

EXAMENSARBETE ACEX20

Regnrabatter för hållbar och innovativ behandling av mikroplaster

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Linn Björk Filander

Alice Hultin

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Vatten Miljö Teknik

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, 2022

Regnrabatter för hållbar och innovativ behandling av mikroplaster

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet

Samhällsbyggnadsteknik

Linn Björk Filander

Alice Hultin

© LINN BJÖRK FILANDER, ALICE HULTIN, 2022

Examensarbete ACEx20

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Chalmers tekniska högskola 2022

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik

Avdelningen för Vatten Miljö Teknik

Chalmers tekniska högskola

412 96 Göteborg

Telefon: 031-772 10 00

Regnrabatter för hållbar och innovativ behandling av mikroplaster

*Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet
Samhällsbyggnadsteknik*

LINN BJÖRK FILANDER

ALICE HULTIN

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik
Avdelningen för Vatten Miljö Teknik
Chalmers tekniska högskola

SAMMANFATTNING

I dagsläget finns det bristande kunskaper kring mikroplaster, deras spridning i regnrabatter samt klimatpåverkan från materialen i regnrabatterna. I detta examensarbete studerades utformningen av redan befintliga regnrabatter vid fyra olika lokaler: Kviberg, Litteraturgatan, Bulycke och Alelyckan. I de olika regnrabatterna studerades mikroplaster i dagvatten från trafik, byggnader och återvinningscentral. De mikroplaster som analyserades var PVC, PET, PS, PE, PP, PMMA, PA6, PC, NG och SBR. Materialen i regnrabatterna studerades vidare för att slutligen föra en diskussion kring reningseffektivitet och klimatpåverkan. Metoden som användes för att studera mikroplaster är jordprovtagning och de uttagna jordproverna analyserades av laboratoriet SGS Group. För att utvärdera regnrabatterna ur ett klimatperspektiv utfördes en förenklad LCA-analys.

Resultatet på Litteraturgatan påverkades av en byggarbetsplats. Den mikroplast som förekom i höga halter var PVC och reningsprocessen tycks vara relativt bra. LCA-analysen redovisade att regnrabatten vid Litteraturgatan orsakade näst störst mängd koldioxidutsläpp. Litteraturgatan har därför en stor klimatpåverkan och en relativt bra reningseffekt. Resultaten i Kviberg påverkades av en byggarbetsplats och försenade analysresultat. I båda regnrabatterna hittades högsta halterna av PET och reningsprocessen har fungerat förhållandevis bra. Regnrabatt två har det största koldioxidutsläppet medan regnrabatt ett har mindre koldioxidutsläpp, eftersom regnrabatt två har betydligt större andel växtjord. Regnrabatt ett ger upphov till näst minst koldioxidutsläpp och har en relativt bra reningseffekt. Regnrabatt två har den största klimatpåverkan men reningsprocessen går inte att fastställa. I Bulycke påvisas flest typer av mikroplaster, det hittades mest av PVC efterföljt av SBR, PMMA, PS, PET. Överlag har reningseffekten för mikroplaster varit mycket dålig. Enligt LCA-analysen har regnrabatterna i Bulycke medelstor klimatpåverkan. Bulycke har den sämsta regnrabatten på grund av sämst reningseffekt och medelstor klimatpåverkan. I regnrabatten vid Alelyckan påvisade högsta koncentrationerna av PVC, PET och PS och regnrabattens reningsgrad har varit mycket effektiv. Utifrån LCA-analysen har Alelyckan det minsta koldioxidutsläppet. Därmed har denna regnrabatt den bästa reningseffekten och minsta klimatpåverkan, eftersom minst mängd växtjord användes.

Den största klimatpåverkan kom från växtjorden och en mindre mängd växtjord påverkade inte reningseffekten negativt. För att minska utsläpp av mikroplaster och koldioxid bör en konstruktion av framtida regnrabatter innehålla mindre mängd växtjord, alternativt växtjord med mindre klimatpåverkan.

Nyckelord: Mikroplaster, regnrabatter, bioretentionsfilter, urbandagvattenrening

Rain gardens for sustainable and innovative treatment of polluted stormwater

Degree Project in the Engineering Programme

Civil and Climate Engineering

LINN BJÖRK FILANDER

ALICE HULTIN

Department of Architecture and Civil Engineering

Division of Water Environment Technology

Chalmers University of Technology

ABSTRACT

Today there is a lack of knowledge about microplastics, their spread in rain garden and the climate impact of the materials in the rain garden. This thesis studies the design of already existing rain garden at four different locations: Kviberg, Litteraturgatan, Bulycke and Alelyckan. In the various rain garden, microplastics were studied in stormwater from traffic, buildings and a recycling center. The materials in the rain garden were further studied to finally lead to a discussion about removal efficiency and climate impact. The method used to study microplastics was soil sampling and the soil samples taken were analyzed by the laboratory SGS Group. To evaluate the rain garden from a climate perspective, a simplified LCA was performed.

The result at Litteraturgatan was affected by a construction. The most common occurring microplastic was PVC and the removal process seems to have worked well. The LCA analysis reported that the rain garden at Litteraturgatan caused the second largest amount of carbon dioxide emissions. Litteraturgatan has a large climate impact and a relatively poor removal effect. The results at Kviberg were affected by a construction and delayed analysis results. In both rain gardens, the highest concentrations of PET was found and the removal process has worked relatively well. Rain garden two has the largest carbon dioxide emission while rain garden one has less carbon dioxide emissions. Rain garden one gives rise to the second lowest carbon dioxide emissions and has a relatively good removal effect. Rain garden two has the greatest climate impact, but the removal process can not be determined. In Bulycke, most types of microplastics were detected, and highest concentrations of PVC, followed by SBR, PMMA, PS, PET. Overall, the removal of microplastics has been very poor. According to the LCA analysis, the rain gardens in Bulycke have a medium climate impact. Bulycke has the worst rain garden due to the lowest removal effect and medium climate impact. The rain garden in Alelyckan showed highest concentrations PVC, PET and PS in the soil, and the degree of removal of this rain garden has been very effective. Based on the LCA analysis, Alelyckan had the lowest carbon dioxide emissions. Thus, this rain garden has the best removal effect for microplastics and the lowest climate impact.

The largest climate impact came from the plant soil and a small amount of plant soil with addition of pumice-stone did not have a negative effect on the removal effect of

microplastics. In order to reduce emissions of microplastics and carbon dioxide, a construction of future rain gardens should contain a smaller amount of plant soil, alternatively plant soil with less pumice-stone and thereby lower climate impact.

Key words: Microplastics, raingardens, bioretention filters, urban stormwater treatment

Innehåll

INNEHÅLL	V
FÖRORD	IX
1 INLEDNING	1
1.1 Inledning	1
1.2 Syfte	1
1.3 Frågeställningar	2
1.4 Avgränsning	2
2 BAKGRUND / TEORETISKT RAMVERK	3
2.1 Regnrabatt	3
2.1.1 Dagvatten	3
2.1.2 Utformning av regnrabatt	3
2.1.3 Vegetation	4
2.1.4 Reningsprocess för regnrabatter	4
2.2 Mikroplaster	5
2.2.1 Mikroplaster i dagvatten från trafik	6
2.2.2 Mikroplaster i dagvatten från återvinningscentral	7
2.2.3 Mikroplaster i dagvatten från byggnader	7
2.2.4 Miljöeffekt av mikroplaster	7
3 OMRÅDESBESKRIVNING	9
3.1 Regnrabatt som tar emot trafikdagvatten	9
3.1.1 Litteraturgatan	9
3.1.2 Kviberg	12
3.2 Regnrabatt som tar emot dagvatten från återvinningscentral	14
3.2.1 Bulycke	14
3.3 Regnrabatt som tar emot dagvatten från byggnader	17
3.3.1 Alelyckan	17
4 METOD	19
4.1 Jordprovtagning	19
4.1.1 Utrustning	19
4.1.2 Observationer att göra vid provtagning	19
4.1.3 Tillvägagångssätt	19

4.1.4	Felkällor	20
4.2	Provberedning och kemisk analys	20
4.3	Förenklad LCA	21
4.3.1	Definiera mål och omfattning	21
4.3.2	Inventering	22
5	RESULTAT OCH DISKUSSION - JORDPROVTAGNING	23
5.1	Litteraturgatan	24
5.2	Kviberg	27
5.3	Bulycke	32
5.4	Alelyckan	36
6	RESULTAT OCH DISKUSSION - LCA	39
6.1	Makadam	39
6.2	Sand	40
6.3	Växtjord	41
6.3.1	Grönkompost	41
6.3.2	Sand	42
6.3.3	Pimpsten	42
6.4	Bedömning av klimatpåverkan	45
6.5	Tolkning och resultat	46
7	SLUTSATS JORDPROVTAGNING OCH LCA-ANALYS	47
8	KÄLLOR	49
9	BILAGOR	56
9.1	Bilaga Jordprovtagningsstrategi Litteraturgatan	56
9.2	Bilaga Jordprovtagningsstrategi Svingeln	57
9.3	Bilaga Jordprovtagningsstrategi Kviberg	58
9.4	Bilaga Jordprovtagningsstrategi Bulycke	59
9.5	Bilaga Jordprovtagningsstrategi Alelyckan	60
9.6	Bilaga litteraturgatan fältobservationer	61
9.7	Bilaga Kviberg fältobservationer	62
9.8	Bilaga Bulycke fältobservationer	63
9.9	Bilaga Alelyckan fältobservationer	64
9.10	Bilaga resultat av SGS- Litteraturgatan	65
9.11	Bilaga resultat stapeldiagram – Litteraturgatan	66

9.12	Bilaga resultat cirkeldiagram – Litteraturgatan	67
9.13	Bilaga resultat av SGS- Kviberg del 1	68
9.14	Bilaga resultat av SGS- Kviberg del 2	69
9.15	Bilaga analyserat resultat – Kviberg del 1	70
9.16	Bilaga analyserat resultat – Kviberg del 2	71
9.17	Bilaga resultat av SGS- Bulycke del 1	73
9.18	Bilaga resultat av SGS- Bulycke del 2	74
9.19	Bilaga resultat stapeldiagram – Bulycke del 1	75
9.20	Bilaga resultat stapeldiagram – Bulycke del 2	76
9.21	Bilaga resultat cirkeldiagram-Bulycke del 1	78
9.22	Bilaga resultat cirkeldiagram-Bulycke del 2	79
9.23	Bilaga resultat av SGS- Alelyckan	80
9.24	Bilaga resultat stapeldiagram-Alelyckan	81
9.25	Bilaga resultat cirkeldiagram-Alelyckan	82
9.26	Bilaga volym Beräkningar – Litteraturgatan	83
9.27	Bilaga volym beräkningar - Kviberg östra	84
9.28	Bilaga volym beräkningar - Kviberg Västra	85
9.29	Bilaga volym beräkningar - Bulycke	86
9.30	Bilaga volym beräkningar - Alelyckan	87
9.31	Bilaga LCA Beräkningar – Litteraturgatan	88
9.32	Bilaga LCA beräkningar - Kviberg östra	89
9.33	Bilaga LCA beräkningar -Kviberg västra	90
9.34	Bilaga LCA beräkningar -Bulycke	91
9.35	Bilaga LCA beräkningar – Alelyckan	92
9.36	Bilaga områdesbeskrivning svingeln	93
9.36.1	Svingeln	93

Förord

Rapporten är ett examensarbete på högskoleingenjörsprogrammet Samhällsbyggnadsteknik vid Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Arbetet har genomförts av Linn Björk Filander och Alice Hultin under våren 2022. Examensarbetet ger 15hp.

Vi vill tacka Göteborgs stad, avdelning kretslopp och vatten, och vår handledare Helén Galfi för en lärorik vår och stöttning genom hela arbetet.

Ett stort tack till vår examiner Ann-Margret Hvitt Strömwall, avdelning Vatten Miljö Teknik Chalmers, som givit värdefull feedback genom hela arbetet.

Till sist ett stort tack till Glenn Johansson, doktorand på avdelning Vatten Miljö Teknik Chalmers, för ett stort engagemang och stöttning genom arbete.

1 Inledning

1.1 Inledning

Stora mängder plast har producerats ända sedan 1950-talet och är idag ett av de material som produceras mest globalt (Barnes et al., 2009; Geyer et al., 2017). Sedan plasttillverkningen började har det producerats hela 8,3 miljarder plast. Majoriteten, 5 miljarder ton, av denna plast finns idag i deponier eller i naturen, en siffra som kan öka till 12 miljarder ton år 2050 om nuvarande plastproduktionstrender fortsätter i samma takt.

I naturen sönderfaller till slut all plast till mindre bitar och bildar mikroplaster (Magnusson et al., 2016). De största kända mikroplastkällorna idag är konstgräsplaner, båtbottnfärg, bildäck och syntetiska klädfibrer och släpper ut runt 10 tusen ton årligen i naturen i Sverige (Naturvårdsverket, 2017a).

Ungefär 7670 ton mikroplastpartiklar avgår årligen från bildäck och är därför den största källan i Sverige (Magnusson et al., 2016). Konstgräsplaner beräknas släppa ut 1640 - 2460 ton mikroplastpartiklar varje år och industriellt framställda plastpellets i samband med tillverkning och hantering beräknas stå för 300 - 530 ton årligen. Gemensamt för alla tre källor är att det fortfarande är osäkert hur stor del av dessa plastpartiklar som till slut hamnar i haven.

En studie har genomförts på uppdrag av Naturvårdsverket med syftet att undersöka mikroplastskräp längs med stränderna och i sediment på västkusten i Sverige (Karlsson et al., 2019). De två provtagningsmetoder som användes var ackumulationsprover och poolade prover. Ackumulationsprover är prover som tas där skräpet visuellt kunde konstateras ha samlats. Poolade prover är prover där mindre volymer togs över ett större område och lades ihop till ett samlingsprov. Resultaten visar höga koncentrationer mikroplastskräp längs stränderna, i de poolade proverna låg de mellan 4 000 och 100 000 partiklar över 300 µm per kg torrsvikt och koncentrationerna i ackumulationsproverna var upp till 70 gånger högre.

En ökning av mikroplast i hav, sjöar och vattendrag kan komma att skapa obalans i ekosystemet och havslevande djur riskerar att få i sig mikroplasterna (Kärman et al., 2016). Partiklarna kan orsaka försämrad fortplantning och överlevnad. För att undvika utsläpp av mikroplaster i haven är regnrabatter en åtgärd (Robinson et al., 2019). En regnrabbatt är ett system designat för att omhänderta och behandla vatten från frekventa regn. De två huvudsakliga funktionerna är att förhindra översvämning av dagvattennätverk och avlägsnande av partiklar, näringsämnen och andra oorganiska föroreningar från dagvattnet.

Vi har valt att studera fyra olika regnrabatter i Göteborg som tar emot dagvatten från fyra potentiella mikroplastkällor, trafik, byggnader, konstgräsplan och återvinningscentral.

1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet är att analysera utformningen av redan befintliga regnrabatter vid fyra olika lokaler Kviberg, Litteraturgatan, Bulycke och Alelyckan.

Genom bakgrundsmaterial, fältobservationer, jordprovtagning och kemiska analyser studerades avskiljning av mikroplaster, jordlagerföljd och infiltrationsförmåga i de olika regnrabatterna. Sammansättningarna på materialen i regnrabatterna studerades vidare ur ett miljöperspektiv genom en förenklad LCA-analys vilket ska leda fram till en diskussion kring utveckling gällande rabatternas effektivitet och klimatpåverkan.

1.3 Frågeställningar

Följande frågeställningar ställdes som en bas för projektet:

- Vad finns det för dokumentation kring utformning, växtlighet, djup, byggnadsår, för regnrabatterna vid Kviberg, Litteraturgatan, Bulycke och Alelyckan?
- Vilka olika typer av mikroplaster förekommer i regnrabatterna beroende på område och omgivande miljö och vad har de olika mikroplasterna för klimatpåverkan enligt litteraturen?
- Vilka mikroplaster förekommer i de olika områdena utifrån analyserade prover?
- Hur ser de olika sammansättningarna ut i regnrabatten? Vad har materialet i regnrabatterna för klimatpåverkan ur ett LCA-perspektiv?
- Hur utvecklar man en effektiv regnrabatt utifrån ett miljöperspektiv?

1.4 Avgränsning

De avgränsningar som gjordes var att endast studera tre olika kategorier av dagvattenkällor till regnrabatter med flöde från trafik, byggnader och återvinningscentral. Under dessa kategorier begränsade vi oss till fyra specifika platser: Kviberg, Litteraturgatan, Bulycke och Alelyckan. Ytterligare avgränsningar är att endast studera föroreningar i form av mikroplaster, då detta är ett område som man forskat ytterst lite på. På grund av begränsad tid och budget har endast samlingsprover skickats in på analys. För att studera klimatpåverkan har en förenklad LCA-analys utförts. En förenkling som gjordes var att alla anläggningar antogs ha samma sammansättning med växtjord, sand och makadam och samma tillverkare, det som varierade var mängden material. Materialen har endast studerats ur ett koldioxidperspektiv.

2 Bakgrund / Teoretiskt ramverk

2.1 Regnrabatt

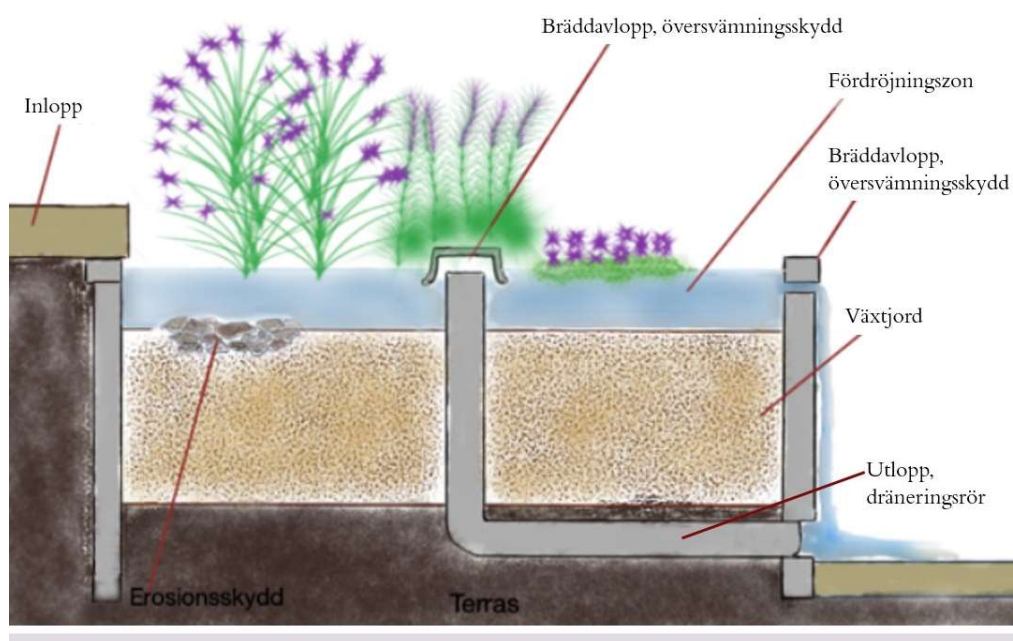
Regnrabatt är en teknik som utvecklades under tidigt 1990-tal (Prince George's County, 1993) som används för att ta hand om dagvattenflöden och dess reningsprocess.

2.1.1 Dagvatten

Dagvatten skapas där regn- eller smältvatten inte kan infiltreras på grund av bebyggelse, till exempel vägar, byggnader och andra anläggningar (Göteborg Stad, 2022). Idag står vi inför en svår klimatutmaning som medför förhöjda medeltemperaturer med frekventa och intensiva regn. Detta tillsammans med hårdgjorda ytor kan komma att skapa problem med översvämningar. Därför är en väl utformad och effektiv regnrabatt en förutsättning för att minska både belastning av föroreningar och flöden på omgivande bebyggelse och ekosystem.

2.1.2 Utformning av regnrabatt

Regnrabatter är ofta utformade med inlopp, fördröjningszon, erosionsskydd, växtjord, bräddavlopp samt någon form av avvattnande system (klimatanpassning, 2019). För utloppet av vattnet finns det flera vägar. En del vatten tas upp av växtlighet, så kallad transpiration och en del förångas från regnrabattens fuktiga yta, så kallad evaporation (KTH Teknik och Hälsa, 2015). Resten dräneras bort via ledningar i botten av regnrabatten (klimatanpassning, 2019). Vatten som inte tas upp i regnrabatten fördröjs på ytan av filtret och infiltrerar ned till dräneringsledningen. Vid kraftiga regn kommer vattenytan i botten av filtret stiga och vattnet bräddar i sin tur till kupolbrunnarna. Vid kraftiga regn renas det mest förorenade vattnet i brunnarna innan det leds ut i det allmänna ledningssystemet.



Figur 2.1: Exempelbild regnrabatt (Habibi, 2021).

Att ha rätt material i en regnrabatten är ett krav för en effektiv och fungerande anläggning (klimatanpassning, 2019). Sammansättning varierar från rabatten till rabatt, beroende på önskemål av funktion och utseende. En vanligt förekommande lageruppbyggnad är ett första lager av växtjord vars uppgift är att lätt infiltrera vatten samt få växter att trivas. Växtjorden bör innehålla lagom med organiskt material samt lite lera och mer sand. Nästa lager är grovsand som ska hålla partiklarna på plats. Därefter kommer makadam som är ett dräneringslager näst längst ned i regnrabatten. Här ligger dräneringsledningar som samlar upp och lagrar vatten. I vissa fall används en geotextil allra längst ned för att omsluta och isolera regnrabatten från den leriga omgivningen.

2.1.3 Vegetation

Vid val av utformning av en regnrabatt är det viktigt att tänka på en rad olika parametrar (Boverket, 2021). Val av vegetation är viktigt för den estetiska aspekten, men främst för att uppnå erosionsskydd. Erosion kan ske vid kraftiga regn och höga vattenflöden och orsaka skred och ras. Erosionsskydd fås genom att växter och träd dränerar och stabiliserar marken genom sin jordstruktur och sitt nätverk av rötter. Erosionsskydd kan behöva anläggas om erosion i området hotar infrastruktur, människor, naturvärden eller andra samhällsvärden (Danielsson et al., 2016). Val av erosionsskydd, typ av vegetation, beror på parametrar som vattenhastighet, jordens fasthet och art, biologiska förhållanden, infiltrationskapacitet samt direkt växtupptag av näringsämnen och metaller.

2.1.4 Reningsprocess för regnrabatter

Det gemensamma för regnrabatter är att de renar inkommande dagvattnet genom fysikaliska, biologiska och mekaniska processer (Blecken, 2016). Fysikaliska processen innebär rening via sedimentation av föroreningar som är partikelburna. Mekaniska processen innebär filtrering av partiklar genom ett poröst medium, jordlager eller vegetation. Den biologiska och kemiska processen innebär både växternas förmåga att bryta ner och ta upp föroreningar och på så sätt rena dagvattnet.

Mer ingående handlar det om att omhänderta partikelbundna och omvandla lösta föroreningar till att fastläggas eller binda till en fast fas i jorden som anrikas och koncentreras i rabatten, för att sedan lättare kunna avlägsnas (Erickson et al, 2013). Vanliga processer och mekanismer som omhändertar eller omvandlar lösta föroreningar till bundna är; sedimentation, filtrering, sorption, fyto Remediering. Mikrobiell nedbrytning och förångning samt fotokemisk oxidation bryter ner organiska föroreningar.

Sedimentation är beroende av partikelstorlek, turbulens, vattnets uppehållstid och densitet (Erickson et al, 2013). Sedimentation sker bara för partikelbundna föroreningar, till exempel fosfor, metaller och organiska ämnen som är bundna till partiklar.

Filtrering renar större partiklar och till den bundna föroreningar (Erickson et al, 2013). Reningsgraden hos filtret beror av partikelstorleken och filtermaterialets porstorlek, exempel på filtermaterial är grus, sand och kol. Grus har störst porstorlek och kommer att släppa igenom mer föroreningar än kol som har mindre porstorlek. Bäst effektivitet uppnås vid en serie av till exempel grus, sand och kol, vilket underlättar så att kolfiltret inte sätter igen. Kraven på filtermaterial vid rening är att de bör ha tillräckligt hög

infiltrationskapacitet för att undvika bräddning samtidigt som man kräver en tillräckligt låg kapacitet för att säkerställa en tillräcklig lång kontakttid för effektiva reningsprocesser (Blecken, 2016).

Förångning och fotokemisk oxidation sker vid vattnet som samlas på ytan av regnrabatten (Färm, 2003). Föroreningar som kan förångas är flyktiga ämnen, till exempel organiska ämnen och petroleumkolväten. Förångningens effektivitet beror av temperatur, luftväxling och vattenytans storlek. Fotokemisk oxidation sker när bindningarna mellan organiska molekyler utsätts för direkt exponering av UV-strålning, vilket bryter bindningarna mellan molekylerna.

Sorption kan vara både en kemisk eller fysikalisk process, till exempel kan kemikalier binda till andra ämnen som material i regnrabatten och därmed fastna i rabatten (Färm, 2003). Sorption kan ta hand om lösta ämnen och små partiklar, till exempel metaller, organiska ämnen, fosfat och ammonium. Det finns två olika typer av sorption, absorption och adsorption. Effektiviteten av sorption beror dels av sorptionsmaterialets egenskaper som vad materialet har för laddning, om det är vatten- eller fettlösligt, materialets area och porer. Föroreningens kemiska egenskaper påverkar hur kemikalierna binder till sorptionsmaterialets.

Mikrobiell omvandling och nedbrytning sker i jorden och filtermaterialet i regnrabatten (Erickson et al, 2013). Mikrobiella processer kan ta hand om lösta ämnen och små partiklar, till exempel organiska föroreningar, organiskt material, kväve och syreförbrukande ämnen (BOD/COD). Reningsgraden beror av vilka mikroorganismer som finns i jorden, mängd organiskt material i regnrabatten, syretillgången och föroreningarnas persistens.

Fytormediering renar jorden, vatten och luften med hjälp av växter som binder och sanerar föroreningar (Erickson et al, 2013). Denna process är bra för regnrabatten då den stabiliserar jorden, upptar och ackumulerar föroreningarna i växten och bryter ner föroreningarna i växten eller rotsystemet. Fytormediering kan ta hand om lösta ämnen och små partiklar, till exempel näringsämnen, metaller och organiska föroreningar. Effektiviteten beror av växtval och jordens sammansättning.

2.2 Mikroplaster

Det finns ännu ingen vedertagen definition av ”mikroplast” i forskningslitteraturen, men i allmänhet avses små, små plastbitar av olika typer av plastmaterial (GESAMP 2016; European Commission, 2013). En entydig definition av mikroplaster är av yttersta vikt för att i framtiden kunna studera socioekonomiska konsekvensbedömningar, övervakning av trender och bekämpning av utsläpp mikroplaster (Verschoor, 2015).

Plast är ett mycket användbart, beständigt och relativt billigt material som förekommer överallt i vår vardag (Naturvårdsverket, 2017). Nedbrytningsprocessen är mycket långsam och kan ta upp till flera hundra år. I takt med en ökad plasttillverkning och en tidskrävande nedbrytningsprocess, har mikroplaster uppmärksamrats alltmer i samhället idag och man ser en ständig ökning i sjöar, hav och vattendrag.

Mikroplaster kallas de plastbitar som succesivt brutits ned till partiklar mindre än 5 mm (Johannesson et al., 2021). Plastpartiklarna kan delas in i två intervall:

nanoplastpartiklar som är mindre än 0,1 µm eller 1 µm och mikroplastpartiklar som innefattar intervallet 0,1 µm eller 1 µm till 5 mm. Mikroplaster benämns ofta som primära och sekundära mikroplaster (Göteborg Stad, trafikkontoret, u.å). Primära mikroplaster är avsiktligt tillverkade, till exempel industriella plastpellets, plastkulor för blåstring, komponenter i mediciner eller i hygienprodukter. Sekundära mikroplaster uppkommer genom fragmentering av större plastprodukter, till exempel fibrer från kläder, färgflagor, eller bitar av sönderdelat plastskräp.

Plast kan variera i både utseende och kvalité och några av de vanligaste sorterna som förekommer i vår vardag är polyeten (PE), polystyren (PS), polypropen (PP), polyetentereftalat (PET), polymetylmetakrylat (PMMA), polyamid (PA), polyvinylklorid (PVC), polykarbonat (PC), naturgummi (NG) och styren-butadiengummi (SBR) (Kemikalieinspektionen, 2022). Polyeten är den vanligaste och billigaste termoplasten och förekommer i leksaker, kablar, rör, köksredskap, plastpåsar, plastfolie och flaskor. Polystyren är också en billig och vanligt förekommande plast i livsmedelsförpackningar, värmeisoleringsmaterial och plastbestick. Polypropen används i produkter som möbler, textilier, matbehållare, förpackningar och leksaker. Polyetentereftalat är förmodligen den allra vanligaste termoplasten och förekommer huvudsakligen i plastflaskor och burkar. (Ibland kan även PET användas i tunna filmer/dukar (Nordin et al., 2019)). Den glasliknande plasten polymetylmetakrylat används i plexiglas, baklyktor på bilar, akvarierutor och hockeyrinkar (Kemikalieinspektionen, 2022). Polyamid förekommer även den i textilier och huvudsakligen i nylonstrumpbyxor, men även fiskelinor, fiskenät och fordonsindustrin. Polyamid kan även hittas ihop med konstgräsplaner eftersom det konstgjorda gräset är tillverkad av polyamid (Magnusson et al., 2016). Polyvinylklorid är den tredje mest använda plasten i världen efter polyeten och polypropen och används som både hårdplast och mjukplast (Kemikalieinspektionen, 2022). Styv plast används främst i vatten- och avloppsrör, stuprör, stuprännor, transparanta tak och hårda leksaker. Mjuk plast används i skor, väskor, bälten, slangar, golv med mera. Polykarbonat är en slag- och värmetålig plast som hittas i visir, flygplansfönster, glasögon och trafiklampor. De två gummiplasterna naturgummi och styren-butadiengummi används för produkter vars egenskaper är slitstyrka, värmehärdighet och åldringsbeständighet, till exempel däck och gummislang.

