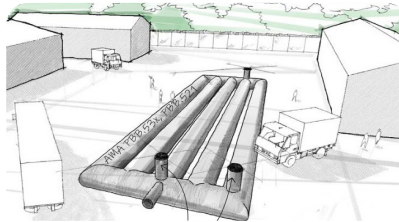


# Klimatberäkningar på fyra dagvattenanläggningar

2026-01-31



## Projektgrupp

Ylva Svärdström, Landskapslaget  
Pia Glaumann, Glaumann Landskap  
Mauritz Glaumann, Keeib  
Lisa Mayer, Landskapslaget

Projektledare RISE  
Anna Pettersson-Skog

# Innehållsförteckning

<b>Begreppsförklaringar</b>	4
<b>Inledning</b>	
Uppdrag, bakgrund, syfte, avgränsning mm	5
Klimatverktyget	6
Systemgränser	7
<b>Klimatberäkningar på MUDs</b>	
Metodbeskrivning och exempelgård	8-10
Vad är mycket? - exempel på klimatavtryck	11
<b>Nedsänkt växtbädd för fördröjning</b>	
Räkneexempel, beräkningsunderlag, resultat av beräkning	12-14
Biokol, kolmakadam och pimpsten	15
<b>Underjordisk bevattning</b>	
Räkneexempel, beräkningsunderlag, resultat av beräkning	16-18
Växtjordars klimatavtryck	19
<b>Magasin för fördröjning</b>	
Räkneexempel, beräkningsunderlag, resultat av beräkning	20-22
Krossprodukters klimatavtryck	23
<b>Damm</b>	
Räkneexempel, beräkningsunderlag, resultat av beräkning	24-26
Klimatavtryck rivning av träd	27
<b>Sammanfattning, slutsatser beräkningar</b>	28-29
<b>Förluster av biogent kol vid markanläggning</b>	30
<b>Slutord</b>	31
<b>Klimatdata och schablonavstånd till beräkningarna</b>	32
<b>Källor, inspiration och stöd</b>	33

# Begreppsförklaringar

**Klimatutsläpp;** utsläpp av gaser som påverkar jordens klimat genom att fånga värmestrålning och bidra till global uppvärmning

**Klimatavtryck:** är ett mått på de samlade utsläppen av växthusgaser som bidrar till den globala uppvärmningen som mäts i koldioxidekvivalenter, förkortat CO<sub>2</sub>e.

**Klimatanpassning:** Åtgärder för att anpassa samhällen till klimatförändringar, exempelvis ökad nederbörd.

**Kolkälla:** Process eller system som producerar mer koldioxid än vad det lagrar, vilket gör att koldioxidhalten i atmosfären ökar.

**Kolsänka:** Process där upptag av koldioxid i ett naturligt eller tekniskt system är större än utsläpp av växthusgaser.

**LCA:** Livcykelanalys. En LCA syftar till en helhetsbedömning av miljöpåverkan. I resultatet ingår olika kategorier av miljöpåverkan, till exempel klimatpåverkan, försurning, övergödning, marknära ozon, stratosfärisk ozonnedbrytning och utarmning av knappa resurser. Ofta väljer man att fokusera på en specifik kategori, till exempel klimatpåverkan. (Boverket)

**Klimatdata:** Utsläpp av växthusgaser uttryckt i kilogram koldioxidekvivalenter per enhet resurs. Kan också skrivas som emissionsfaktor.

**Generiska klimatdata:** Genomsnittliga klimatdata för resurser som är representativa för svenska förhållanden. (Boverket)

**Konservativa klimatdata:** Generiska klimatdata med högre klimatpåverkan än genomsnittliga klimatdata. Klimatdata för byggprodukterna i Boverkets databas är satta till cirka 25 procent högre än genomsnittet. (Boverket)

**Specifika klimatdata:** Produkt- och leverantörs-specifika klimatdata, kan t ex fås som EPD:er

**GWP:** Global warming potential. Samtliga utsläpp multipliceras med en så kallad global uppvärmningspotential (Global Warming Potential GWP), för att kunna jämföra olika växthusgaser utifrån ett hundraårsvärde (GWP<sub>100</sub>). Faktorn är olika för respektive växthusgas, och GWP anger det totala bidraget till den globala uppvärmningen för den aktuella gasen. Värdena räknas om till koldioxidekvivalenter med hjälp av gasernas GWP. Metan bidrar exempelvis 28 gånger mer till växthuseffekten än koldioxid räknat per ton utsläppt gas, och ett metanutsläpp på 1 ton motsvarar därför 28 ton koldioxidekvivalenter. (Boverket)

**EPD:** Miljövarudeklaration, kommer av environmental product declaration. I en EPD baseras miljöinformationen på en gemensam LCA-metodik enligt internationella standarder och har granskats av en tredje part. Ur en EPD kan man utläsa hur stort koldioxidutsläpp en produkt orsakar, oftast i enheten kilo koldioxidekvivalenter per kilo (kgCO<sub>2</sub>e/kg).

**PEF:** Product Environmental Footprint, en variant av miljövarudeklaration, som utvecklats av EU, utifrån en produkts livscykel som används exempelvis av Hasselfors Garden.

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

**Nedsänkt växtbädd:** En växtbädd under marknivå eller i en sänka, dit dagvatten kan ledas för fördröjning och rening. Kallas även för regnbädd.

**Underjordisk bevattning:** Ett passivt bevattningssystem dit dagvattnet leds från omgivande hårdgjorda ytor och/eller tak och återanvänder det genom kapillär stigning av vatten.

**Kapillär stigning:** Rörelse av vatten uppåt genom små porer eller håligheter i material, driven av adhesion och kohesion.

**Underjordiskt magasin:** Konstruktion under marken som används för att fördröja, lagra och/eller rena dagvatten.

**Rörmagasin:** Underjordiskt magasin som består av stora prefabricerade plast- eller betongrör och är avsedd för fördröjning, lagring eller infiltrering av dagvatten.

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

**Pimpsten:** Poröst vulkaniskt material som används för jordförbättring.

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

# Inledning

Detta dokument tagits fram inom ramen för projektet **Samverkan för en hållbar dagvatten- och skyfallshantering på kvartermark** (SODA). Arbetet har utförts med stöd av Vinnova. (Dnr 2023-02734)

Under steg 3 av detta projekt beslutades att göra en fördjupning kring fyra olika dagvattenlösningar, så kallade MUDs, nämligen nedsänkta växtbäddar (regnbäddar), dammar, rörmagasin och underjordisk bevattning.

## Uppdrag

Vårt uppdrag har varit att räkna på klimatavtrycket för de fyra olika dagvattenlösningarna med hjälp av Klimatverktyg Landskap.

## Bakgrund

MUDs står för Multifunktionella urbana dagvattenåtgärder och är typanläggningar som beskrivits i ett tidigare skede i SODA-projektet. De utvalda mudsen beskrivs utförligare i *Handbok för projektering av dagvattenanläggningar på kvartermark*, som också tagits fram i SODA-projektet.

Allt vi anlägger och bygger orsakar klimatavtryck. Bygg- och fastighetssektorn står för omkring en femtedel av Sveriges totala klimatutsläpp. Det innefattar anläggande, användning, förvaltning och rivning. (Källa Boverket)

Sedan januari 2022 är det lag på att det ska utföras klimatdeklaration för nya byggnader. Än

så länge omfattar det inte klimatpåverkan från markförstärkning och markanläggning. Därför har metod och data för detta inte utvecklats i samma utsträckning. Många företag och kommuner klimatberäknar förvisso även på markanläggning och har egna verktyg för det, men det är inte lika standardiserat som för byggnader.

## Syfte

Syftet med vårt arbete att belysa och utreda just dagvattenanläggningars klimatavtryck.

Dagvattenlösningar är en viktig del av markanläggningar. Genom att testa att klimatberäkna på sådana anläggningar hoppas vi kunna bidra både till att utveckla metoden att klimatberäkna på anläggningar, samt att öppna ögonen för markanläggningars klimatavtryck.

## Varför klimatberäkna?

En klimatberäkning görs för att förstå en anläggningens klimatpåverkan genom livscykel. Utifrån det kan man göra kloka val när man planerar och projekterar utemiljö som syftar till att minska utsläppen.

## Avgränsning

Klimatberäkningarna är begränsade till att omfatta produktions- och konstruktionsskedena i de fyra dagvattenanläggningarnas livscykel. Användnings- och slutskedena inte är inräknade.

Beräkningarna säger inget om dagvattenanläggningars mervärden, utan redogör bara för klimatpåverkan.

# Klimatverktyget

Klimatverktyg Landskap är framtaget på initiativ av ett antal mindre Landskapsarkitektkontor tillsammans med expertis inom klimatberäkningar för byggnader. Det har finansierats av de olika kontoren, samt visst finansiellt stöd av Arcus och ARQ. Verktyget förvaltas och utvecklas idag vidare i en ideell förening bestående av nio medlemskontor.

- Klimatverktyget är uppbyggt i Excel och kan användas för beräkna klimatavtryck i landskapsprojekt/markanläggningar.
- Verktyget är anpassat i skala för t ex torg, park, gata och bostadsgård.
- I verktyget finns möjligheten att beräkna koluttag av vegetation, kollager i mark och vegetation. Dessa samband är dock komplicerade och är under utveckling.

Generiska klimatdata som används i verktyget kommer exempelvis från Trafikverkets klimatkalkyl och Boverkets klimatdatabas för byggnader. I vissa fall används specifika klimatdata från EPD-blad från olika leverantörer och producenter. Källan för varje klimatdata redovisas i verktyget.

The screenshot displays the 'Klimatverktyg Landskap' software interface, which is organized into several overlapping panels. The top panel is 'VEGETATION', followed by 'UTRUSTNING', 'MARKMATERIAL', 'RIVNING', 'ANLÄGGNING', 'BEFINTLIG SITUATION', 'KOL I VEGETATION', and 'PROJEKT BESKRIVNING'. Each panel contains specific data entry fields and calculation options. The 'PROJEKT BESKRIVNING' panel at the bottom right provides a summary of the project details and results.

**PROJEKT BESKRIVNING Summary:**

- Namn på projektet: Corson
- Projektare: 26300 m<sup>2</sup>
- Växtzon: 2 zon
- Beräkningsperiod framåt: 50 år
- Typ av projekt: Ombyggnad/uppbyggnad
- Projektskede: FU
- Summa utsläpp efter genomfört projekt: 596 ton CO<sub>2</sub>e
- Relativt utsläpp: 23 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>
- Investeringskostnad: 29 000 000 kr
- Relativ kostnad: 1.103 kr/m<sup>2</sup>
- Klimatpåverkan per krona: 0.021 kg CO<sub>2</sub>e/kr
- Beräkningsmetod: Klimatverktyg Landskap version 2023-02-27
- Beräkning utförd av: Camilla Hamberg
- Datum: [Empty field]

# Systemgränser

## Systemgränser och Livscykelanalys

**Systemgränserna för beräkningarna i detta arbete utgörs av Produktions- och Konstruktionskedet. Användnings- och Slutskedet ingår inte.**

I en klimatberäkning är det viktigt att definiera systemgränserna, det vill säga att avgöra vilka skeden och aktiviteter i anläggningens livscykel som ingår i beräkningen. Detta görs bland annat för att man ska kunna jämföra klimatpåverkan för olika anläggningar på trovärdigt sätt.

