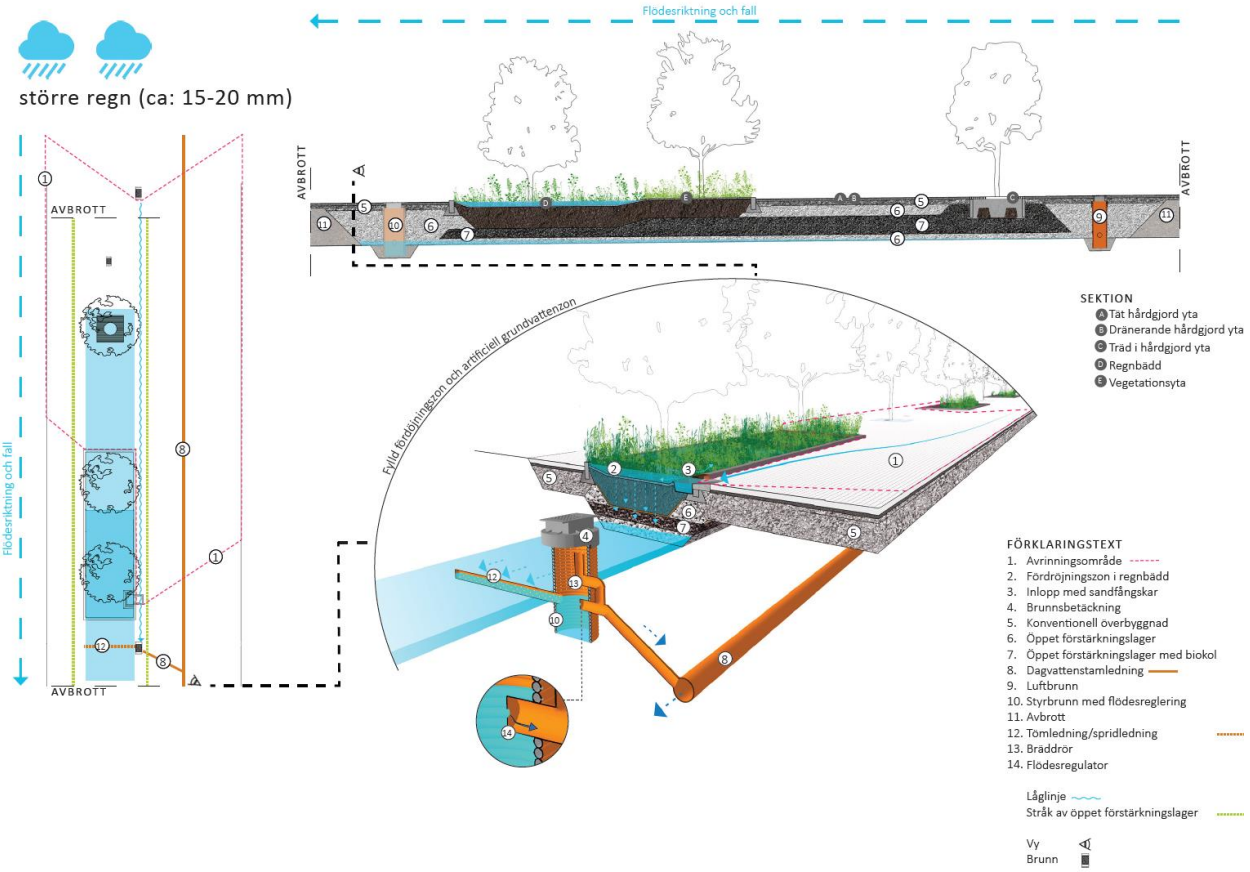


NR	BENÄMNING	MATERIAL	TJOCKLEK [MM]
	Avjämningslager	Makadam 8/11	50
	Öppet förstärkningslager	Makadam 22/90	ca 1000
	Öppet förstärkningslager	Makadam 32/63	100-200
	Avjämnings-/skyddslager	Stenmjöl 0/8	100

Figur 17. Normalsektion för Torgny Segerstedts allé.

Dagvatten som leds till regnbäddar fördröjs först ovan växtbädd (markytan nedsänkt jämfört med kringliggande mark) i ett ytligt magasin, så kallad fördröjningszon, innan det infiltrerar och renas i växtbädden. Växtbädden avvattnas i sin tur mot det öppna förstärkningslagret med eller utan biokol som ligger under och vid sidan av regnbädden.

Genom att låta vegetationens rötter utvecklas från växtbädden ut i det öppna förstärkningslagret skapas en högre biologisk aktivitet vilket främjar en högre rening av dagvattnet. Vegetationens rötter får också ett betydligt större utrymme att utvecklas och hitta vatten. Regnbädden förses med ett sandfångskar där större partiklar kan avskiljas från dagvattnet innan det rinner ut i regnbädden. Vid större regn än vad fördröjningszonen i regnbädden kan ta emot bräddas till det öppna förstärkningslagret via en styrbrunn, se figur 18. Takvattnet bedöms vara tillräckligt rent, så det leds direkt till det öppna förstärkningslagret där det fördröjs och renas innan det tillsammans med det övriga dagvattnet släpps ut till ledningsnätet. Överbelastas det öppna förstärkningslagret eller flödesregulatorn i styrbrunnen täpps till finns en säkerhetsfunktion inbyggd, i form av en bräddningsledning. Den låter vattnet passera förbi flödesregulatorn när vattennivån har stigit till ovankant det öppna förstärkningslagret. Alla ingående komponenter i systemet är dimensionerad för att klara minst det flöde som skapas vid ett 30 årsregn, med en varaktighet på 10 min. Anläggningen klarar i genomsnitt av att fördröja en volym av ca 500 m^3/ha avrinningsyta (utflöde ca 5 l/s ha) vilket ungefär motsvaras av ett 40-årsregn med varaktigheten 5 tim, inkl. klimatfaktor. Systemet beräknas ha en generell reningsnivå på tungmetaller och föroreningar på ca 70-80%.



Figur 18. Illustrerar flödet vid ett större regn i ett BGG-system. Vid ett mer ihållande regn avrinner dagvattnet till regnbädden och fördröjningszonen fylls. Det infiltrerade dagvattnet börjar fylla upp bottnen på det öppna förstärkningslagret och ett flöde når styrbrunnen. Beroende på inställning av flödesregulatorn går flödet vidare till dagvattennätet i mindre eller större grad. Planvy (till vänster), längdsnitt (överst), tredimensionell vy (nederst).

2.2.3. Erfarenheter och lärdomar

I detta Formas projekt har generella observationer samt mätningar av bärighet och infiltrations-kapaciteten utförts. För mer information se rapporten *Uppföljning av Blå Grön Grå (BGG) konstruktioner (2022)*. För generella lärdomar och erfarenhet från projektet se kapitel 2.7.

2.2.4. Kommunikation

Uppsala kommun har tagit fram en film som har används för att förmedla till de nyinflyttade i stadsdelen, vad det är för unikt system som har anlagts i området. Grund materialet till filmen har detta projekt fått tillgång till och använts i skapande att kommunikationsfilmen inom projektet. Filmen kan ses via länken www.youtube.com/watch?v=SkSyuWPjzjk.

2.3. Campus i Vellinge

Typ av projekt: Ombyggnation av gaturum inför förtätning av bostadskvarter och nyexploatering av resecentrum på terrass av sand.