De främsta källorna till utsläpp av mikroplaster i natur, sjöar och hav är nötning av däck, slitage av båtbottnfärg, gummipartiklar från konstgräsplaner och nedskräpning av plastprodukter (Naturvårdsverket, 2017). Källornas spridningsväg kan vara via avloppsreningsväg, slam och dagvatten.

Vi ska studera tre potentiellt viktiga källor till utsläpp av mikroplaster som sprids via dagvatten från trafik, byggnader och återvinningscentraler.

2.2.1 Mikroplaster i dagvatten från trafik

Mikroplaster från trafiken bedöms vara den största nationella landbaserade källan till mikroplaster som når havet. Mikroplaster från trafiken kommer från slitage av gummidäck och från bindemedlet bitumen i asfalten (Magnusson et al., 2016). Enligt IVS:s rapport kommer 330,6 ton mikroplaster per år i Göteborg från trafiken, 310 ton kommer från slitage av gummidäck, 20 ton från avnötning av vägmarkeringar och 0,6 ton via polymermodifierad bitumen (Göteborg Stad, trafikkontoret, u.å).

Mikroplaster når dagvattnet genom nederbörd som når vägen och sköljer med partiklarna med det bildade dagvattnet (Trafikverket, 2011). Mikroplasternas spridning beror på olika parametrar. Dels partiklarnas utformning såsom densitet, storlek och form, dels hydrogeologiska egenskaper som vindförhållande och regnintensitet och dels fordonets hastighet och vikt.

Grigoratos och Martini (2014) har uppskattat att mindre än 10 % av partiklarna från däckslitage sprids via luft som PM10. Sexton av de större partiklarna deponeras sannolikt de största i det översta markskiktet i vägarnas omedelbara närhet, medan mindre partiklar kan föras iväg med ytvatten eller dagvatten till närmaste vattendrag och vidare till sjöar och hav.

2.2.2 Mikroplaster i dagvatten från återvinningscentral

I avfallet som kommer in på återvinningsanläggningarna förekommer stora mängder plast, till exempel frigolit och hygienartiklar (Avfall Sverige, 2019). När plastavfallet sorteras, krossas, flisas, omlastas samt mellanlagras kan mikroplaster frigöras till dagvattnet då behandling av plastavfallet sker i en öppen miljö. Den nederbörd som faller på anläggningarnas ytor passerar följaktligen genom avfallet och kan på så sätt riskera att sprida mikroplaster till dagvattnet och vidare till närliggande regnrabatter.

Enligt IVL är hantering av avfall, eller bristen på hantering, en stor källa till förekomsten av både makro- och mikroplastutsläpp i haven (Magnusson et al. 2016). Det saknas dock data och kunskap för att kunna bedöma dessa källor då dagvatten vid avfallsanläggningar har studerats förhållandevis lite (Naturvårdsverket, 2017). Anläggningar som potentiellt kan vara viktiga källor i Sverige är till exempel deponier via lakvatten och återvinningsanläggningar som fragmenterar plast.

2.2.3 Mikroplaster i dagvatten från byggnader

Idag är byggsektorn den sektor som inom Europa använder mest plast, hela 19,8 % av plastkonsumtionen i Sverige (Colin, 2020). Vid nybyggnation, ombyggnation, underhåll och rivning hanteras stora mängder plast. Byggsektorn använder plaster till bland annat handtag, golv, dörrar, fönster, lister, isolering, eluttag samt ledningsrör till diverse installationer. Dessa produkter packas vanligtvis i krympplast och sträckfilm vilket är en typ av mjukplast. Ofta förekommer det även skador på material och produkter som leder till kassering och spill. Hanteras inte plastmaterialen på rätt sätt så är chansen stor att plasten tar sig ut till dagvattnet i form av mikroplaster.

Exempelvis har fragment av expanderad cellplast identifierats som en betydande kategori bland den mikroplast som hittas på framför allt på urbana stränder (Naturvårdsverket, 2022a). Utsläpp av mikroplast vid byggplatser kan också ske genom kapning av plaströr, stelnat isoleringsskum, blåstring, slipning och målning av hus.

2.2.4 Miljöeffekt av mikroplaster

Enligt uppskattningar flyter det mellan 93 000 och 236 000 ton mikroplast i världshaven, med den högsta koncentrationen i norra delen av Stilla havet (van Sebille et al., 2015). I marin miljö är den vanligaste typen av plast polyetylen (PE), följt av polypropylen (PP) och polystyren (Hildago-Ruiz et al., 2012). Idag finns det

inte någon teknik för att extrahera mikroplaster från haven (Naturvårdsverket 2017a). I kombination med plasters långa nedbrytningstid kommer koncentrationen av mikroplaster i haven endast att öka.

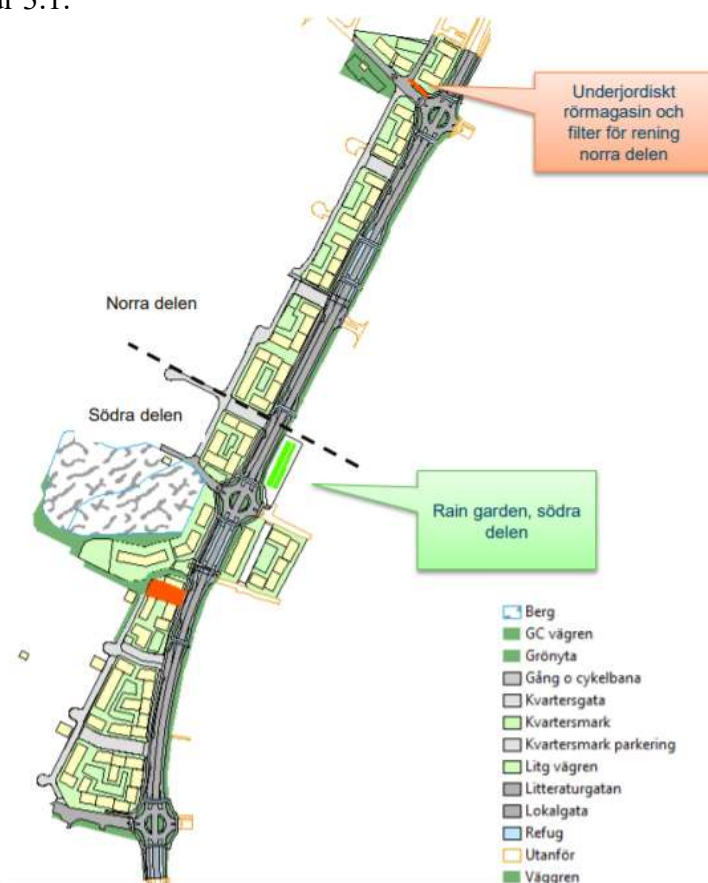
Man har hittat mikroplaster i flera delar av näringskedjan, från zooplankton till olika arter av fisk (Li, 2018). I zooplankton har mikroplaster upptäckts i fortplantningsorganen vilket innebär att de därigenom kan överföras till nästa generation och eventuellt påverka artens populationsstorlek. Det finns inte tillräckligt med kunskap för att bedöma vilka miljö- och hälsoeffekter som exponeringen för nuvarande halter av mikroplaster i miljön medför och därmed inte heller hur omfattande åtgärdsbehovet är (Johannesson et al., 2021). För att besvara frågan om nuvarande exponering för mikroplastpartiklarnas miljö- och hälsofarlighet behöver det bland annat göras effektstudier i laboratoriemiljö då man undersöker hur olika organismer i olika medium påverkas av olika halter av olika typer av mikroplaster från vägtrafiken under kortare och längre tid.

3 Områdesbeskrivning

3.1 Regnrabatt som tar emot trafikdagvatten

3.1.1 Litteraturgatan

Litteraturgatan ligger i Backa på Hisingen i Göteborg och är en genomfartsled som sträcker sig mot Selma Lagerlöf torg (Wedblad, 2020). Området i anslutning till gatan består huvudsakligen av gräsytor och parkeringsytor, de övriga ytorna redovisas i Figur 3.1.



Figur 3.1 Litteraturgatan med närliggande områden innan byggnation (Wedblad, 2020).

År 2020 påbörjades en ombyggnation längs Litteraturgatan och beräknas pågå till 2023 (Göteborg stad, 2020). Det planeras att bygga ett nytt kollektivtrafik-körfält i mitten av gatan, nya gång- och cykelbanor samt två cirkulationsplatser. På västra sidan av gatan pågår byggnation av nya fastigheter samt ledningsarbeten som ska säkerställa försörjningen av el, vatten och avlopp.

Dagvattnets rening i Litteraturgatan delas upp i två delar, Norra och Södra delen (Wedblad, 2020). Norra delen består av underjordiska rörmagasin med filterbrunnar för rening och Södra delen av regnrabatter. Vidare kommer bara södra delens dagvattensystem beaktas, då detta examensarbete fokuserar på regnrabatter. Regnrabatten byggdes 2021 och är därför relativt opåverkad. I Tabell 3.1.1 kan area och typ av markanvändning avläsas för avvattningsytan till regnrabatt, kassetmagasin med filterbrunn, totala årliga medeldygnstrafikintensiteten (ÅDT) och totala avrinningsyta för varje del.

Tabell 3.1.1 Avrinningsyta till respektive del och årlig medeldygnstrafikintensitet (ÅDT) (Wedblad, 2020).

Avrinningsyta till respektive del och årlig medeldygnstrafikintensitet (ÅDT)					
Markanvändning	Södra delen: Regnrabatt (m2)	Norra delen: Kasettmagasin med filterbrunn (m2)	Båda delarna ÅDT	Södra delen ÅDT	Norra delen ÅDT
Litteraturgatan	13 300	5 720	9 800	6860	2 940
Lokalgata 1	855		4000	4000	
Lokalgata 2	663		1300	1300	
GC-bana	5 470				
Gräsyta	1 940	571			
Parkeringsytor	301	249			
Torg	1 350				
Blandat grönområde (regnrabatt)	1 590				
Totalt	25 494,90	6 543,50		12156	2 944

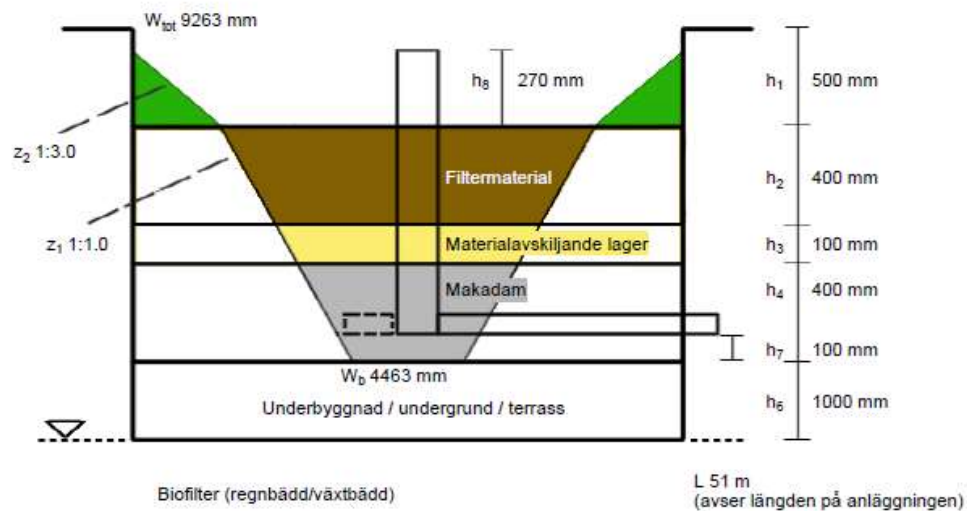
Dagvattnet som når regnrabatten kommer bland annat från trafikbelastade ytor och ombyggnationsytor (Wedblad, 2020). Trafikbelastningen (ÅDT) från den södra delen bedöms vara 12 156 antal fordon per år.

Dagvattnet från de trafikbelastade ytorna samlas upp i brunnen som betecknas ”IN” i Figur 3.2 och leds vidare via en ledning till regnrabatten (Polo Ruiz de Arechavaleta, u.å.). Regnrabatten är nedsänkt i förhållande till vägen och tar emot dagvatten från ledningen som betecknas ”Inlopp”. Dagvattnet renas och fördröjs genom regnrabatten och leds vidare via dräneringsledningar till en uppsamlings brunn som betecknas ”UT” i Figur 3.1.2



Figur 3.2 Nedsänkt regnrabatt med markerad in- och utlopp (Polo Ruiz de Arechavaleta, u.å.).

Figur 3.3 illustrerar regnrabattens vertikala profil i en förenklad modell. Rabattens uppbyggnad består av ett filtermaterial av växtjord 400 mm, materialavskiljande lager av grovsand 100 mm och makadam 500 mm (Wedblad, 2020). Släntslutning ner mot regnrabatten lutar 1:3 och jordlagerna i regnrabatten har en lutning på 1:1. Dräneringsröret är placerat 100 mm över underbyggnad och underbyggnaden är 1000 mm tjock. Bräddbrunnen är upphöjd med 270 mm från rabattens övre yta.



Figur 3.3 Regnrabatt Litteraturgatan vertikalprofil (Wedblad, 2020).

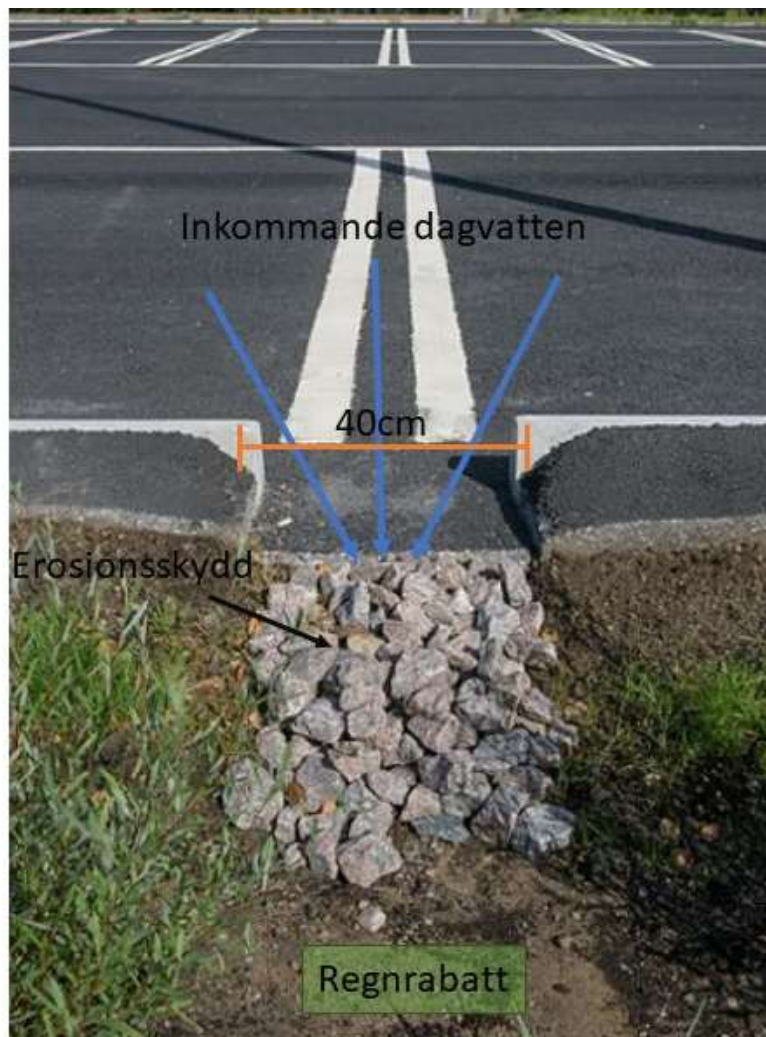
3.1.2 Kviberg

Regnrabatten i Kviberg byggdes 2015 och utformades för att ta hand om trafikdagvatten från ca 600 parkeringsplatser (Dahlström, Bodin-Sköld, & Lindfors, 2017). Dagvattnet kommer från parkeringsplatserna, konstgräsplanen och den tillfälliga byggnationen. Regnrabatterna är placerade på vardera sida av parkeringens långsidor, vilket Figur 3.4 visar som också illustrerar dagvattnets flödesriktning. Parkeringens avrinningsyta beräknas vara 4500 m² och sluttar ner mot rabatterna. Regnrabatterna är totalt 650 m² vilket motsvara 4-6% av avrinningsytan.



Figur 3.4 Kviberg områdesbeskrivning, med regnrabattens placering och flödesriktning i blått (Google, u.å.).

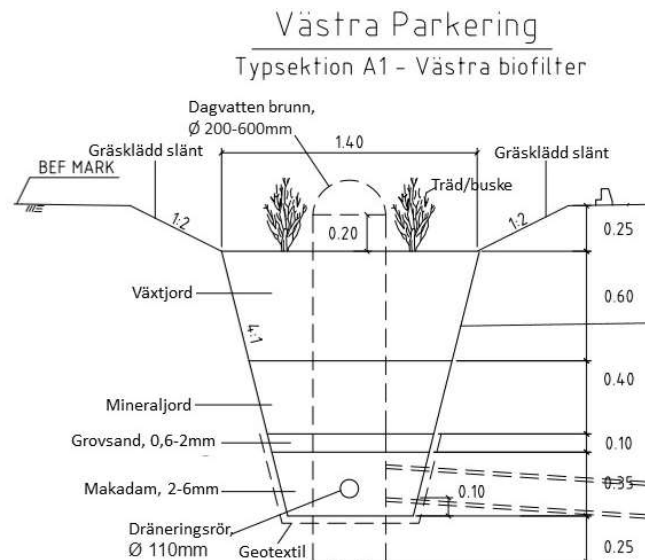
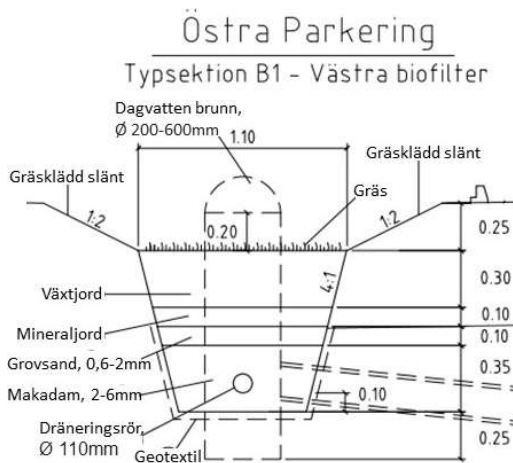
Figur 3.5 illustrerar det inkommande dagvattnet som via avrinning från parkeringen rinner till 40 cm breda släpp mellan kantstenarna (Dahlström, Bodin-Sköld, & Lindfors, 2017). Dagvattnet leds sedan vidare till regnrabatten som är byggd med en lutning på 1,5% från norr till söder och med erosionsskydd vid inloppet. I regnrabatten förekommer det tvärgående stockar med 15 m mellanrum, vars funktion är att hindra att dagvattnet dämmer och att hela utjämningsvolymen utnyttjas. Dagvattnet i regnrabatten fördröjs, renas, sedimenteras och filtreras genom rabattens olika jordlager. Det filtrerade dagvattnet samlas upp i botten av rabatten och leds vidare genom en dräneringsledning. Dräneringsledningen kopplas samman med kupolbrunnarna och på en ledningsbädd för det utgående dagvattnet. Regnrabatten är utrustad med kupolbrunnar 20 cm ovanför rabatten som tar hand om dagvattnet vid kraftigt regn då vattnet bräddar.



Figur 3.5 Inkommande dagvatten till regnrabatt vid Kviberg (31-03-2022)

Växligheten i rabatten är både träd, perenner, buskar och gräs, därav varvas regnrabatterna med skelettjord för att gynna träden (Dahlström, Bodin-Sköld, & Lindfors, 2017). Ledningarna i regnrabatten är täta för att undvika rotinträngning från trädets rötter.

Figur 3.6 visar den vertikala profilen över regnrabatterna och skillnaden mellan rabatten på östra och västra sidan. Den östra regnrabatten har ett lägre djup och är uppbyggd med växtjord 300 mm, mineraljord 100 mm, grovsand 100 mm och makadam 350 mm. Den västra regnrabatten har ett djup på 1700 mm och har en jordlageruppbyggnad med växtjord 600 mm, mineraljord 400 mm, grovsand 100 mm och makadam 350 mm.



Figur 3.6 Kviberg regnrabattens vertikalprofil (Dahlström, Bodin-Sköld, & Lindfors, 2017).

3.2 Regnrabatt som tar emot dagvatten från återvinningscentral

3.2.1 Bulycke

I samband med ombyggnationen av Bulycke återvinningsstation 2017, utarbetade Göteborg stad och Sweco två förslag för framtida dagvattenhantering (Hulthén & Jansson, 2015). Det första förslaget var att allt omhändertagande av dagvatten sker inom återvinningscentralen och det andra förslaget är att ytor söder om området tas i anspråk för en våtvattendamm. Man valde det första förslaget. Att bygga och utforma regnrabatter och tillhörande dagvattensystem (ledningarna och brunnar) för att förbättra omhändertagandet av dagvatten som samlas in i befintliga diken i dagsläget. Regnrabatten var färdigbyggd år 2017.

Återvinningscentralen befinner sig på södra Hisingen i Göteborg, i anslutning till industriområde och naturområde (Hulthén & Jansson, 2015). Från underlag gjorda av SGU så utgörs marken av mestadels urberg och på grund av dessa markförhållanden bedöms möjligheten till infiltration av dagvatten som mycket liten i hela området.

Bulycke renar dagvattnet genom regnrabatter på västra och östra sida av anläggningen enligt de gröna områdena i Figur 3.7 (Godecke & Per-Albin, 2020).

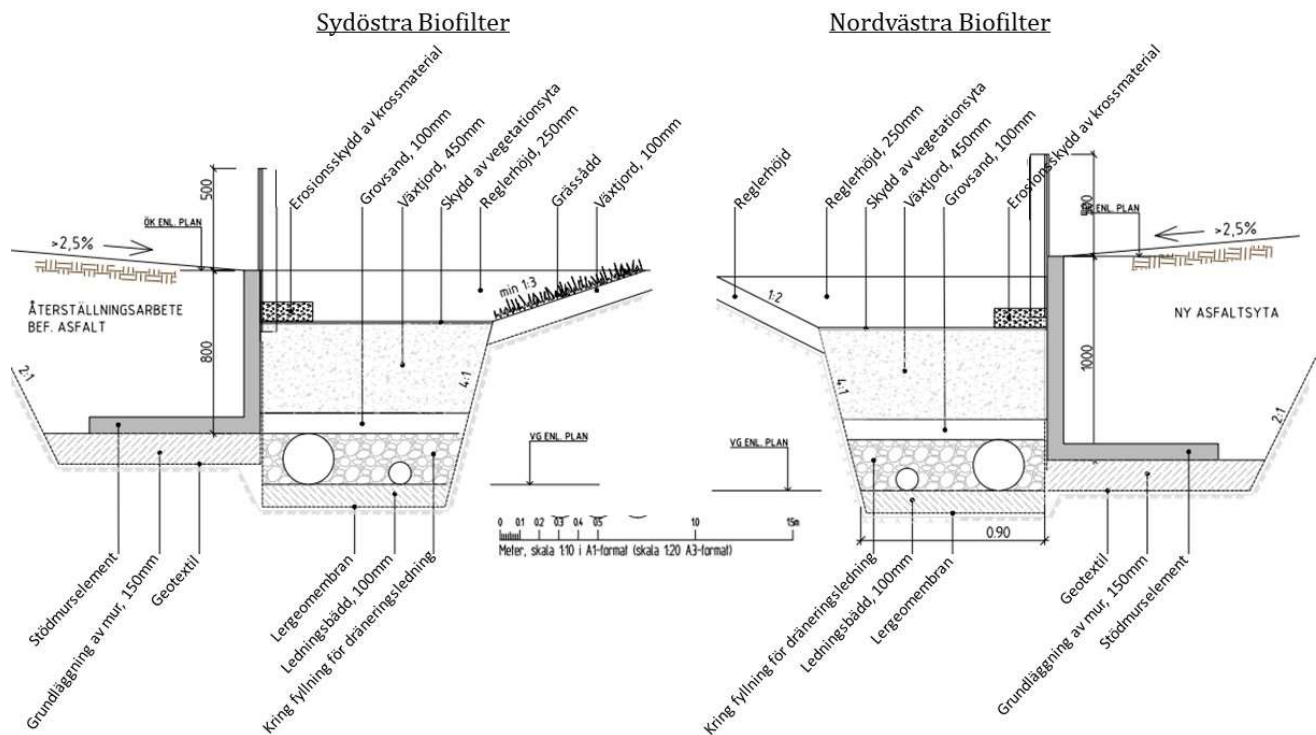
Dagvattensystemet består av regnrabatter, brunnar och ledningar. Regnrabatterna tar emot dagvatten från asfalterade ytor, takytor samt från skogsområdet, vilket motsvarar en totalavrinningsvolym på 7000 m³. Regnrabatterna tar hand om 70% av totala avrinningsvolymen och brunnar tar hand om 30%. Figur 3.7 visar containrarnas innehåll, regnrabattens placering och dagvattnets flödesriktning i rabatten (Polo Ruiz de Arechavaleta, u.å.) och (Göteborg Stad, u.å.).



Figur 3.7 Bulycke områdebeskrivning och regnrabatterna (Polo Ruiz de Arechavaleta, u.å.) och (Göteborg Stad, u.å.).

Det inkommande dagvattnet når regnrabatterna via avrinning från de asfaltbeklädda ytorna på ÅVC (Godecke & Per-Albin, 2020). Ytorna har en lutning på 2,5% ner mot rabatterna på vardera sida. Containernas varierande innehåll kommer leda till att partiklarna i dagvattnet varierar beroende på var man tar prover. Dagvattnet i regnrabatterna leds vidare i östlig riktning via dräneringsrören till slutet av rabatten där vattnet samlas upp i brunnar på vardera sida. Det utgående dagvattnet från brunnarna kopplas sedan samman via ledningar till en gemensam brunn.

Figur 3.8 visar den vertikala profilen över regnrabatten på den östra sidan och västra sidan (Godecke & Per-Albin, 2020). Regnrabattens uppbyggnad för den östra och västra sidan är exakt samma. Uppbyggnaden består av växtjord 450 mm, grovsand 100 mm och ledningsbädd/makadam 200 mm. Filtermaterial som har använts är växtjord HEKLA® REGNRABATT.



Figur 3.8 Bulycke vertikalprofil regnrabatt (Godecke & Per-Albin, 2020).

Växtlighet och vegetationen bedöms vara i ett bra skick (Godecke & Per-Albin, 2020) (Lundqvist, 2016). Växterna som har planterats är förgätmigej (5%), gökblomster (5%), hampflockel (10%), hirsstarr (5%), hundstarr (5%), kabbleka (5%), knapptåg (5%), knölsyska randgräs (5%), ryltåg (5%), sköldbräcka (5%), strätta (10%), svärdsilja (5%), veketøy (5%), vidört (5%) och älggräs (10%).

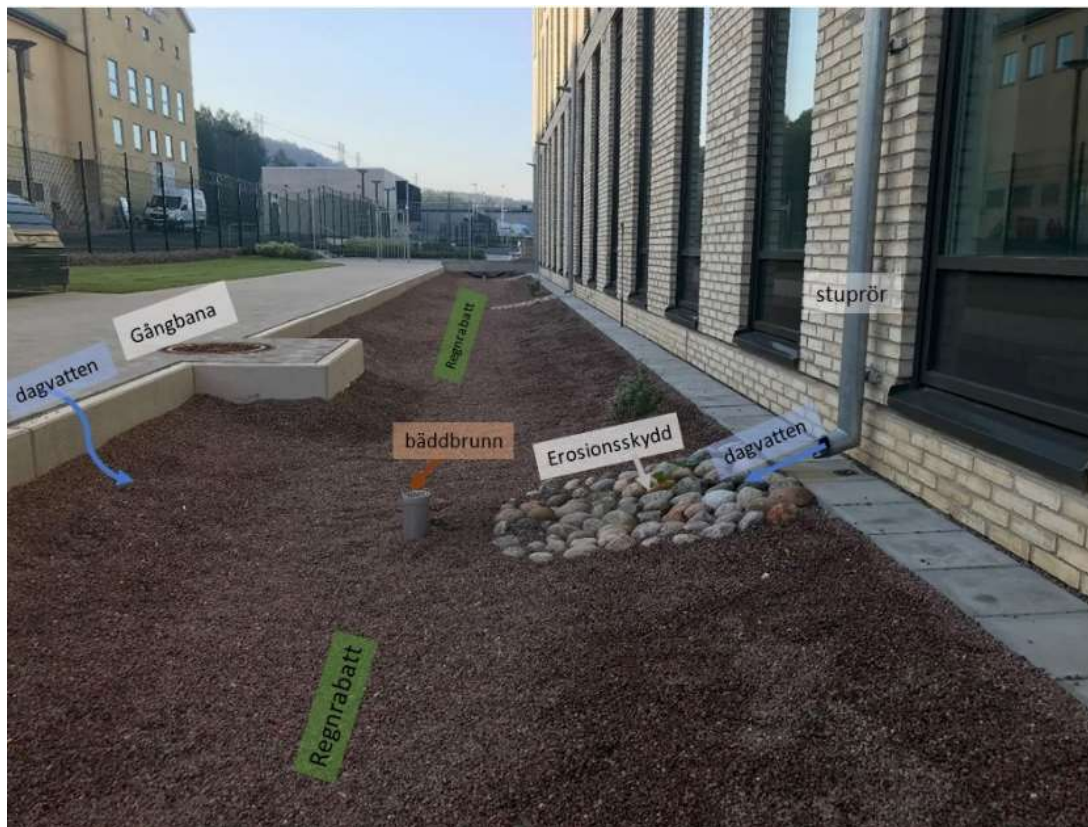
Regnrabatten är överdimensionerad för att klara mycket kraftigt regn och dimensionerad för ett 10-års regn (Godecke & Per-Albin, 2020). Bräddbrunnen har placerats 5 cm över filtermaterialet för att undvika att vattnet rinner förbi filtermaterialet via bräddbrunnen. Regnrabatterna i Bulycke saknar försedimentering vilket medför en risk att vattnet bräddas och inte renas genom rabatten.