Anläggningens livscykel enligt den europeiska standarden EN15978 delas upp i följande skeden, som också kan kallas livscykelmoduler:

- A1–3 Produktskedet** omfattar produktion av de byggprodukter och andra resurser som kommer att användas – allt från utvinning av råmaterial till transport, förädling och tillverkning.
- A4–5 Konstruktionskedet** omfattar byggprodukternas transport från tillverkningsstället till byggsplatsen (A4) och färdigställandet av byggnaden/anläggningen (A5).
- B1–7 Användningsskedet** omfattar användning, underhåll, reparationer och drift av byggnaden/anläggningen.
- C1–4 Slutskedet** omfattar de processer som krävs för att riva och frakta bort byggnadsdelarna till återanvändning, återvinning eller deponering, när byggnaden/anläggningen uppnått sin livslängd. (Källa Boverket)

Miljövärdering av byggverksamhet														
LIVSCYKELINFORMATION BYGGNADER												TILLÄGGSINFORMATION BORTOM SYSTEMGRÄNSEN		
A1-3			A4 - 5		B1 - 7					C1-4				D
Produktskede			Konstruktionskede		Användningsskede					Slutskede				Fördelar och belastningar bortom systemgränsen
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	D
Råvarutillförsel	Transport	Tillverkning	Transporter	Konstruktioner Installationer	Användning	Underhåll	Reparation	Utbyte	Renovering	Demontering Krossning	Transport	Avfallshandling	Deponering	Återanvändnings- Materialåtervinnings- Återvinnings- potential
Scenario			Scenario		Scenario					Scenario				
					B6	Energianvändn. drift	Scenario							
					B7	Vattenanvändn. drift								

Moduler A1-A5 i livscykelanalysen är med i beräkningarna av mudsen.

*Skedena A1-A3 hämtar klimatdata/emissionsfaktorer från EPD-er vid beräkning av olika material/produkters klimatpåverkan eller från generiska värden från t ex Boverkets klimatdatabas.*

*Övriga skeden har inte inträffat vid projekteringen utan man hänvisas till erfarenheter och antagande (scenarier).*

*Produkters livslängd är också en viktig parameter. Vid jämförelse av olika produkter är det viktigt att samma tidsperiod används, vanligtvis 50 år. Om en produkt måste bytas ut under denna tid måste den belastas med ytterligare en livscykel för ersättningsprodukten.*

*I beräkningarna i detta arbete har vi inte med användningsskedet och därmed inte utbyten.*

# Klimatberäkningar på MUDs - metodbeskrivning

## De fyra MUDsen

Beräkningar i klimatverket är utförda på fyra olika dagvattenlösningar: nedsänkt växtbädd (regnbädd), underjordisk bevattning, underjordiskt magasin (rörmagasin) och damm.

MUDsen har valts ut i samråd med en arbetsgrupp inom SODA-projektet. Två av anläggningarna är mer storskaliga och kan fördröja mycket vatten: damm och underjordiskt magasin. De andra två kan utföras i mindre skala: regnbädden och underjordisk bevattning. De två senare utgör en kombination mellan plantering och fördröjning av dagvatten, då dagvattnet som leds till växtbädden också fungerar om bevattning.

## Den fiktiva gården

För att göra det pedagogiskt/åskådligt har vi applicerat lösningarna på en gård. Utgångspunkten har varit en av Poseidons bostadsgårdar som vi besökt under SODA-projektet, men vi har förhållit oss fritt till den verkliga gården och har till exempel lagt till ett underjordiskt magasin och en damm. Den egentliga gården ligger i Göteborg. I våra beräkningar utgår vi från att den ligger någonstans i mellansverige.

I vår delvis fiktiva gård finns en nedsänkt regnbädd med kolmakadam, en underjordisk bevattning i en plantering utmed en husfasad dit vattnet leds via stuprör.

Det underjordiska magasinet (rörmagasin) är placerad under en parkeringsyta, dammen är för-

lagd i en påhittad grönyta utanför gården. Vi har dimensionerat dessa större anläggningar så att de var och en kan fördröja dagvattnet från gården, taken, parkeringsytan och parken vid ett 20 mm regn. Vi har också räknat på hur mycket vatten som kan fördröjas i den nedsänkta växtbädden och i den underjordiska bevattningen.

## Projektering av räkneexempel

För att kunna klimatberäkna måste man ha mängder att föra in i kalkylen. Därför har vi skissat upp flera räkneexempel i plan och sektion.

Vi har valt vilka material och vilken utrustning som ska ingå dels utifrån en rimlig lösning, och dels utifrån möjlighet att testa olika material i de olika beräkningarna. Exempelen har stämts av med en arbetsgrupp i SODA, samt med leverantörer av produkter kopplade till dagvattenlösningar, såsom Uponor och Ponova som också varit projektparter i SODA.

Vi har slimmat alla förslagen, och bara tagit med det som varit nödvändigt för själva dagvattenlösningen.

## Aktuella systemgränser för beräkningarna

Beräkningarna i projektet är utförda i skedena A1-A5.

De mest säkra indatan finns i Produktionsskedet A1-A3, där de flesta av materialens utsläppsvärden bygger på tredjepartsgranskade EPD-er.

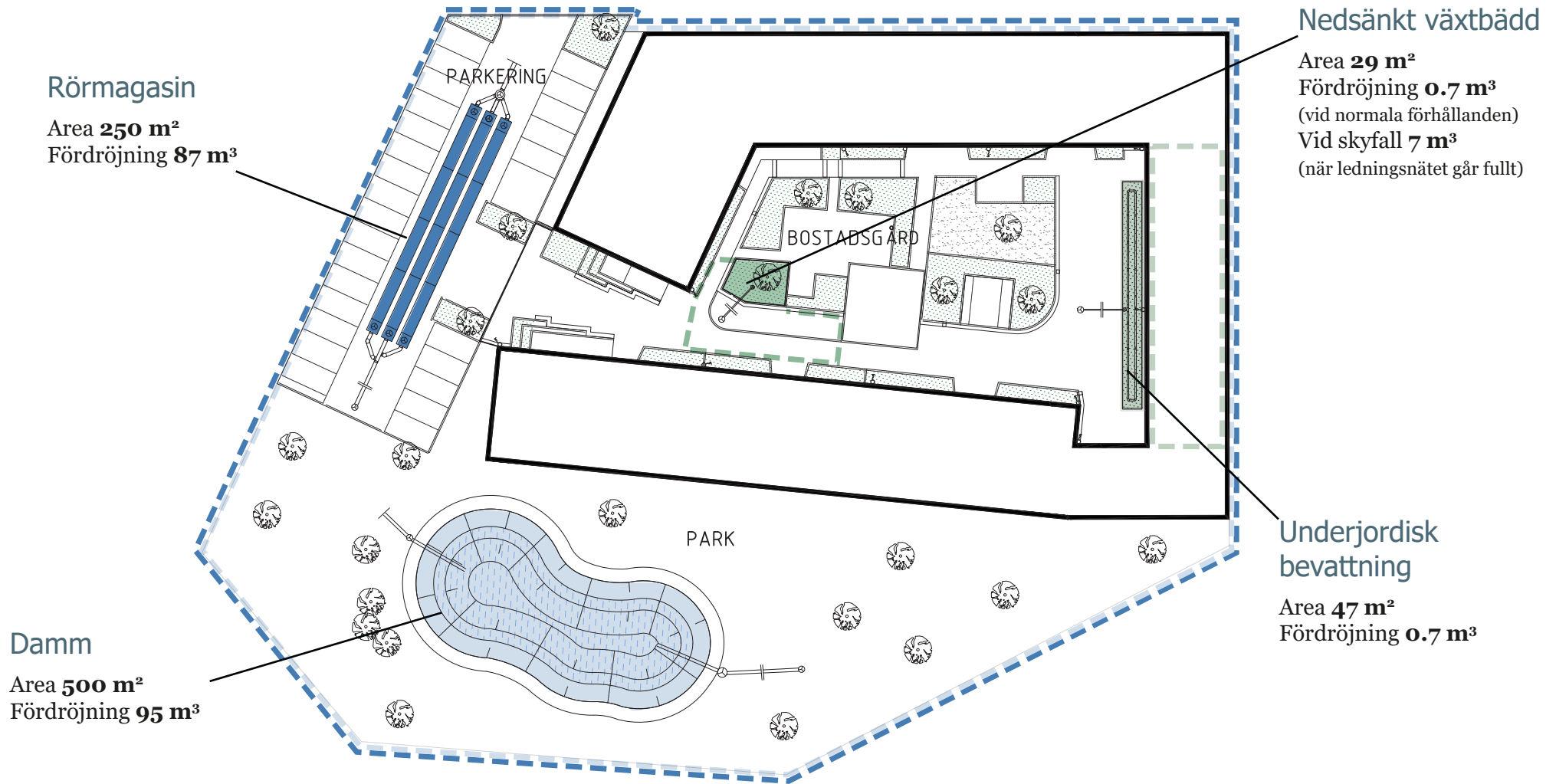
Beräkningarna i skedena A4 (Transporter till bygget) och A5 (Anläggning) är mer schablonmässiga då de är beroende av anläggningens geografiska läge, samt förutsättningarna hos en framtida entreprenör.

B-skedet, som innefattar bl a skötsel och utbyte av material (materialens livslängd,) är inte med i beräkningarna. I beräkningarna för nedsänkt växtbädd berör vi dock vegetationens kolupptag över tid.

## Vad räknar vi inte med

Vi har inte räknat klimatavtryck från förändrad markanvändning, till exempel om man måste ta ner vegetation i samband med anläggandet eller schakta bort kolrik mark. Observera att det är en viktig aspekt som man bör ta hänsyn till vid planering och projektering. Se mer under rubriken *Förluster av biogent kol vid markanläggning* sid 30.

# Klimatberäkningar på MUDs - Exempelgård



# Klimatberäkningar på MUDs - metodbeskrivning forts.

## Klimatdata till beräkningarna

För de delar där vi inte haft generiska klimatdata har vi tagit kontakt med leverantörer för att få specifika klimatdata. Det gäller till exempel lösningarna med underjordiskt rörmagasin och underjordisk bevattning. Vi har också varit i kontakt med flera olika leverantörer av växtsubstrat, för att få mer referensvärden till våra beräkningar och till klimatverktyget.

Se avsnittet *Klimatdata* sid 32 för mer info om klimatdata som används i beräkningarna.

## Transporter till bygget A4 - antagande och beräkningar

Utsläppsvärdet från transporterna beror av parametrar som är mer eller mindre välkända för projektet, och bygger därför på många antaganden. Lastens vikt och volym samt typ av fordon, körsträcka och bränsle är avgörande parametrar.

Vi har i beräkningar utgått från att transporterna av material sker med lastbil som drivs med 10% reduktionspliktig diesel. För antagna transportsträckor se *Schablonavstånd* sid 32.

## Anläggning A5 - antagande och beräkningar

Beräkningar utgår från typ av arbetsmoment, till exempel schakt. Det ger en viss typ av maskin, i det här fallet grävmaskin, med en specifik bränsleförbrukning. Mängden material ger sedan ett visst antal maskintimmar och därmed ett utsläpp.

I beräkningarna antar vi att samtliga maskiner drivs av HVO100. Vilka maskiner som används för respektive moment, samt vilken kapacitet de har för respektive material utgår från normala antaganden för en entreprenad.

Vi har bara räknat med jordschakt, dvs ingen bergschakt.

## Resultatet

När vi matat in alla värden och gjort antaganden så får vi ut det totala utsläppet mätt i kilo koldioxidkvivalenter (kg CO<sub>2</sub>e) utifrån de systemgränser vi valt.

Resultatet redovisas också per livscykelmodul, såsom produktskedet A1-A3, transporter A4 och anläggning A5.

Produktskedet redovisas uppdelat på *markmaterial* och *utrustning*. I markmaterial ingår fyllning, överbyggnadslager samt murar, trappor och kantstöd. I utrustning ingår normalt all markutrustning såsom möblering och staket. I dessa beräkningar utgörs utrustningen främst av brunnar, magasin och ledningar.

Räkneexemplen har väldigt olika storlek. Därför redovisar vi också en relativ påverkan per ytenhet i enheten CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>.