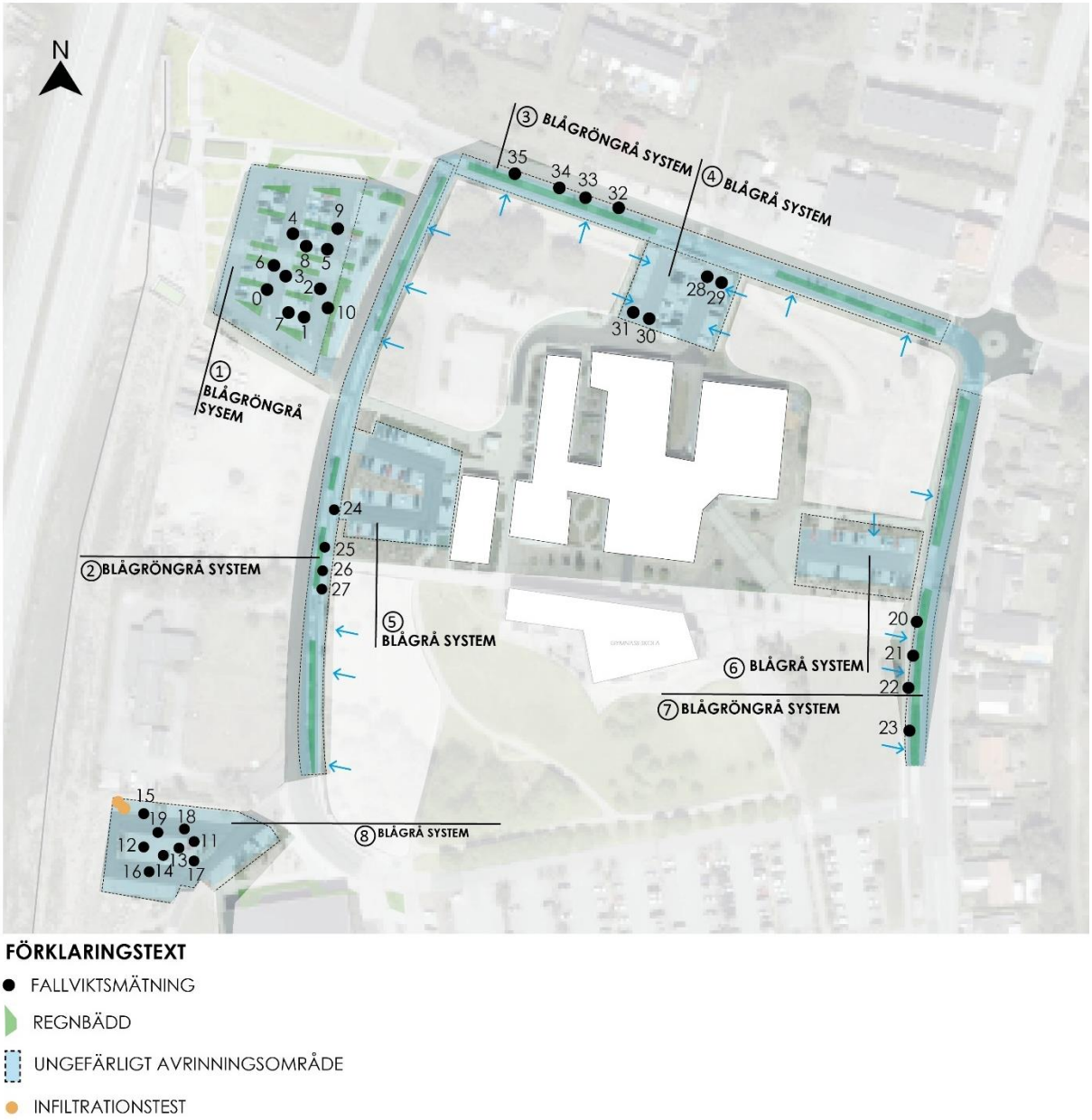
Ägare: Vellinge kommun

Anläggningsår: 2017-2019

Omfattning: 8 ha

Projektör: Edge

Campus i Vellinge är ett förtätningsprojekt runt en befintlig vårdcentral och gymnasium vid stadens kommunhus och resecentrum. Fyra nya bostadskvarters planeras att byggas vilket genererar ny- och ombyggnation av gator, gång- och cykelvägar samt parkerings- och torgytor. Kommunen har med projektet haft som mål att öka invånarnas förståelse och kunskap kring ekosystemtjänster. Projektet har därför lagt stort fokus på att arbeta med hållbar dagvattenhantering, biologisk mångfald, hållbart resande och att sprida information via skyltar mm till medborgare och besökande.

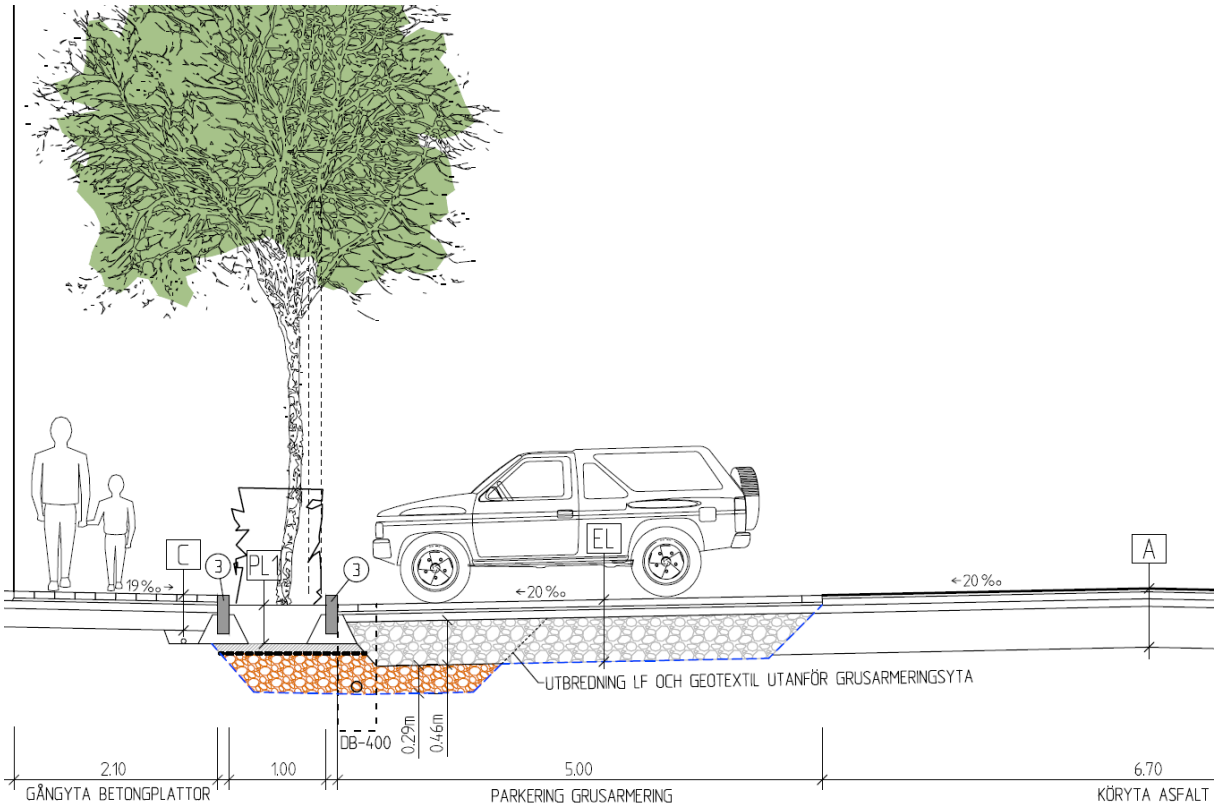


Figur 19. Översikt över Campusområdet i Vellinge med redovisning av platser för fallviktsmätning och infiltrationstest.