3.3 Regnrabatt som tar emot dagvatten från byggnader

3.3.1 Alelyckan

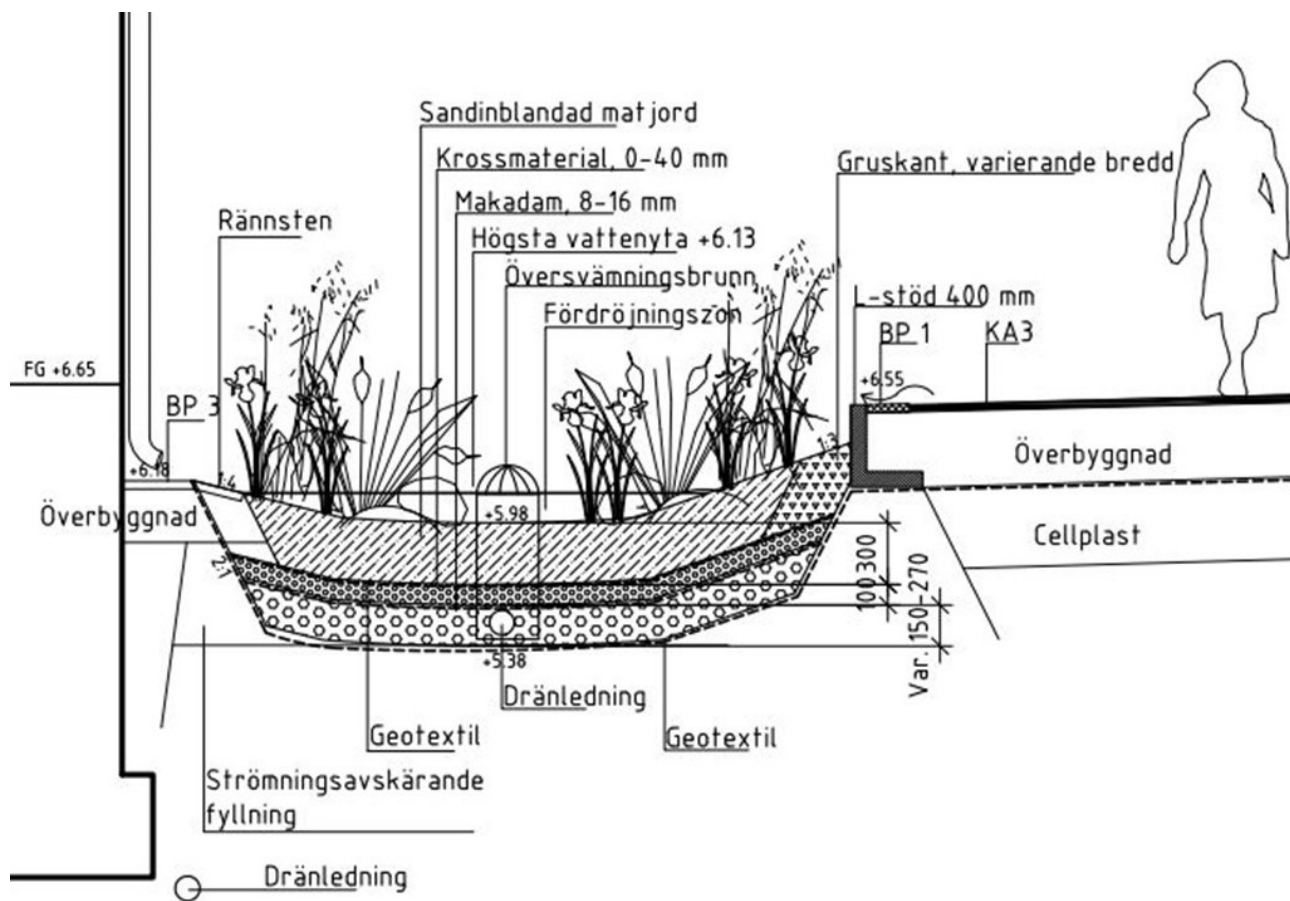
Området som studeras i Alelyckan är huvudkontoret för Kretslopp och vatten, Göteborg stad (Engvall, u.å.). Figur 3.9 visar regnrabatternas placering, brunnar, och dagvattnets flödesriktning i rabatten. Byggåret för rabatten är år 2021. Regnrabatten längs med västra sidan befinner sig inom ett instängt område fri från närliggande parkeringar och vägar. Rabatterna motsvarar en area på 230 m² och tar emot dagvatten från ett område på ca 2000 m².

Det inkommande dagvattnet som når regnrabatten kommer från kontorsbyggnadens tak och gångstråket (Engvall, u.å.). Dagvattensystemet består av bräddbrunnar och erosionsskydd vid stuprören. Stuprören är placerade i samma linje som bräddbrunnarna. Dagvattnet renas, fördröjs och sedimenteras genom regnrabatten ner till ett dräneringsrör som leder vattnet vidare i sydlig riktning.



Figur 3.9: Alelyckan regnrabattens funktioner (Engvall, u.å.).

Den vertikala profilen av regnrabatten visas i Figur 3.11. Regnrabatten består av växtjord HEKLA® REGNRABATT 300 mm, krossmaterial/sandlager 100 mm och ett dräneringslager med makadam som varierar mellan 150-270 mm (Engvall, u.å.). I den sandinblandade matjord är pimpsten inblandad, vars funktion är att hålla porerna vattenfyllda för att gynna växterna.



Figur 3.10 Alelyckan regnrabatt vertikalprofil (Engvall, u.å.).

Regnrabatten funktion är att rena både lösta och partikelbundna föroreningar där växterna hjälper till att ta upp en del föroreningar (Engvall, u.å.). Denna funktion fungerar bäst vid lägre regnintensitet medan vid kraftigare skyfall kommer vattnet att överstiga översvämningszonen. Regnrabatten är därför utrustad med bräddningsbrunnar 130 mm över rabatten för att ta hand om dagvattnet när översvämningszonen överstigs.

4 Metod

Metoden som används för att studera mikroplaster är jordprovtagning och de uttagna jordproverna analyseras av laboratoriet SGS Group. För att utvärdera regnrabatt ur ett miljöperspektiv utförs en förenklad LCA-analys.

4.1 Jordprovtagning

4.1.1 Utrustning

Vid jordprovtagning användes följande utrustning: provtagningskärl av glas tillhandahållna utav SGS, kylväskor tillhandahållna utav SGS, provtagningsborr (60 cm geosampler), metallspade, skruvmejsel i metall för nedförsel av jord från borr till burk.

4.1.2 Observationer att göra vid provtagning

Observationer som utfördes innan fält var analys av omgivningen, provtagningspunkter, ledningsnät samt regnrabatternas utformning (Kretslopp och vatten, u.å). Under fältprovtagningen dokumenterades provtagningspunkt, provtagningsnummer, provtagningsdjup, tid, jordmaterial, synintryck och övriga anmärkningar. Synintryck som noterades var färg på jorden vilket är viktigt att dokumentera då den ger en ledtråd om urlakning och utfällning. För att få en bild av vilka jordmaterial regnrabatten består av är kornstorlek och sortering av värde att notera. Detta ger en vetskap om hur väl vattnet rinner igenom materialet, var föroreningarna ansamlas och den hydrauliska konduktiviteten.

4.1.3 Tillvägagångssätt

Jordprovtagningsstrategin som användes var riktad (strategisk) provtagning vid inlopp och utlopp (Statens geotekniska institut, 2021). Jordprovtagningen utfördes vid två olika djup 0–15 cm djup samt 15–30 cm djup. Provtagningspunkterna placerades vid inlopp och utlopp för vardera områden. För att fylla ett provtagningskärl med 500 g jord krävdes ett antal delprov per provtagningspunkt och djup. Delproven togs ut med provtagningsborr (60 cm geosampler) inom ett område med en radie av max 2,2 m från inlopp eller utlopp. Delproven gav tillsammans ett representativt samlingsprov för respektive nivå. Samlingsproverna skakades för att homogeniseras. Fältobservationer över de olika områdena och lokalerna dokumenterades ute i fält. Observationer och noteringar från fält redovisas i Bilaga 9.6-9.9.

Totalt 24 jordprover har analyserats för mikroplaster. Fler prov har utförts i Kviberg och Bulycke på grund av äldre och uppdelade regnrabatter. Tabell 4.1.1 visar antal samlingsprov per område.

Tabell 4.1.1 *Antal samlingsprov*

Lokal	Antal samlingsprov
Litteraturgatan	4
Kviberg	8
Bulycke	8
Alelyckan	4
	TOTAL: 24

För att undvika kontaminering undvek provtagaren direktkontakt med jorden. Provtagningspunkterna var fria från hårda ytor så som stora stenar och dylik. I de områden där marken var täckt av växter eller högt gräs vreds provtagningsborren ett halvt varv medurs för att rensa bort den överflödiga vegetationen och på så vis fastnade den inte i verktyget. Jordprovtagningen började genom att provtagningsborrens spets placerades mot marken och provtagaren la sin tyngd på borren och vred medurs. När kärnutrymmet var fullt var det viktigt att sluta vrida eftersom det annars kunde komprimeras och spillas ut på sidorna, vilket inte var önskvärt. Därefter lyfts provtagningsborren, med den jordfyllda kärnan, upp försiktigt och placerades i provtagningskärlet. Jordproverna delades upp i olika sektioner och placerades i provtagningskärnen. Längden på sektionerna var förbestämt till 0-15 cm och 15-30 cm och markerades ut på provtagningsborren med hjälp av en tumstock. Provtagningsborren rengjordes med vatten och papper både före och efter varje regnrabatt samt mellan provtagning av inlopp och utlopp.

4.1.4 Felkällor

Parametrar som påverkar jordprovtagningen är variationer i bl.a. antal torra dagar innan regn, regnintensitet, årstid, variationer i trafikbelastning, m.m. Andra faktorer att ha i åtanke är bl.a. variationer i temperatur, växtlighet, vägsalt under vintern, föroreningskoncentration i inflödet, förändring av filtermaterial över tid (t.ex. nedbrytning av organiskt material), igensättning av filtermaterial (och därmed mer bräddning). Markundersökningskäppen och spadborren bör noggrant tvättas med diskmedel och varmt vatten både före och efter användning. De bör även rengöras mekaniskt med en borste för att undvika korskontaminering mellan varje sektion (Kretslopp och vatten, u.å). Jordprover är inhomogena så stora plastpartiklar i ett prov kan visa mycket höga halter av plast och inte bli riktigt representativt.

4.2 Provberedning och kemisk analys

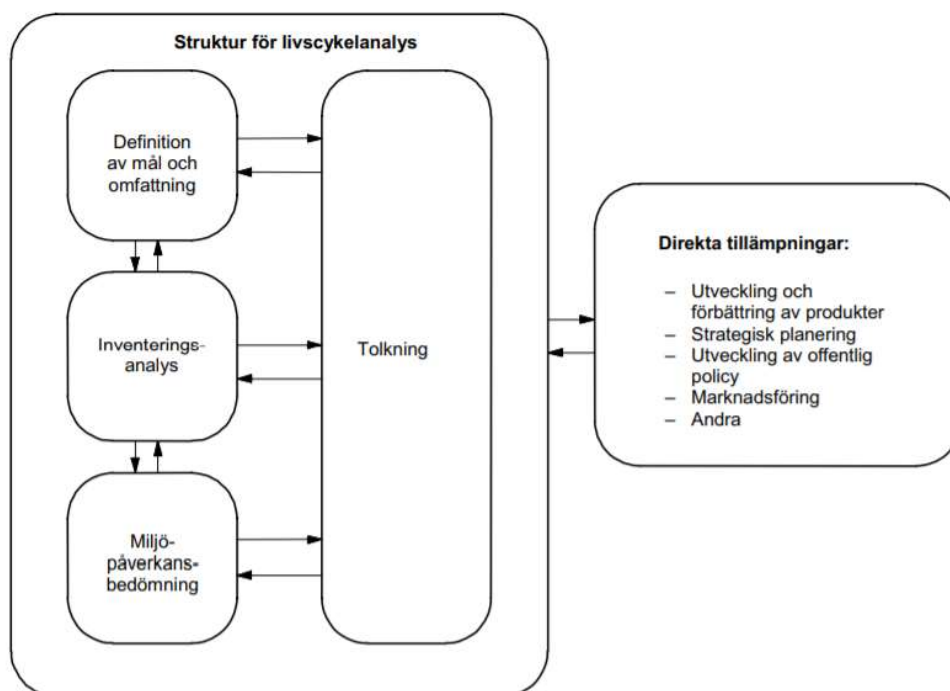
24 jordprover har skickats till analys av mikroplast till SGS Analytics Sweden som är inriktade på miljö- och livsmedelsanalyser och är en del av världens största laboratoriegrupp-SGS Group (SGS Group, 2022).

Första steget i analysen är provberedning genom att jordprover vägs in för att se om mängden är tillräcklig, optimal vikt är 500 g (D. Dahlberg, personlig kommunikation, 4 Maj, 2022). Därefter utförs en densitetseparation mellan plastpartiklarna och övrigt organiskt material. Separationen sker med hjälp av zinkklorid som har en högre densitet än plastpartiklarna vilket gör att partiklarna flyter upp till ytan och kan

filtreras. Sedan används en process som kallas sonikering med ultraljud för att lösgöra partiklarna från filtret. Vid detta steg finns det fortfarande organiskt material kvar som måste oxideras bort med Fentons reagens ($\text{Fe(II)} + \text{H}_2\text{O}_2$). De kvarvarande mikroplasterna filtreras och fastnar på filtret. Slutligen analyseras det torkade filtret med hjälp av termisk extraktions- och desorptionsgaskromatografi med masspektrometri (TED-GC-MS) metoden. Resultatet man får ut av metoden är förekomst och mängd av åtta olika plasttyper samt två olika gummikomponenter; Polyvinylklorid (PVC), Polystyren (PS), Polyetentereftalat (PET), Polyeten (PE), Polykarbonat (PC), Polymetylmetakrylat (PMMA), Polypropen (PP), Polyamid 6 (PA6), Styren-butadiengummi (SBR) och Naturgummi (NG). Resultaten rapporteras i mg plast per kg jordprov.

4.3 Förenklad LCA

En livscykelanalys (LCA) används för att utvärdera en produkts klimatpåverkan genom hela livscykeln enligt den Svenska standarden ISO 14040 (Swedish Standards Institute, SIS, 2006). Det vill säga att man studerar tillverkning av råmaterial, produktion, användning, slutbehandling och återvinning från vaggan till graven. En LCA-analys består av fyra steg: definition av mål och omfattning, inventering, bedömning av klimatpåverkan och tolkning).

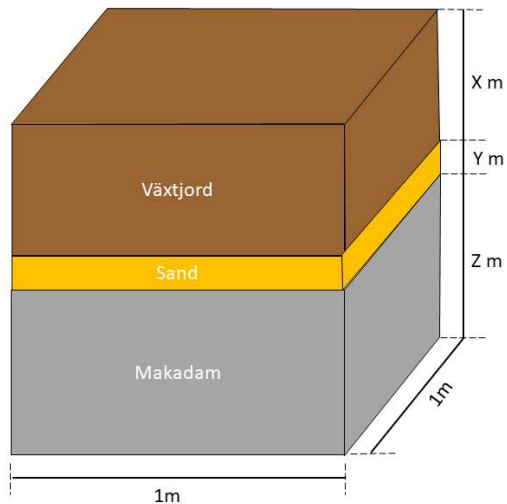


Figur 4.1 Beskrivning av LCA-modell (Swedish Standards Institute, SIS, 2006).

4.3.1 Definiera mål och omfattning

I denna förenklade LCA-analysen kommer vi studera en generell regnrabatt bestående av makadam, sand och växtjord då denna uppbyggnad var återkommande i alla områden; Litteraturgatan, Bulycke, Alelyckan och Kviberg. Koldioxidberäkningarna kommer beräknas per kubikmeter regnrabatt för vardera anläggningen. Då höjden av de olika materialen varierar mellan anläggningarna tas detta i beaktelse. Den generella

regnrabatten med varierande höjd redovisas i Figur 4.2 nedan. LCA-analysen kommer endast studera koldioxidutsläpp. Målet med analysen är att ta reda på hur de olika materialen i regnrabatten påverkar miljön och hur vi kan förbättra regnrabatten ur ett miljöperspektiv.



Figur 4.2 Generell regnrabatt

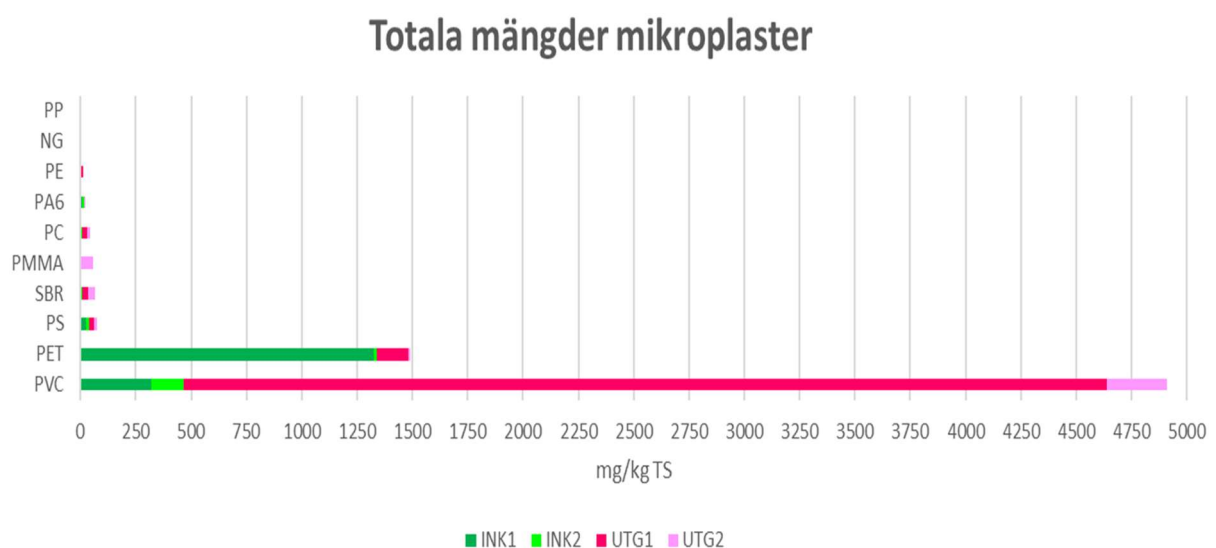
Regnrabatterna i de olika områdena har använt sig av olika leverantörer av materialen. Begräsningar som har gjorts är att endast studera en representativ leverantör för varje material då vissa leverantörer inte längre finns kvar. De leverantörer som studeras är NCC Industry Nordic AB i Tagene och Bara Mineraler. BARA Mineraler använder sig av underleverantören Ragn-sells.

4.3.2 Inventering

De parametrar som vi har undersökt i LCA-analysen är materialutvinning, materialtillverkning och totala transporten ur ett koldioxidperspektiv för en kubik regnrabatt. Den funktionella enheten blir därför för en kubik regnrabatt kg CO₂ ekv.

5 Resultat och diskussion - jordprovtagning

I Bilaga 9.10-9.25 presenteras resultaten från mikroplastanalyser från jordprover tagna vid Litteraturgatan, Kviberg, Bulycke och Alelyckan.



Figur 5.1 Totala koncentrationer av mikroplaster i samtliga tagna jordprover uppdelat per; INK1, INK2, UTG1 och UTG2.

Resultaten visar att regnrabatten i Alelyckan innehöll mest mikroplaster, därefter Litteraturgatan, Bulycke och i Kviberg hittas lägsta koncentrationerna mikroplaster. De mest förekommande plasterna i de fyra olika anläggningarna var polyvinylklorid (PVC), Polyetentereftalat (PET) och polystyren (PS). Hur mycket av varje mikroplast som fanns i regnrabatterna totalt för alla anläggningar i storleksordning redovisas i Figur 5.1. I denna figur är även uppdelat i hur stor andel mikroplast det fanns i INK1, INK2, UTG1 och UTG2, vilket ger en bild över hur partiklarna färdas vertikalt och horisontellt. Resultatet påvisar att PVC och PET förekom mest i det översta djupet och att regnrabatten lyckades omhänderta partiklarna då det förekom mindre i de djupare lagren. Polymetylmetakrylat (PMMA) skiljer sig ur mängden då den bara hittades vid utloppet i det djupaste lagret och kan därav antas ha anrikats och koncentreras i regnrabatten där.

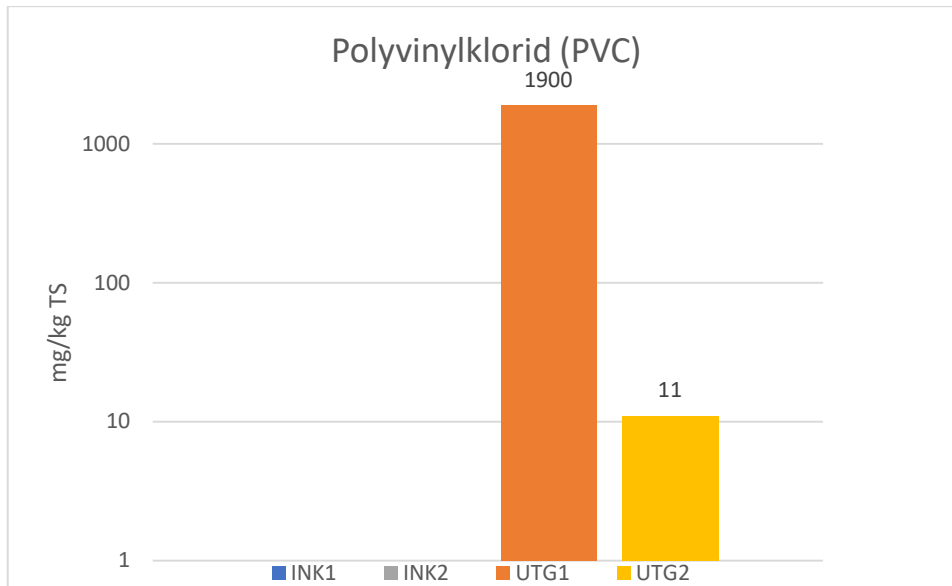
PVC förekommer i färg som skyddar plåttak (Plastisol), vatten- och avloppsrör, slangar och golv (Kemikalieinspektionen, 2019). PET finns huvudsakligen i plastflaskor och burkar. PS anträffas i värmeisoleringsmaterial och livsmedelsförpackningar. Från analysen identifierades endast fem olika typer av mikroplaster av tio analyserade i anläggningarna i Alelyckan, Litteraturgatan och Kviberg. Bulycke skilde sig ur mängden, där totalt nio av de tio analyserade mikroplasterna hittades, eftersom mer mikroplaster förekommer ihop med återvinningscentralen.

5.1 Litteraturgatan



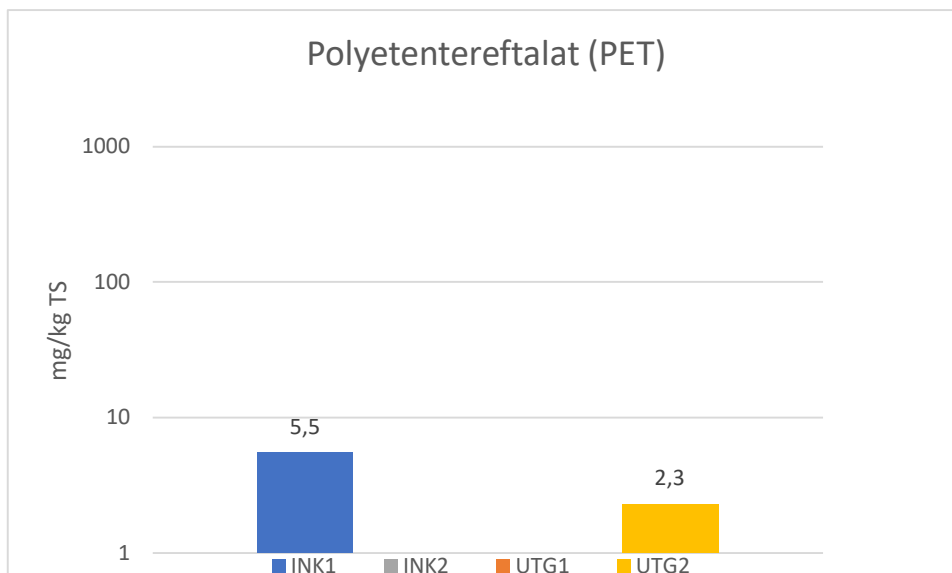
Figur 5.2 Provtagningspunkter för jord vid Litteraturgatan (Polo Ruiz de Arechavaleta, u.å.).

Figur 5.2 visar inom vilket område vid Litteraturgatan som proverna togs (Polo Ruiz de Arechavaleta, u.å.). Resultaten för Litteraturgatan med benämning INK1 och INK2 är tagna inom området för "Inlopp", där INK1 syftar till ett djup på 0-15 cm och INK2 djup 15-30 cm. UTG1 och UTG2 är tagna inom arean för "Utløpp", där UTG1 syftar till djup på 0-15 cm och UTG2 djup 15-30 cm. Resultaten för samtliga prover redovisas i Bilaga 9.10-9.12.



Figur 5.3 Koncentrationer av PVC i jordprover tagna i regnrabatten vid Litteraturgatan (Inlopp INK1= djup 0-15 cm; INK2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1=0-15 cm; UTG2= djup 15-30 cm).

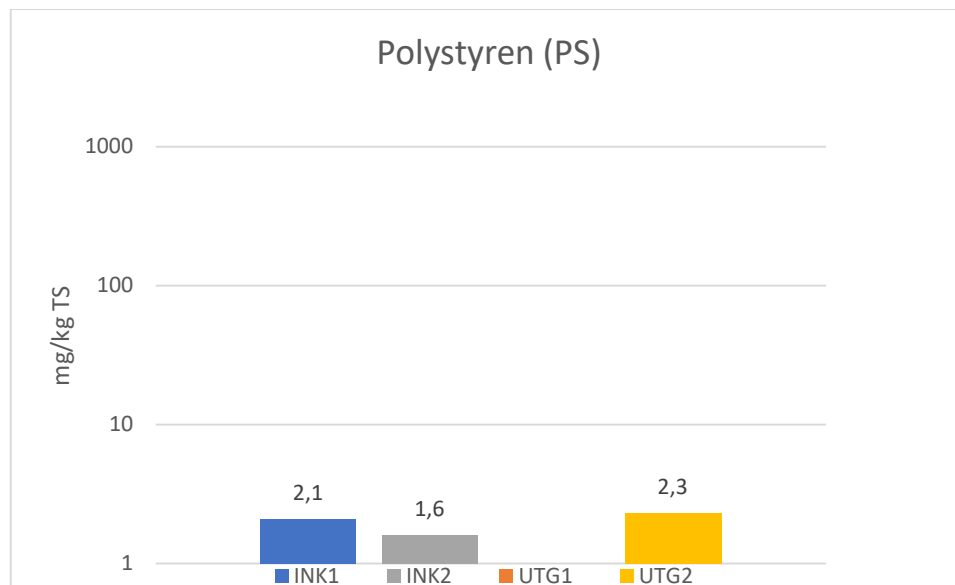
Enligt resultaten förekom det mest mikroplaster i form av PVC i anläggningen. Den största andelen av PVC hittades kring utlopp, främst i djup 0-15 cm. koncentrationen som uppmättes var 1900 mg/kg TS och är en betydligt större mängd än vad som hittades av de övriga analyserade mikroplasterna. En hög koncentration i översta djup kan bero av en tillfällig källa av mikroplasten vid just den punkten. Inloppet tar emot dagvatten från den trafikerade vägen och byggarbetsplatsen intill, därav förväntades PVC även förekomma i proverna vid inlopp. Byggarbetsplatsen kan även påverka flödesriktningen och kan vara en orsak till att inget PVC uppmätts vid inloppet.



Figur 5.4 Koncentrationer av PET i jordprover från regnrabatten vid Litteraturgatan (Inlopp INK1= djup 0-15 cm; INK2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1=0-15 cm; UTG2= djup 15-30 cm).