*Syftet med beräkningarna har inte varit att ställa de olika MUDsen emot varandra, utan att försöka förstå VAD i olika lösningar som orsakar höga utsläpp. Resultaten är i hög grad beroende av de antaganden vi gjort och kan avvika betydligt om man gör andra antaganden.*

## Om klimatberäkningar generellt

Klimatberäkningar innehåller osäkerheter och olika verktyg räknar på lite olika sätt i olika livscykelmoduler. Varje projekt är specifikt och data-tillgängligheten varierar för olika produkter och funktioner. Man tvingas att välja avgränsningar och bästa närmevärde.

I den här redovisningen skall man vara särskilt försiktig med att dra slutsatser från transportberäkningarna, i första hand därför att det geografiska läget för den fiktiva gården inte är definierat.

Generellt gäller att man inte skall lägga för stor vikt vid exakta siffror utan se till de stora dragen och typiska skillnader.

# Vad är mycket? - exempel på klimatavtryck

## *VAD ÄR MYCKET? - REFERENSSIFFROR*

Flygresa Sverige-södra Spanien t/r: ca 1 ton CO<sub>2</sub>e (Naturvårdsverket)

Konsumtionsbaserade utsläpp per svensk och år är ca 7,6 ton CO<sub>2</sub>e (Naturvårdsverket)

Boverkets förslag 2023 till gränsvärden för flerbostadshus: 375 kg CO<sub>2</sub>e/BTA, och för småhus 180 kg CO<sub>2</sub>e/BTA

*BTA= Bruttoarea m<sup>2</sup>, area av samtliga våningsplan*

## *RÄKNEEXEMPEL ANLÄGGNINGSPROJEKT*

Tidigare beräkningar som utförts med verktyget Klimatverktyg Landskap har gett resultat på utsläpp på allt mellan 15 och 200 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup> beroende av bl a på hur intensiv exploateringen varit, vilka material som används, samt hur mycket bevarad och nyplanterad vegetation som funnits i projektet.

*Utsläppsdrivande för anläggningsprojekt är normalt **stål, asfalt, betong, arbetsmaskiner** och **tunga transporter** (Klimatarena Stockholm)*

# Nedsänkt växtbädd för fördröjning (regnbädd) – räkneexempel

**Area: 29m<sup>2</sup>**

**Fördröjning:** 0,7m<sup>3</sup> (normal) 7m<sup>3</sup> (skyfall)  
(Se förklaring sid 15)

I räkneexemplet på nedsänkt växtbädd är den fördröjande funktionen prioriterad. Dagvattnet rinner direkt ner i växtbädden genom att omgivande markytor är höjdsatta med lutning mot bädden.

I växtbäddens övre del har vi kolmakadam som består av 85% makadam och 15% lika delar biokol och grönkompost. I botten av bädden finns ett lager med grövre makadam. Mellan de båda lagren finns ett materialskiljande lager av makadam med mindre fraktion. I botten läggs en geotextil som ska hindra allt för snabb infiltration. Runt växtbädden finns ett kantstöd av svensk granit som sätts i betong.

För bräddning finns en brunn i plast med kupolbeteckning av segjärn. En bit upp från botten läggs en dräneringsledning, för att låta vatten dämna i botten innan det dräneras av.

Utanför regnbädden har vi räknat med en ledning på sex meter för att koppla på ledningsnätet, och en brunn med tätt brunnslock av segjärn.

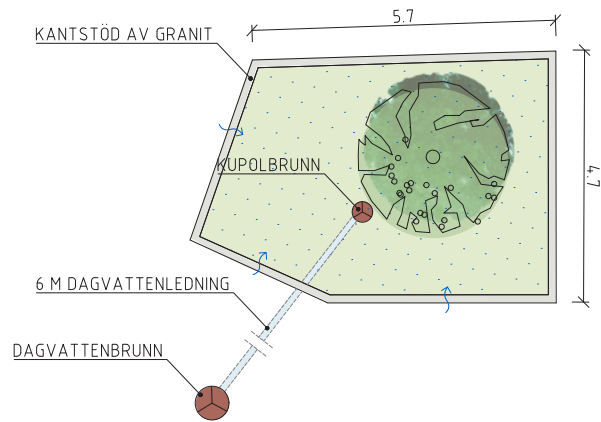
Vi räknar också med transport och plantering av ett medelstort träd, 5 år gammalt vid plantering\*) Vi antar att vi befinner oss i växtzon 3.



*\*)Vi har ej med klimatutsläpp för uppdrivningen av trädet i beräkningen.*

*Vi räknar inte heller med vare sig utsläpp eller upptag för lägre vegetation såsom buskar och perenner. Detta beror på alltför osäkra och motstridiga indata. Några osäkerheter är bl a hur stora klimatutsläpp uppdrivningen av växtmaterialet genererar, samt växtmaterialens livslängd, i förhållande till hur mycket växterna faktiskt kan lagra in.*

# Nedsänkt växtbädd för fördröjning - beräkningsunderlag

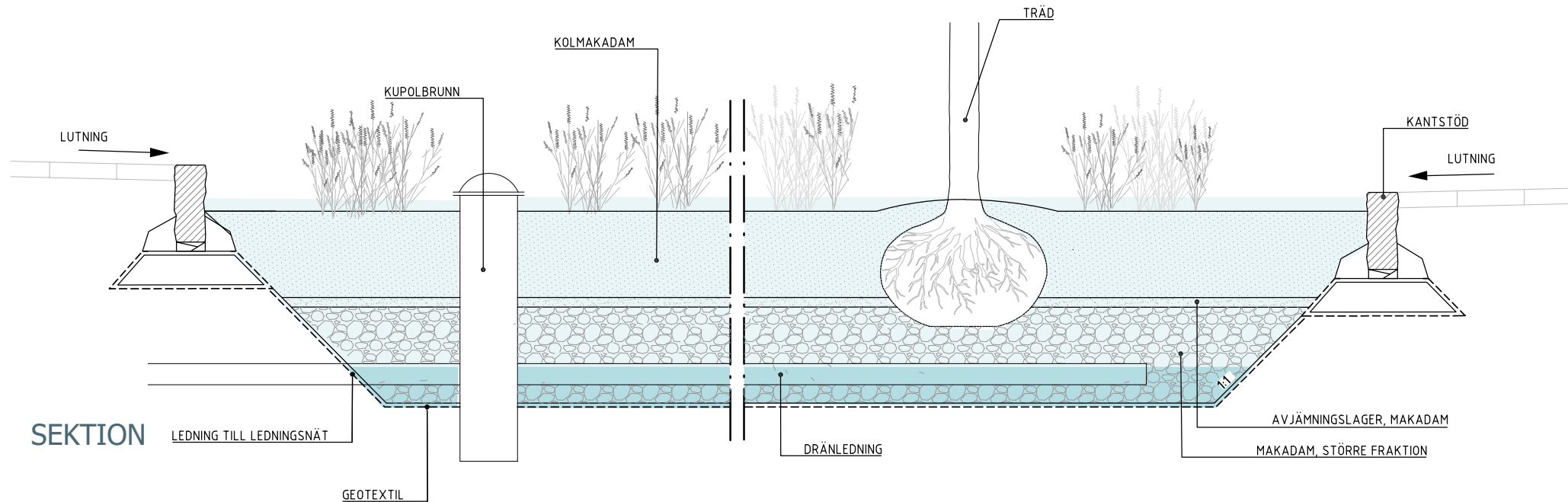


PLAN

Två fördröjningsvolymers redovisas: en för normalnederbörd och en för skyfall

Vid **normal nederbörd** kommer vattnet snabbt infiltrera i materialet och rinna mot botten. Fördröjningsvolymen blir då porvolymen i materialet mellan bottenytan och upp till dräneringsledningen. (Mörkare blå i sektionen)

Vid **skyfall**, då dräneringsledning och bottenmagasinet redan är fulla, så är fördröjningsvolymen porvolymen i materialet från dräneringsledningen och uppåt, samt volymen som ryms mellan kantstöd/brunn och överyta växtbädd. (Ljusare blå i sektionen)



SEKTION

# Nedsänkt växtbädd för fördröjning - resultat av beräkning

Klimatavtryck:

**Totalt: 1,5 ton CO<sub>2</sub>e**

**Relativ påverkan: 50 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**

## Produktskedet A1-A3

Markmaterialet i skede A1- A3 ger ett avtryck på ca 550 kg CO<sub>2</sub>e. Av det kommer nästan hälften av klimatavtrycket från kantstödet och betongen som kantstödet sitter i.

Själva växtbädden av kross och kolmakadam samt geotextil ger ett avtryck på drygt 200 kg CO<sub>2</sub>e kg. Grönkompost ger i förhållande till sin ringa mängd ett ganska stort avtryck, ca en fjärdedel av växtbäddens totala avtryck. (Vi redogör mer för orsaken under rubriken *Växtjordens klimatavtryck*, sid 19.)

Utrustningen i skede A1-A3 ger ett avtryck på drygt 200 kg CO<sub>2</sub>e. Utsläppen kommer till största delen från brunnar och ledningar av plast.

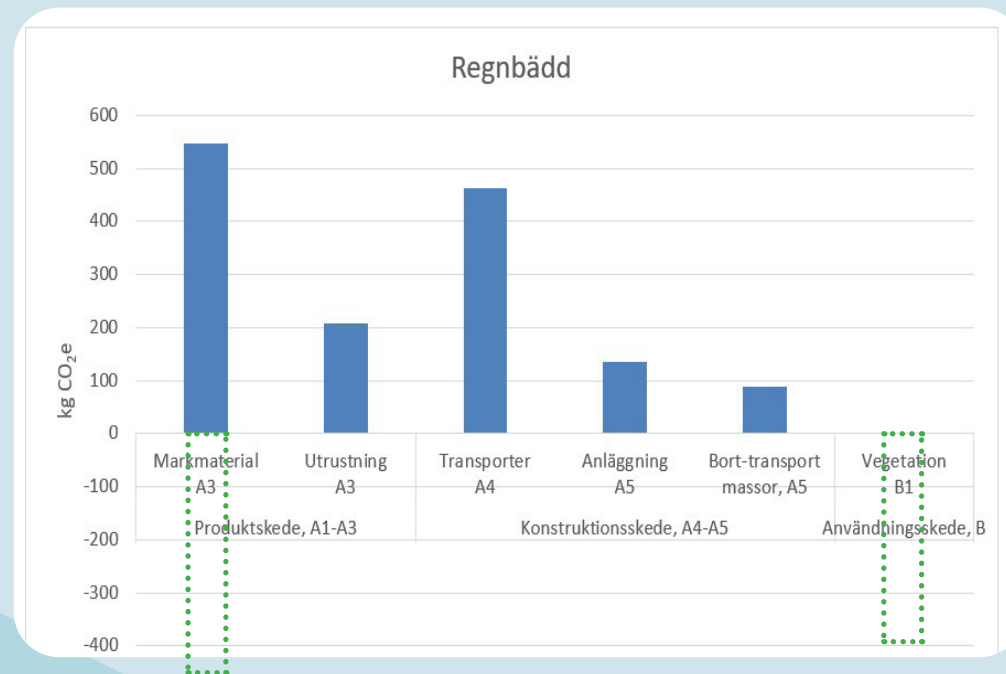
## Transporter A4

I våra beräkningar ger transporterna utsläpp på ca 450kg CO<sub>2</sub>e. Av detta kommer ca 80% från långväga transporter, med regionalt eller europeiskt schablonavstånd. (Schablonavstånd, se sid 32)

## Inlagring:

I det här exemplet redovisar vi också kolinlagring. (Se grönstreckade kolumner i diagrammet)

Biokolet kan ge en inlagring ca **450 kg CO<sub>2</sub>e \***.