2.3.1. Dagvattenhantering

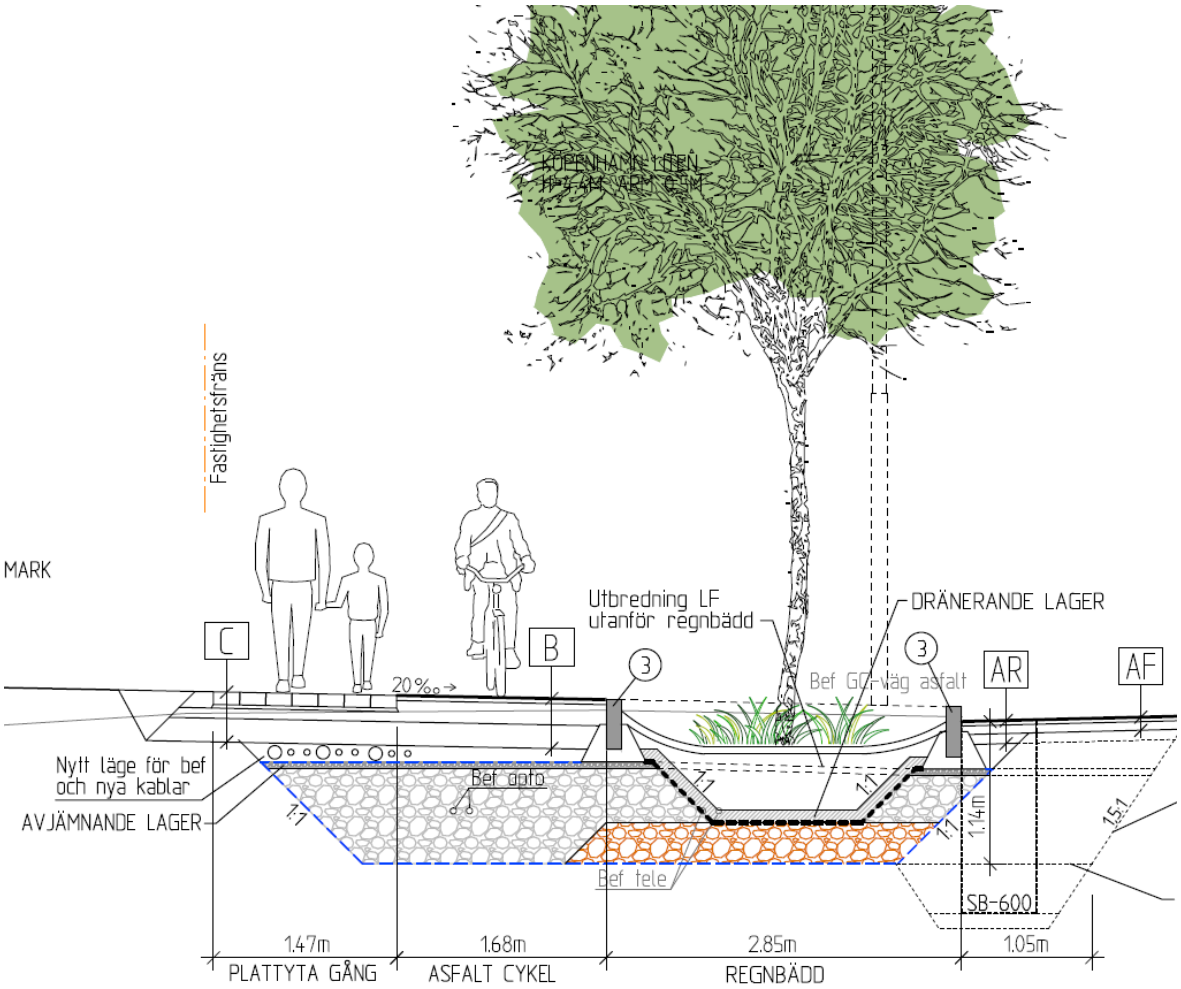
I inledningen av projektet uttryckte kommunen en stark önskan om att fördröja allt dagvatten inom den allmänna platsmarken och där även omhänderta avrinning från fastighetsmark. Ledningsnätet inom området är underdimensionerat och delar av området har vid flertal tillfällen drabbats av marköversvämningar. Beräkningar visade att det skulle krävas stora magasin för att kunna omhänderta dagvattnet inom området. För att lösa utmaningen föreslogs att arbeta med öppen överbyggnad under stora delar av parkeringsområdena och utmed flexzonen i gaturummen se figur 2 och 1. På detta sätt reducerades behovet av underjordiska plastmagasin.

Två olika överbyggnader används inom parkeringsområdena. På de ytor där bilar parkerar används öppen överbyggnad med vidsträckt öppet förstärkningslager, dränerande bärlager och dränerande beläggning. För transportytor emellan används konventionell överbyggnad med samkross och tät asfalt som beläggning. I gaturummen anläggs ett stråk med öppet förstärkningslager under planteringar, P-fickor och cykelytor. Båda utformningarna kopplar ihop dagvattenhantering, överbyggnader och vegetation enligt BGG-konceptet.



ÖVERBYGGNADSTABELL FÖR EL-yta			
NR	BENÄMNING	MATERIAL	TJOCKLEK [MM]
	Dränerande beläggning	Betong marksten 263x88	70
	Sättmaterial	Makadam 2/5	30
	Dränerande bärlager	Makadam 4/32	80
	Öppet förstärkningslager	Makadam 22/90	460
	Öppet förstärkningslager	Makadam 32/63	300–400

Figur 20. Normalsektion med materialtabell över del av parkeringsområde med öppen överbyggnad med dränerande beläggning.



ÖVERBYGGNADSTABELL			
NR	BENÄMNING	MATERIAL	TJOCKLEK [MM]
B Cykelyta Asfalt t=400mm			
	Beläggning	ABT8 160/220	40
	Obundet bärlager	Samkross 0/32	170
	Förstärkningslager	Samkross 0/90	190
C Gångyta Betong marksten t=400mm			
	Beläggning	Betong	100
	Sättmaterial	Sand	30
	Obundet bärlager	Samkross 0/32	80
	Förstärkningslager	Samkross 0/90	190
	Avjämnande lager	Makadam 8/16	50
	Öppet förstärkningslager	Makadam 22/90	400-950
	Öppet förstärkningslager	Makadam 32/63	330–380
	Avskiljande lager	Kokosmatta	
	Avskiljande lager	Geotextil	

Figur 21. Normalsektion med materialtabell över flex-/möbleringszon och GC-yta med öppen överbyggnad med tät beläggning och plantering.

Figur 22. Område 1. öppen överbyggnad med dränerande och tät beläggning.

Figur 23. Område 2. öppen överbyggnad med tät beläggning och planteringar (regnbädd).

Figur 24. Område 3. öppen överbyggnad med tät beläggning och planteringar (regnbädd).

Figur 25. Område 4. öppen överbyggnad med tät beläggning och planteringar.

Figur 26. Område 5. öppen överbyggnad med tät beläggning och planteringar.

Figur 27. Område 6. öppen överbyggnad med tät beläggning och planteringar.

Figur 28. Område 7. öppen överbyggnad med tät beläggning och planteringar (regnbädd).

Figur 29. Område 8. öppen överbyggnad med tät beläggning och planteringar.

2.3.2. Vegetation

I hela området har det gröna getts stort utrymme och stor vikt har lagts på biologisk mångfald genom att skapa varierande och flerskiktande vegetationsytor. Träd och buskar med blommor och bär har främsta valts och som underskikt har olika prydnadsgräs, lökar och perenner använts. Vegetationen har i så stor utsträckning som möjligt getts möjlighet att få tillgång till dagvatten och de öppna förstärkningslagren.

2.3.3. Skötsel

I stora drag har inte området krävt eller fått någon special skötsel sedan den anlagts. Det enda arbetsmoment som tillkommit är rengöring av sandfångskar och kontroll så inloppen inte har satts igen. På sikt kommer fogarna i den dränerande beläggningen behöva någon form av underhåll i form av renspolning och komplettering.

2.3.4. Erfarenheter och lärdomar

Någon utvärdering av anläggningsprojektet har inte genomförts med beställaren eller entreprenören. I detta Formas projekt har generella observationer samt mätningar av bärighet och infiltrationskapaciteten utförts. För mer information se rapporten *Uppföljning av Blå Grön Grå (BGG) konstruktioner (2022)*. För generella lärdomar och erfarenhet från projektet se kapitel 2.7.

2.4. Rundelsgatan i Vellinge

Typ av projekt: Ombyggnation av gaturum i villaområde på terrass av sand.