Den näst största källan till mikroplaster var PET och hittades i inkommande djup 0-15 cm och i utgående djup 15-30 cm. PET förekommer i plastflaskor och burkar, därav

antas PET tillkommit till inlopp genom nedskräpning av fotgängare och från byggarbetsplatsen. Det är däremot svårt att förklara varför PET bara hittades i det understa lagret vid utlopp. En rimlig förklaring kan vara att PET har följt med vattnet igenom regnrabatten till utloppet utan att filtermaterialen har omhändertagit PET partiklarna.



Figur 5.5 Koncentrationer av PS i jordprover från regnrabatten vid Litteraturgatan (Inlopp INK1= djup 0-15 cm; INK2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1=0-15 cm; UTG2= djup 15-30 cm).

PS var den tredje mest förekommande mikroplasten och hittades kring inlopp och utlopp. I inlopp hittades det i båda djupen. Mest PS hittades vid utlopp i djup 15-30 cm och inget i djup 0-15 cm. Ett första antagande är att PS har följt med det inkommande vattnet vid inlopp till utloppet och anrikats där. Litteraturgatan är dock en ny anläggning och mikroplasterna bör därför inte ha hunnit att anrikas i det djupare lagret. En förklaring kan vara att materialen som används i regnrabatten innehöll PS från start. PS används i diverse byggnadsmaterial som till exempel värmeisolering, därav förekom det förhållandevis små mängder.

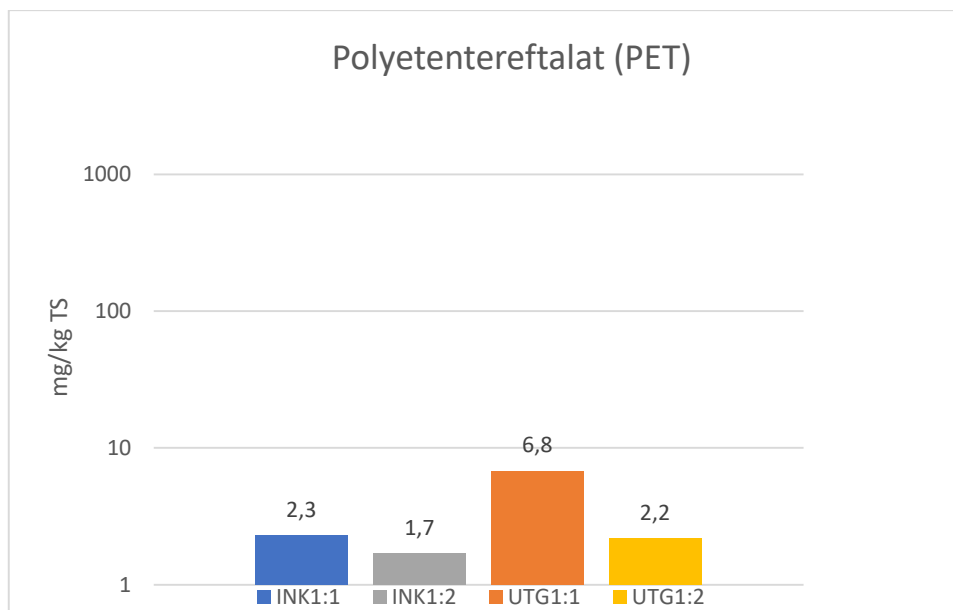
Naturgummi (NG) och styren-butadiengummi (SBR) är de främsta huvudingredienserna i bildäck och påvisades inte i något prov. Den intilliggande trafikerade vägen med tillhörande övergångsställe bidrar till inbromsning och slitage av däck och därav förväntades mikroplasterna hittas i anläggningen.

5.2 Kviberg



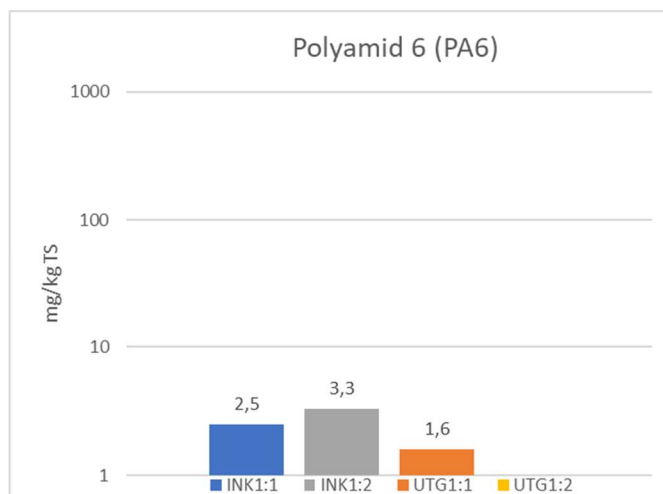
Figur 5.6 Provtagningspunkter av jord vid regnrabatterna i Kviberg (2022-03-31) och (Google, u.å.).

Figur 5.6 visar provtagningspunkterna från jord i Kviberg (Google, u.å.). Resultaten för Kviberg med benämning INK1:1 och INK1:2 är tagna inom området för "Inlopp 1", där INK1:1 syftar till djup 0-15 cm och INK1:2 djup 15-30 cm. UTG1:1 och UTG1:2 är tagna inom arean för "Utlöpp 1", där UTG1:1 syftar till djup på 0-15 cm och UTG1:2 djup 15-30 cm. På samma sätt benämns regnrabatt 2 med INK2:1 och INK2:2 vid "Inlopp 2" och UTG2:1 och UTG2:2 vid "Utlöpp 2". Resultaten för samtliga prover redovisas i Bilaga 9.14-9.16.

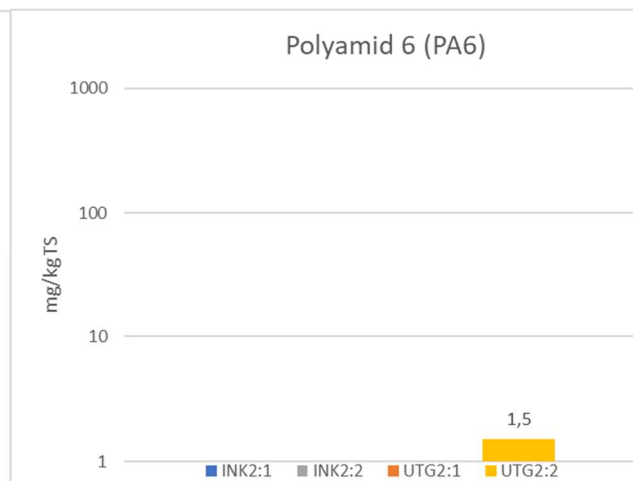


Figur 5.7 Koncentrationer av PET i jordprover från regnrabatt ett vid Kviberg (Inlopp INK1:1= djup 0-15 cm; INK1:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1:1=0-15 cm; UTG1:2= djup 15-30 cm).

Enligt resultat är PET den mikroplast som förekommer i högsta koncentrationer i anläggningen, och högsta koncentrationerna hittas i regnrabatt ett kring utlopp vid ett på djup 0-15 cm. En mindre andel PET följer med till djup 15-30 cm vilket betyder att en del av partiklarna har omhändertagits i regnrabattens översta djup. Kring inloppet hittas lägre koncentrationer PET-partiklar i båda djupen. Att koncentrationerna av mikroplaster är högre i jorden vid utlopp än inlopp kan bero på att Kviberg är en av Sveriges äldsta regnrabatter (byggd 2015) och att det har ackumulerats vid utlopp.

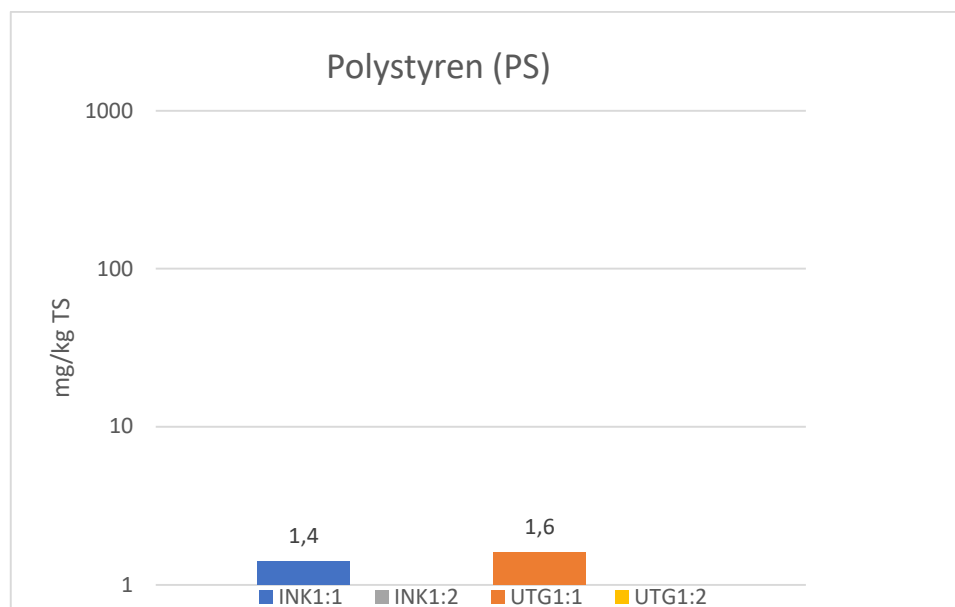


Figur 5.9 Koncentrationer av PA6 i jordprover från regnrabatt ett vid Kviberg (Inlopp INK1:1= djup 0-15 cm; INK1:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1:1=0-15 cm; UTG1:2= djup 15-30 cm).



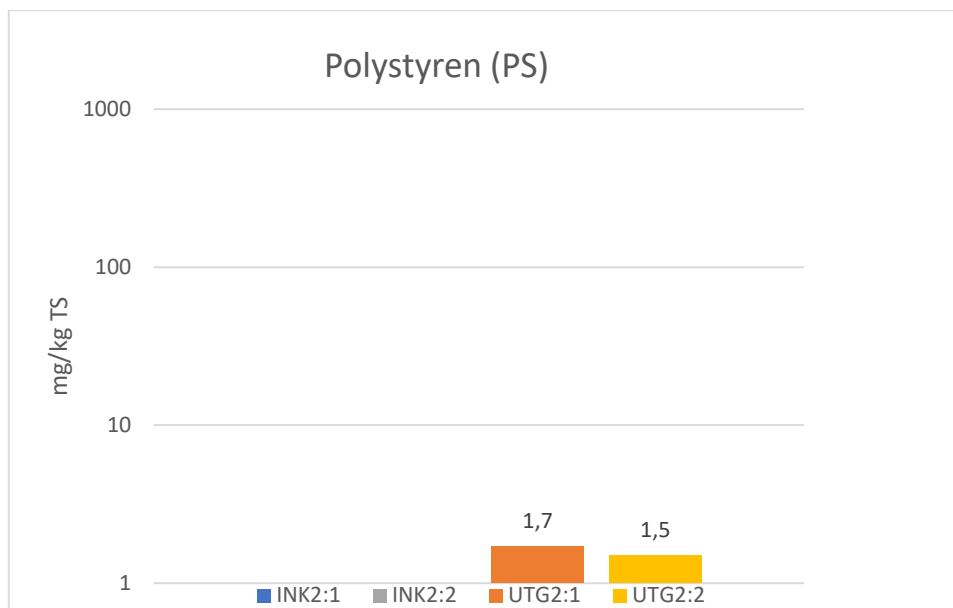
Figur 5.8 Koncentrationer av PA6 i jordprover från regnrabatt två vid Kviberg (Inlopp INK2:1= djup 0-15 cm; INK2:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG2:1=0-15 cm; UTG2:2= djup 15-30 cm).

Polyamid 6 (PA6) är den plast man hittade näst mest av i anläggningen och förekom i regnrabatt ett främst kring inlopp ett i båda djupen, men även en del vid utlopp ett i djup 0-15 cm. För regnrabatt två hittades PA6 vid utlopp två i djup 15-30 cm och resultat från jordprover kring inlopp i regnrabatt två har ännu inte analyserats. PA6 finns i konstgräsplanens konstgjorda gräs och därav förväntades det att hittas då inlopp ett ligger nära konstgräsplanen.



Figur 5.10 Koncentrationer av PS i jordprover från regnrabatt ett vid Kviberg (Inlopp INK1:1= djup 0-15 cm; INK1:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1:1=0-15 cm; UTG1:2= djup 15-30 cm).

PS förekommer även i regnrabatt ett kring inlopp ett i djup 0-15 cm samt kring utlopp ett i djup 0-15 cm. I regnrabatt ett har antagligen PS tillkommit via nedskräpning till det översta lagret där det verkar ha fastnat och inte följt med till de djupare lagren. På grund av konstgräsplanen och gångstråket intill inlopp ett kommer en större mängd människor vistas där än kring utlopp ett. Därav bör en högre halt av PS påvisas vid inloppet, men i detta fall är halterna lika stora vid inlopp och utlopp. Detta kan betyda att regnrabattens funktion inte är speciellt effektiv, eller att nedskräpning fortsätter att ske längs parkeringen. En observation som gjordes på plats var att jorden vid inloppet var mycket torr vilket tyder på att dagvattnet inte tar sig dit vilket stärker antagandet att nedskräpning sker längs parkeringen.



Figur 5.11 Koncentrationer av PS i jordprover från regnrabatt två vid Kviberg (Inlopp INK2:1= djup 0-15 cm; INK2:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG2:1=0-15 cm; UTG2:2= djup 15-30 cm).

PS hittas även i regnrabatt två kring utlopp vid djup 0-15 cm och djup 15-30 cm. Halterna kan bero på den visuella nedskräpningen från byggarbetsplatsen som ligger intill och eventuellt slitage från de plaströr som ligger längs utlopp två.

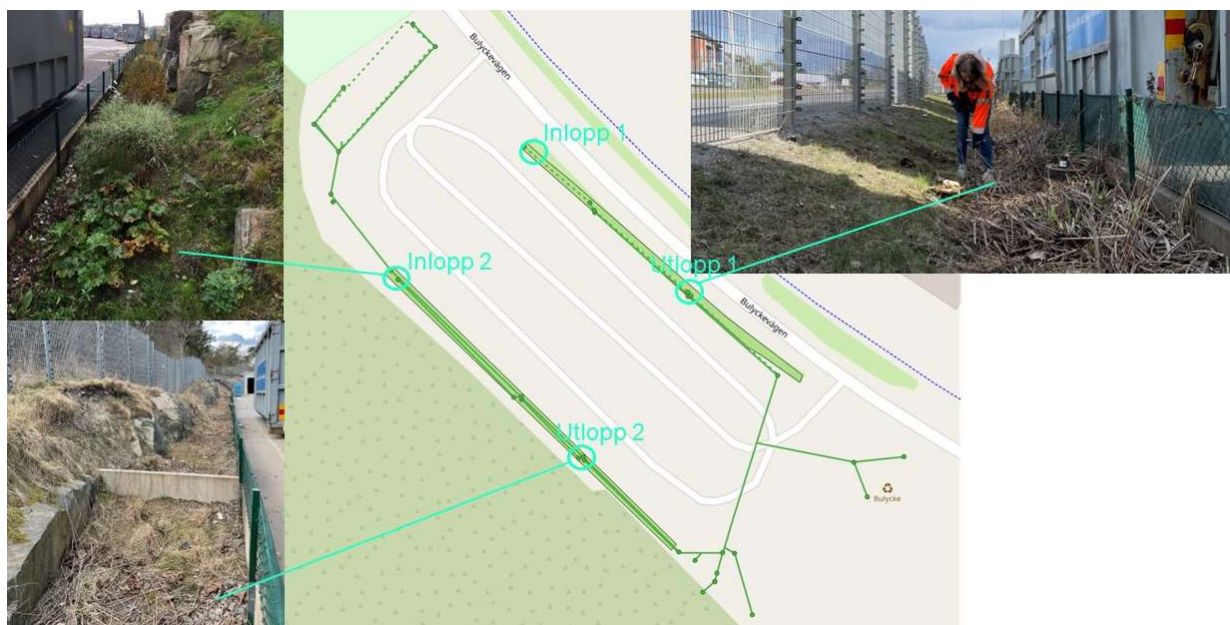
Resultat från jordprover kring inlopp i regnrabatt två har ännu inte analyserats. Kring inloppet konstaterades det visuellt att många svarta gummipartiklar från fotbollsplanen förorenar marken. Analysresultaten hade med största sannolikhet påvisat naturgummi (NG) och styren-butadiengummi (SBR).



Figur 5.12 Inlopp två i Kviberg, gummipartiklar (2022-03-31)

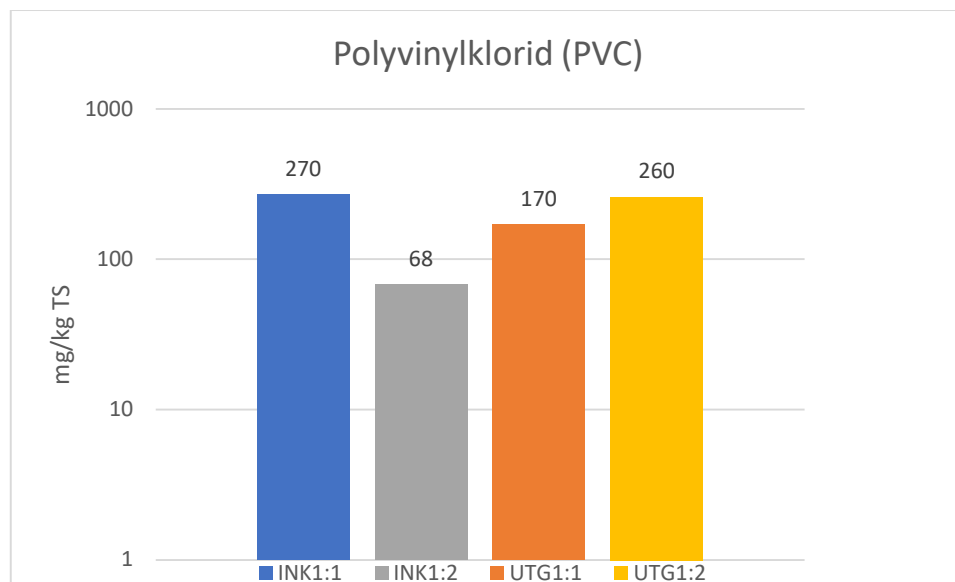
NG och SBR är även ingredienser i bildäck och frigörs vid slitage och bör därför ha påvisats på grund av den stora parkeringsplatsen. Mikroplasterna bör påvisats i analyserna för både regnrabatt ett och två.

5.3 Bulycke



Figur 5.13 Provtagningspunkter i jorden vid Bulycke (2022-03-31) och (Polo Ruiz de Arechavaleta, u.å.).

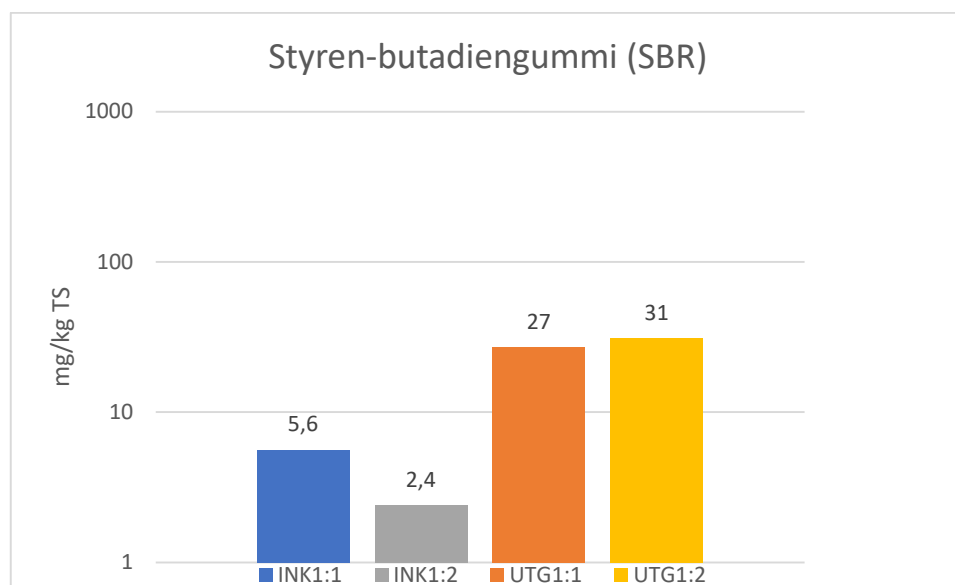
Figur 5.13 visar provtagningspunkterna i Bulycke (Polo Ruiz de Arechavaleta, u.å.). Resultaten för Bulycke med benämning INK1:1 och INK1:2 är tagna inom området för "Inlopp 1", där INK1:1 syftar till djup på 0-15 cm och INK1:2 djup 15-30 cm. UTG1:1 och UTG1:2 är tagna inom arean för "Utlöpp 1", där UTG1:1 syftar till djup på 0-15 cm och UTG1:2 djup 15-30 cm. På samma sätt benämns regnrabatt 2 med INK2:1 och INK2:2 vid "Inlopp 2" och UTG2:1 och UTG2:2 vid "Utlöpp 2". Resultaten för alla prover redovisas i Bilaga 9.17-9.22.



Figur 5.14 Koncentrationer av PVC i jordprover från regnrabatt ett vid Bulycke (Inlopp INK1:1= djup 0-15 cm; INK1:2 djup 15-30 cm; Utlöpp UTG1:1=0-15 cm; UTG1:2= djup 15-30 cm).

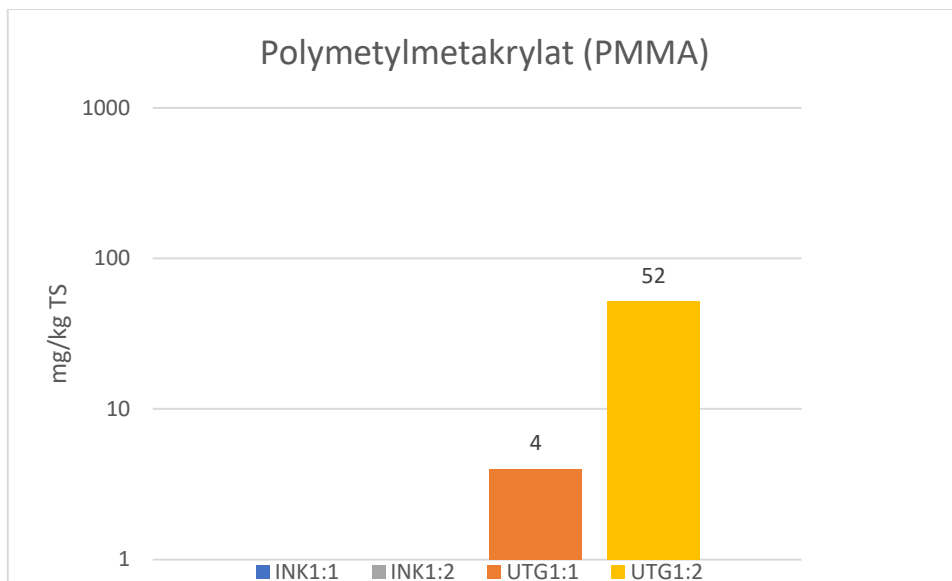
Enligt resultaten är PVC den mikroplast som förekommer mest i anläggningen, högsta koncentrationerna analyserades i regnrabatt ett vid inlopp och djup 0–15 cm. En mindre andel PVC följer med ned till djup 15–30 cm. Höga koncentrationer av PVC hittades i regnrabatt ett vid utlopp ett på djup 15–30 cm och lägre halter i djup 0–15 cm. Koncentrationen PVC som tillkommer vid inlopp ett för regnrabatt ett på djup 0–15 cm är nästan detsamma som den koncentration som hittades i utlopp ett vid djup 15–30 cm.

PVC verkar därav inte ha blivit omhändertagen av regnrabatten alternativt att en tillfällig källa av mikroplasten har uppkommit längs vägen. Bulycke är en anläggning från 2017 och därav kan den stora koncentrationen av PVC i utlopp ett understa lager bero på att mikroplasten har anrikats och koncentrerats i rabatten. Vid inlopp ett för regnrabatt ett finns det inte många containrar, containrarna förekommer längs med regnrabatten och vid utlopp ett. PVC är en plast som förekommer i bland annat avloppsrör som kan källsorteras som brännbart. En container med brännbart är placerad vid utlopp ett vilket kan förklara den stora koncentrationen PVC vid utloppet.



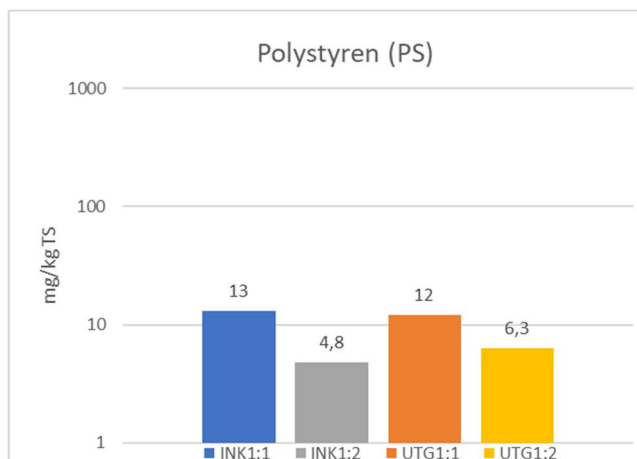
Figur 5.15 Koncentrationer av SBR i jordprover från regnrabatt ett vid Bulycke (Inlopp INK1:1= djup 0-15 cm; INK1:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1:1=0-15 cm; UTG1:2= djup 15-30 cm).

Styren-butadiengummi (SBR) var den mikroplast som förekom näst mest och hittades bara i regnrabatt ett. Detta kan bero på att regnrabatt ett ligger alldeles intill en trafikerad led och SBR kommer från slitage av gummidäck. SBR-partiklar hittades i alla djup i regnrabatten och den högsta koncentrationen hittades i utloppet i djup 15–30 cm. I anslutning till utloppet slängs gamla gummidäck i en container, vilket möjligtvis kan förklara skillnaden mellan inlopp och utlopp. Det förekom nästan lika mycket SBR i utlopp ett vid djup 15–30 cm som vid djup 0–15 cm. Regnrabatten verkar därav inte kunna fånga upp SBR-partiklar, alternativt har SBR följt med dagvattnet och orsakat en tillförsel av SBR i djup 15–30 cm. En annan förklaring kan vara att marken har spruckit upp när det är torrt länge, på så vis kan plasten följt med ner längs sprickorna sen när det regnar igen. Andra mikroplaster som det hittades små mängder av i området, och som förekomma i fordon, var naturgummi (NG) och polyamid 6 (PA6).

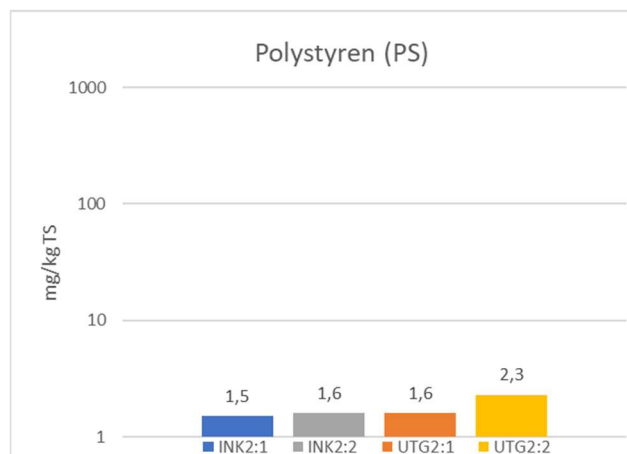


Figur 5.16 Koncentrationer av PMMA i jordprover från regnrabatt ett vid Bulycke (Inlopp INK1:1= djup 0-15 cm; INK1:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1:1=0-15 cm; UTG1:2= djup 15-30 cm).

Enligt resultaten påvisades det även en del mikroplaster i form av polymetylmetakrylat (PMMA) i anläggningen. PMMA hittades bara vid utloppet för regnrabatt ett, främst i djup 15-30 cm. Detta kan bero på att partiklarna funnits på ytan och sköljts ner till det djupare lagret och fastnat och anrikats där. PMMA används i plexiglas, baklyktor på bilar och akvarierutor. Plexiglas källsorteras som brännbart medan akvarierutor källsorteras som obrännbart. I Bulycke står containrarna för brännbart och obrännbart på sidan mot regnrabatt ett mitt emellan inloppet och utloppet. Därav kan PMMA förväntas tillkommit i mitten av rabatten och därefter följt med vattnet i flödesriktningen mot utlopp ett för att anrikas och koncentreras där. PMMA verkar inte ha tillkommit vid utloppets översta djup då det hittades en så liten mängd här. Inget PMMA hittades i regnrabatt 2 vilket antagligen beror på containrarnas placering.



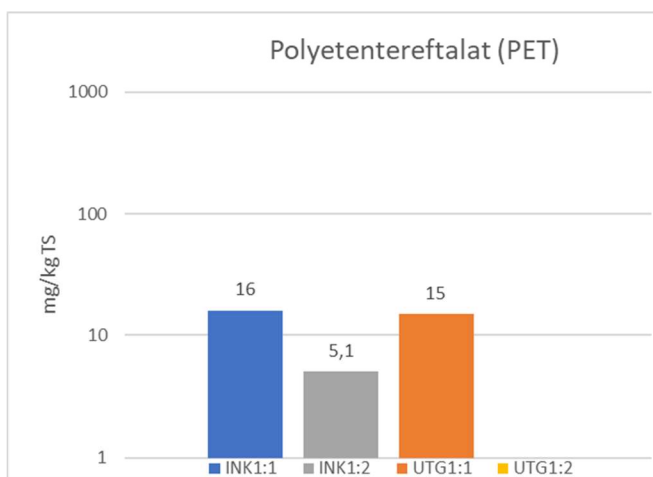
Figur 5.18 Koncentrationer av PS i jordprover från regnrabatt ett vid Bulycke (Inlopp INK1:1= djup 0-15 cm; INK1:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1:1=0-15 cm; UTG1:2= djup 15-30 cm).