Inlagringen i det planterade trädet kan enligt beräkningen bli ca **400 kg CO<sub>2</sub>e** om beräkningsperioden är 50 år. (Observera att inlagringen i biokolet och trädet inte är avdragna från växtbäddens totala utsläpp på 1,5 ton CO<sub>2</sub>e.)

## Vad kan ge ett större klimatavtryck?

- Kantstöd av kinesisk granit
- Kantstöd av betong
- Kantstöd av stål, eller andra delar av stål t ex rännor
- Dammduk i botten i stället för geotextil (om bädden behöver vara helt tät)

## Vad kan ge ett mindre klimatavtryck?

- Om lösningen kan göras utan dräneringsledning
- Om lösningen kan göras utan geotextil
- En tunnare växtbädd (kan dock bli sämre för växterna och bidrar till en mindre fördröjning av vatten)
- Om återbrukat material kan användas som växtsubstrat
- Om lösningen kan göras helt utan kantstöd

\*) För att kunna tillgodogöra sig kolsänkan i biokolet måste den vara verifierad. Se vidare på nästa sida

## Biokol, kolmakadam och pimpsten

### Alternativ beräkning med pimpstenjord:

Vi har en alternativ beräkningen med pimpstenjord i det översta lagret på den nedsänkta växtbädden istället för kolmakadam. Vi har då räknat med en substratblandning lämplig för regnbädd som innehåller 40% pimpsten, 30% sand, 20% grönkompost och 10% torv. (Motsvarar ungefär produkten *Hekla regnbädd*.)

Beräkningen avser en mängd på 10,5m<sup>3</sup> växtsubstrat.

Kolmakadamen i övre lagret ger i våra beräkningar ett utsläppsvärde på **ca 140 kg CO<sub>2</sub>e**, kolinlagringen ej medräknad. Pimpstensjorden får ett utsläppsvärde på **290-350 kg CO<sub>2</sub>e**, beroende på vilken klimatdata man använder.

Växtsubstratet med pimpsten gav alltså ungefär ett dubbelt så stort avtryck jämfört med kolmakadamen. Men andelen grönkompost och torv spelar stor roll. För båda växtsubstraten var det faktiskt grönkomposten som gav största klimatavtrycket.

Det totala avtrycket för regnbädden blir med pimpstenssubstrat **1,7 ton CO<sub>2</sub>e** istället för 1,5 ton CO<sub>2</sub>e.

**Biokol** framställs av växtbaserad råvara, till exempel av flis från skogsproduktion, genom pyrolys. Pyrolys är förbränning i hög temperatur i en syrefri miljö.

Biokol används i växtbäddar för att det anses ha flera goda egenskaper. Det kan dessutom fungera som en kolsänka, det vill säga ge en klimatpositiv effekt. Anledningen är att kolet i biokolet är väldigt stabilt bundet och bryts ner mycket långsamt till skillnad från det organiska material som det producerats av, som snabbare skulle förmultna och släppa ut koldioxid.

Enligt Biokolshandboken från Rest till Bäst brukar kolsänkan variera mellan 1-2,5 ton CO<sub>2</sub>e per ton producerad biokol när utsläppen från produktionen har räknats av. Siffran varierar bland annat beroende på vilken biomassa som använts och på hur produktionen sker. Biokol gjort på trädgårdsavfall och träpellets ger större kolsänka än om det t ex är alger och tång som använts. Det är generellt bättre ur klimatsynpunkt om restprodukter använts till biokol än jungfrulig biomassa. Det är också viktigt att värmen som produceras vid pyrolysen tas tillvara.

För att tillgodoräkna sig kolsänkan i biokolet måste den vara verifierad genom ett certifikat. I annat fall är kolsänkan troligen redan såld som en kolkredit. Certifikatet gör biokolet betydligt dyrare.

Allt biokol har inte tillräckligt bra kvalitet för att fungera i en växtbädd, till exempel kan halten tungmetaller och organiska föroreningar variera

beroende på ursprungsmaterial och pyrolysprocess. Ett sätt att säkerställa kvaliteten är att föreskriva certifierat biokol enligt European Biochar Certificate (EBC). För växtbäddar bör man minst ha EBC Agro.

**Kolmakadam** är blandning av makadam, biokol och grönkompost. Kolmakadam har en hög infiltrationskapacitet och kan infiltrera regn med hög intensitet. För att inte mindre intensiva regn ska rinna rakt ut på ledning krävs att eventuell dränering är dämnd eller strypt.

**Pimpsten** är ett vanligt växtsubstrat växtbäddar, och inte minst i regnbäddar.

Pimpsten har en struktur som liknar grus samtidigt som varje partikel har inre porer som kan hålla vatten. Det gör att ett substrat med pimpsten både har en hög infiltrationskapacitet och en hög vattenhållande förmåga, vilket är ovanligt i jord.

Precis som biokol används pimpsten i olika jordblandningar med olika sammansättning beroende på den önskade funktionen.

En av de största leverantörerna i Sverige av pimpsten till växtbäddar är Bara Mineraler. Pimpstenen som de säljer kommer från Islands mest aktiva vulkan, Hekla. Pimpstenen grävs ur marken vid en täkt liknande ett grustag och siktas sedan till olika fraktioner. Själva utvinningen av pimpsten verkar enligt den specifika klimatdatan vi tagit del av inte ge så stort klimatavtryck, utan större delen utgörs av transporten från Island till Sverige.

# Underjordisk bevattning - räkneexempel

Area: 47 m<sup>2</sup>

Fördröjning 0,7m<sup>3</sup>

Underjordisk bevattning nyttjar dagvatten genom att låta vatten stiga kapillärt genom växtbädden. I vårt exempel räknar vi med *Savaqrör*, en produkt med sektionindelade rör som ligger en bit ner i växtbädden. Vattnet leds via kapillärverkan till växtbädden och växterna med hjälp av absorberande specialväv. Systemet kan kopplas direkt till stuprörssystem och brunnar för hantering av dagvatten. Vid torr väderlek kan systemet fyllas manuellt eller automatiserat.

Savaqrören läggs i växtbäddens nedre del med ett avstånd på ca 60 cm mellan rören. I vårt exempel har vi räknat med att växtbädden, avsedd för buskplantering, är uppbyggd av växtjord A\*), tjocklek 600 mm. Andra växtjordar kan användas, men det bör vara jordar med god kapillärverkan\*\*).

Precis som för nedsänkt växtbädd har vi räknat med en ledning på sex meter för att koppla på ledningsnätet, och en brunn med tätt brunnslock av segjärn.

Vi räknar inte med något kantstöd i den här lösningen, då det inte är nödvändigt för dagvattenfunktionen. Dock är det vanligt att man behöver en avskiljande kant för att separera materialen, och för att hindra jorden att falla över kanten.

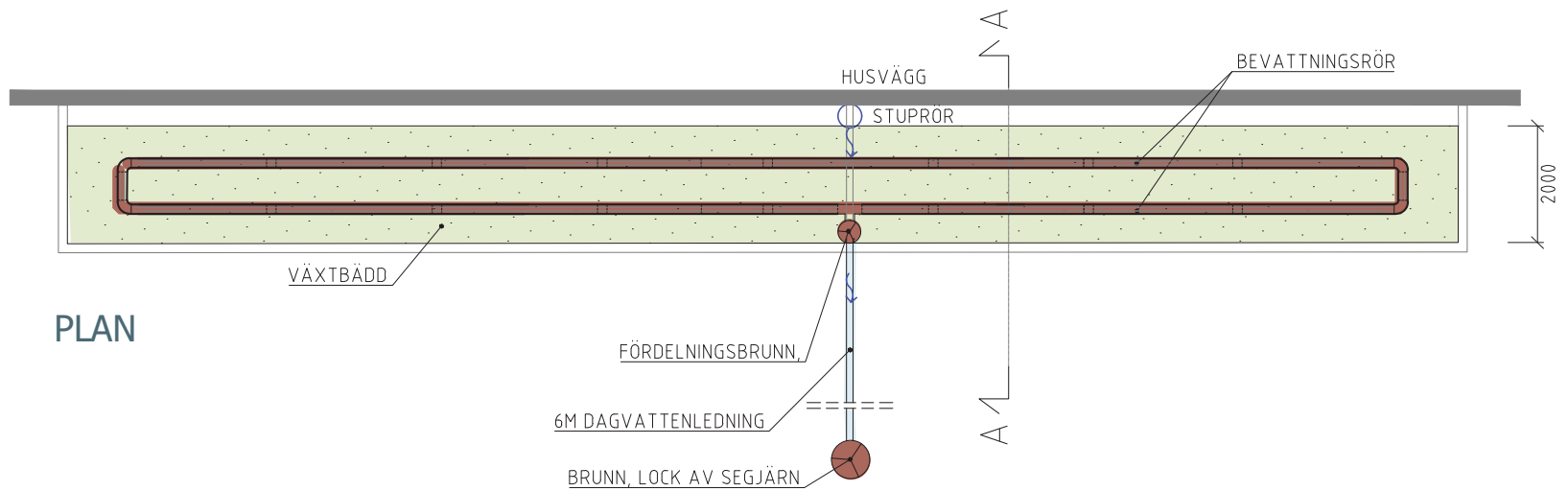
I det här exemplet räknar vi inte med vare sig klimatutsläpp eller klimatpåverkan från tillförd vegetation. Orsaken är att vi inte har tillräckligt tillförlitlig klimatdata gällande buskar och perenner.

\*) En jord definierad i AMA, som är utformad för normala utföranden och innehåller 5-15 % ler och 3-8 % mullhalt.

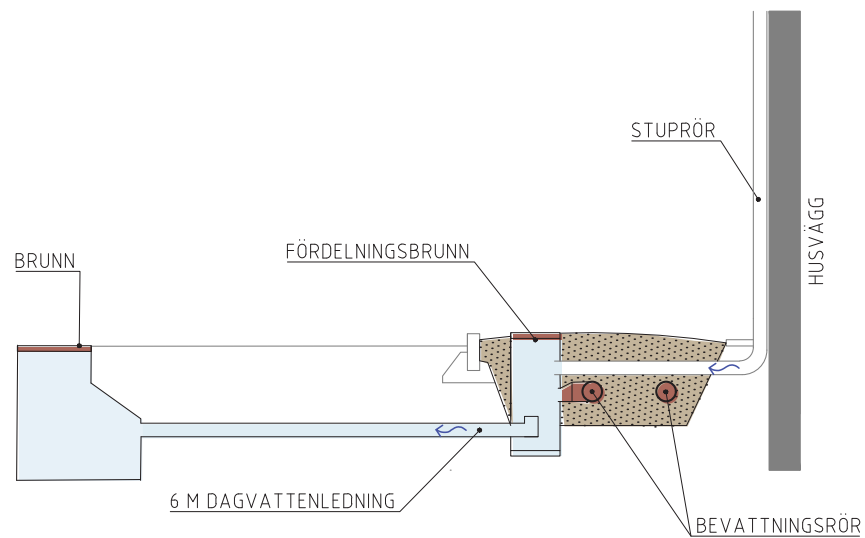
\*\*\*) Inom SODA -projektet har PonoVA gjort tester och mätt kapillära stig höjden i några olika jordar.



# Underjordisk bevattning - beräkningsunderlag



SEKTION A-A



# Underjordisk bevattning - resultat av beräkning

Klimatavtryck:

**Totalt: 2,9 ton CO<sub>2</sub>e**

**Relativ påverkan: 62 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**

## *Produktskedet A1-A3:*

Markmaterialet står för det största klimatavtrycket i beräkning, totalt ca 1900 kg CO<sub>2</sub>e. Av detta kommer nästan allting från växtjorden. (Det är det enda markmaterialet som används i denna anläggning, förutom lite kross till ledningsbädd och kringfyllning.)