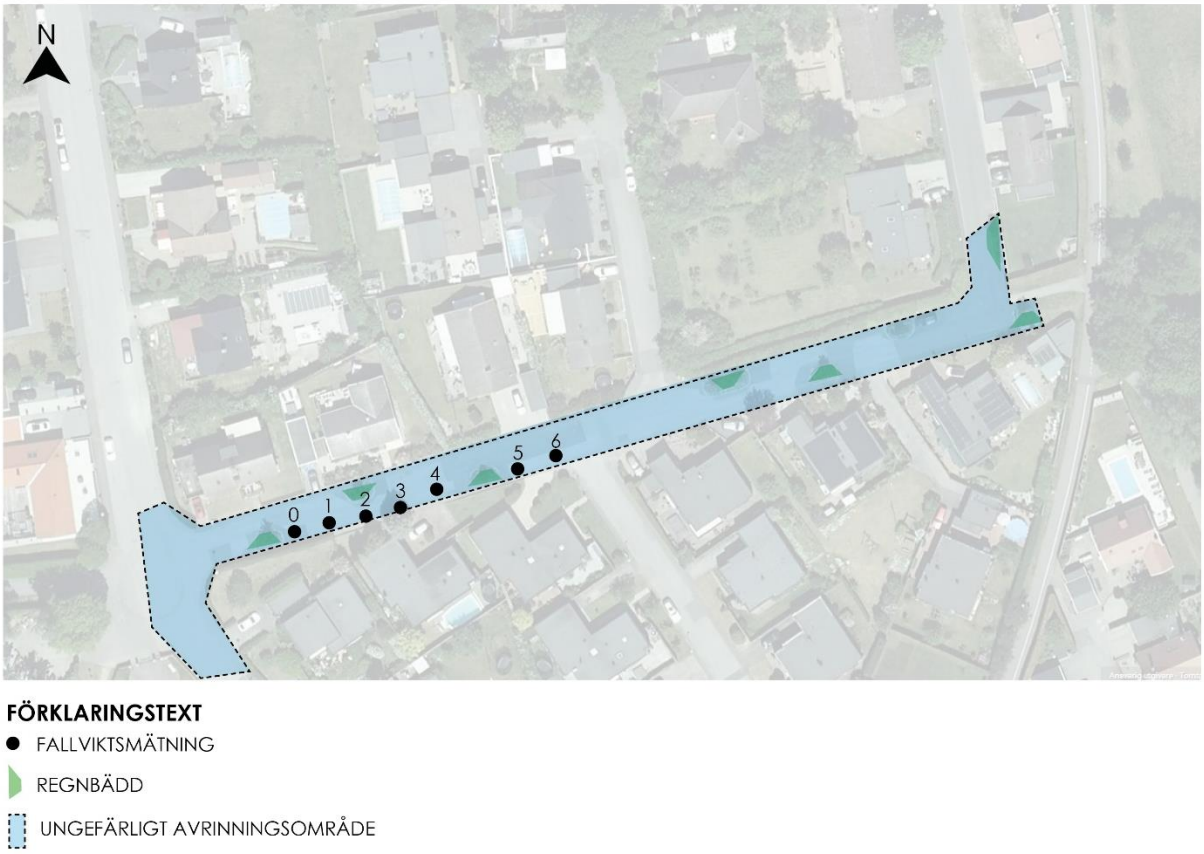
Ägare: Vellinge kommun

Anläggningsår: 2017–2018

Omfattning: ca 0,3 ha

Projektör: Edge

I Vellinge kommun anlades under 2017–2018 sex regnbäddar av varierande storlek och form med kringliggande öppet förstärkningslager i syfte att fördröja och rena regnvatten. Kommunen hade fått inspiration från Ängelholms kommun och deras regnbäddar i Munka Ljungby (se kapitel 2.5) och ville nu prova, denna nya teknik. Precis som i föregångaren Munka Ljungby fanns ett intresse att få ner fordonshastigheten pga. ett närliggande förskola. Ledningsnätet inom området är underdimensionerat och delar av området har vid flertal tillfällen drabbats av marköversvämningar. Fem av regnbäddarna är placerade på Rundelsgatan och en på Trelleborgsvägen.



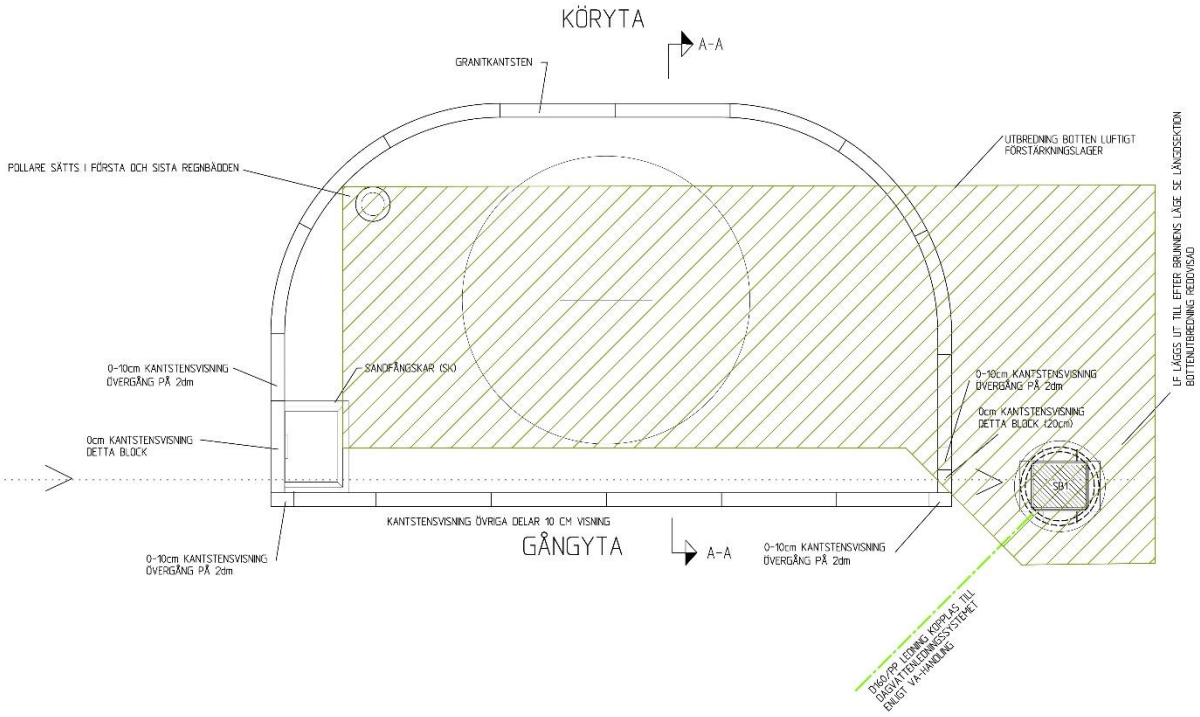
Figur 30. Översikt över Rundelsgatan i Vellinge med redovisning av platser för fallviktsmätning.

2.4.1. Dagvattenhantering

Målet med regnbäddarna och det öppna förstärkningslagret är att omhänderta avrinningen från ett dimensionerande regn. Avrinningen leds först till det ytliga magasinet som skapas ovan växtbädden och när den är full bräddas dagvattnet via styrbrunnen till det öppna förstärkningslagret. Det öppna förstärkningslagret töms i sin tur till dagvattennätet.

Figur 31. Redovisar avrinningsflöden till regnbäddarna på Rundelsgatan i Vellinge.