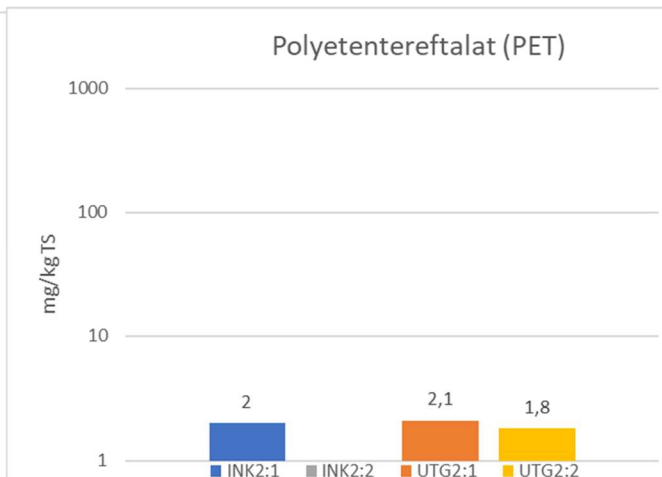
Figur 5.17 Koncentrationer av PS i jordprover från regnrabatt två vid Bulycke (Inlopp INK2:1= djup 0-15 cm; INK2:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG2:1=0-15 cm; UTG2:2= djup 15-30 cm).

PS hittades i både regnrabatt ett och regnrabatt två, i alla djup. Mest PS förkom i regnrabatt ett, i det översta djupet på 0-15 cm vid både inloppet och utloppet. Koncentrationerna i de djupare lagren tyder på att PS-partiklarna inte har blivit omhändertagna av filtermaterialet. I regnrabatt två förkom ungefär samma koncentration PS i alla djupen.

Isolering, VVS-porslin, spegel med ram och fönster med karm klassas som obrännbart material (Göteborg stad, 2022). Containern med obrännbart står närmast inlopp ett. PS finns i isoleringsmaterial och kan vara en förklaring till att resultaten påvisar mest PS vid inlopp ett för regnrabatt ett.



Figur 5.20 Koncentrationer av PET i jordprover från regnrabatt ett vid Bulycke (Inlopp INK1:1= djup 0-15 cm; INK1:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1:1=0-15 cm; UTG1:2= djup 15-30 cm).



Figur 5.19 Koncentrationer av PS i jordprover från regnrabatt två vid Bulycke (Inlopp INK2:1= djup 0-15 cm; INK2:2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG2:1=0-15 cm; UTG2:2= djup 15-30 cm).

PET påvisades i båda regnrabatterna. I regnrabatt ett analyserades de högsta halterna vid inlopp i djup 0-15 cm och en mindre mängd i djup 15-30 cm. I utlopp i djup 0-15 cm påvisas densamma koncentrationen av PET som för inlopp vid samma djup. Dock påvisas ingen förekomst kring utlopp vid djup 15-30 cm. Regnrabatten är alltså inte effektiv vad gäller rening och filtrering av PET-partiklar utan de följer med till utloppets översta lager. Kring inlopp i regnrabatt ett befinner sig två containrar som innehåller obrännbart material och rent gips samt en öppen avfallsplats tillägnad elektronikprodukter. Infarten till återvinningscentralen ligger precis till höger om inloppet. Då PET-partiklar inte kan kopplas till någon av de närliggande avfallsplatserna så antas det att mikroplasterna kommer från nedskräpning. Eller att vinden fört vidare PET från containrar längre bort. Eftersom allt avfall behandlas i öppenmiljö kan partiklar sprida sig via luft.

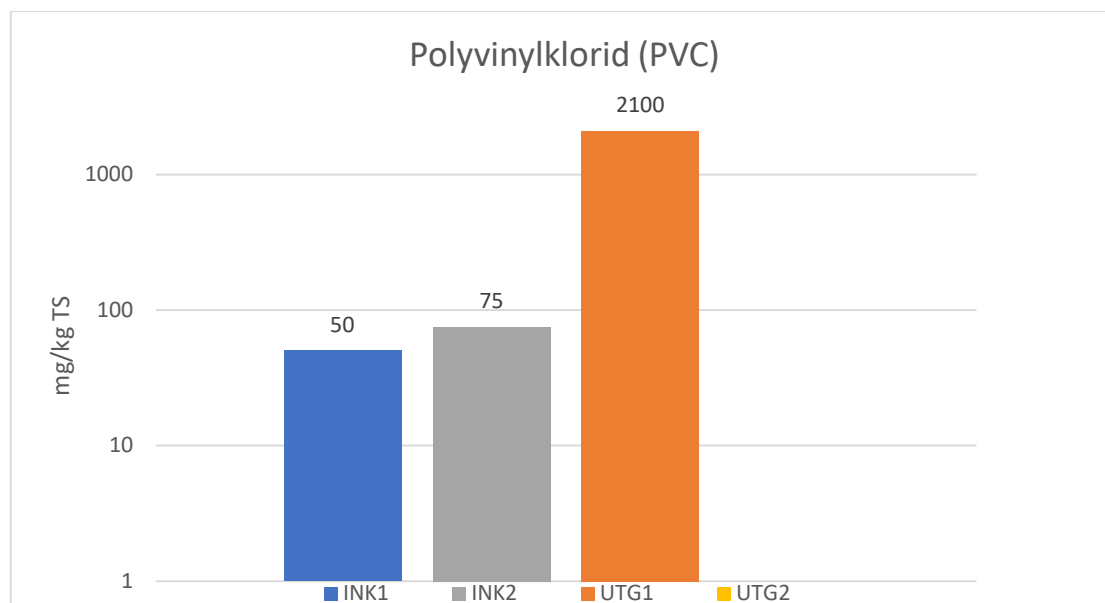
I regnrabatt två förekommer det PET kring inlopp vid djup 0-15 cm samt kring utlopp vid djup 0-15 cm och 15-30 cm. I anslutning till inloppet ligger det en container innehållande smått brännbart material. PET är som tidigare nämnt till exempel plastflaskor och burkar vilket klassas som brännbart material och kan vara en orsak till de påvisade mikroplasterna. Koncentrationen PET i inlopp är densamma som kring utlopp vid djup 0-15 cm och 15-30 cm. Detta kan bero på att regnrabatten inte har lyckats fånga upp mikroplasterna och rena dagvattnet eller att det tillkommit PET-partiklar under vägen fram till utloppet. Containrar närmast utloppet innehåller komposterbart och trä, vilket inte ger upphov till PET-partiklar.

5.4 Alelyckan



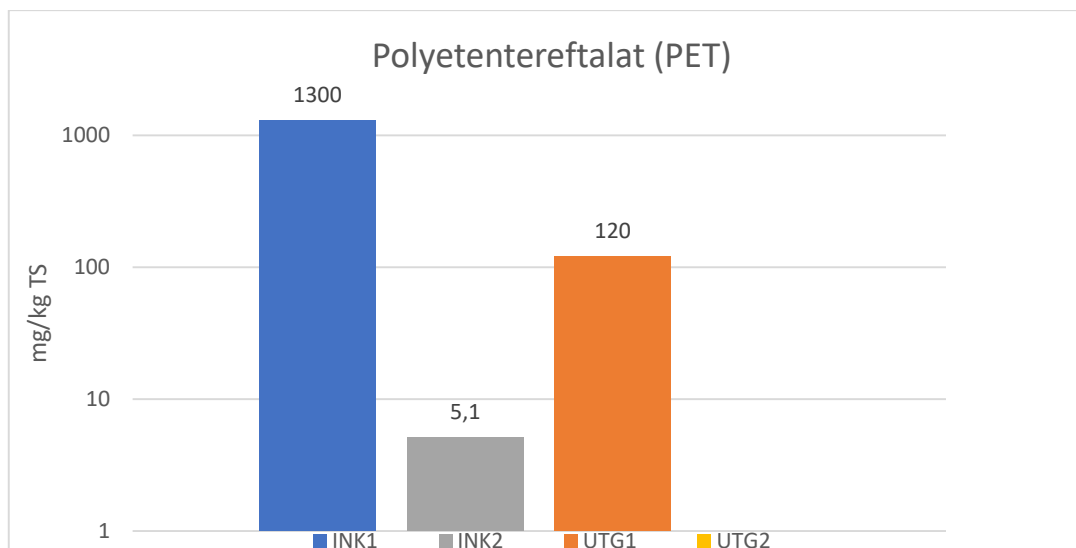
Figur 5.21 Provtagningspunkter för jord i regnrabatten vid Alelyckan (2022-03-31)

Figur 5.22 visar provtagningspunkterna vid Alelyckan. Resultaten för Alelyckan med benämning INK1 och INK2 är tagna inom området för ”Inlopp 1”, där INK1 syftar till djup på 0-15 cm och INK2 djup 15-30 cm. UTG1 och UTG2 är tagna inom arean för ”Utlopp 1”, där UTG1 syftar till djup på 0-15 cm och UTG2 djup 15-30 cm. Resultaten för samtliga prover redovisas i Bilaga 9.23-9.25.



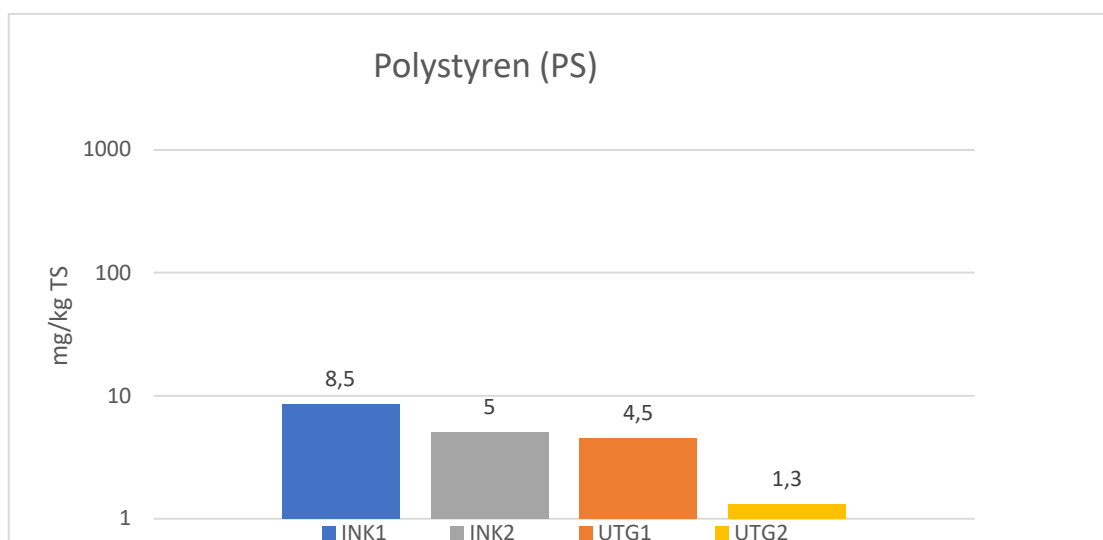
Figur 5.22 Koncentrationer av PVC i jordprover från regnrabatt vid Alelyckan (Inlopp INK1 = djup 0-15 cm; INK2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1 = 0-15 cm; UTG2 = djup 15-30 cm).

Den mikroplast som förekommer i högste halterna i regnrabatten är PVC. Den största andelen hittas kring utlopp i djup 0-15 cm, resultaten visar att PVC inte är påvisad i djup 15-30 cm. Kring inlopp förekommer det högre koncentrationer i djup 15-30 cm än i 0-15 cm. Dock är koncentrationen av PVC vid inlopp betydligt lägre än vid utlopp. Då PVC är en plast som används mycket i tillverkning av plaströr, stuprör, hängrännor, fönster och tak så var en påvisad mängd förväntad. En större mängd i utlopp tyder på att dagvatten från tak, fönster och stuprännor som finns längs regnrabatten successivt släpper ifrån sig mikroplastpartiklar. Att PVC inte påvisas i djup 15-30 cm tyder på att materialen i regnrabatten är effektiva vad gäller att fånga upp mikroplasterna och inte låter dem föras vidare till ledningar i botten och därmed riskerar att följa med vidare till recipienten.



Figur 5.23 Koncentrationer av PET i jordprover från regnrabatt vid Alelyckan (Inlopp INK1= djup 0-15 cm; INK2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1=0-15 cm; UTG2= djup 15-30 cm)

Att PET är den mikroplast som påvisades i näst högsta halter var inte förväntat då regnrabatten visuellt är fri från nedskräpning, plastflaskor och burkar. De högsta koncentrationerna förekom kring inlopp i djup 0-15 cm och betydligt mindre mängd i djup 15-30 cm. PET är en plast som har goda barriäregenskaper och ibland används i takdukar och väggdukar. Då inloppet sluts av två byggnader kan en eventuell takduk ge upphov till utsläpp av PET-partiklar. Kring utlopp i djup 0-15 cm påvisades låga halter PET, och ingen mängd alls vid djup 15-30 cm vilket återigen tyder på en effektiv regnrabatt.



Figur 5.24 Koncentrationer av PS i jordprover från regnrabatt vid Alelyckan (Inlopp INK1= djup 0-15 cm; INK2 djup 15-30 cm; Utlopp UTG1=0-15 cm; UTG2= djup 15-30 cm).

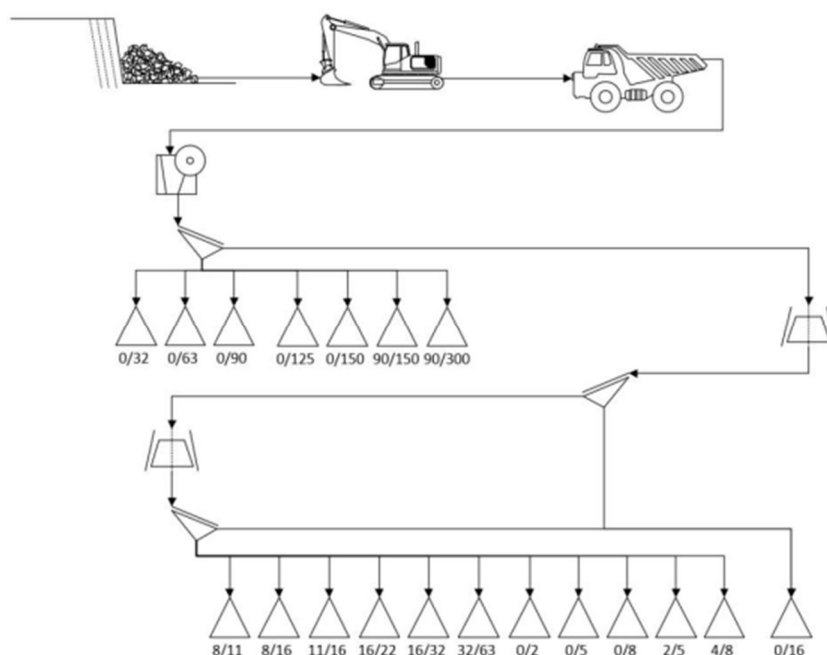
PS förekommer i jorden både vid djup 0-15 cm och 15-30 cm för både inlopp och utlopp. Det antagande som gjorts är att nedskräpning av plastbestick, plastglas och plastförpackningar kan ha orsakat förekomsten. Koncentrationerna av PS-partiklar i jorden från inlopp till utlopp har halverats.

6 Resultat och diskussion - LCA

6.1 Makadam

Makadamen kommer från en bergtäkt i Tagene i Göteborg och utvinns av NCC Industry Nordic AB (NCC Industry Nordic AB, 2021). En miljövarudeklaration har utförts på anläggningen i Tagene 2021 och den kommer ligga till grund för denna inventering. Den deklarerade enheten är 1000 kg ballast.

Första steget i utvinningen är att ta bort det översta lagret av jord, morän och vegetation med hjälp av en grävmaskin (NCC Industry Nordic AB, 2021). Denna process genomförs inte under de perioder då djuren har häckningssäsong för att beakta djurlivet i området. Det översta lagret som har tagit bort används senare för återfyllning av stenbrottet. Sedan borrar hål i det hårda berget och fylls med sprängmedel och exploderas. Beroende på vilken mängd och stenprodukt som ska utvinnas borrar olika många hål. Sprängmedlet körs till platsen med en tankbil. Den sprängda stenen körs vidare med hjälp av grävmaskin, dumper och hjullastare till nästa del i produktionsprocessen. Vidare tas stenen genom en materialmatare, transportband, kross och till sist sikt där materialet bryts och sorteras till olika produkter. Produkterna blir till betong, asfalt eller fyllnadsmaterial som används i anläggningsarbeten. Figur 6.1 visar produktionsprocessen för tillverkningen av ballast i Tagene (NCC Industry Nordic AB, 2021).



Figur 6.1: Produktionsprocessen för tillverkningen av ballast i Tagene (NCC Industry Nordic AB, 2021).

Systemgränserna som tas med i LCA-modellen är produktionsstadiet A1-A3 och slutskedet C1-C4 (NCC Industry Nordic AB, 2021). Då slutskedet är beroende på användningsområde kommer endast produktionsstadiet tas i anspråk.

Systemgränserna redovisas i Tabell 6.1.1 nedan (NCC Industry Nordic AB, 2021).

Tabell 6.1.1 Systemgränserna för LCA-modellen (NCC Industry Nordic AB, 2021).

	Product stage			Construction process stage		Use stage							End of life stage				Benefits and loads beyond the system boundary
	Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport	Construction installation	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction demolition	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse, recovery, recycling potential
Module	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D
Modules declared	X	X	X	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	X*	X*	X*	X*	X*

I miljövarudeklarationen har ett totalt koldioxidutsläpp beräknats för produktionsstadiet och beräknats till 2,1 kg CO₂ekv (NCC Industry Nordic AB, 2021). För att vidare kunna beräkna koldioxidutsläpp för en kubikmeter regnrabatt för de fyra områdena behöver volym och densitet för makadamen tas hänsyn till. Volymberäkning för vardera anläggningen redovisas i Bilaga 9.26-9.30 och en sammanställning kan ses i Tabell 6.1.2 nedan. Densiteten för makadam i storlek 2-6 mm har avlästs till 1400 kg/m³ (Snabbgrus, 2022a). För en mer detaljerad beräkningsgång se bilaga 9.31-9.35.

Tabell 6.1.2 Volymen makadam

	Litteraturgatan	Kviberg Östra	Kviberg Västra	Bulycke	Alelyckan
Makadam(m3)	0,5	0,35	0,35	0,2	0,27

6.2 Sand

Sanden utvinns på samma ställe som makadamen i Tagene i Göteborg tillverkad av NCC Industry Nordic AB (NCC Industry Nordic AB, 2021). Enligt miljödeklarationen var det totala koldioxidutsläppet för sand i storlek 0-2 mm 2,1 kg CO₂ ekv med samma deklarerade enhet på 1000kg.

På samma sätt som för makadamen beräknades koldioxidutsläppet för en kubikmeter regnrabatt med hjälp av volymen och densiteten. Volymberäkning för vardera anläggningen redovisas i Bilaga 9.26-9.30 och en sammanställning kan ses i Tabell 6.1.2 nedan. Densiteten för sand i storlek 0-2 mm är 1350 kg/m³ (Snabbgrus, 2022b). För en mer detaljerad beräkningsgång se bilaga 9.31-9.35.

Tabell 6.2.1 Volymen sand

	Litteraturgatan	Kviberg Östra	Kviberg Västra	Bulycke	Alelyckan
Sand (m3)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

6.3 Växtjord

Växtjorden som beaktas görs av BARA mineraler som har sin tillverkning i Skepplanda (Bara mineraler, 2022a). Växtjorden som används i regnrabatterna kallas Hekla regnrabatt och består av grönkompost, sand och pimpsten.

6.3.1 Grönkompost

Grönkomposten tillverkas av Ragn-sells som är ett av Sveriges främsta kompetensföretag inom återvinning och miljö (M. Andersson, personlig kommunikation, 22 April, 2022). I Heljestorp, Vänersborg, finns en modern kretsloppanläggning där Ragn-sells plockar upp trädgårdskompost som till exempel gräs, kvistar, löv och pinnar. Tillverkningsprocessen börjar med att avfallet krossas till mindre flis som läggs ut i långa strängar på marken. Krossmaskinen drar 20 l/h och kan belastas med 200 ton/h. Drivs av HVO som bränsle, det vill säga diesel med 30% förnybart biobränsle. Därefter startar komposteringen och materialet börjar förmultna till grönkompostjord. För att påskynda förmultningen vänds materialet med en hjullastare cirka 8 gånger under tillverkningen. Hjullastaren drivs med HVO som bränsle och drar 10 l/h och kan vända 250 ton/h. När avfallet nu blivit till en fraktion med jord och mindre flis så siktas det med en siktmaskin för att sila bort den större flisen. Restprodukten blir den gröna kompostjorden. Den större flisen görs till biobränsle. Siktmaskinen drar 6 l/h och klarar av 50 ton/h. Drivs även den med HVO som bränsle.

Den färdiga produkten levereras med lastbil till Skepplanda där BARA mineraler får sin produkt (M. Andersson, personlig kommunikation, 22 April, 2022). Lastbilarna rymmer 40 ton och kör en totalsträcka på 10 mil och drar 5 l/mil vid tung last. Även här är drivmedlet HVO-bränsle. Då lastbilen endast är tungt lastad till Skepplanda och tom på vägen tillbaka har den totala sträckan kortats ner till 8 mil för att få en mer korrekt analys.

För att beräkna koldioxidutsläppet CO₂ WTW multipliceras bilens deklarerade bränsleförbrukning med drivmedlets WTW-utsläpp per liter (Miljöfordon, 2021). Bilens deklarerade bränsleförbrukning beräknas genom att dividera förbrukningen med belastningen. WTW är en förkortning av "Well To Wheel" (Sveriges Åkeriföretag, 2022). Detta uttryck används för att beskriva vilka delar i kedjan som tagits med i koldioxidberäkningen av klimatpåverkan från drivmedel. WTW beaktar hela kedjan från produktion, distribution och användning av drivmedlet. Drivmedlets WTW-utsläpp per liter för HVO bränsle är 0,67 kg CO₂ ekv/liter (Miljöfordon, 2021).

För att vidare kunna beräkna koldioxidutsläpp för en kubikmeter regnrabatt för de fyra områdena bör volym och densitet för grönkompost tas hänsyn till. Volymberäkning för vardera anläggningen redovisas i Bilaga 9.26-9.30 och en sammanställning kan ses i Tabell 6.3.1 nedan. Densiteten för grönkompost avlästs till 700 kg/m³ (Snabbgrus, 2022c). För en mer detaljerad beräkningsgång se bilaga 9.31-9.35.

Tabell 6.3.1 Volymer grönkompost

	Litteraturgatan	Kviberg Östra	Kviberg Västra	Bulycke	Alelyckan
Grönkompost (m ³)	0,12	0,12	0,3	0,135	0,09

6.3.2 Sand

Sanden som används i växtjorden kommer från Kollanda grus AB i Göteborg och tillverkas på likadant sätt som makadamen (M. Andersson, personlig kommunikation, 22 April, 2022). Det som skiljer sig är att man för sanden plockar ut de mindre och finare fraktionerna i sikten. Därav har sanden lika stor klimatpåverkan som makadamen vad gäller maskiner och dieselförbrukning. Dock transporteras sanden nu från Kollande till Skepplanda, vilket är en total väg på 2,2 mil. Lastbilen körs med full last till Skepplanda och tom tillbaka till Kollanda, därför har en total sträcka på 1,8 mil används i beräkningen. Lastbilen drar 5 l/mil och rymmer 40 ton. Lastbilen drivs av HVO-bränsle.

För att beräkna det totala koldioxidutsläppet beräknades utsläppen från tillverkningsprocessen och transporten på olika vis (NCC Industry Nordic AB, 2021). Utsläppen från tillverkningen enligt miljödeklarationen för sand i storlek 0-2 mm är 2,1 kg CO₂ ekv med en deklarerad enhet på 1000 kg. För att beräkna vad en kubikmeter regnrabatt släpper ut används volymen och densiteten. Volymen sand i växtjorden beräknas enligt bilaga 9.26-9.30 och volymen sand i anläggningarna kan avläsas i tabell 6.3.2 nedan. Densiteten för sand i storlek 0-2 mm är 1350 kg/m³ (Snabbgrus, 2022b). För en mer detaljerad beräkningsgång se bilaga 9.31-9.35.

Tabell 6.3.2 Volymer sand

	Litteraturgatan	Kviberg Östra	Kviberg Västra	Bulycke	Alelyckan
Sand (m ³)	0,12	0,12	0,3	0,135	0,09

Koldioxidutsläppet CO₂ WTW för transporten beräknades genom att multiplicera bilens deklarerade bränsleförbrukning med drivmedlets WTW-utsläpp per liter (Miljöfordon, 2021). Bilens deklarerade bränsleförbrukning beräknas genom att dividera förbrukningen med belastningen. Drivmedlets WTW-utsläpp per liter för HVO-bränsle är 0,67 kg CO₂ ekv/liter.

6.3.3 Pimpsten

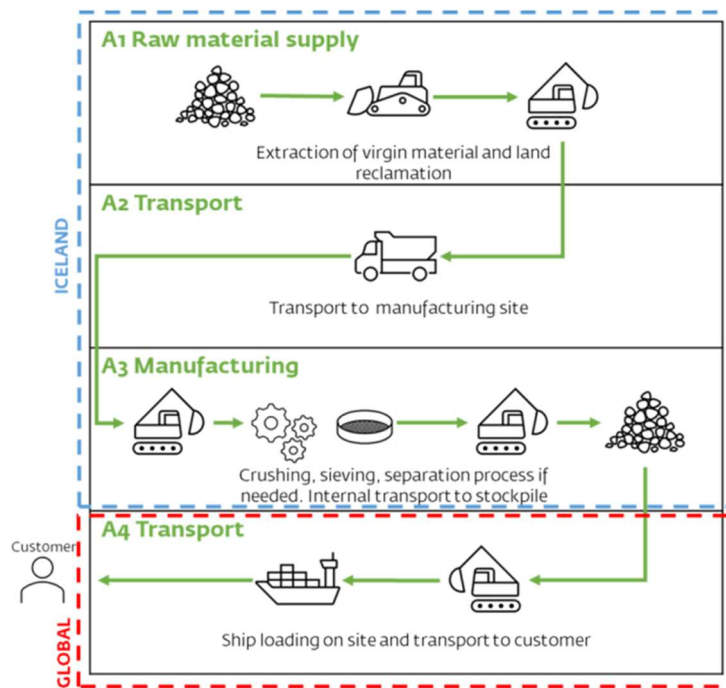
Företaget JEI som tillverkar pimpstenen är beläget i Island och utförde år 2021 en miljövarudeklaration som kommer ligga till grund för denna inventering (JEI, 2021). Den deklarerade enheten är 1000 kg pimpsten. JEI är ett företag som specialiserar sig inom bearbetning av pimpsten och deras mål är att minimera de negativa klimatpåverkanerna. De vill minska växthusgaserna och införa en årlig kompensation för utsläpp av koldioxid i alla dess projekt. JEI har använt sig av systemgränserna nedan och endast studerat produktionsstadiet A1-A3 och en del av konstruktionsstadiet A4. Systemgränserna redovisas i Tabell 6.3.3, (JEI, 2021).

Tabell 6.3.3 systemgränserna för pimpsten (JEI, 2021).

Product stage			Construction stage		Use stage								End-of-life Stage				Resource recovery
Raw material supply	Transport	Manufacturing	Transport from the gate to the site	Assembly	Use	Maintenance	Repair	Replacement	Refurbishment	Operational energy use	Operational water use	De-construction	Transport	Waste processing	Disposal	Reuse-Recovery-Recycling potential	
A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	C1	C2	C3	C4	D	
X	X	X	X	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	MND	

JEI gräver ut pimpsten från basen av Hekla, Rangarbing, i sydvästra Island (JEI, 2021). Pimpstenen är en lätt, kemiskt inert, porös sten av vulkaniskt ursprung som skapades av ett sicilianskt explosivt utbrott för ca 3000 år sedan. Stenen används för olika typer av konstruktion och tekniska tillämpningar, i detta fall kommer det fokuseras på pimsten i regnrabatten. Hekla pimpsten kan stödja tillämpningen av biologiska organismer och biologiska processer på tillverknings- och serviceindustrin. Pimpsten kan användas som skydd för mikroskopiska organismer. Materialets egenskaper gör att det är effektivt på att fördröja och magasinera dagvatten samtidigt som det är ett utomordentligt odlingssubstrat.