Utrustningen har ett avtryck på drygt 300 kg CO<sub>2</sub>e. Savaqsystemet som räknas in under utrustning ger ett klimatavtryck på drygt 200 kg CO<sub>2</sub>e, resten är från övriga ledningar samt brunnar.

## *Transporter A4:*

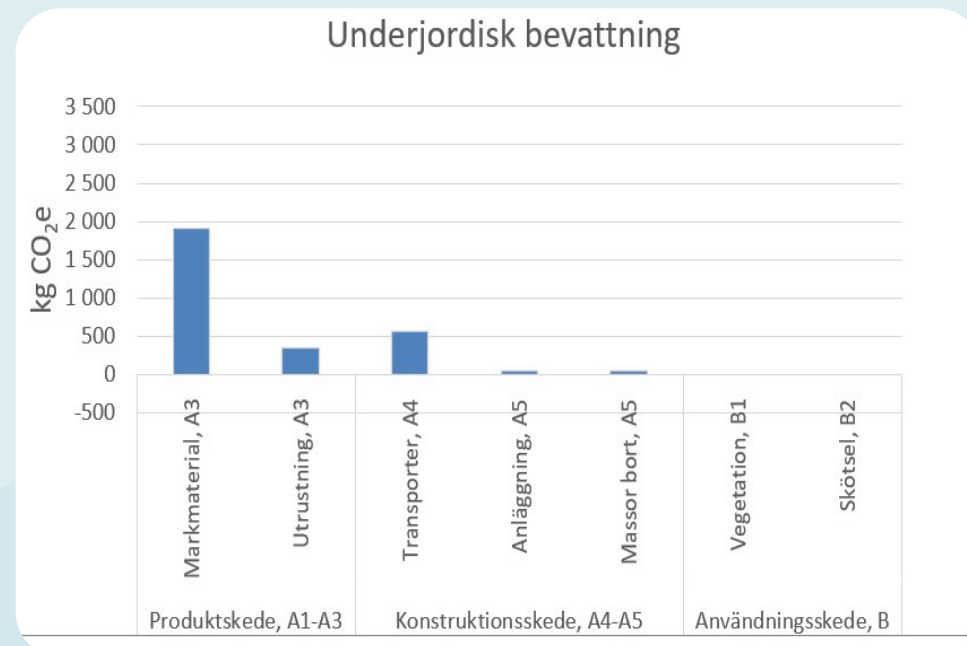
Transporterna ger ett utsläpp på knappt 600 kg CO<sub>2</sub>e. Ungefär två tredjedelar av det utgörs av transporter av Savaqsystemet som tillverkas i Polen.

## *Vad kan ge ett större klimatavtryck?*

- Om en kantsten runt plantering medräknats, jämför med nedsänkt växtbädd.

## *Vad kan ge ett mindre klimatavtryck?*

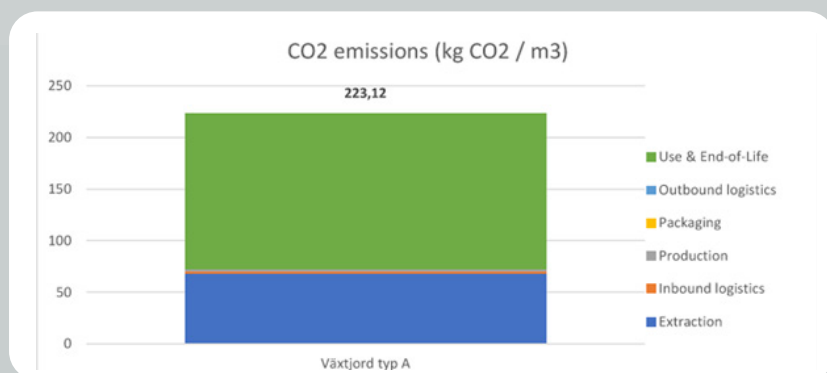
- Växtjord med mindre eller ingen andel torv eller grönkompost (se exempel nästa sida).



## Växtjordens klimatavtryck

För den underjordiska bevattningen har vi använt specifik klimatdata för växtjord typ A från Hasselfors. Växtjorden består av sand, torv och lera, samt kan innehåll lite kompost och bergkross.

Hasselfors tar fram specifik klimatdata\*) med hjälp av en livscykelanalys som heter PEF (Product Environmental Footprint).



I den specifika livscykelanalysen för växtjord typ A (se ovan) så blir klimatavtrycket ca **70 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>** för Extraction, Inbound Logistic och Production. Detta skede motsvarar produktionskedet A1-A3.

Räknar man med Use & End of Life vilket motsvarar användnings- och slutskedet B1-7 och C, så blir värdet mycket högre, drygt **220 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>** (se grön stapel ovan). Det beror på att torvens utsläpp när den oxiderar räknas in här. Även annan organisk jord (t ex kompost) oxiderar men skillnaden är att det skulle skett ändå, medan orörd torv i en torvmosse inte skulle ha gjort det i samma utsträckning.

Innehåll av grönkompost ger höga klimatavtryck enligt den specifika klimatdatan. Enligt Katja Kiviaho Nordström på Hasselfors beror det på hantering av komposten under tillverkningsfasen då den behöver läggas upp, krossas, vattnas, vändas flera gånger och siktas under komposteringsprocessen, vilket ofta utförs med dieselarbetsmaskiner. Precis som torven oxiderar komposten i användningskedet men det räknas inte med eftersom den processen skulle skett ändå, oavsett om materialet används i växtjord/växtsubstrat.

## Klimatavtryck med andra växtjordar till den underjordiska bevattningen

Nedan har vi räknat på alternativa växtbäddar till den underjordiska bevattningen utifrån specifik klimatdata från Hasselfors. Beräkningar avser en jordvolym på 25m<sup>3</sup>

- Hasselfors jord typ A, hela profilen (grundberäkningen): ca **1900 kg CO<sub>2</sub>e**
- Om Hasselfors jord typ A, 'Use&End of life' medräknad : ca **5700 kg CO<sub>2</sub>e**
- Om 40% Hasselfors mineraljord typ A + 60% Hasselfors jord typ A: ca **1200 kg CO<sub>2</sub>e**
- Om Hasselfors jord typ E, torvfri (men med grönkompost): ca **1000 kg CO<sub>2</sub>e**
- Om Hasselfors jord typ C med 40% pimpstensinblandning: ca **800 kg CO<sub>2</sub>e**

\*) Klimatdata för de olika jordarna varierar enligt Hasselfors beroende på produktionsplats. Det kan bli beroende på om maskinerna går på el eller diesel, på olika långa avstånd, eller på tillgången på återvunnet material.

# Magasin för fördröjning av dagvatten - räkneexempel

**Area: 250 m<sup>2</sup>**

**Fördröjning: 87 m<sup>3</sup>**

Magasin för fördröjning kan användas där man behöver fördröja stora mängder dagvatten. Storleken på magasinet kan anpassas efter volymen som behöver fördröjas. I vårt räkneexempel använder vi oss av stora rörmagasin i plast.

Rörmagasinet i vårt räkneexempel ligger under en gata med parkering. Magasinet är dimensionerat för att kunna fördröja 87 m<sup>3</sup> vatten, vilket skulle räcka för fördröjning av parkering, park, gård och tak vid 20 mm regn. Vattnet leds via brunnar till magasinet, som sedan bräddas ut på nätet när det är fullt. Dessa brunnar är inte med i beräkningen då vi antar de ändå skulle behövas, även utan magasin. De skulle då kopplas direkt på ledningsnätet.

I räkneexemplet är rörmagasinet uppbyggt av ett system från Uponor med tre rör med en diameter på 1,2 meter, och längd på drygt 26 m. Vi har fått uppgifter från leverantören om vilka övriga rördelar och brunnar som behövs i systemet och tagit med dessa i beräkningen.

Vi har lagt till en 12 meter lång ledning vid inloppet till magasinet, och en 12 meter ledning vid utloppet till en anslutningsbrunn.

Alla rör och brunnsdelar som vi räknat med är i plast, i polypropren (PP) eller polyetylen (PE) och kommer från Uponor. Uponors tillverkning sker i Fristad i Västergötland. Brunnslocken är i segjärn. I vår beräkning har vi med brunnslock från Ulefors, i Norge.

Vi har räknat krossmaterial till ledningsbädd och kringfyllning upp till överbyggnad för en körbar asfaltyta, både för magasinet och anslutande ledningarna och brunnar.

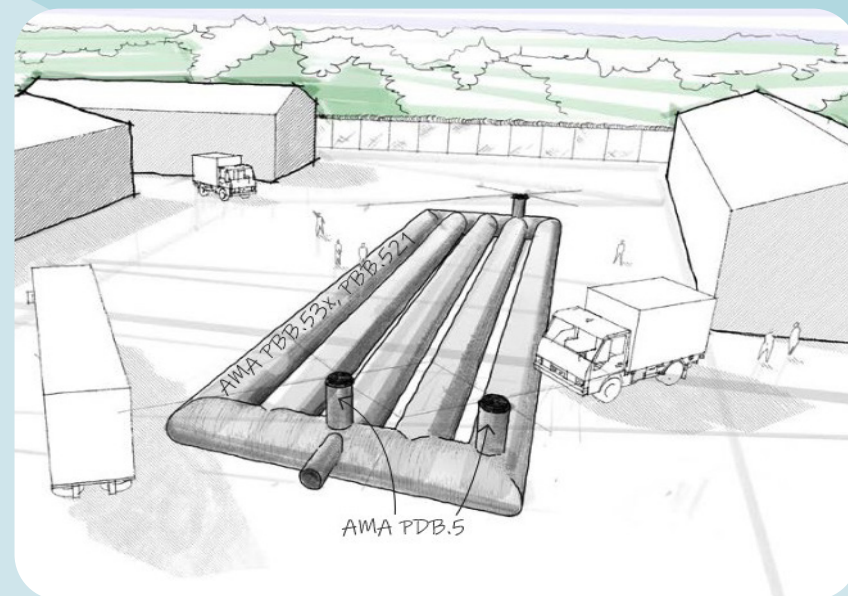
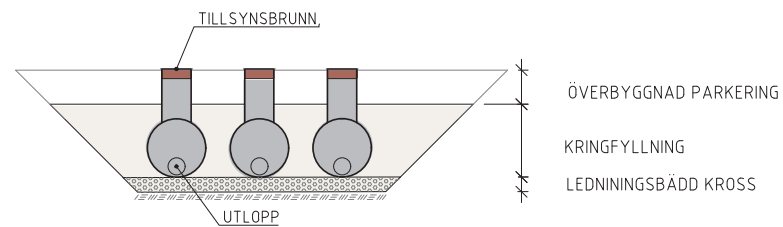
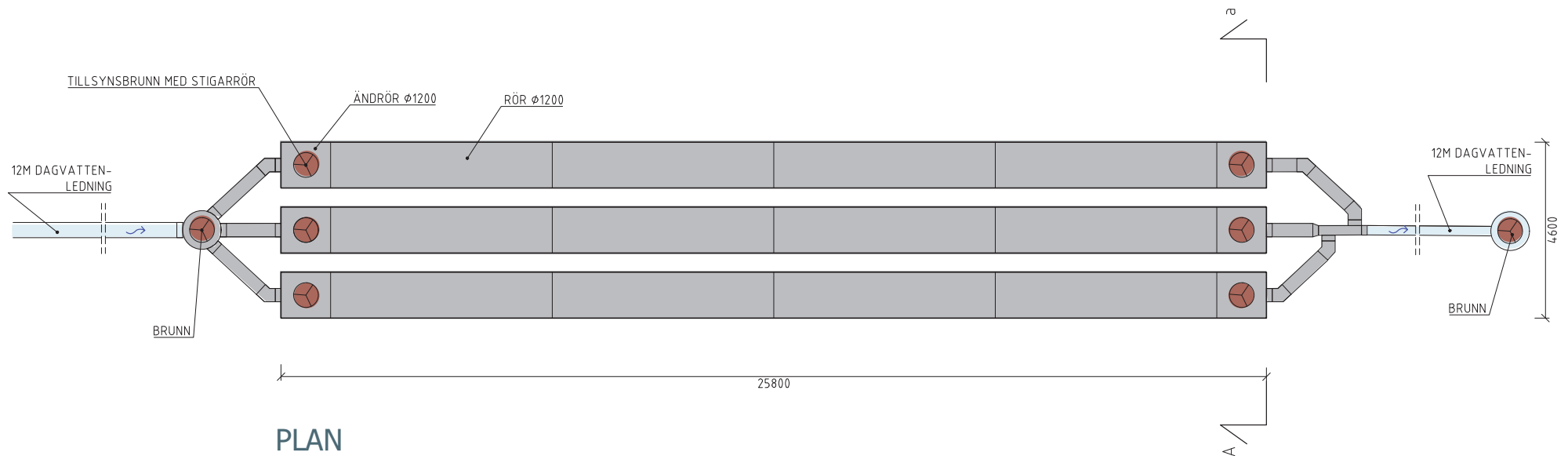