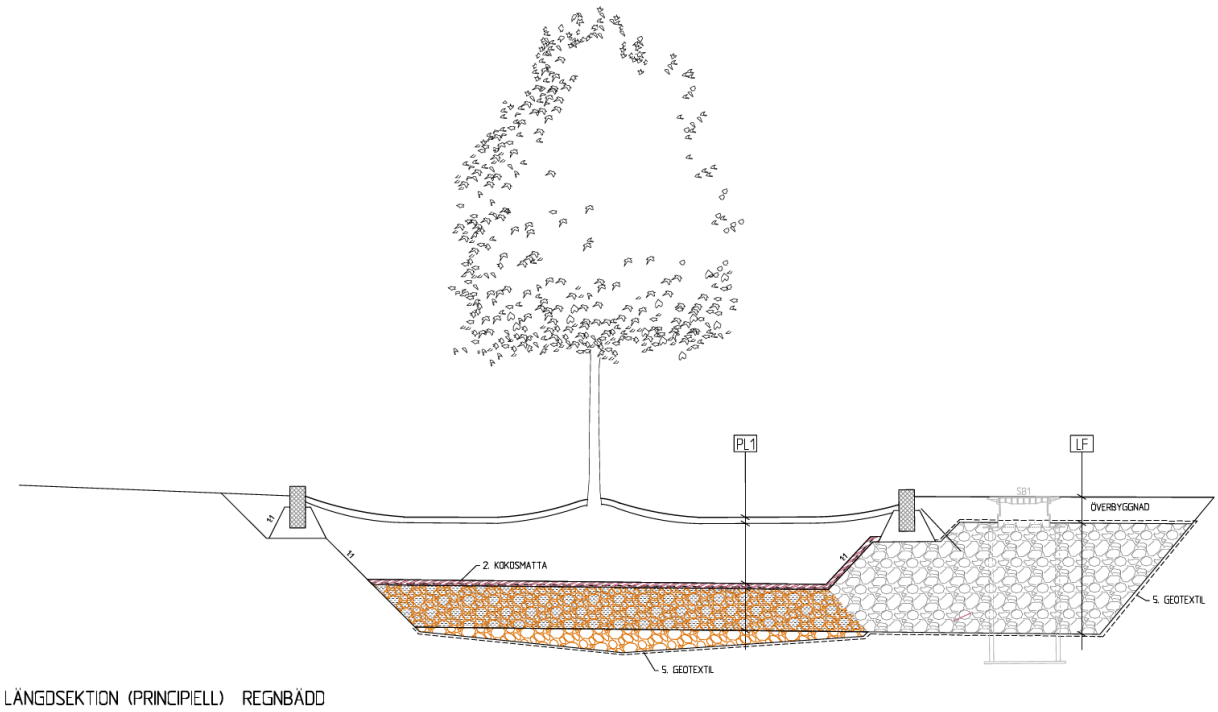
Figur 32. Redovisar en normalsektion för regnbädden med öppet förstärkningslager under.



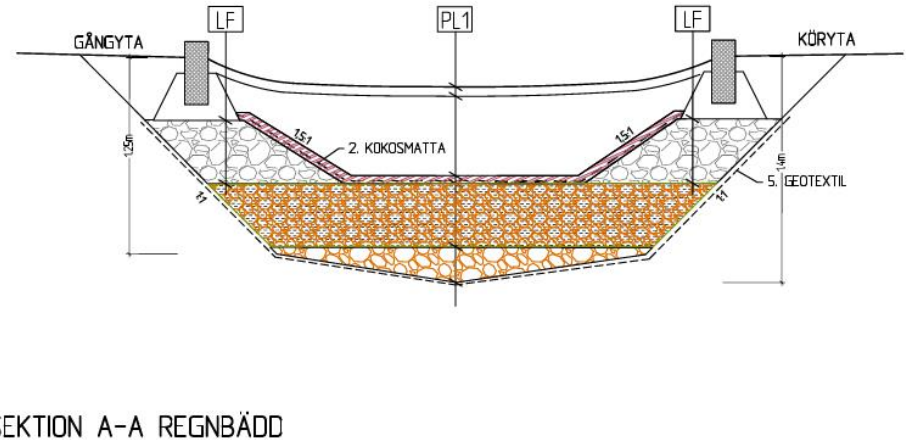
Figur 33. Princip planritning över regnbädden och underliggande öppet förstärkningslager.

ÖVERBYGGNADSTYPER			
BENÄMNING/FUNKTION	MATERIAL/FUNKTION	MM	ANMÄRKNING
PL1 REGNBÄDD T=VARIERAR			
TÄCKLAGER	MAKADAM 8-16mm	60	
VÄXTJORD	SANDBASERAD	550-750	
AVSKILJANDE LAGER	MAKADAM 2-5mm	50	
LUFTIGT FÖRSTÄRKNLAGER MED BIOKOL (BK)	MAKADAM 32-63mm INKL. BIOKOL.	400	
LUFTIGT FÖRSTÄRKNLAGER	MAKADAM 32-63mm	VAR	
LF ÖVERBYGGNAD M. LUFTIGT FÖRSTÄRKNINGSLAGER			
ÖVERBYGGNAD			
LUFTIGT FÖRSTÄRKNINGS-LAGER (LF)	MAKADAM 16-90 mm	VAR	
BRUNN			
BÄRLAGER	BERGKROSS 0-32mm	VAR	
BÄDD FÖR BRUNN	BERGKROSS 0-20mm	ca 100	
KRINGFYLLNAD FÖR BRUNN	BERGKROSS 0-20mm	VAR	
KRINGFYLLNAD FÖR BRUNN	MAKADAM 16-32mm	VAR	
PRODUKTER & MATERIAL			
SB1 STYRNINGSBRUNN 1			
2. KOKOSMATTA	400g/m2 MED PP-NÄT		
3. SANDFÅNGSKAR (SK)	CORTENSTÅL		
5. GEOTEXIL	BRUKSKLASS N3		
6. KANTSTEN	GRANITKANTSTEN SATT I BTG MED MOTSTÖD AV BTG		

Figur 34. Förklaring till figur 35 och 36.



Figur 35. Längdsektion på regnbädd med öppet förstärkningslager med redovisning av utbredning och överbyggnadsmaterial.



Figur 36. Normalsektion på regnbädd med öppet förstärkningslager med redovisning av utbredning och överbyggnadsmaterial.

2.4.2. Vegetation

I hela området har det gröna getts stort utrymme och stor vikt har lagts på biologisk mångfald genom att skapa varierande och flerskiktande vegetationsytor. Träd och buskar med blommor och bär har främsta valts och som underskikt har olika prydnadsgräs, lökar och perenner använts. Vegetationen har i så stor utsträckning som möjligt getts möjlighet att få tillgång till dagvatten och de öppna förstärkningslagren. Gatorna omsluts av villabebyggelse och är inte särskilt vindexponerade. Alla regnbäddar står i full sol och endast delar av regnbäddarna skuggas av träd som är placerade i dem.

Figur 37 och 38. Regnbäddar med öppet förstärkningslager på Rundelsgatan.

Figur 39 och 40. Regnbäddar med öppet förstärkningslager på Rundelsgatan.

2.4.3. Skötsel

I stora drag har inte området krävt eller fått någon special skötsel sedan den anlagts. Det enda arbetsmoment som tillkommit är rengöring av sandfångskar och kontroll så inloppen inte har satts igen.

2.4.4. Erfarenheter och lärdomar

Någon utvärdering av projektet har inte genomförts med beställaren eller entreprenören. I Formas projekt har mätningar av bärighet på de hårdgjorda ytorna utförts. Se figur 30 för mätpunkter. För mer information se rapporten *Uppföljning av Blå Grön Grå (BGG) konstruktioner (2022).* För generella lärdomar och erfarenhet från projektet se kapitel 2.7.

Figur 41. Sandfång i en regnbädd.

Figur 42. Regnbäddar med OFL på Rundelsgatan.