Produktionsprocessen börjar med att pimpstenen bryts ut vid stenbrottet genom att ta bort ett översta lager bestående av sten, sand och pimpsten (JEI, 2021). En bulldozer och en spadelastare används för att bryta pimpstenen och sedan återfylla stenbrottet till sitt ursprungliga tillstånd. Den utbrutna pimpstenen lastas därefter på lastbilar med en spadelastare. Pimpstenen transporteras av JEI:s egna lastbilar till bearbetningsanläggningen i Porlakshöfn på Island. På bearbetningsanläggningen krossas och siktas pimpstenen och vissa egenskaper tas fram i processen för att passa de olika produkterna. I siktningsprocessen förekommer inga tillsatser. Den bearbetade pimpsten lagras sedan utomhus innan den flyttas vidare med en spadelastare till ett transportband och från denna vidare till transporten till sjöfartygen. Sjöfartygen exporterar sedan pimpsten till Europa och Nordamerika. Pimpsten som ska levereras till Göteborg kommer med sjöfartyg till Surte hamn. Från Surte hamn transporteras pimpsten till BARA mineraler i Skepplanda med lastbil. Lastbilen kör totalt 4,8 mil med full last till Skepplanda och tom tillbaka till Surte hamn, därför har det räknats på en total sträcka på 3,8 mil. Lastbilen drar 5 l/mil och rymmer 40 ton. Drivs av HVO-bränsle. Figur 6.2 visar produktionsprocessen för tillverkningen av pimpsten uppdelat i systemgränserna (JEI, 2021).



Figur 6.2 tillverkningsprocessen för pimpsten (JEI, 2021).

I miljödeklarationen har ett totalt koldioxidutsläpp beräknats för tillverkningsprocessen till 27,8 kg CO₂ ekv och för transporten från Island till Surtehamn beräknas det till 10,4 kg CO₂ekv (JEI, 2021). Det totala koldioxidutsläppet blir därför 38,2 kg CO₂ ekv.

För att vidare kunna beräkna koldioxidutsläpp för en kubikmeter regnrabatt för de fyra områdena behöver volym och densitet för pimpstenen tas hänsyn till. Volymberäkning för vardera anläggningen redovisas i Bilaga 9.26-9.30 och en sammanställning kan ses i Tabell 6.1.2 nedan. Densiteten för pimpsten i storlek 2-8 mm har avlästs till 650 kg/m³ (Bara mineraler, 2022b). För en mer detaljerad beräkningsgång se bilaga 9.31-9.35.

Tabell 6.3.4 Volymen pimpsten

	Litteraturgatan	Kviberg Östra	Kviberg Västra	Bulycke	Alélyckan
Pimpsten (m ³)	0,16	0,16	0,4	0,18	0,12

6.4 Bedömning av klimatpåverkan

Enligt inventeringsanalysen har det konstaterats att majoriteten koldioxidutsläpp under livscykeln kommer från tillverkning och transport av de olika materialen. Det som genererade koldioxidutsläpp under tillverkningen och transporten var förbränning av fossila bränslen och biobränslen.

Biobränslen är förnybara bränslen som är producerade av biomassor och släpper ut biogen koldioxid (Naturvårdsverket, 2022b). Biomassa bildas hela tiden medan fossila bränslen är producerat av massor som legat i miljontals år. En stark koppling kan ses mellan dessa typer av koldioxidutsläpp och klimatpåverkan. Det är ingen skillnad på koldioxidmolekyler som kommer från förbränning av biobränsle och förbränning av fossilt bränsle.

För klimatet är det dock mycket bättre att använda hållbart producerade biobränslen än fossila bränslen. Detta på grund av att de hållbart producerade biomassorna vid förbränning hela tiden binds till ny biomassa. Medan förbränning av fossilt bränsle släpper ut koldioxid i atmosfären och kräver miljontals år för att bindas på nytt.

Koldioxid är en växthusgas som bidrar till att växthuseffekten blir starkare, vilket stärker atmosfärens förmåga att värma jorden och bidrar till den globala uppvärmningen (Naturvårdsverket, 2022c). En konsekvens av stigande lufttemperatur är klimatförändringar som påverkar ekosystem och biologisk mångfald, liksom samhällen och försörjningsmöjligheter runt om i världen (Sveriges Miljömål 2022).

Den stigande lufttemperaturen i atmosfären leder även till stigande havstemperaturer och landisar och glaciärer smälter fortare än vad de byggs på (European Environment Agency, EEA, 2017). Den globala klimatförändringen ger upphov till att havsytan i världshaven höjs och att extrema väder blir vanligare. En stigande global havsnivå leder till en högre medelvattennivå längs Europas och Sveriges kustlinje.

Vattentemperaturen är den faktor som påverkar det marina livet mest. Vid en ökning av vattentemperatur riskerar marina arter stora omställningar och betydande omfördelning. Med förhöjda vattennivåer ökar risken för översvämningar vilket kan skada byggnader och infrastrukturen.

En central del i klimatförändringarnas är påverkan på jordens vattencykel som innefattar vattnets förflyttning från land, floder, atmosfären och sjöar till hav, sjöar och oceaner (European Environment Agency, EEA, 2017). Klimatförändringar påverkar vattentillgången och vattnets avdunstningsmöjligheter till atmosfären. Detta kan bidra till intensivare regn i vissa regioner, medan andra områden drabbas av svår torka. Många områden i Europa har redan drabbats av extremare torrperioder, kraftigare nederbörd och översvämningar.

Konsekvenser av klimatförändringarna i Göteborg är ökad risk för översvämning och staden behöver hantera med vatten (Göteborg Stad, 2019). Klimatförändringarna ger upphov till ökad nederbörd, större flöde i vattendragen och förhöjda havs- och grundvattennivåer. Därav behöver regnrabatterna kunna ta hand om större volymer utan att äventyra rabatternas reningsfunktion. Därav är det viktigt att filtermaterialen har en fungerande funktion med en så liten klimatpåverkan som möjligt.

6.5 Tolkning och resultat

Syftet med LCA-analysen var att besvara frågeställningen ”*Vad har materialet i regnrabatterna för klimatpåverkan ur ett LCA-perspektiv?*”. Resultatet för de totala koldioxidutsläppen för en kubikmeter regnrabatt för vardera anläggningen och material redovisas i Tabell 6.5.1. Tabell 6.5.1 redovisar även det totala koldioxidutsläppet för varje anläggning.

Tabell 6.5.1 Totalt koldioxidutsläpp för en kubikmeter regnrabatt

	Litteraturgatan	Kviberg Östra	Kviberg Västra	Bulycke	Alelyckan
Växtjord (kg CO ₂ ekv)	4,44	4,44	11,10	5,00	3,33
Sand (kg CO ₂ ekv)	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Makadam (kg CO ₂ ekv)	1,47	1,03	1,03	0,59	0,79
Totalt utsläpp (kg CO₂ekv)	6,19	5,75	12,42	5,87	4,41

Resultatet blev att växtjorden hade den största andelen koldioxidutsläpp av de tre materialen. Anledning till att växtjorden hade störst klimatpåverkan beror på att växtjorden innehåller pimpsten, vilket var det material med största beräknad miljödeklarerade koldioxidutsläpp på 38,2 kg CO₂ekv. Makadam hade näst störst koldioxidutsläpp men nästan en fjärdedel mindre än växtjorden vid samma volymer. Sanden hade egentligen samma deklarerade koldioxid som makadam men på grund av att så små dimensioner av sand användes så kommer sanden generera minst koldioxidutsläpp. Den bästa regnrabatten ur en miljösynpunkt hade därför varit uppbyggd med störst andel sand och makadam och minst växtjord.

Om man jämför mellan de olika anläggningarna har Kviberg västra den största mängden koldioxidutsläpp. Detta beror på att Kviberg västra har den största volymen växtjord, vilket var det material som orsakade mest koldioxidutsläpp. Därefter kom Litteraturgatan, då den hade relativt mycket växtjord men majoriteten makadam. Bulycke och Kviberg östra hade liknade uppbyggnad. Då Bulycke hade lite mer växtjord orsakade Bulycke en större mängd koldioxidutsläpp jämfört med Kviberg östra. Minst klimatpåverkan hade Alelyckan och därmed bäst uppbyggnad ur ett miljöperspektiv. Enligt LCA-analysen har regnrabatterna medelstor klimatpåverkan vilket beror på den näst största volym växtjord jämfört med de andra anläggningarna.

7 Slutsats jordprovtagning och LCA-analys

Syftet med arbetet var att analysera utformningen av fyra redan befintliga regnrabatter belägna i Litteraturgatan, Kviberg, Bulycke och Alelyckan i Göteborg. Dokumentation kring anläggningarna har sammanställts för att ge en helhetsbild över de olika anläggningar. Fortfarande saknas en del dokumentation som exempel livslängd och vegetation. Genom jordprovsanalyser studerades förekomsten av mikroplaster tillförd av dagvatten från trafik, byggnader, återvinningscentral och konstgräsplan. Vidare studerades utformningen av materialen ur en förenklad LCA-analys som skulle leda fram till en diskussion kring regnrabatternas reningseffektivitet och miljöpåverkan.

Slutsatser som kan dras efter jordprovsanalys var att regnrabatten i Litteraturgatan på grund av rådande byggarbetsplats gjorde det svårt att få en korrekt analys. Den mikroplast som förekom i högsta halter var PVC och reningsprocessen tycks ha fungerat bra. En sämre reningseffekt visades för PET och PS som förekom i näst högsta halter i regnrabatten. LCA-analysen redovisade att regnrabatten vid Litteraturgatan orsakade näst störst mängd koldioxidutsläpp. Vilket kan bero på att rabatten har störst andel makadam av anläggningarna och relativt stor mängd växtjord. Litteraturgatan har en stor klimatpåverkan och en relativt dålig reningseffekt vad gäller mikroplaster.

Problematiken med Kviberg var en oväntad byggarbetsplats intill regnrabatt två samt en oväntat stor mängd svarta partiklar från konstgräsplanen vid inloppet. I både regnrabatt ett och två hittades mest PET och reningsprocessen har fungerat förhållandevis bra. PA6 och PS var de partiklar som hittades i näst högsta halter och för regnrabatt ett ser vi en varierande reningsgrad och för PS fungerar reningen bra. För regnrabatt två är det svårt att tolka reningsgraden gällande PA6 och PS då analys från inlopp ej fåtts. Regnrabatt två, har det största koldioxidutsläppet på grund av stor volym växtjord medan regnrabatt ett har en mindre volym växtjord och orsakar mindre koldioxidutsläpp. Regnrabatt ett är den anläggning som ger upphov till näst minst koldioxidutsläpp och har en relativt bra reningseffekt. Regnrabatt två har den största klimatverkan men reningsprocessen går inte att fastställa.

I regnrabatterna vid Bulycke återvinningscentral påvisas flest typer av mikroplaster detta beror på att många plaster och gummikomponenter sorteras och hanteras öppet på platsen. Det hittades högsta halterna av PVC efterföljt av SBR, PMMA, PS, PET. Överlag har reningseffekten varit mycket dålig men gällande PET har reningen fungerat bättre. Enligt LCA-analysen har regnrabatterna i Bulycke medelstor miljöpåverkan. Bulycke har den sämsta regnrabatten på grund av sämst reningseffekt och medelstor klimatpåverkan.

Regnrabatten i Alelyckan är den nyaste och mest kontrollerade på grund av inhägnad. I anläggningen påvisades högsta halterna av PVC följt av PET och PS. Regnrabattens reningsgrad har varit mycket effektiv gällande alla tre mikroplaster. Utifrån LCA-analysen har Alelyckan det minsta koldioxidutsläppet. Därmed har regnrabatten den bästa reningseffekten och minsta klimatpåverkan.

Regnrabatten i Alelyckan har den minsta volymen växtjord och bästa reningseffekt. Växtjord är det material som orsakar största miljöpåverkan. En mindre mängd växtjord behöver därför inte påverka reningseffekten negativt. För att minska utsläpp av mikroplaster och koldioxid bör en konstruktion av framtida regnrabatter innehålla en mindre mängd av växtjord som innehåller pimpsten, alternativt en annan växtjord utan pimpsten med mindre klimatpåverkan.

Mikroplasters förekomst i regnrabatter orsakat av dagvatten från trafik, byggnader, återvinningscentral och konstgräsplaner är fortfarande ett relativt outforskat område. Tillräcklig forskning har ännu inte gjorts för att veta hur stora mängder som tar sig ut i haven och hur mycket som stannar kvar på land. Då inga riktlinjer finns vet man inte heller hur stor skada mikroplaster orsakar. För vidare studera mikroplasters förekomst i dagvatten från trafik, byggnader, återvinningscentral och konstgräsplan i regnrabatter bör spridningsvägen och sammansättningen av filtermaterialet studeras. Spridningsväg kan analyseras med hjälp av vattenprovtagning och kartläggning av mikroplastens förekomst vertikalt och horisontell genom övergripande provtagning över större ytor. Filtermaterialen och dess reningseffekt kan studeras vidare genom att testa olika sammansättningar och material i en kontrollerad miljö. För att på så vis se vilket material som renar mikroplaster bäst

8 Källor

Almqvist, D., & Nilsson, S. (2020). *Svingeln, Raingarden* (projektnummer: D8070, I8071, I8072). Göteborg.

Arechavaleta, S. P., & Carvalho, G. (2022-01-31). *Dagvattenprovtagning- rapport Svingeln*. Göteborg: Kretslopp och vatten Göteborg.

Bara mineraler. (2022a, 18 Maj). HEKLA® REGNRABATT - Fördröjer och buffrar dagvatten. https://www.baramineraler.se/anlaggning/regnbaddar-och-dagvatten/hekla-regnbadd/?gclid=Cj0KCQjwspKUBhCvARIsAB2IYusU7qZ8hGhGFhRvKq1RMO8Is0CkH_aluw-K9eCp19JxwiTp6UEXlQcaAocIEALw_wcB

Bara mineraler. (2022b, 18 Maj). HEKLA® PIMPSTEN (2-8) - God rotmiljö ger hållbara planteringar. <https://www.baramineraler.se/anlaggning/ren-hekla-pimpsten/hekla-pimpsten-2-8/>

Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C. & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 364(1526), s. 1985–1998.

Blecken, D. (2016). *Kunskapssammanställning Dagvattenrening* (Rapport Nr 2016-05). Svenskt Vatten Utveckling, SVU. [SVU-rapport_2016-05.pdf \(griffel.net\)](#)

Boverket. (2021). *Erosionsskydd*. [Erosionsskydd - PBL kunskapsbanken - Boverket](#)

Colin, S. (2020). *Mikroplast i dagvatten - Problem och möjliga förebyggande åtgärder* [Examensarbete, Högskolan Kristianstad]. DiVA. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1439017/FULLTEXT01.pdf>

COWI AB. (2016-12-08). *DRIFTINSTRUKTION RAINGARDEN-ANLÄGGNING DAGVATTEN-BULYCKE ÅTERVINNINGSSTATION* (Dokumentnr: A073695-4-06-BIOFILTER-ANV-001). Göteborg.

Dahlström, A., Bodin-Sköld, H., & Lindfors, T. (2017). *Biofilter i Kviberg – Lärdomar och erfarenheter (Diarienummer 2012-01271)*. Göteborg: Sweco. Hämtat från http://klimatsakradstad.se/media/2017/11/PM_Biofilter-i-Kviberg-L%C3%A4rdomar-och-erfarenheter_slutkoncept.pdf

Danielsson, P, Kling, J, Rydell, B & Kiilsgaard, R (2016). *Naturanpassade erosionsskydd i vattendrag - En förstudie* (Publikation 28, Linköping). Statens geotekniska institut, SGI. [sgi-p28.pdf](#)

Engvall, L. (u.å.). *Regnrabatt. Kretslopp och Vatten, KoV*, Göteborg Stad.

Erickson, A.J., Weiss, P.T. & Gulliver, J.S. (2013). *Optimizing Stormwater Treatment Practices [Elektronisk resurs] A Handbook of Assessment and Maintenance*. New York, NY: Springer New York. [978-1-4614-4624-8.pdf \(chalmers.se\)](#)

EUROPEAN COMMISSION. (2013). *GREEN PAPER On a European Strategy on Plastic Waste in the Environment* (Brussels, 7.3.2013, COM(2013) 123 final).

EUROPEAN COMMISSION. [COM_COM\(2013\)0123_EN.pdf \(europa.eu\)](#)

European Environment Agency, EEA. (2017). *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 - An indicator-based report* (Rapport No 1/2017: doi:10.2800/534806). European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016>

Färm, C. (2003). *Rening av dagvatten genom filtrering och sedimentation* (Rapport Nr 16). VA-Forsk. [Microsoft Word - C F.rm SFFIrapport.doc \(griffel.net\)](#)

GESAMP (2016). Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: part 2 of a global assessment. Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Climate Protection, GESAMP no. 93.

Geyer, R., Jambeck, J. R. & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7), p e1700782.

Godecke, B., & Per-Albin, N. (2020). *Dagvattenbiofilter Bulycke 13011032*. Göteborg: Sweco Environment AB. Hämtat från BG

c:\users\segodb\desktop\2004_bulycke\dagvattenbiofilter bulycke_gransk_p-a.n_gtb_200520.docx

Google. (u.å.) [Google maps kviberg park parkering]. Hämtad 24 April, 2022, <https://www.google.com/maps/place/Kvibergs+Park+Parkering/@57.7358036,12.0356542,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x464ff44148f5a703:0xaba206e0ad01e913!8m2!3d57.7358036!4d12.0356542>

Göteborg stad . (den 02 10 2020). *Litteraturgatan blir stadsgata*. Hämtat från <https://stadsutveckling.goteborg.se/projekt/selma-stad/nyheter/litteraturgatan-blir-stadsgata/>

Göteborg Stad, trafikkontoret. (u.å). *Förekomst och spridning av mikroplast, gummi och asfaltspartiklar från vägtrafik* (Dnr 2172/18). Göteborg Stad. <https://goteborg.se/wps/wcm/myconnect/2879cbaa-9911-418a-a97d-8c8bc1eb41bb/Fo%CC%88rekomst+och+spridning+av+mikroplast+gummi+och+asfaltspartiklar+fra%CC%88An+va%CC%88gtrafik.pdf?MOD=AJPERES>

Göteborg Stad. (2019). *Översiktsplan för Göteborg*. Göteborg Stad. [Rapport Göteborgs Stad \(goteborg.se\)](https://goteborg.se/rapport-goteborgs-stad)

Göteborg Stad. (2022, 02 februari). *Regnrabatt*. [Regnrabatter - Göteborgs Stad \(goteborg.se\)](https://goteborg.se/regnrabatter-goteborgs-stad)

Göteborg stad. (2022, 15 Maj). *Det här kan du lämna på en återvinningscentral*. <https://goteborg.se/wps/portal/start/avfall-och-atervinning/har-lamnar-hushall-avfall/atervinningscentraler/det-har-kan-du-lamna>

Göteborg Stad. (u.å). Bulycke återvinningscentral [Bulycke avfallscontainrar]. Hämtad 14 maj, 2022. <https://goteborg.se/wps/portal/start/avfall-och-atervinning/har-lamnar-hushall-avfall/atervinningscentraler/planera-ditt-besok-pa-atervinningscentralen/bulycke-atervinningscentral>

Habibi, E. (2021). *Regnrabatt*. [Illustration av regnrabatt]. Hämtad 14 mars 2022, från https://stud.epsilon.slu.se/17046/3/habibi_e_210706.pdf

Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C. & Thiel, M. (2012). *Microplastics in the Marine Environment - A Review of the Methods Used for Identification and Quantification*. *Climate Science & Technology*, 46 (6), 3060–3075. DOI: [dx.doi.org/10.1021/es2031505](https://doi.org/10.1021/es2031505)

Hulthén, J., & Jansson, A. (2015). *DAGVATTENUTREDNING – BULYCKE ÅTERVINNINGSCENTRAL (RapportNR: 1100177000)*. Göteborg: Sweco Environment AB. Hämtat från DA

\\segotfs001\projekt\1332\1332019_alelyckan,_ledningsomläggning\000\10
arbetsmtrl_dok\dagvattenanmälan till miljöförvaltningen\levererat\2016-01-

JEI. (2021). *Pumice and scoria - climate product declaration* (EPD registration number S-P-04773). EPD International AB.

<https://portal.environdec.com/api/api/v1/EPDLibrary/Files/d5ebc2f5-ffc9-4e8e-be3f-08d99924be73/Data>

Karlsson, M.T., Ekstrand, E., Threapleton, M., Mattsson, K., Nordberg, K. & Hassellöv, M. (2019). *Undersökning av mikroskräp längs bohuslänska stränder och i sediment*. Göteborgs Universitet. [FULLTEXT01.pdf \(diva-portal.org\)](#)

Kemikalieinspektionen. (2022, 27 maj). *Några vanliga plastsorter*.

<https://www.kemi.se/kemikalier-i-vardagen/kemikalier-i-material/plast/nagra-vanliga-plastsorter>

Klimatanpassning. (2019). *Regnrabatter i Göteborg, fördjupning*. [Regnrabatter i Göteborg, fördjupning | Klimatanpassning.se](#)

Kretslopp och vatten. (u.å). *Rutin för småskalig jordprovtagning av dagvattenanläggningar*. Göteborg stad.

KTH, Teknik och hälsa. (2015). *En vägledning för lokalt omhändertagande av dagvatten - förklaring och dimensionering av LOD samt sammanställning av tekniker* (Serienummer: BD 2014;78). KTH. [En vägledning för lokalt omhändertagande av dagvatten \(diva-portal.org\)](#)

Kärrman, A., Schönlau, C. & Engwall M. (2016). *Exposure and Effects of Microplastics on Wildlife A review of existing data*. Naturvårdsverket.

[FULLTEXT01.pdf \(diva-portal.org\)](#)

Li, W.C. (2018). *The occurrence, fate, and effects of microplastics in the marine environment*.

Lundqvist, A. (2016). *VÄXTFÖRTECKNING- förfrågningsunderlag (Dokumentnr A073695-4-7-L-VFR-001)*. Göteborg: Cowi AB.

Magnusson, K., Eliasson, K., Fråne, A., Haikonen, K., Hultén, J., Olshammar, M., Stadmark, J. & Voisin, A. (2016). Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment - A review of existing data [Internetreferens]. IVL Svenska Miljöinstitutet. ((Reviderad mars 2017); IVL Rapport C 183). [Swedish sources and pathways for microplastics to the marine environment \(ivl.se\)](#)

Microplastic Contamination in Aquatic Environments: An Emerging Matter of Climate

Miljöfordon. (2021-12-14). *Miljöpåverkan*.

<https://www.miljofordon.se/bilar/miljoepaaverkan/>

Naturvårdsverket (2017a). *Mikroplaster - Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige* [Internetreferens]. Naturvårdsverket. (Rapport 6772, ISSN 0282-7298, ISBN 978- 91-620-6772-4)

Naturvårdsverket. (2017). *Mikroplaster - Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige* (RAPPORT 6772). Naturvårdsverket.

<https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/6700/978-91-620-6772-4.pdf>

Naturvårdsverket. (2022a, 28 April). *Plast i byggsektorn*.

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/plast/hallbar-plastanvandning/plast-i-byggsektorn/>

Naturvårdsverket. (2022b, 17 maj). *Biogena koldioxidutsläpp och klimatpåverkan*. [Biogena koldioxidutsläpp och klimatpåverkan \(naturvardsverket.se\)](https://naturvardsverket.se)

Naturvårdsverket. (2022c, 17 maj). *Därför blir det varmare*. [Därför blir det varmare \(naturvardsverket.se\)](https://naturvardsverket.se)

NCC Industry Nordic AB. (2021). *Climate Product Declaration for aggregates from Gothenburg quarry – Tagene* (Reg. no. S-P-05222). EPD International AB.
<https://portal.environdec.com/api/api/v1/EPDLibrary/Files/860a46b9-ad2e-48c9-fb92-08d9bd3aaab3/Data>

Polo Ruiz de Arechavaleta, S (u.å.). *Litteraturgatan* [fotografi]. Göteborg Stad KoV. Hämtad 24 maj 2022.

Prince George's County (1993). *Design manual for the use of bioretention in stormwater management*. The Prince George's County, Maryland, USA.

SGS Group. (den 03 05 2022). Hämtat från SGS Analytics Sweden:
<https://www.sgsgroup.se/en/campaigns/sgs-analytics-sweden>

Snabbgrus. (2022a, 10 Maj). *BERÄKNING MAKADAM RÖD/SVART 4-16 MM*.
<https://www.snabbgrus.se/shop/maengd-beraeknar.asp?groupid=27&productid=421>

Snabbgrus. (2022b, 10 Maj). *FOGSAND 0-2 MM*.
<https://www.snabbgrus.se/p/fogsand-0-2-mm-826.asp>

Snabbgrus. (2022c, 10 Maj). *BERÄKNING KOMPOST RESURS 50*.
<https://www.snabbgrus.se/shop/maengd-beraeknar.asp?groupid=30&productid=445>

Statens geotekniska institut. (2021, 9 Maj). *Planera en provtagning*.
<https://www.sgi.se/sv/vagledning-i-arbetet/fororenade-omraden/fran-inventering-till-atgard/undersokning-och-datautvardering/provtagningsplan/>

Sveriges Miljömål. (2022). *Begränsad klimatpåverkan*. [Begränsad klimatpåverkan - Sveriges miljömål \(sverigesmiljomal.se\)](https://sverigesmiljomal.se)

Sveriges Åkeriföretag. (2022, 15 Maj). *Vad är WTW?*. <https://klimat.akeri.se/help>

Swedish Standards Institute, SIS. (2006). *Miljöledning – Livscykelanalys – Principer och struktur* (SS-EN ISO 14040:2006). [46612nytt omsl.pdf \(openathens.net\)](#)

Trafikverket. (2019). *Raingardens for stormwater management-Potential of raingardens in a Nordic climate* (ISBN: 978-91-7725-551-2). Trafikverket. [Microsoft Word - Rehirup Rain Gardens_191018 \(ineko.se\)](#)

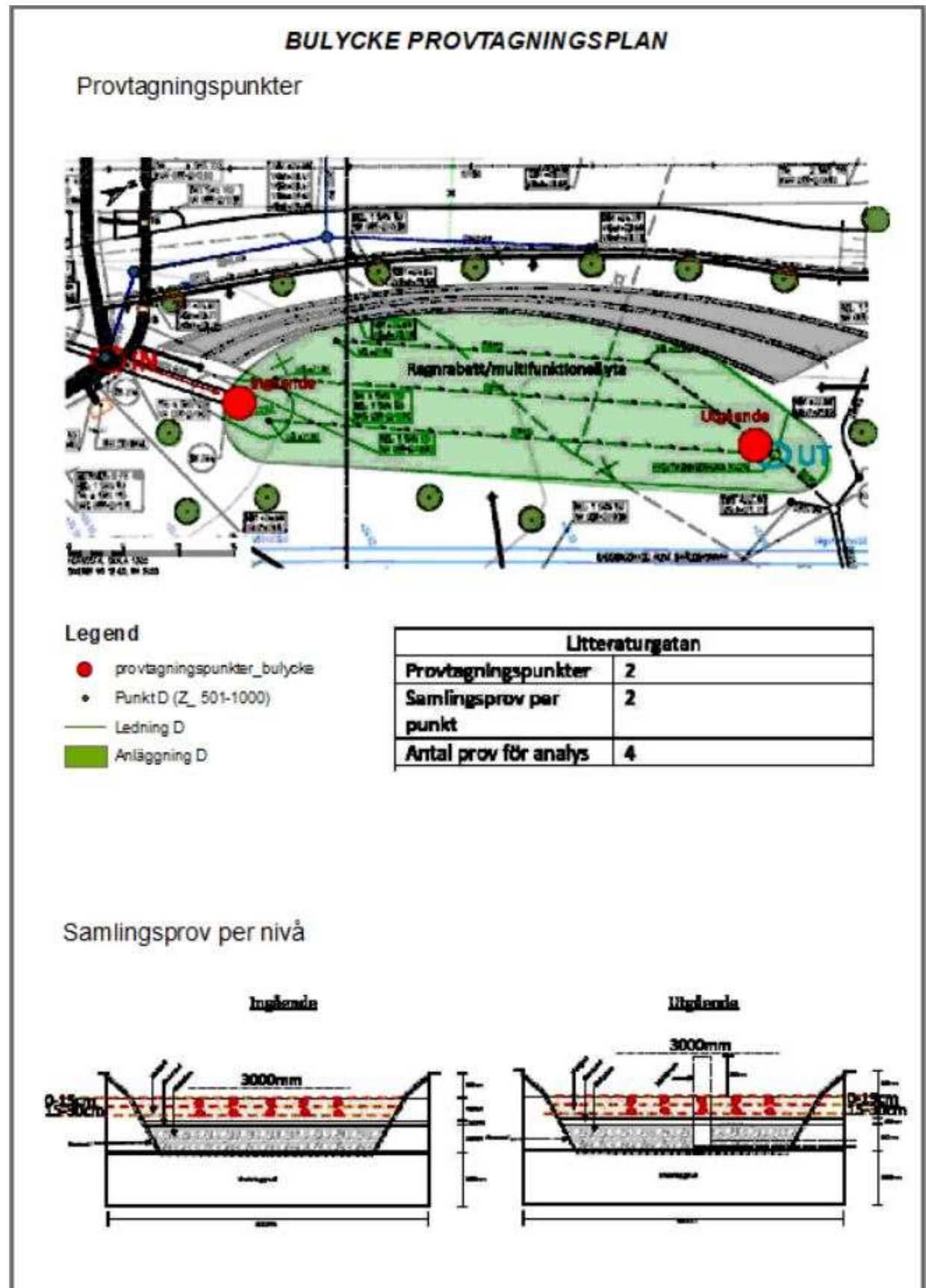
Urgency. Elsevier, pp. 134, 146-155.

van Sebille, E., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenko, N., Hardesty, B.D., Jan A van Franeker, J.A., ... Law, K. L. (2015). *A global inventory of small floating plastic debris*. *Climate Research Letters*, 10, 124006.