Illustration Sweco

# Magasin för fördröjning av dagvatten - beräkningsunderlag



SEKTION A-a

# Magasin för fördröjning av dagvatten - resultat av beräkning

Klimatavtryck:

**Totalt: 16 ton CO<sub>2</sub>e**

**Relativ påverkan: 64 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**

## Produktskedet A1-A3

Största posten står utrustningen för, nästan 9400 kg CO<sub>2</sub>e. Här ingår själva rörmagasinet, och alla brunnar och ledningar. Själva magasinet och dess ändror ger ett klimatavtryck på nästan 8000 kg CO<sub>2</sub>e. Återstående klimatavtryck är för anslutande ledningar och brunnar, samt brunnslocken.

Markmaterialet, dvs ledningsbädd och kringfyllning med bergkross (totalt 275 m<sup>3</sup>) ger ett klimatavtryck på ca 2000 kg CO<sub>2</sub>e

## Transporter A4

Transporterna ger klimatavtryck på ca 3700 kg CO<sub>2</sub>e. Här står transporten av utrustningen för den större delen, nästan 3400 kg CO<sub>2</sub>e. Anledningen är vi räknat med ett regionalt schablonavstånd, medan för krossprodukterna så räknar vi med ett lokalt schablonavstånd. (För schablonavstånd se sid 32.)

## Vad kan ge ett större klimatavtryck?

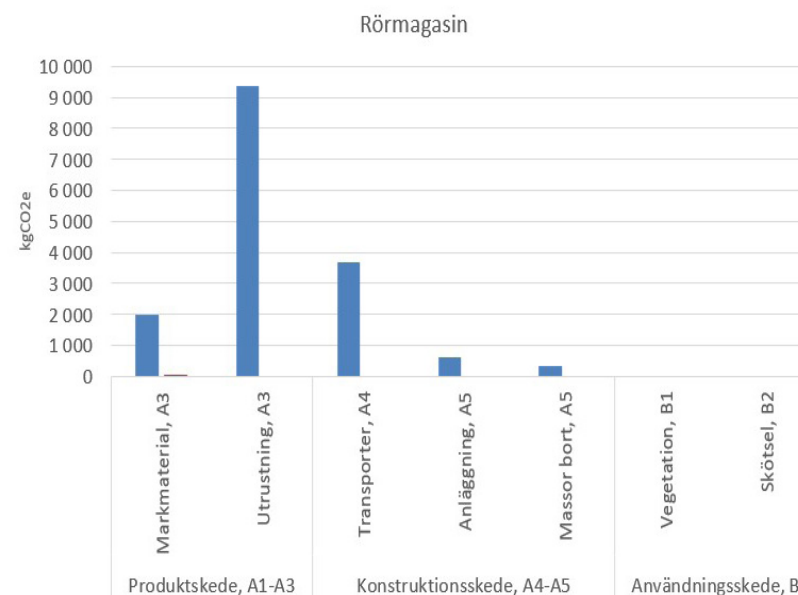
- Om rörmagasinet skulle läggas i en befintlig asfaltyta som behövde rivs och återställas.
- Om vi lägger till ett materialskiljande lager av geotextil i hela schaktbädden (Se exempel här intill).

## Vad kan ge ett mindre klimatavtryck?

- Om bortschaktat material uppfyller kraven för kringfyllning så att detta kan återbrukas som fyllning kring magasinet.
- Om bortschaktad massor kunde återbrukas någon annanstans inom projektet.

## Exempel med Geotextil

Om vi lägger till ett materialskiljande lager av geotextil (ca 300 m<sup>2</sup>) i hela schaktbädden för rörmagasinet så tillkommer ett klimatavtryck på ca 100 kg CO<sub>2</sub>e i beräkningen för skede A1- A3. Därpå tillkommer utsläppet från transporterna, vilket i stor grad påverkas av avståndet till produktionsplatsen.



# Krossprodukters klimatavtryck

Krossprodukter används mycket inom markanläggning, exempelvis som fyllning, överbyggnadslager och i ledningsbäddar, men också i växtsubstrat.

Krossmaterial hämtas vanligen från ett lokala bergtäkter/grustag, vanligtvis så nära projektplatsen som möjligt. I Sverige finns ca 1200 bergtäkter, ofta har de stora anläggningsföretagen egna lokala bergtäkter.

I bergtäkten sprängs och krossas berget och sorteras efter fraktioner. Dieselanvändandet i maskinerna verkar vara den största utsläppskällan vid produktionen.

De stora anläggningsföretagen har flera egna täkter som ofta var och en har en egen miljövarudeklaration med utsläppsvärde.

Trafikverket anger ett generiskt värde på 0,0040 kg CO<sub>2</sub>e/kg för samtliga krossprodukter vilket är ett konservativt värde som ofta ligger högre än specifik data hämtad från EPD:er från specifika bergtäkter.

I våra beräkningar använder vi Trafikverkets generiska värde för krossbäddar och för kringfyllning, men specifika värden (från NCC) för de olika makadamfraktionerna som vi har i växtbäddarna.

*Krossprodukter ger inte per mängdenhet så stort avtryck i produktskedet, men kan totalt ge stort avtryck då det oftast behövs stora mängder vid anläggningsarbete. Avståndet mellan täkt och byggarbetsplats är mycket avgörande för hur stora utsläppen blir.*



# DAMM - räkneexempel

**Area: 500 m<sup>2</sup>**

**Fördröjning: 95 m<sup>3</sup>**

I vår exempelgård har vi placerat en damm med en permanent vattenyta i en grönyta som ansluter till bostadsgården.

Dammen i räkneexemplet är precis som rörmagasinet dimensionerad för att kunna fördröja samtliga ytor vid ett 20 mm regn. Dagvattnet leds via ledning till dammen.

Dammen är utformad med flacka slänter. Botten tätas med en gummiduk. Duken kan uteslutas om man har en tät lerterrass. Ovanpå dammduken ligger ett sandlager på 50 mm, sedan 300 mm kross. Vattennivåerna (permanent samt högsta möjliga vattennivå) regleras med hjälp av en munkbrunn. Vid inloppet finns en sandfångsbrunn.

Vi har precis som för rörmagasinet räknat med en 12 m lång ledning vid inloppet till dammen och en 12 m ledning vid utloppet till en anslutningsbrunn. Vid har räknat med samma typ av ledningar och brunnar som för rörmagasinet.

För ledningar och brunnar räknar vi med ledningsbädd, kringfyllning och resterande fyllning upp till underkant växtbädd för ny gräsyta.

När vi räknat ut schaktvolymen har vi antagit att den befintliga markytan för dammen ursprungligen är helt plan.

*Ej med i beräkningen*

- Planteringar, exempelvis av vattenväxter och strandvegetation (växtlighet i dammar fyller viktiga funktioner för rening, biologisk mångfald och ger estetiska värden)
- Stängsel (för att tex förhindra barn att falla i dammen)

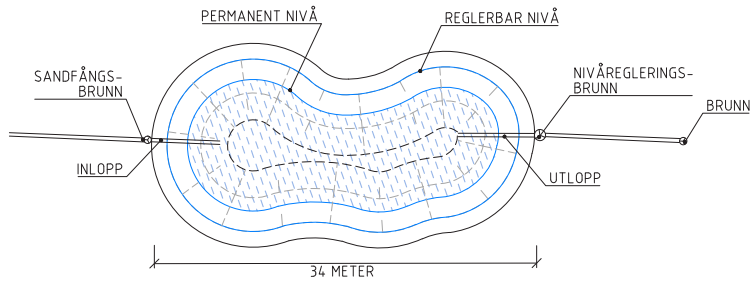


Damm med flacka slänter, likt den i räkneexemplet.

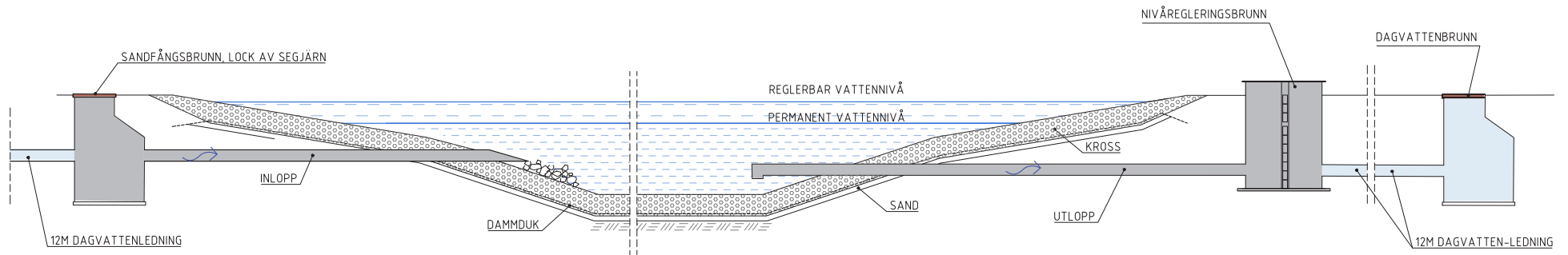


Damm vid Polacksbacken , Uppsala. Observera att ett sådant utförande med stål och betongkonstruktioner skulle ge ett helt annat klimatavtryck än det i beräkningsexemplet.

# DAMM - beräkningsunderlag



PLAN



LÄNGDSEKTION

# DAMM– räkneexempel

Klimatavtryck:

**Totalt: 6,1 ton CO<sub>2</sub>e**

**Relativ påverkan: 12 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**

## Produktskede A1-A3

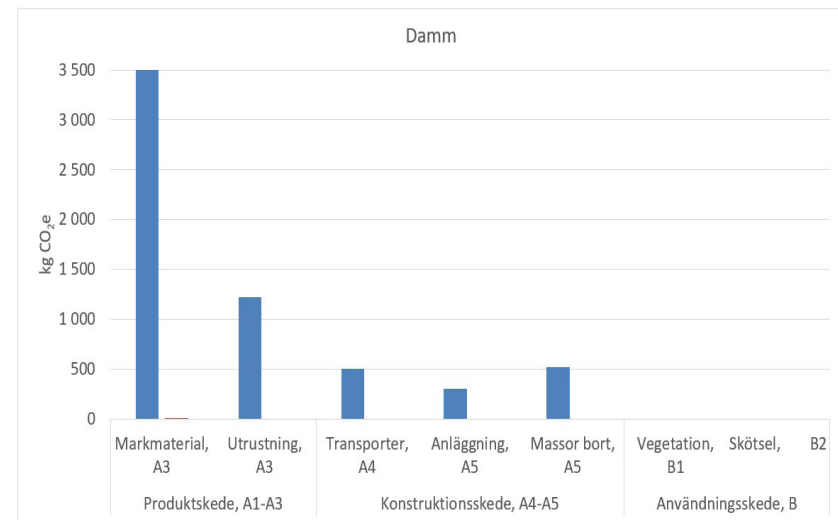
Markmaterialet ger det högsta avtrycket i denna beräkning på 3500 kg CO<sub>2</sub>e. Här står bergkross och sand (totalt 240 m<sup>3</sup>) för 1700 kg CO<sub>2</sub>e medan dammduken (500 m<sup>2</sup>) står för nästan 1900 kg CO<sub>2</sub>e.