2.5. Munka Ljungby i Ängelholms kommun

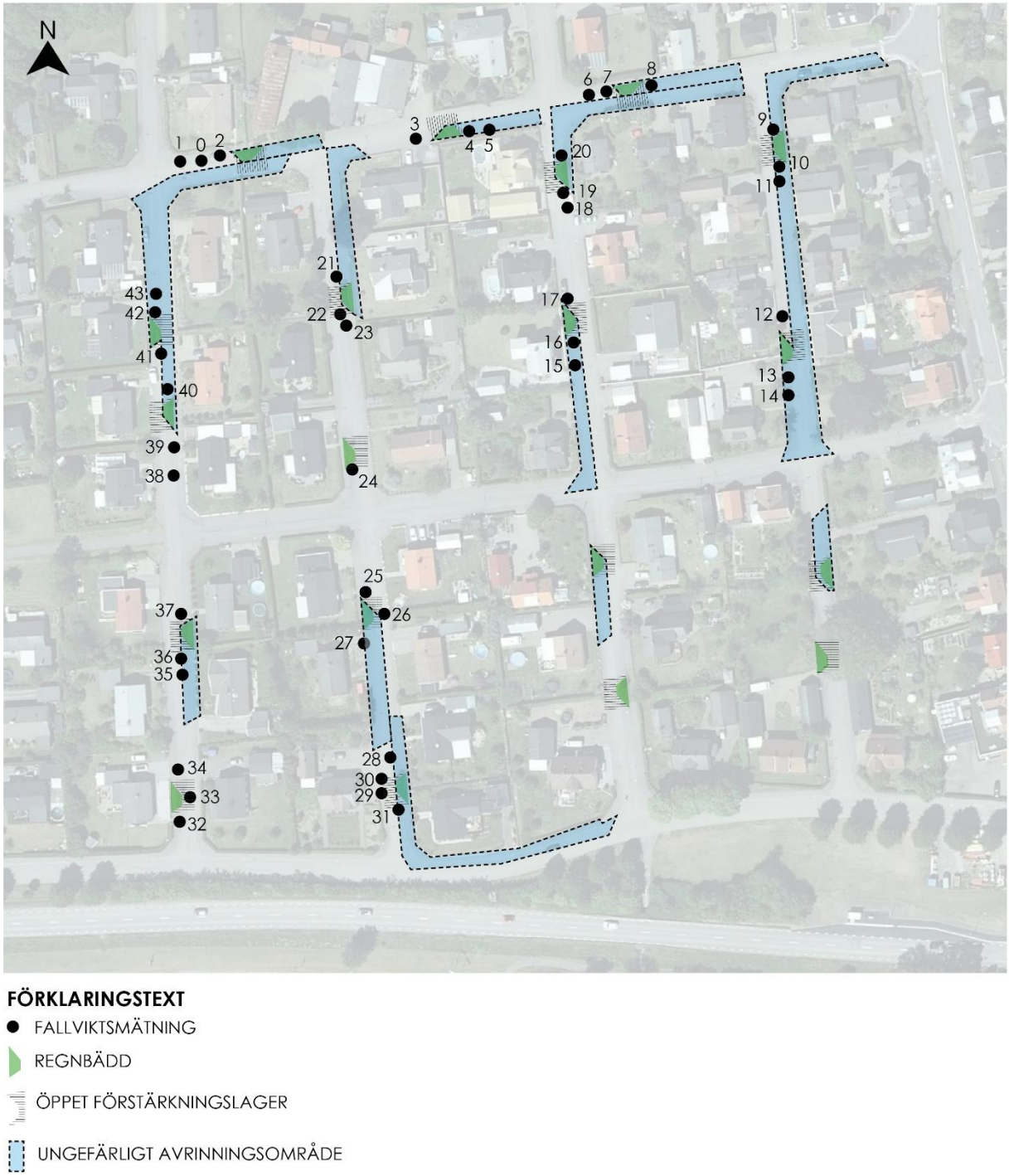
Typ av projekt: Ombyggnation av gaturum och VA-ledningssystem i villaområde på terrass av sand.

Ägare: Ängelholms kommun

Anläggningsår: 2014–2015

Omfattning: ca 1,5 ha

Projektör: Markkompaniet Syd AB



Figur 43. Översiktsbild över området i Munka Ljungby med redovisning av platser för fallviktsmätning. Gröna områden är regnbäddar och blå ytor är deras avrinningsområde.

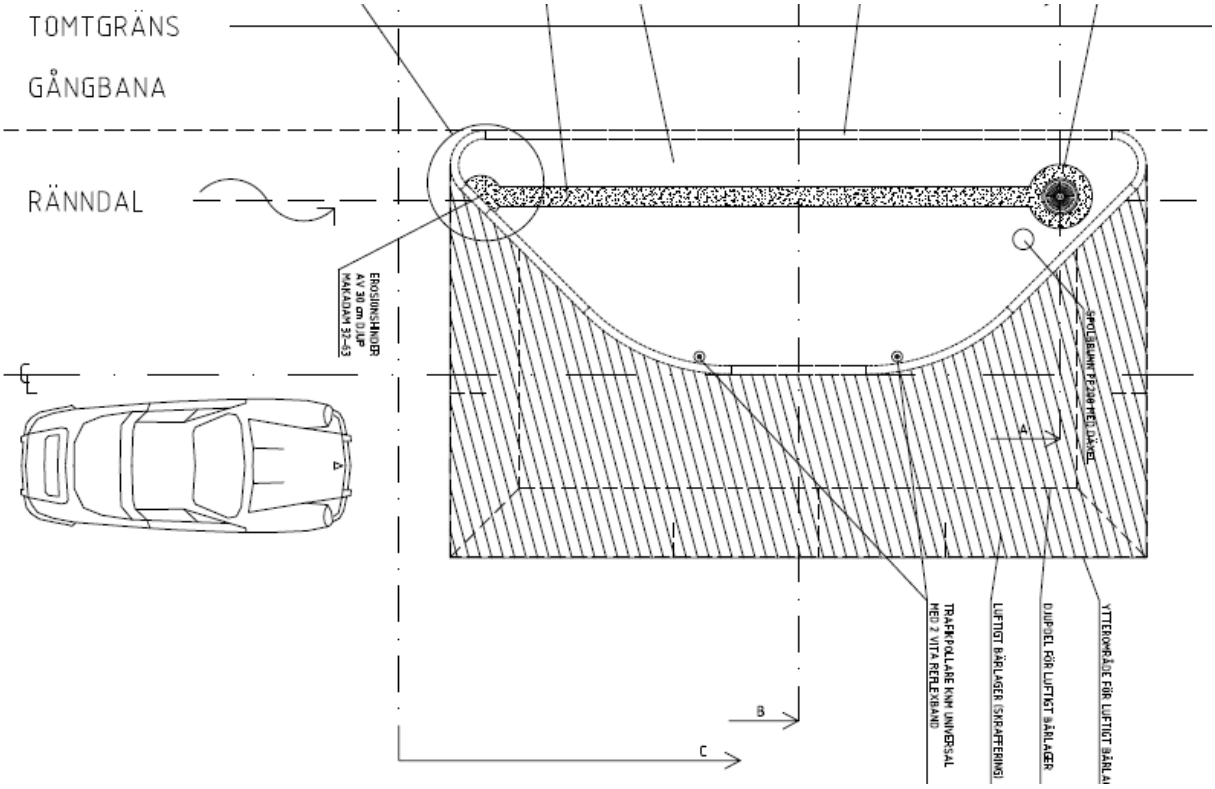
Ängelholms kommun har precis som flera andra kommuner ett stort behov av att förnya stora delar av sitt VA-ledningssystem, på grund av att den tekniska och ekonomiska livslängden har gått ut. Det finns framför allt två olika sätt att förnya dagvattennätet. Att byta ut rören till nya eller att relina (trycka in ett nytt rör i befintligt). I båda fallen kan det bli svårt att uppnå de högre kraven som ställs på dagvattenhantering idag jämfört med när de anlades. Att anlägga nya ledningar är kostsamt och störande och kommunen ville därför se om man kan med hjälp av regnbäddar och öppna förstärkningslager uppnå kraven. Inom område hade man också problem med hög hastighet på trafiken och önskade få ner den och öka tryggheten. En viktig aspekt i Munka Ljungbyprojekt var att hitta kostnadseffektiva koncept som är möjliga att använda även i andra områden där det saknas ekonomiska möjligheter att göra stora insatser. Utmaningen låg i att hitta ett utförande och materialval som medföra mer än en marginell kostnadsökning jämfört med motsvarande lösningar för ny asfaltering, hastighetssänkande ”chikaner” och vegetation. En multidisciplinär projektgrupp tillsattes med tjänstemän från park, gata, va och trafik för att driva anläggningsprojektet framåt ihop med projektörer, SLU och Vinnova projektet Grågröna systemlösningar för urbana ytor.