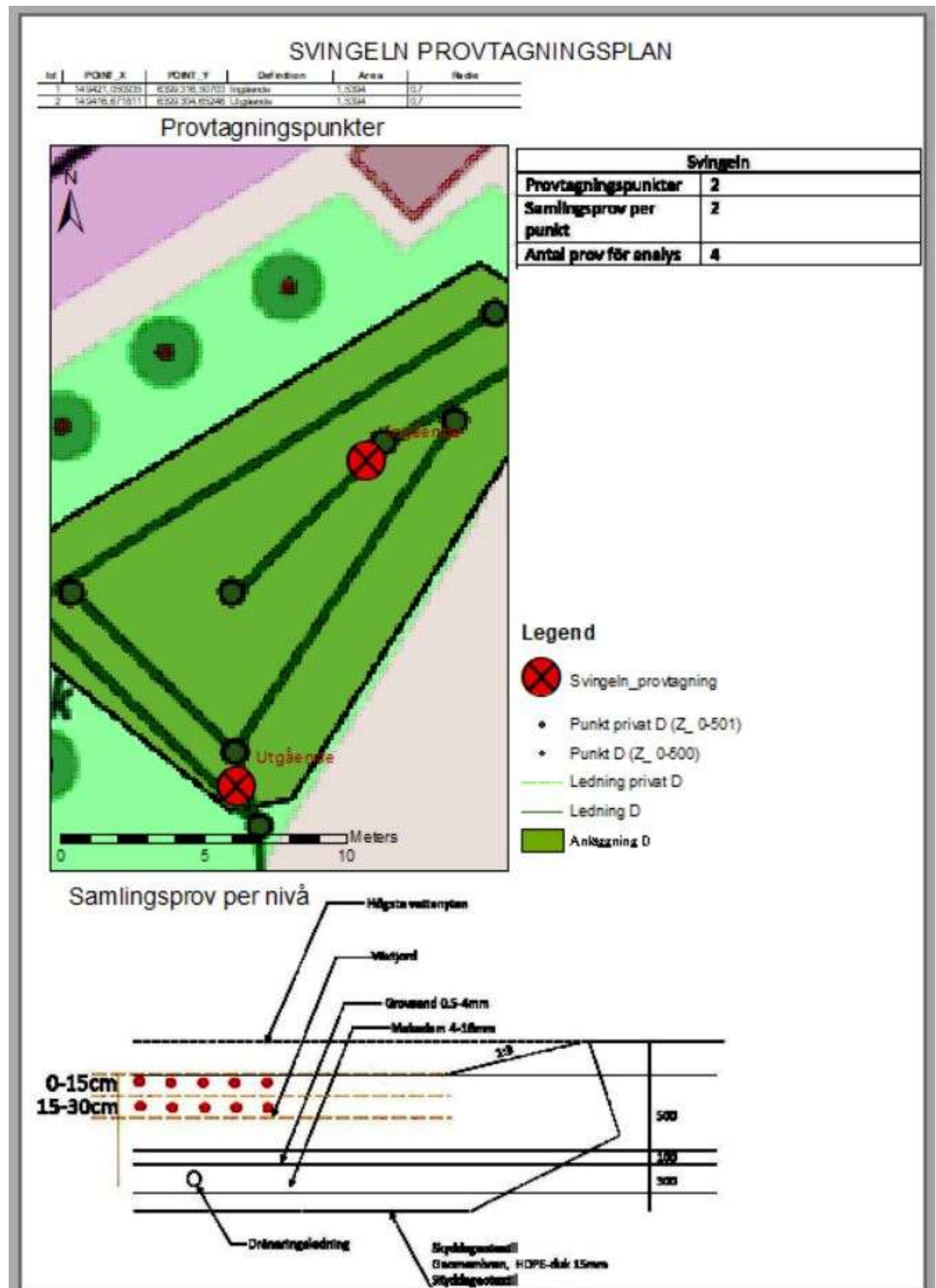
Wedblad, J. (2020). *PM UNDERLAG DAGVATTENANMÄLAN-Litteraturgatan Etapp 1 (DNR 2288/18)*. Göteborg: Trafikkontoret, Göteborgs Stad.

9 Bilagor

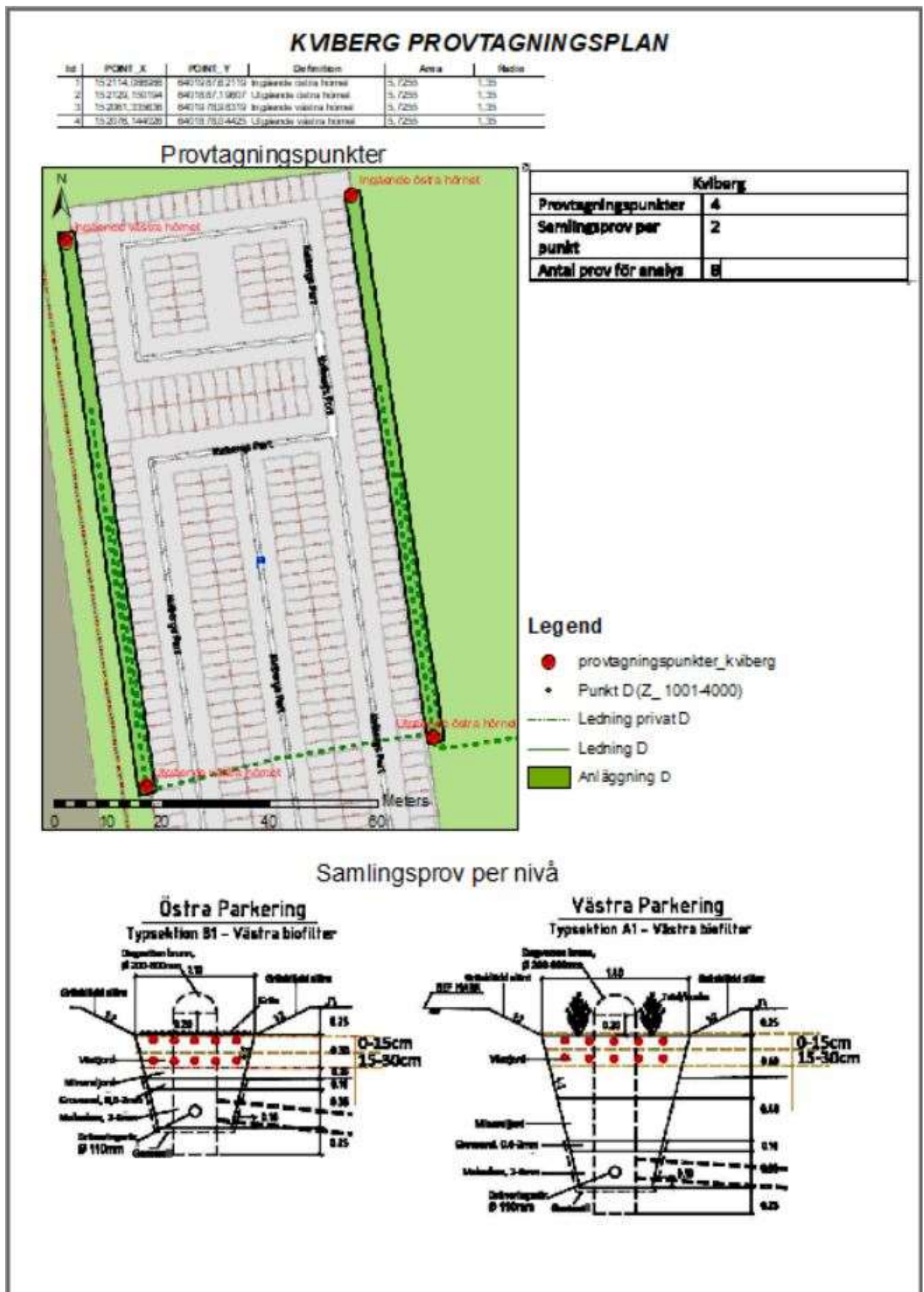
9.1 Bilaga Jordprovtagningsstrategi Litteraturgatan



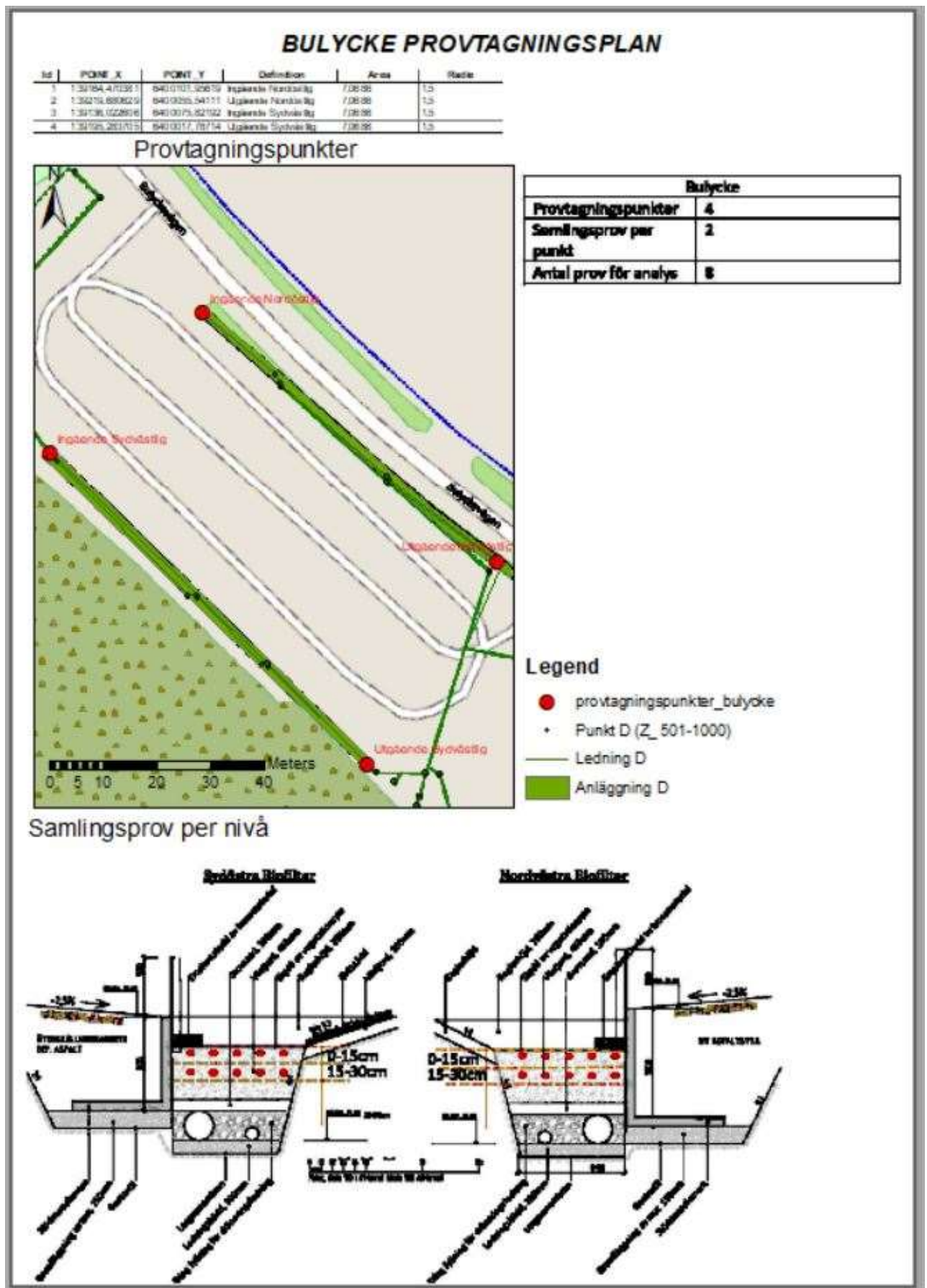
9.2 Bilaga Jordprovtagningsstrategi Svingeln



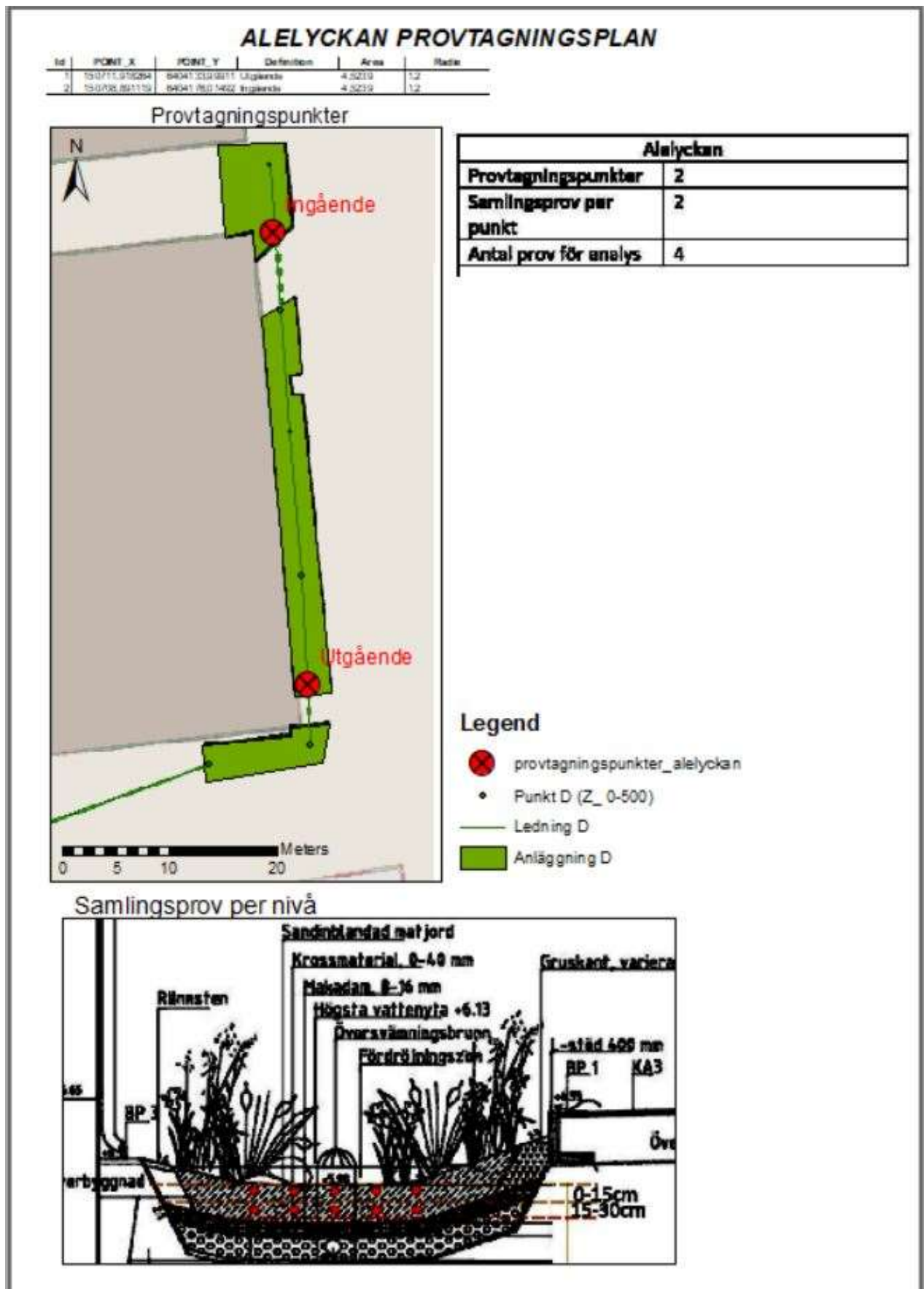
9.3 Bilaga Jordprovtagningsstrategi Kviberg



9.4 Bilaga Jordprovtagningsstrategi Bulycke



9.5 Bilaga Jordprovtagningsstrategi Alelyckan



9.6 Bilaga litteraturgatan fältobservationer

Litteraturgatan						
Prov-punkt	Prov nr	Djup [cm]	Tid [kl]	Jord-material	Synintryck	Anmärkningar
IN1-Ö	HG/MP LIT INK1:1	0-15	17:30 (2022-03-31)	Grusig sand med inslag av mull (blomjord)	Tjock gräsmatta, mycket rötter, stora stenar vid inlopp så proverna togs 3 meter in i rabatten, lite skräp synligt	1:1
IN2-Ö	HG/MP LIT INK1:2	15-30	17:30 (2022-03-31)	Grusig sand med inslag av mull (blomjord)	Tjock gräsmatta, mycket rötter, stora stenar vid inlopp så proverna togs 3 meter in i rabatten, stora stenar i botten	1:2
UT1-Ö	HG/MP LIT UTG1:1	0-15	18:00 (2022-03-31)	Grusig sand med inslag av mull (blomjord)	Tjock gräsmatta, mycket rötter, stora stenar vid inlopp så proverna togs 3 meter in i rabatten, stora stenar i botten, rent	1:1
UT2-Ö	HG/MP LIT UTG1:2	15-30	18:00 (2022-03-31)	Grusig sand med inslag av mull (blomjord)	Tjock gräsmatta, mycket rötter, stora stenar vid inlopp så proverna togs 3 meter in i rabatten, stora stenar i botten, stora stenar i botten dock mindre än vid inlopp	1:2

9.7 Bilaga Kviberg fältobservationer

Kviberg						
Prov-punkt	Prov nr	Djup [cm]	Tid [kl]	Jord-material	Synintryck	Anmärkningar
IN1-Ö	HG/MP KVI INK1:1	0-15	11:15 (2022-03-31)	Sand med inslag av grusig mull (blomjord)	Lös jord, planterade buskar, skräpigt och torr mark	1:1
IN2-Ö	HG/MP KVI INK1:2	15-30	11:15 (2022-03-31)	Sand med inslag av mull (blomjord)	Lös jord, planterade buskar, skräpigt och torr mark	1:2
UT1-Ö	HG/MP KVI UTG1:1	0-15	11:41 (2022-03-31)	Sand med inslag av mull (blomjord)	Skräpigt, våtare mark, gräs ovanpå regnrabatten	1:1
UT2-Ö	HG/MP KVI UTG1:2	15-30	11:41 (2022-03-31)	Inslag av lera	Skräpigt, våtare mark, leran var fuktig och längst ner noterades sand	1:2
IN1-V	HG/MP KVI INK1:1	0-15	12:10 (2022-03-31)	Grusig sand	Stort grus/sten, skräpigt (glas, gummi, plast), fuktigt mark, mycket rötter, mer gräs jämfört med östra INK och organisk doft	1:1
IN2-V	HG/MP KVI INK1:1	15-30	12:10 (2022-03-31)	Grusig sand	Stort grus/sten, skräpigt (glas, gummi, plast), fuktigt mark, mycket rötter och organisk doft	1:2
UT1-V	HG/MP KVI UTG1:1	0-15	12:40 (2022-03-31)	Mull (blomjord) med inslag av sand	Skräpigt, våtare mark, gräs ovanpå regnrabatten	1:1
UT2-V	HG/MP KVI UTG1:2	15-30	12:40 (2022-03-31)	Inslag av lera	Skräpigt, våtare mark, leran var fuktig och längst ner noterades sand	1:2

9.8 Bilaga Bulycke fältobservationer

Bulycke						
Prov-punkt	Prov nr	Djup [cm]	Tid [kl]	Jordmaterial	Synintryck	Anmärkninga r
IN1-NÖ	HG/MP BUL INK1:1	0-15	15:00 (2022-03-31)	Grusig sand med inslag av lera	Växtlighet, gräs, skräpigt, synligt plastskräp, stora stenar, började snö under provtagning, mycket rötter	1:1
IN2-NÖ	HG/MP BUL INK1:2	15-30	15:00 (2022-03-31)	Grusig sand med inslag av lera	Växtlighet, gräs, skräpigt, synligt plastskräp, stora stenar, började snö under provtagning, mycket rötter	1:2
UT1-NÖ	HG/MP BUL UTG1:1	0-15	15:28 (2022-03-31)	Grusig sand	Torra växter, skräpigt, synligt plastskräp, större stenar	1:1
UT2-NÖ	HG/MP BUL UTG1:2	15-30	15:28 (2022-03-31)	Grusig sand med inslag av lera	Torra växter, skräpigt, synligt plastskräp, större stenar	1:2
IN1-SV	HG/MP BUL INK1:1	0-15	16:00 (2022-03-31)	Grusig sand med inslag av lera	Frigolit synligt, skräpigt, synligt plastskräp, torra växter, inträngande vatten från skogen bredvid, grå glacial och postglacial lera (blålera)	1:1
IN2-SV	HG/MP BUL INK1:1	15-30	16:00 (2022-03-31)	Grusig sand med inslag av lera	Frigolit synligt, skräpigt, synligt plastskräp, torra växter, inträngande vatten från skogen bredvid, grå glacial och postglacial lera (blålera)	1:2
UT1-SV	HG/MP BUL UTG1:1	0-15	16:40 (2022-03-31)	Sandigt grus	Mycket grus, mycket växter. På grund av mycket grus så kunde borren ej användas och ett hål grävdes med spade och proverna togs från det grävda hållets väggar.	1:1
UT2-SV	HG/MP BUL UTG1:2	15-30	16:40 (2022-03-31)	Sandigt grus	Mycket grus, mycket växter. På grund av mycket grus så kunde borren ej användas och ett hål grävdes med spade och proverna togs från det grävda hållets väggar.	1:2

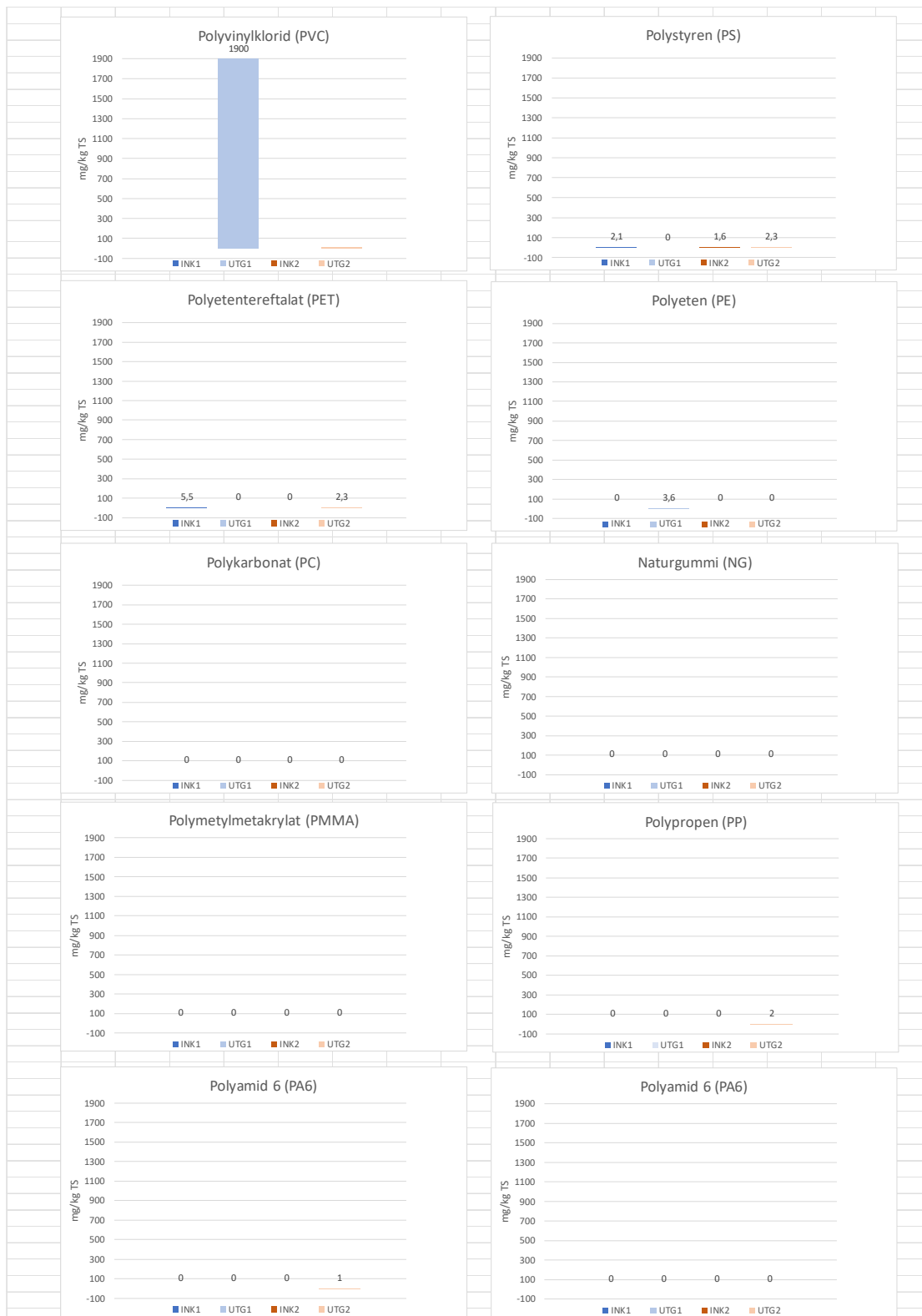
9.9 Bilaga Alelyckan fältobservationer

Alelyckan						
Prov-punkt	Prov nr	Djup [cm]	Tid [kl]	Jord-material	Synintryck	Anmärkningar
IN1-Ö	HG/MP ALE INK1:1	0-15	08:50 (2022-03-31)	Grusig sand	Överst grus, minusgrader under natten, vissna växter, brun jord	1:1
IN2-Ö	HG/MP ALE INK1:2	15-30	08:50 (2022-03-31)	Grusig sand med växtdelar	Överst grus, minusgrader under natten, vissna växter, brun jord	1:2
UT1-Ö	HG/MP ALE UTG1:1	0-15	09:30 (2022-03-31)	Grusig sand	Överst grus, minusgrader under natten, vissna växter, brun jord, hårdare mark	1:1
UT2-Ö	HG/MP ALE UTG1:2	15-30	09:30 (2022-03-31)	Grusig sand med växtdelar	Överst grus, minusgrader under natten, vissna växter, brun jord, hårdare mark	1:2

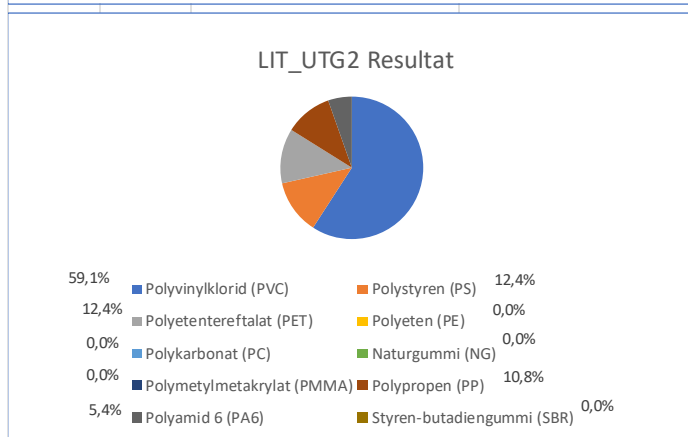
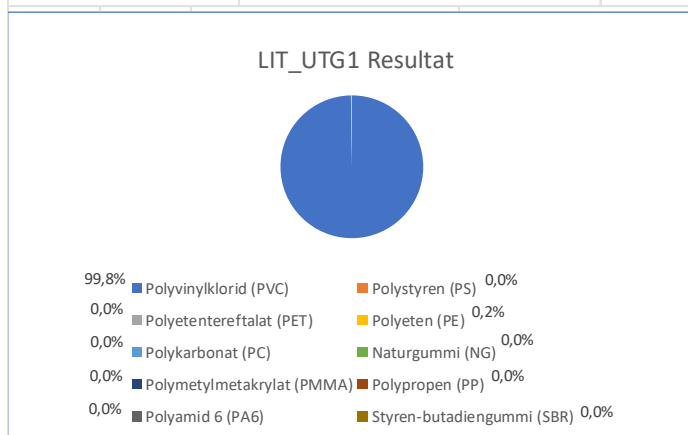
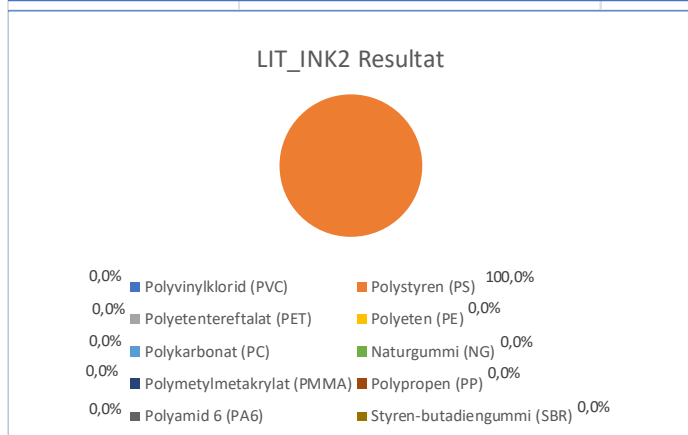
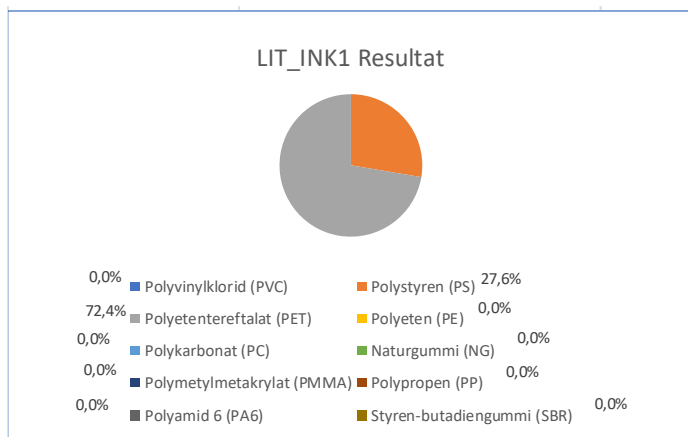
9.10 Bilaga resultat av SGS- Litteraturgatan