Utrustningen ger ett avtryck på ca 1200 kg CO<sub>2</sub>e. Här ingår brunnar och ledningar av plast och brunnslock av segjärn.

## Transporter A4

Transporterna ger ett avtryck ca 500 kg CO<sub>2</sub>e. Transport av krossmaterialet står för största delen utsläppet med ca 290 kg CO<sub>2</sub>e. Transporten av brunnar och ledningar ger ett avtryck på ca 220 kg CO<sub>2</sub>e.

Borttransporten av massor ger ett avtryck på drygt 500 kg CO<sub>2</sub>e.



## Vad kan ge ett större klimatavtryck?

- Om delar av dammkonstruktion görs med betong.
- Kompletteringar och utsmyckningar av stål och betong, exempelvis stängsel, broar, bryggor. (Se exempel på damm i Uppsala, sid 24.)
- Tjockare bottenbeläggning. (Kan krävas för att undvika t ex grundvattenupptryckning.)
- Växtmaterial och växtbäddar. (Vilket vore önskvärt att ha för funktionens skull. Växter bidrar också med kolinlagring.)
- Om man behöver ta bort befintlig vegetation eller schaktar bort kolrik mark. (Se räkneexempel med fällda träd på sid 29.)

## Vad kan ge ett mindre klimatavtryck?

- Om dammen kan anläggas utan dammduk.
- Om bortschaktat material uppfyller kraven för kringfyllning och återfyllning så att detta kan återbrukas, eller om massorna kan återanvändas på annat sätt inom projektområdet.

## Klimatavtryck - rivning av träd

Som tidigare tagits upp ingår inte koldioxidförluster på grund av ändrad markanvändning i uträkningarna. Nedan visas dock ett räkneexempel för avverkning av träd.

I klimatkalkyl Landskap kan man räkna på kolinlagring i exempelvis träd utifrån klimatdata från FutureBuilt, en norsk beräkningsmetod. Om vi antar att det för att anlägga dammen behöver fällas tio medelstora träd (brösthöjddiameter 40 cm, normal tillväxttakt, odlingszon 3) blir förlusten av inlagrat kol i träden motsvarande **ca 2 ton CO<sub>2</sub>**.

På en beräkningsperiod på 50 år blir förlusten ytterligare **12 ton CO<sub>2</sub>**, på grund av man går miste om trädens framtida potentiella kolinlagring. Beräkningen gäller bara träden, inte kollager i övrig vegetation och mark.

(Se också avsnitt *Förluster av biogent kol vid anläggning* sid 30)



# Sammanfattning - beräkningar

## Rörmagasin

Area **250 m<sup>2</sup>**  
Fördröjning **87 m<sup>3</sup>**

Klimatavtryck **16 ton CO<sub>2</sub>e**  
Relativt avtryck **64 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**

## Damm

Area **500 m<sup>2</sup>**  
Fördröjning **95 m<sup>3</sup>**

Klimatavtryck **6.1 ton CO<sub>2</sub>e**  
Relativt avtryck **12 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**

## Nedsänkt växtbädd

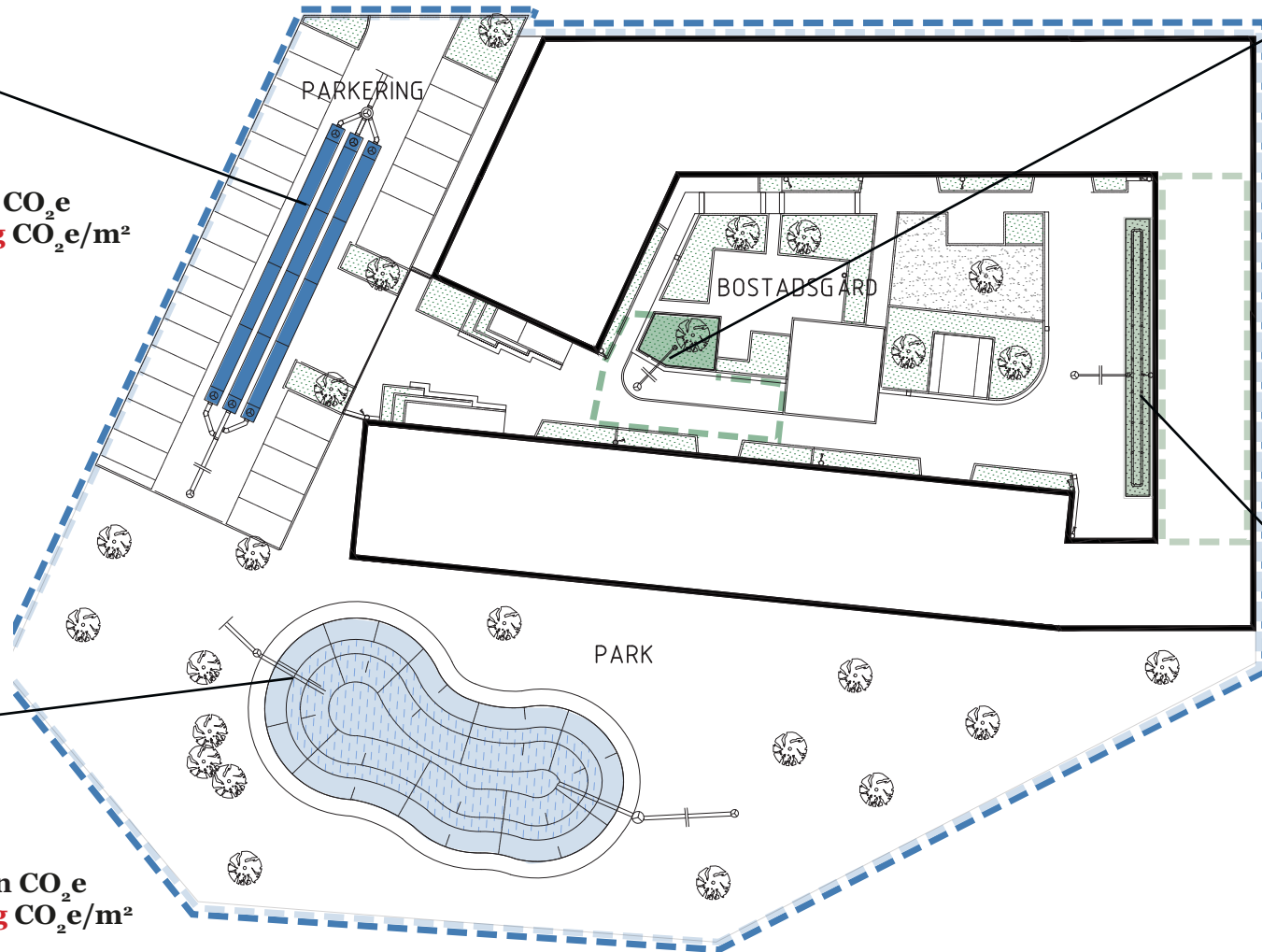
Area **29 m<sup>2</sup>**  
Fördröjning **0.7 m<sup>3</sup>**  
Vid skyfall **7 m<sup>3</sup>**

Klimatavtryck **1.5 ton CO<sub>2</sub>e**  
Relativt avtryck **50 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**

## Underjordisk bevattning

Area **47 m<sup>2</sup>**  
Fördröjning **0.68 m<sup>3</sup>**

Klimatpåverkan **2.9 ton CO<sub>2</sub>e**  
Relativt avtryck **62 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>**



0 10 M 20 M  
SKALA 1:200 (A1)

## Slutsatser - beräkningar

**Beräkningarna i detta arbete kan sammanfattas i att rörmagasin, nedsänkt växtbädd och underjordisk bevattning har alla ett liknande klimatavtryck per kvadratmeter på mellan ca 50-65 kg CO<sub>2</sub>e /m<sup>2</sup>. Dammen skiljer sig från övriga genom att ha ett betydligt lägre relativt klimatavtryck.**

Att dammen får ett lägre klimatavtryck beror sannolikt på att den enkla dammen i vårt räkneexempel kräver minst materialåtgång per ytenhet. Hade det varit en damm med konstruktioner av stål och betong så hade siffrorna varit annorlunda. Jämför med hur stor påverkan kanstödet fick för den nedsänkta växtbädden.

Växtbäddar av producerad växtjord visade sig ha ganska stora klimatavtryck. När det gäller växtbäddar var det slående att det blev stor skillnad mellan olika substrat särskilt avseende innehållet av torv och grönkompost. Det finns därmed mycket att vinna på om befintlig jord kan återbrukas, så att man får ner mängden producerad jord.

Som tidigare tagits upp så bygger beräkningarna av transporter mycket på antaganden. Det som dock är tydligt är att körstäckorna naturligt nog spelar stor roll. De största klimatavtrycken från transporter har vi fått då vi räknat med långa avstånd, t ex när produkter behöver fraktas från en producent i Europa.

När det gäller tunga transporter, t ex krossmaterial, har även kortare avstånd betydelse då materi-

alet är så tungt och det är svårt att samköra med andra leveransar. Även här har man mycket att vinna på om massor kan återbrukas på plats.

När det gäller transporter och arbetsmaskiner räknar vi med att alla fordon går på diesel. Resultat skulle förstås bli annorlunda om man i stället använder sig av eldrivna fordon.

### *De största klimatavtrycken i beräkningarna:*

- Rör, magasin och brunnar i plast, dammduk
- Producerad växtjord som innehåller torv och/eller grönkompost
- Anläggningskompletteringar, exempelvis kantstöd med motstöd i betong
- Långväga transporter (exempelvis av rör, brunnar och geotextil)

*Alla värden är beroende av flera parametrar, varav vissa är okända och bygger på antaganden. Den exakta utformningen av de olika dagvattenlösningarna med materialval etc har stor inverkan på klimatavtrycket. Alla värden i rapporten ska läsas om uppskattade närmevärden.*

# Förluster av biogent kol vid markanläggning

Vid klimatberäkningar har fokus ofta legat på klimatpåverkan från byggmaterial och energianvändning under uppförande. Under senare år har intresset ökat för att även inkludera effekter relaterade till biogent kol, särskilt förändringar i kolinnehåll och kolinlagring som uppstår när mark och vegetation omvandlas i samband med markarbeten.