2.5.1. Dagvattenhantering

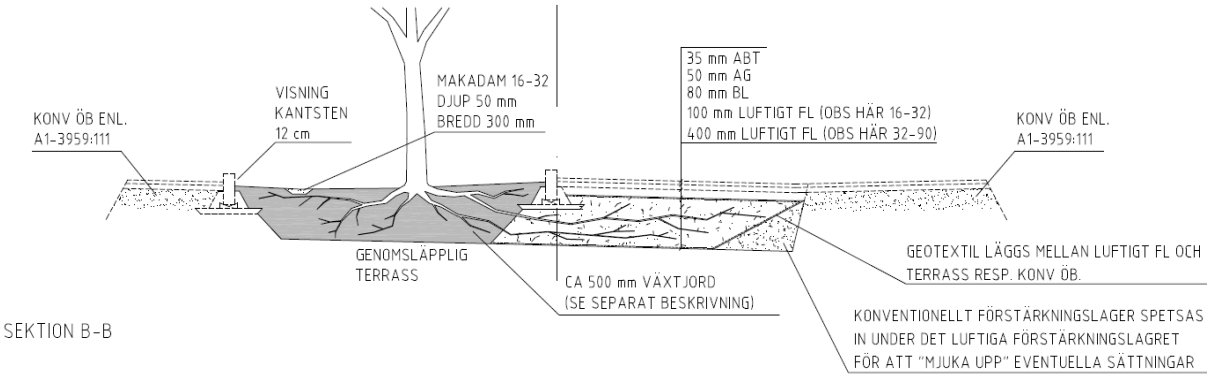
Att gå in i en befintlig miljö med ett nytt sätt att omhänderta avrinningen är en utmaning i och med att höjdsättning och lutningar i stor utsträckning ej kan ändras. I figur 43 redovisas placering av regnbäddar i grönt och hur mycket av gaturummet som kan avvattnas till dem i blått. Som framgår är det ungefär hälften av gaturummets yta som kan avvattnas mot regnbäddar och resterande leds till dagvattenbrunnar som är anslutna till dagvattennätet. Det öppna förstärkningslagret töms genom infiltration i terrassen mot grundvattnet. Kommer det större regnvolymer än vad det öppna förstärkningslagret klarar bräddas det till dagvattennätet.

Figur 44. Gaturum före anläggning med utritad utbredning av regnbäddar.

Figur 45. Färdig anlagt gaturum med regnbädd.



Figur 46 Princip planritning över regnbädden och underliggande öppet förstärkningslager.



Figur 47. Normalsektion på nytt gaturum med öppet förstärkningslager med redovisning av utbredning och överbyggnadsmaterial.

Figur 48. Anläggning av regnbädd med öppet förstärkningslager under körfält med bräddningsbrunn.

Figur 49. Regnbädd innan placering av växtssubstrat.

2.5.2. Vegetation

I hela området har det lagts stort vikt på det gröna genom att skapa varierande och flerskiktande vegetationsytor. Träd och buskar med blommor har främsta valts och som underskikt har prydnadsgräs använts. Vegetationen har i så stor utsträckning som möjligt getts möjlighet att få tillgång till dagvatten och de öppna förstärkningslagren. Gatorna omsluts av villabebyggelse och är inte särskilt vindexponerade. De flest regnbäddar står i full sol och endast delar av regnbäddarna skuggas av träd som är placerade i dem. För regnbäddarna används tre olika blandningar på växtsubstratet för att utvärdera vilket effekter de får på vegetationen.

Figur 50 och 51. Redovisar färdigbyggt gaturum med regnbäddar och öppet förstärkningslager under delar av körfält.

2.5.3. Skötsel

Med införsel av vegetationsytor i gaturummet har drift och underhållsbehovet ökat i form av ogräsrensning, beskärning och skräpplockning. För de hårdgjorda ytorna har inte drift och underhållet förändrats. Regnbäddarna sköts så att funktionen bibehålls, det vill säga vattenvägarna hålls fria från material som kan blockera vattnet och inloppen rensas.

2.5.4. Erfarenheter och lärdomar

Förutom bärighetstester som gjorts inom Formas projektet har SLU gjort en utvärdering främst ur ett landskapsperspektiv och som publicerats i *Movium Fakta 2 2022 Skapa dagvattensystem med regnbäddar*. För information om resultat avseende bärighet se rapport U*ppföljning av Blå Grön Grå (BGG) konstruktioner (2022).* Anläggningen till hör en av de första i Sverige och är pionjär på många sätt och har i stor utsträckning bidrag till att fler anläggningar med öppet förstärkningslager har anlagts. Innan anläggningen i Munka Ljungby fanns det mest erfarenhet från byggda anläggningar i Australien och södra USA där man har helt annat klimat än i Sverige. Ett tydligt bevis på de är placeringen av bräddningsbrunnen inne i regnbädden. För svenska förhållanden med snö är inte de en optimal lösning i och med att den då lätt kan slås ut om inlopp stängs igen med en snösträng. Så för svenska förhållanden bör bräddningsbrunnen vara placera så nära inloppet till regnbädden som möjligt men på utsidan nedströms.

Flera av de inblandade har lyft fram vikten av multidisciplinära projektgrupper för att säkerställa ett önskat resultat. Till skillnad från det konventionella sättet att bygga enskilda konstruktioner för varje funktion, kräver mångfunktionella system ett mycket större samarbete mellan teknikområdena. Ett så när samarbete kräver extra tid vilket behöver tas hänsyn till i tidsplanen för projektet. För fler lärdomar och generella erfarenhet från projektet se kapitel 2.7.

2.6. Jem & Fix i Vara

Typ av projekt: Nyexploatering industriyta/uppställningsyta för byggvaruhandel

Ägare: Darius Fastigheter

Anläggningsår: 2020

Omfattning: ca 0,28 ha

Projektör: Christoffer Allenby, Astrimant

Entreprenör: Astrimant

I Vara kommun ligger en industriyta där Jem och Fix har sin byggvaruhandel enligt Figur 52. Ytan är 2800 kvadratmeter och belagd med dränerande marksten. Ytan är i första hand avsett för uppställning av byggvaror staplade på höjden, och är därför beroende av mycket lågt eller inget fall på ytan. Ytan färdigställdes under 2020.

Figur 52. Översiktsbild över projektområdet med öppet förstärkningslager och dränerande beläggning med redovisning av platser för fallviktsmätning, Jem & Fix i Vara.

Ytan har en dränerande beläggning med underliggande dränerande obundna lager enligt Tabell 2-1. För att udvika spårbildning vid utläggning av obundna material användes larvburna läggare (se Figur 53). Beläggningen, av typen Delta Drain (Benders), har en fogarea tillgänglig för infiltration på ca 13,5 %. Eftersom ytan används för stapling på höjden är ytan är lagd helt utan fall. Konstruktionen har heller inga brunnar eller dräneringsledningar under ytan. Ytan trafikeras av varuhusets kunder i bil och andra varutransporter som tex lastbilar och truckar. Ingen tillrinning av nederbörd från andra intilliggande ytor sker, med andra ord sker infiltration endast av nederbörd som faller på ytan.

Tabell 2-1. Uppbyggnad av dränerande markstenskonstruktion vid Jem & Fix

	Sortering	tjocklek
Dränerande marksten Delta drain (Benders)		80 mm
Sättmaterial	2/5	30 mm
Bärlager	2/32	80 mm
Förstärkningslager	2/90	400 mm

Figur 53. Utläggning av bärlager på öppet förstärkningslager, Jem & Fix, Vara. Larvburen läggare minskar risken för spårbildning.

Figur 54. Jem & Fix, Vara. Stapling på höjden kräver lågt eller inget fall på ytan.

2.7. Generella erfarenheter och lärdomar

Referensanläggningarna har resulterat i många viktiga lärdomar och erfarenheter allt från materialval till organisatoriska aspekt. Som t ex går den här typen av system över flera förvaltningsgränser och teknikområden vilket skapar oklarhet och frågor kring ansvarsfördelning och vem som skall betala vad, när det gäller projektering, byggande och drift. Att införa mångfunktionella Blågröngrå system i projekteringen kräver att nya arbetssätt, incitament och samarbeten utvecklas, vilket inledningsvis kan skapa en hel del förvirring, kring vem som ska projektera vad och vad som skall redovisas på vilka ritningar mm. Man bör ge plats och tid i starten på projektet att bearbeta och diskutera dessa aspekter, så genereras en mer konstruktiv och effektiv process med färre konflikter och motgångar.