Biogent kol består av tre huvudsakliga kolpooler:

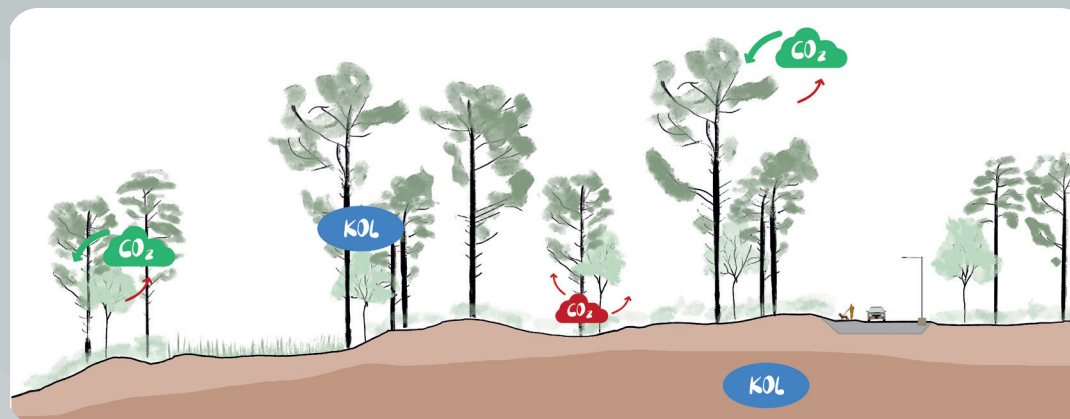
- Biomassa ovan mark som finns i träd och annan vegetation
- Biomassan under mark, dvs rotsystem
- Markkol, vilket består av organiskt och oorganiskt kol som lagras i jorden

Det biogena kolet finns alltså inlagrat i både vegetation och i mark, i olika stor mängd beroende på typ av mark och typ av vegetation.

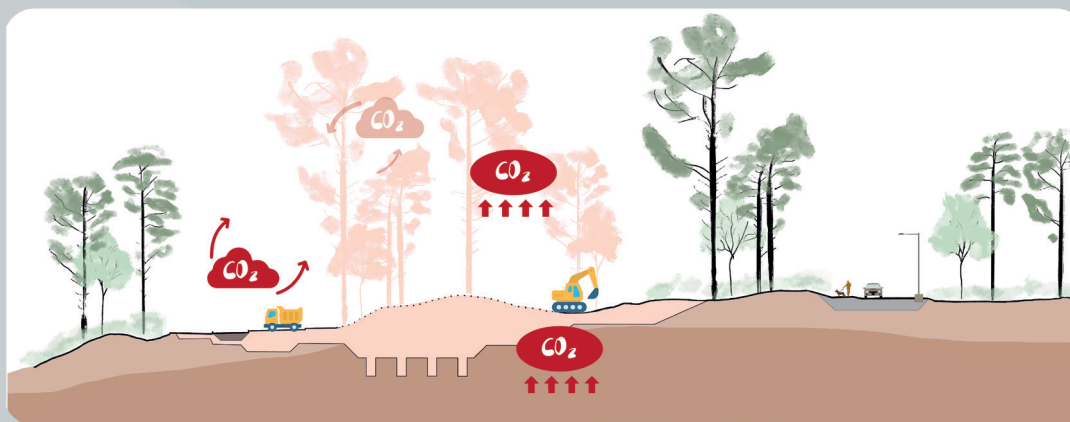
**Vid anläggning i naturmark eller på annan grön mark påverkas samtliga kolpooler.** Man kan enkelt säga att kolsänkor går förlorade när vi avverkar eller schaktar i marken.

Mark och schaktmassor får större exponering för luftens syre och nedbrytningsprocessen påskyndas vilket avger koldioxid.

Om vi behöver fälla träd och ta bort markvegetation blir det också kolförlust. Både utifrån det kol som lagrats in i vegetationen med hjälp av fotosyntesen, men också förlusten av dess nuvarande och framtida koluttagningsförmåga.



Vegetation tar upp koldioxid med hjälp av fotosyntesen. Kol inlagras i biomassan och så småningom också i marken. Vid nedbrytning och cellandning återgår en del av kolet till atmosfären som koldioxid.



Vid schaktning och avverkning är det stor risk att det inlagrade kolet både i mark och i vegetation frigörs. Man går också miste om vegetationens framtida inlagring.

Hur stor förlusten blir beror på vad som händer med det som tas bort. Om fällda träd återanvänds som långlivade trädprodukter så förlängs tiden då kolet är bundet jämfört med om det går direkt till förbränning för att bli t ex fjärrvärme.

I ett projekt inom SBUF (Svenska byggbranschens utvecklingsfond) gjordes en genomgång av studier, rapporter, modeller och befintliga verktyg

som visar att det finns flera ansatser för att inkludera biogent kol i klimatberäkningar (Exempelvis i Klimatverktyg Landskap). Dock finns ingen standardiserad metodik i dagsläget.

*(Källa: Klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning. 2024, rapport från SBUF.)*

# Slutord

## Vad behöver utredas vidare

I det här arbetet har vi räknat väldigt lite på vegetationens klimatpåverkan, både vad gäller utsläpp kopplade till uppdrivning och för kolupptag.

För att underlätta för den typen av beräkning vore det önskvärt med fler jämförande studier för att räkna på kolupptag i perenner, buskar, gräsytor.

Något vi också efterfrågar är mer klimatdata för uppdrivning av växter i plantskola, det vill säga vilket klimatavtryck uppdrivna plantorna har i skede A1- A3.

Det vore också önskvärt med mer samordnade metoder för att räkna på att kolförluster från mark och vegetation vid ändrad markanvändning.

Något vi berört i detta arbete är klimatavtrycket från olika typer av växtjord, samt växtjordens beståndsdelar. Här efterfrågar vi mer generiska klimatdata som jämförelse till den specifika klimatdatan som producenterna bidrar med.

Det vore också intressant att närmare undersöka utsläpp i användarskedet B när det gäller markanläggningar, t ex utsläpp som sker vid driften av en anläggning. Även att närmare undersöka materialens och anläggningarnas livslängd vore önskvärt, t ex när det gäller växtbäddar och vegetation.

## Slutligen

När man klimatberäknar märker man snabbt att ett enkelt sätt att få ner utsläppen är att göra så lite som möjligt, att minimera materialåtgång och arbete.

Det är dock inte alltid man kan eller bör göra minimala lösningar. Det finns andra hållbarhetsaspekter, funktioner och värden att ta hänsyn till, till exempel biologisk mångfald, klimatanpassning, rening av dagvatten samt sociala, rekreativa och estetiska värden för brukarna av en anläggning.

Men vi befinner oss i en klimatkris och för att sänka klimatavtrycken så måste vi vända på alla stenar. Det är därför **viktigt att göra medvetna val utifrån ett klimatperspektiv vid planering, projektering, anläggning och förvaltning**. Det kan klimatberäkningar hjälpa oss med.

## Tänk på att:

- Bevara befintlig mark och vegetation så långt som möjligt.
- Begär trovärdiga uppgifter om klimatpåverkan t.ex i form av EPDer. Det hjälper även producenterna att vidta åtgärder för att minska utsläppen från sina produkter och tjänster.
- Inte använda mer material än vad som är motiverat utifrån funktion och behov.
- Inte överanvända stål, betong och plast.
- Välja lokala producenter/leverantörer för att minska transportbehov.
- Återbruka massor och växtjord om möjligt.
- Se till att växterna mår bra för maximal kolupptagning.

# Klimatdata och schablonavstånd till beräkningar

## Klimatdata

(Observera att enheterna kan vara olika: CO<sub>2</sub>e/kg, CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>, CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>)

### Generiska klimatdata - Markmaterial

Krossbädd, kringfyllning, Trafikverkets generiska (konservativa) klimatdata för bergkross : 0,0040 kg CO<sub>2</sub>e/kg

Resterande fyllning, Trafikverkets generiska klimatdata för tillfört jordmaterial: 0,0003 kg CO<sub>2</sub>e/kg

Motstöd av betong , Trafikverket generiska klimatdata

Biokol, generisk klimatdata uttolkat från Elias Azzi Doktorandarbete KTH

Torv, generisk klimatdata uttolka från Elias Azzi Doktorandarbete KTH

### Specifika klimatdata- Markmaterial

Sand, EPD från NCC, 0,0043 kg CO<sub>2</sub>e/kg

Makadam med specifika fraktioner, EPD från NCC

Dammduk, EPD dammduk i gummi (1mm tjock, 700g/m<sup>3</sup> ) från SealEco, 3,72 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Produceras i Värnamo

Geotextil, EPD geotextil 167 g/m<sup>2</sup> från BTT SA Technical Textile, 0,347 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>. Produceras i Belgien

Kantstöd av svensk granit, EPD Naturstenskompaniet.

### Växtjordar, Specifik klimatdata från Hasselfors

Växtjord typ A, PEF, 73 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

Växtjord typ E zero, PEF, 41 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

Växtjord typ C (40% pimpsten) PEF, 33,5 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

Mineraljord typ A, PEF, 12 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

Grönkompost, uttolkat ur specifik klimatdata från Hasselfors, PEF, 74kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup>

Pimpsten, uttolkat ur specifik klimatdata från Hasselfors, PEF, 27kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>

### Specifik klimatdata: Ledningar och brunnar i plast. (PP = Polypropen, PE = Polyeten)

Dagvattenledningar till samtliga system (PP):EPD Ultra Classic och Ultra dubbel pipe, 2,11 kg CO<sub>2</sub>e/kg Tillverkare Uponor, Fristad nära Borås.

Dagvattenbrunn (PP) rörmagasin inkl. alla tillhörande delar (PP)EPD IQ Storm water pipe. 2,06 kg CO<sub>2</sub>e/kg Tillverkare Uponor, Fristad nära Borås.

Dräneringsledning i regnbädd (PP):EPD Buliding drainage Pipes: 1,48 kg CO<sub>2</sub>e/kg Tillverkare Pipelife, Ljung närmsta ort Vårgårda.

Weholite i munk/nivåregleringsbrunn för damm (PE) EPD Weholite, 1,84 kg CO<sub>2</sub>e/kg. Tillverkare Uponor, Fristad nära Borås.

SAVAQ ledning (PP) EPD K2-Drainage pipes , 2,983 kg CO<sub>2</sub>e/kg

SAVAQ muffar mm (PP) EPD K2-Kan sewer fittings 2,369 kg CO<sub>2</sub>e/kg . Tillverkas av PP. Tillverkare Kaczmarek, Polen

### Specifik klimatdata, Brunnslock i segjärn

EPD, Ulefos och Furnes, segjärn, 0,304 kg CO<sub>2</sub>e/kg

### Kolinlagring i Träd – Future Built, Norge

## A4 Transporter - schablonavstånd

Vi har använt oss med schablonavstånd i beräkningar enligt nedan för de olika materialen och produkterna.

**Lokal kort 30 km:** kross, sand, fyllningsjord (resterande fyllning)

**Lokal längre 50 km:** färdiga jordblandningar (typ Hasselfors), grönkompost

**Regional 600 km:** Dagvattenledningar, brunnar, rörmagasin, biokol, brunnslock, dammduk kantstöd, betong, torv, pimpsten (transporten från Island är redan medräknat i klimatdatan från EPD-blad)

**Europa 1000 km:** Savaqsystem, geotextil, träd

Samtliga sträckor räknas som tur och retur, dvs utsläppsvärdena är för dubbla sträckan.

# Källor, inspiration och stöd

## *Litteratur*

”Klimatpåverkan från markarbeten och markförstärkning” SBUF, K. Lindberg, T. Malmqvist, M. Kaneteg, X-L. Pang 2024

”Minska klimat påverkan i anläggningsprojekt” Klimatarena Stockholm, 2025

”Hur grönt är ett stadsträd”, examensarbete SLU, Erik Lind 2019

”Biokolshandboken”, REST till BÄST, <https://biokol.org/publikationer/pdf/biokol-handboken-for-producenter>

## *Föreläsningar, teamsmöten, samtal, mailkontakt:*

Föreläsning av Elias Sebastian Azzi, doktorand på KTH, 2021.

Teamsmöte med Elias Sebastian Azzi 12 maj 2021,

Katja Kiviaho Nordström, Hasselfors Garden  
Bengt Syren, Bara mineraler  
Christian Larsson, Uponor  
Simon Holst, Ponova

Anna Pettersson Skog, RISE  
Frida Gissen, Sweco  
Fredrika Thomasdotter, Sweco  
Kerstin Teutsch, Teutsch Landskapsarkitekter AB

Övriga deltagare i SODA steg 3