Att projektera system där flera infrastrukturer delar på samma volym är mer komplext och skapar ett större behov av samarbete och prioritering mellan teknikområdena än där varje infrastruktur har sin konstruktion. Nedan följer några fler lärdomar som genererats:

- Hur ska dagvattnet hanteras under byggtiden?
- Det finns risk för erosion/läckage av biokol och näringsämnen till dagvattennätet
- Kan bli fler materialhögar på byggarbetsplats under anläggningsarbetet
- Många nya moment och material vilket kräver utbildning av entreprenören
- Kan bli olägenheter mellan ledningar och öppet förstärkningslager samt trädrötter
- Kan kräva mer bevattning direkt efter plantering pga torrare material vid anläggande
- Larvburen grusläggare minskar risken för spårbildning i obundna lager.

3.0 Anläggningslista

Inom Formas-projektet har det sammanställts en anläggningslista över projekt som har byggts i Sverige med öppet förstärkningslager och har kommit till vår kännedom. Med stor sannolikhet finns det säkert flera anläggningar. Målet med listan är att sprida kunskap om var det finns anläggningar att studera inför sitt eget projekt med öppet förstärkningslager.

ANLÄGGNINGSLISTA			
Ort	**Namn på anläggningsplats, Adress eller motsvarande**	**År klar anläggning**	**Typ av konstruktion på öppet förstärkningslager** Dimensionerad Trafikklass (TK): G, C, TK0, TK1 osv. Regnbädd = biofilter
Helsingborg	SeaU	2021	Träd i hårdgjord yta
Helsingborg	Oceanhamnen	2021	Träd i hårdgjord yta
Helsingborg	Gulkullagatan	2022	Svackdike med kolmakadam och trädplantering, träd i hårdgjord yta
Helsingborg	Grönkullaparken	2021	Träd i hårdgjord yta
Helsingborg	Mellersta Stenbocksgatan	2020	Svackdike med kolmakadam och trädplantering, regnbäddar
Helsingborg	Vasatorpsvägen	2019	Svackdike med kolmakadam och trädplantering, extra fördröjning under GC
Helsingborg	Järnvägsgatan & Drottninggatan	2019	Träd i hårdgjord yta, tät hårdgjord yta (marktegel G, asfalt C)
Kristianstad	Västra Boulevarden	-	Cykelgata med skelettjord tvärs över cykelbanan
Lund	Byggmästaregatan	2022	Regnbädd, träd i hårdgjord yta, tät hårdgjord yta (asfalt TK2)
Malmö	Södervärn	2016	Dränerande beläggning (stenmjölsyta C), träd i hårdgjord yta, tät hårdgjord yta (plattor C)
Malmö	Borrebackevägen & Lantmannagatan	1991	Grusbitumenöverbyggnad och öppen Asfaltbetong
Malmö	Simrishamns-, Kristianstads-, Falsterbo- & Monbijougatan	2021	Träd i hårdgjord yta, Regnbäddar, Tät hårdgjord yta.
Munka - Ljungby	Trädgårds-, Munkagårds-, Västergatan & Linnés gata	2016	Regnbädd, tät hårdgjord yta (asfalt TK2)
Norrköping	Sandtorp	2018	Träd i gräsyta, öppet förstärkningslager under GC-bana (asfalt)
Norrköping	Sandbyhov	2020	Träd i gräsyta, öppet förstärkningslager under GC-bana (asfalt)
Norrköping	Kabelvägen	2020	Träd i grusyta
Norrköping	Lindöstrand	2020	Träd i hårdgjord torgyta, GC (markbetongsten)

Norrköping	Björkalund	2021	Träd i gräs/planterad yta, öppet förstärkningslager under GC-bana (asfalt)
Norrköping	Kvarngatan	2021	Träd i planterad yta, öppet förstärkningslager under GC-bana (plattor)
Norrköping	Kv Ankaret, Repslagaregatan	2021	Träd i planterad yta, öppet förstärkningslager under GC-bana (asfalt)
Stockholm	Bo Bergmansgata	-	Träd i hårdgjord yta, tät hårdgjord yta (Gatsten G, plattor G)
Stockholm	Norra Djurgårdsstan	-	Träd i hårdgjord yta samt regnbäddar. Hårdgjord yta (Gatsten G, plattor G)
Stockholm	Rehnsgatan & Luntmakargatan	2018	Innerstadsgata med växtbäddar: öppna och slutna
Stockholm	Sockenvägen	2018	Ytterstadgata, villaområde, trädplanterade svackdiken med biokolmakadam 32/90
Stockholm	Olof Gödingsgatan	2021	Regnbäddar på innerstadsgata, fördröjning av dagvatten.
Stockholm	Bjurbäcken	-	Regnbäddar & vegetationsytor på öppet förstärkningslager
Trollhättan	Vårvik & Hjulkvarn	-	Regnbäddar, Träd i hårdgjort och öppna förstärkningslager
Trollhättan	Drottningtorget	2019	Allé i hårdgjord yta med skelettjord. Kombinerat ren makadam och jordfylld makadam.
Uppsala	Strandbovägen	2017	Regnbädd, träd i hårdgjord yta, plantering, tät hårdgjord yta (asfalt TK2 & C, marksten G, plattor G)
Uppsala	Rosendal Etapp 1	2019	Regnbädd, träd i hårdgjord yta, plantering, tät hårdgjord yta (asfalt TK2 & C, marksten G, plattor G)
Uppsala	Rosendal Etapp 2	2021/2022	Arbetsgata klar. Regnbädd, träd i hårdgjord yta, plantering, tät hårdgjord yta (Asfalt TK2 & C, marksten TK2)
Uppsala	Rosendal Etapp 3	ej klart	Arbetsgata klar. Regnbädd, träd i hårdgjord yta, plantering, tät hårdgjord yta (marksten, marksten)
Uppsala	Rosendal Etapp 4	ej klart	Regnbädd, träd i hårdgjord yta, plantering, tät hårdgjord yta (marksten, marksten)
Uppsala	Rosendal Etapp 5	ej klart	Regnbädd, träd i hårdgjord yta, plantering, tät hårdgjord yta (marksten, marksten)
Uppsala	Östra Sala backe, Fyrislunds-gatan, Johannesbäcksgatan	2021/2022	Regnbädd, träd i hårdgjord yta, plantering, tät hårdgjord yta (marksten, marksten)
Vara	Jem & Fix, Dubbgatan 1	2021	Dränerande markstenskonstruktion, uppställnings-/lageryta, 2800 kvadratmeter. 40 cm 2/90 F.lager och 8 cm 2/32 B.lager
Vellinge	Ängsvägen, Vallgatan & Norrevångsgatan	2019	Regnbädd, dränerande beläggning (grus TK0 & marksten TK0), träd i hårdgjord yta, plantering, tät hårdgjord yta (asfalt, plattor)
Vellinge	Fabriksgatan	2022	Regnbädd, träd i hårdgjord yta, vegetationsyta, tät hårdgjord yta (asfalt TK2)

Vellinge	Rundelsgatan	2017	Regnbädd, tät hårdgjord yta (asfalt TK2), plantering
Vellinge	Norra infarten	2021/2022	Regnbädd, tät hårdgjord yta (asfalt C, plattor G), plantering
Vellinge	Kungstorpsvägen	2019	Regnbädd, tät hårdgjord yta (asfalt C, plattor G), plantering
Växjö	Västra Esplanaden	2016	Halva bussgatan har öppet förstärkningslager med dränering av vatten i kanten. Vanlig asfalt och bärlager överst
Växjö	Västra Esplanaden	2015/16	Trädallé med GC-bana mellan. Ståndortsförbättrade träd. GC-bana öppen med stenkross och pimpsten
Växjö	Liedbergsgatan	-	Träd i hårdgjord yta, tät hårdgjord yta
Växjö	World Trade Center	2016	Regnbädd, dränerande beläggning (grusyta TK0), träd i hårdgjord yta, plantering, tät hårdgjord yta (plattor G, marksten G)
Växjö	Södra Järnvägsgatan	-	Träd i hårdgjord yta, tät hårdgjord yta (asfalt)