LIT_INK1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	84,4	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	2,1	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	5,5	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS
LIT_INK2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	85,2	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	1,6	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS
LIT_UTG1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	86,1	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	1900	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	3,6	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS
LIT_UTG2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	86,2	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	11	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	2,3	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	2,3	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	2	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	1	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS

9.11 Bilaga resultat stapeldiagram – Litteraturgatan



9.12 Bilaga resultat cirkeldiagram – Litteraturgatan



9.13 Bilaga resultat av SGS- Kviberg del 1

KVI_INK1;1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	90,3	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	1,4	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	2,3	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	2,5	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS
KVI_INK1;2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	88,8	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	2,2	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	1,7	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	3,3	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS
KVI_UTG1;1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	80,9	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	1,6	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	6,8	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	1,6	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS
KVI_UTG1;2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	84,6	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	2,2	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS

9.14 Bilaga resultat av SGS- Kviberg del 2

KVI_INK2;1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans		%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)		mg/kg TS
KVI_INK2;2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av		Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans		%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)		mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)		mg/kg TS
KVI_UTG2;1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	81,9	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	1,7	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS
KVI_UTG2;2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av		Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	81,9	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	1,5	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	4,3	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	1,5	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS

9.15 Bilaga analyserat resultat – Kviberg del 1



9.16 Bilaga analyserat resultat – Kviberg del 2



9.17 Bilaga resultat av SGS- Bulycke del 1

BUL_INK1;1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	83,2	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	270	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	13	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	16	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	4,2	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	5,6	mg/kg TS
BUL_INK1;2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	85,5	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	68	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	4,8	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	5,1	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	5,3	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	2,4	mg/kg TS
BUL_UTG1;1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	81,3	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	170	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	12	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	15	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	3,1	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	6,8	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	3,5	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	4	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	27	mg/kg TS
BUL_UTG1;2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	83,3	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	260	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	6,3	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	16	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	52	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	31	mg/kg TS

9.18 Bilaga resultat av SGS- Bulycke del 2

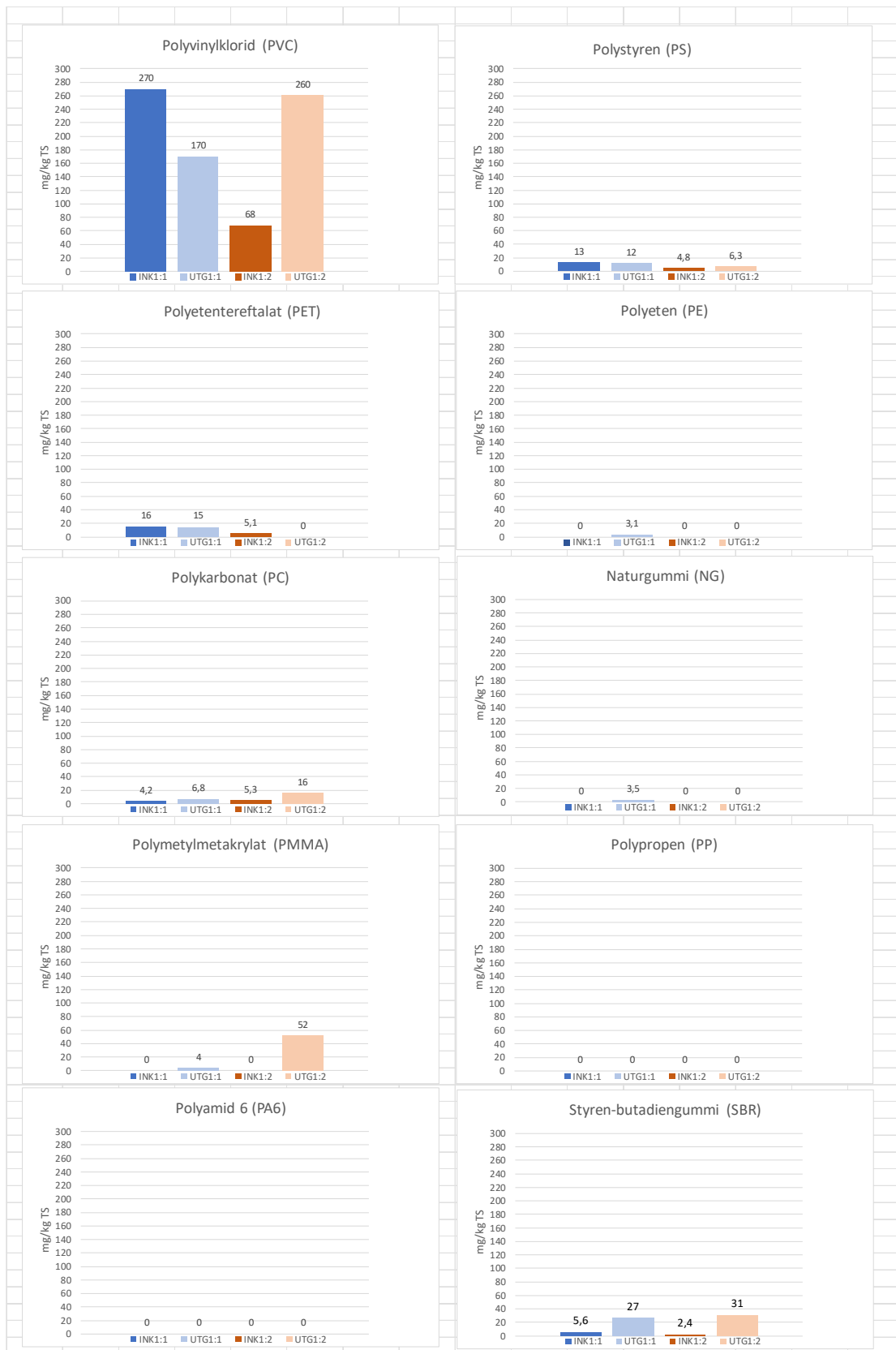
BUL_INK2;1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	74,5	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	1,5	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	2	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS

BUL_INK2;2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	75,5	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	1,6	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS

BUL_UTG2;1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	80,4	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	2,5	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	1,6	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	2,1	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS

BUL_UTG2;2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	77,6	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	2,3	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	1,8	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	1,7	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS

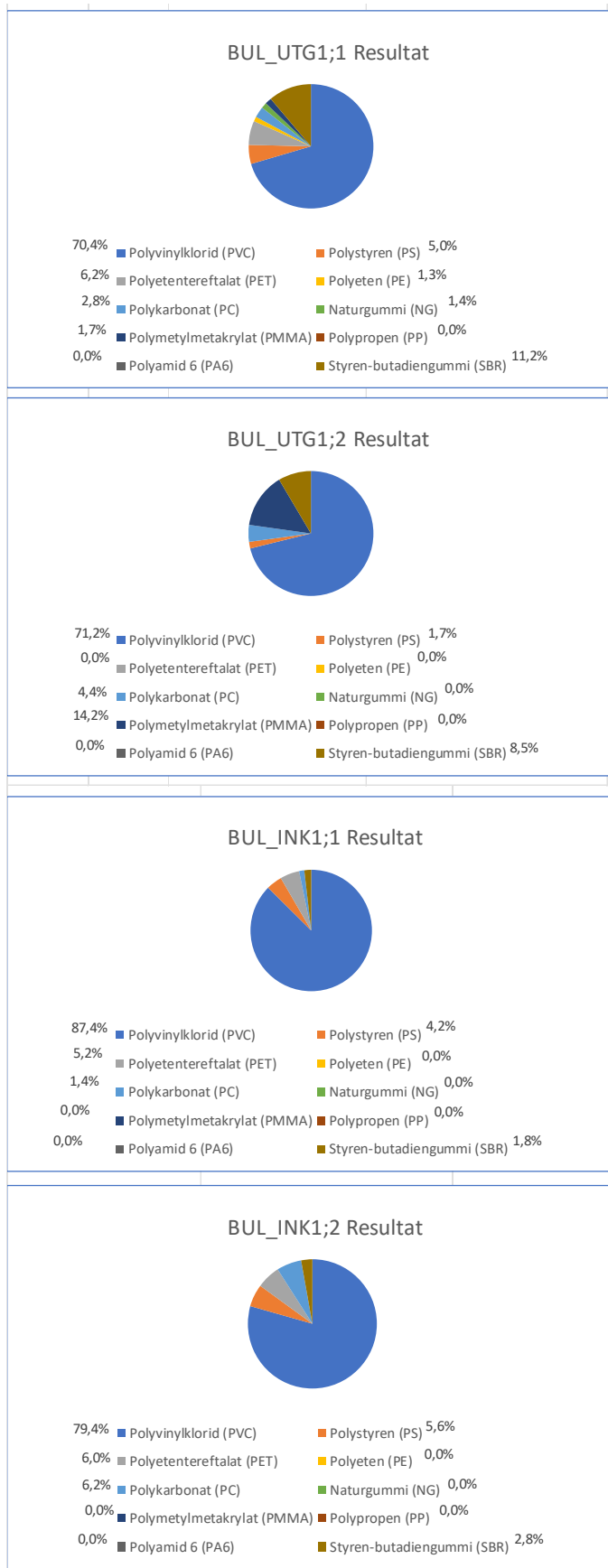
9.19 Bilaga resultat stapeldiagram – Bulycke del 1



9.20 Bilaga resultat stapeldiagram – Bulycke del 2



9.21 Bilaga resultat cirkeldiagram-Bulycke del 1



9.22 Bilaga resultat cirkeldiagram-Bulycke del 2

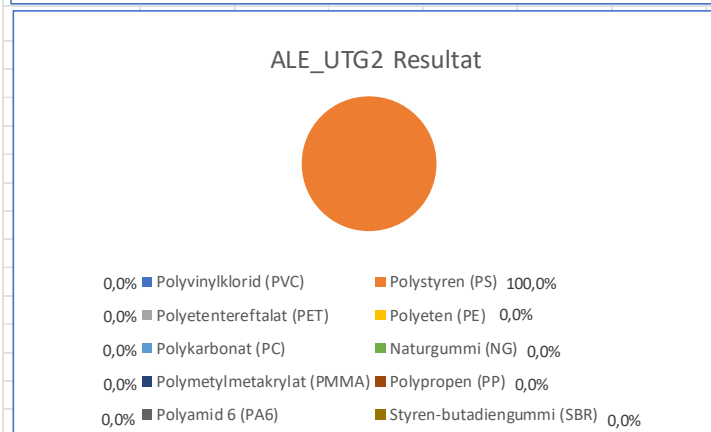
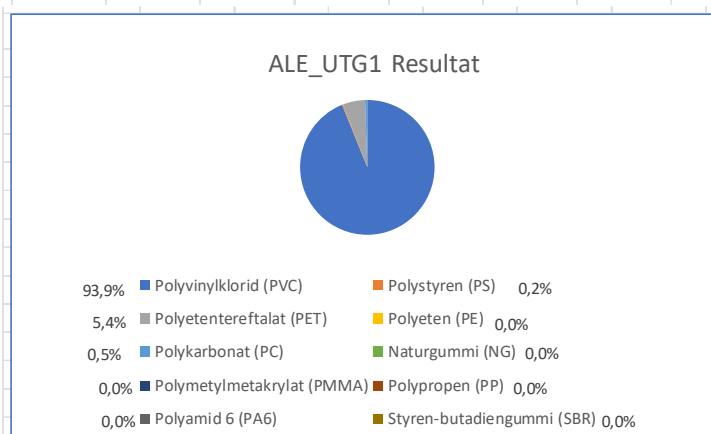
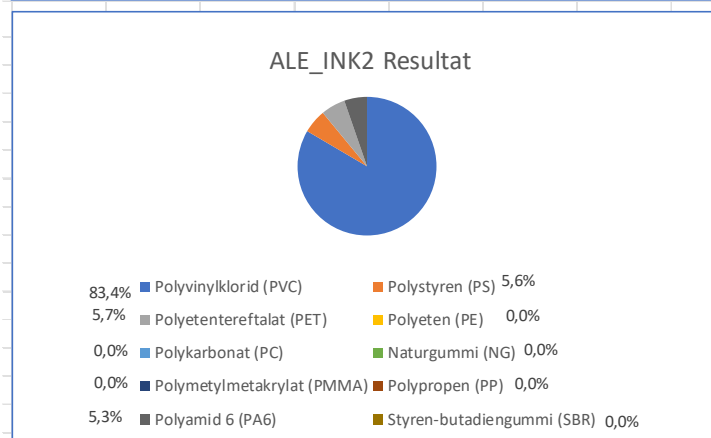
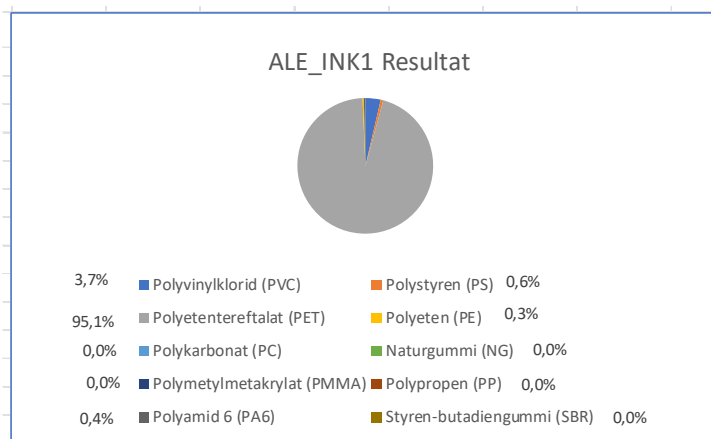
9.23 Bilaga resultat av SGS- Alelyckan

ALE_INK1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	84,4	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	50	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	8,5	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	1300	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	4	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	4,8	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS
ALE_INK2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	76,6	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	75	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	5	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	5,1	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	4,8	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS
ALE_UTG1			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	79,8	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	2100	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	4,5	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	120	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	12	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS
ALE_UTG2			
Metodbeteckning	Analys/Undersökning av	Resultat	Enhet
SS-ISO 11465-1:1995	Torrsubstans	80,1	%
TED-GC/MS (*)	Polyvinylklorid (PVC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polystyren (PS)	1,3	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyetentereftalat (PET)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyeten (PE)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polykarbonat (PC)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Naturgummi (NG)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polymetylmetakrylat (PMMA)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polypropen (PP)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Polyamid 6 (PA6)	Ej påvisad	mg/kg TS
TED-GC/MS (*)	Styren-butadiengummi (SBR)	Ej påvisad	mg/kg TS

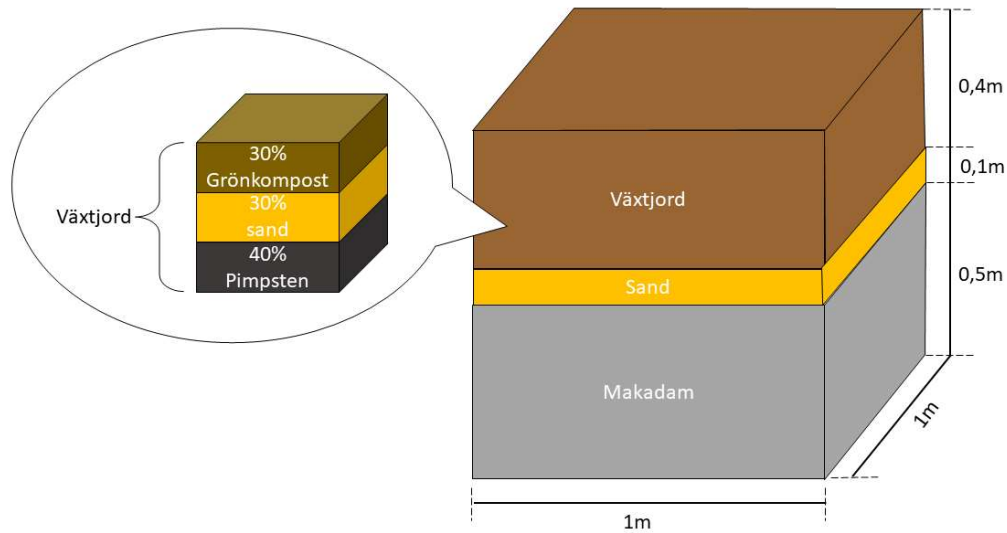
9.24 Bilaga resultat stapeldiagram-Alelyckan



9.25 Bilaga resultat cirkeldiagram-Alelyckan

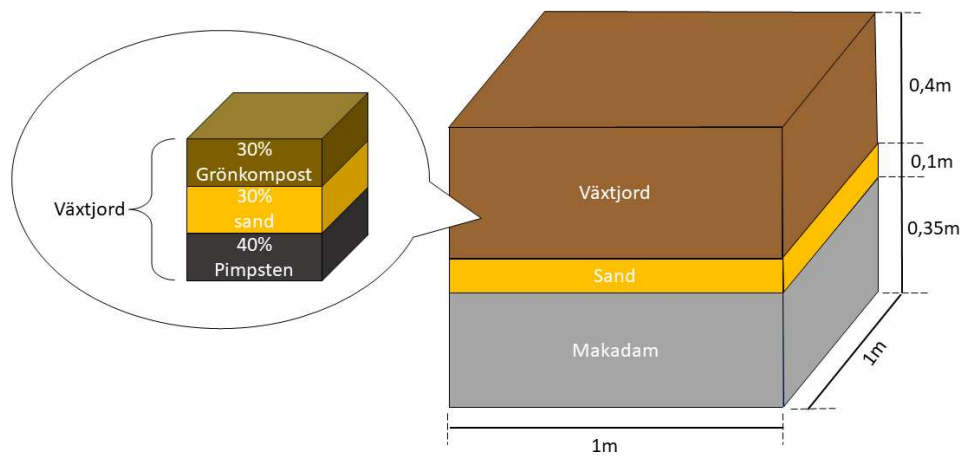


9.26 Bilaga volym Beräkningar – Litteraturgatan



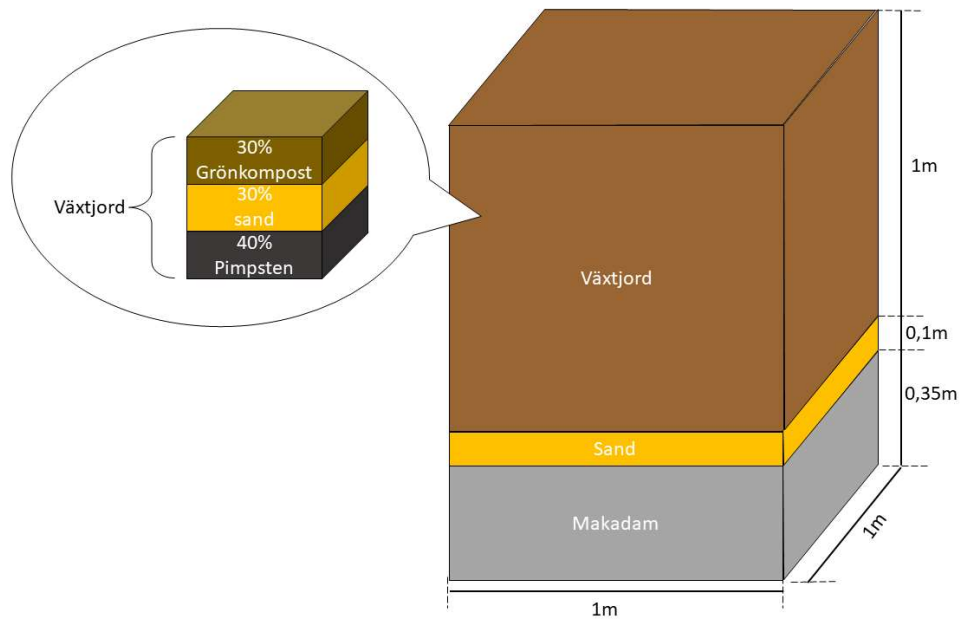
<i>Material</i>	<i>Volym [m³]</i>
Växtjord	0,4
▪ grönkompost	0,12
▪ Sand	0,12
▪ pimpsten	0,16
Sand	0,1
Makadam	0,5
Total volym	1

9.27 Bilaga volym beräkningar - Kviberg östra



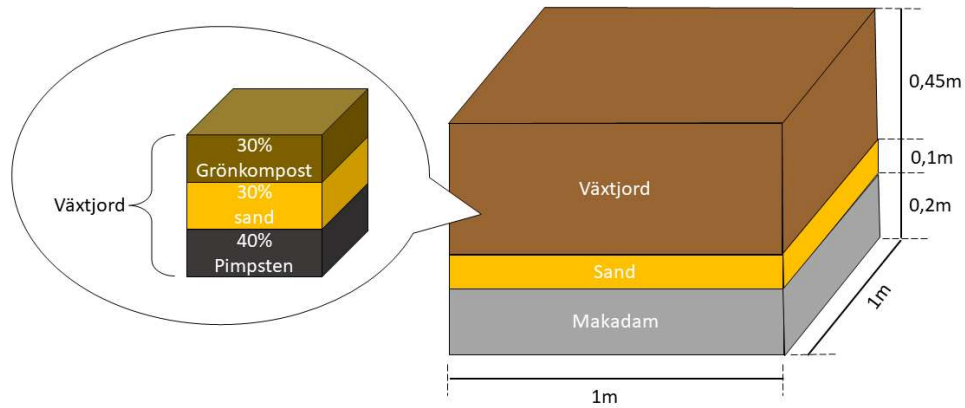
<i>Material</i>	<i>Volym [m³]</i>
Växtjord	0,4
▪ grönkompost	0,12
▪ Sand	0,12
▪ pimpsten	0,16
Sand	0,1
Makadam	0,35
Total volym	0,85

9.28 Bilaga volym beräkningar - Kviberg Västra



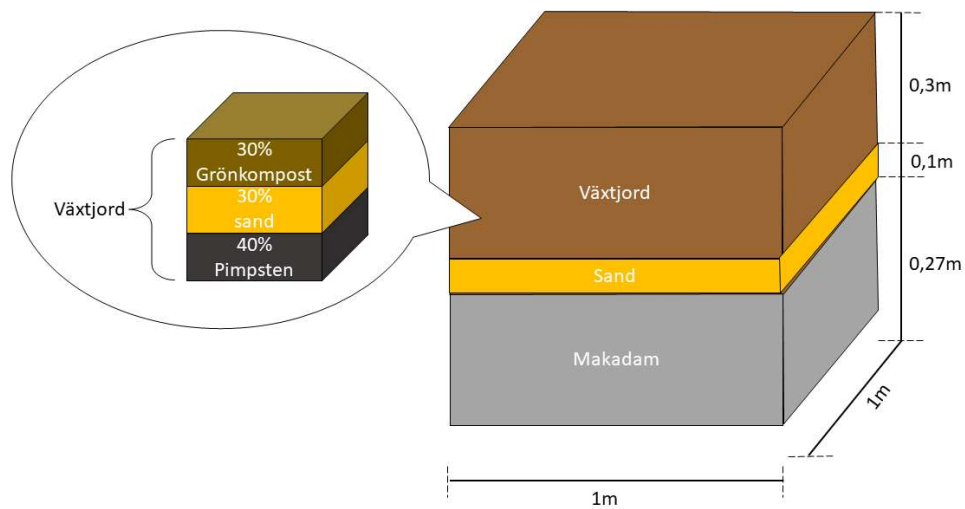
<i>Material</i>	<i>Volym [m³]</i>
Växtjord	1
▪ grönkompost	0,3
▪ Sand	0,3
▪ pimpsten	0,4
Sand	0,1
Makadam	0,35
Total volym	1,45

9.29 Bilaga volym beräkningar - Bulycke



<i>Material</i>	<i>Volym [m³]</i>
Växtjord	0,45
▪ grönkompost	0,135
▪ Sand	0,135
▪ pimpsten	0,18
Sand	0,1
Makadam	0,2
Total volym	0,75

9.30 Bilaga volym beräkningar - Alelyckan



<i>Material</i>	<i>Volym [m³]</i>
Växtjord	0,4
▪ grönkompost	0,09
▪ Sand	0,09
▪ pimpsten	0,12
Sand	0,1
Makadam	0,27
Total volym	0,77

9.31 Bilaga LCA Beräkningar – Litteraturgatan

Växtjord

Grönkompost			
	Krossmaskin	Hjullastare	Siktmaskin
Belastning (h/ton)	200	250	50
Förbrukning (l/h)	20	10	6
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,1	0,04	0,12
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67	0,67	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,067	0,0268	0,0804
kg CO2 ekv/kg	0,000067	0,0000268	0,0000804
Volym regnrabatt (m3)	0,12	0,12	0,12
Denistet regnrabatt (kg/m3)	700	700	700
Massa regnrabatt (kg)	84	84	84
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,005628	0,0022512	0,0067536

Sand	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,12
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	162
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,162
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,3402

Pimpsten	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	38,2
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,16
Denistet regnrabatt (kg/m3)	650
Massa regnrabatt (kg)	104
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,104
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	3,9728

Sand

Sand	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,1
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	135
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,135
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,2835

Makadam

Makadam	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,5
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1400
Massa regnrabatt (kg)	700
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,7
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	1,47

Grönkompost

	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	8
Bränsleförbrukning (l/ton)	1
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,67
kg CO2 ekv/kg	0,00067
Volym regnrabatt (m3)	0,12
Denistet regnrabatt (kg/m3)	700
Massa regnrabatt (kg)	84
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,05628

Sand	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	1,8
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,225
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,15075
kg CO2 ekv/kg	0,00015075
Volym regnrabatt (m3)	0,12
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	162
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,0244215

Pimpsten	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	3,8
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,475
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,31825
kg CO2 ekv/kg	0,00031825
Volym regnrabatt (m3)	0,16
Denistet regnrabatt (kg/m3)	650
Massa regnrabatt (kg)	104
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,033098

9.32 Bilaga LCA beräkningar - Kviberg östra

Växtjord

Grönkompost			
	Krossmaskin	Hjullastare	Siktmaskin
Belastning (h/ton)	200	250	50
Förbrukning (l/h)	20	10	6
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,1	0,04	0,12
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67	0,67	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,067	0,0268	0,0804
kg CO2 ekv/kg	0,000067	0,0000268	0,0000804
Volym regnrabatt (m3)	0,12	0,12	0,12
Denistet regnrabatt (kg/m3)	700	700	700
Massa regnrabatt (kg)	84	84	84
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,005628	0,0022512	0,0067536

Sand	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,12
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	162
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,162
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,3402

Pimpsten	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	38,2
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,16
Denistet regnrabatt (kg/m3)	650
Massa regnrabatt (kg)	104
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,104
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	3,9728

Sand

Sand	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,1
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	135
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,135
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,2835

Makadam

Makadam	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,35
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1400
Massa regnrabatt (kg)	490
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,49
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	1,029

Grönkompost	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	8
Bränsleförbrukning (l/ton)	1
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,67
kg CO2 ekv/kg	0,00067
Volym regnrabatt (m3)	0,12
Denistet regnrabatt (kg/m3)	700
Massa regnrabatt (kg)	84
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,05628

Sand	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	1,8
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,225
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,15075
kg CO2 ekv/kg	0,0001508
Volym regnrabatt (m3)	0,12
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	162
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,0244215

Pimpsten	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	3,8
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,475
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,31825
kg CO2 ekv/kg	0,0003183
Volym regnrabatt (m3)	0,16
Denistet regnrabatt (kg/m3)	650
Massa regnrabatt (kg)	104
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,033098

9.33 Bilaga LCA beräkningar -Kviberg västra

Växtjord

Grönkompost			
	Krossmaskin	Hjullastare	Siktmaskin
Belastning (h/ton)	200	250	50
Förbrukning (l/h)	20	10	6
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,1	0,04	0,12
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67	0,67	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,067	0,0268	0,0804
kg CO2 ekv/kg	0,000067	0,0000268	0,0000804
Volym regnrabatt (m3)	0,3	0,3	0,3
Denistet regnrabatt (kg/m3)	700	700	700
Massa regnrabatt (kg)	210	210	210
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,01407	0,005628	0,016884

Sand	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,3
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	405
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,405
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,8505

Pimpsten	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	38,2
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,4
Denistet regnrabatt (kg/m3)	650
Massa regnrabatt (kg)	260
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,26
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	9,932

Sand

Sand	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,1
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	135
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,135
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,2835

Makadam

Makadam	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,35
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1400
Massa regnrabatt (kg)	490
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,49
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	1,029

Grönkompost	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	8
Bränsleförbrukning (l/ton)	1
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,67
kg CO2 ekv/kg	0,00067
Volym regnrabatt (m3)	0,3
Denistet regnrabatt (kg/m3)	700
Massa regnrabatt (kg)	210
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,1407

Sand	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	1,8
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,225
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,15075
kg CO2 ekv/kg	0,00015075
Volym regnrabatt (m3)	0,3
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	405
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,06105375

Pimpsten	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	3,8
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,475
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,31825
kg CO2 ekv/kg	0,00031825
Volym regnrabatt (m3)	0,4
Denistet regnrabatt (kg/m3)	650
Massa regnrabatt (kg)	260
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,082745

9.34 Bilaga LCA beräkningar -Bulycke

Växtjord

Grönkompost			
	Krossmaskin	Hjullastare	Siktmaskin
Belastning (h/ton)	200	250	50
Förbrukning (l/h)	20	10	6
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,1	0,04	0,12
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67	0,67	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,067	0,0268	0,0804
kg CO2 ekv/kg	0,000067	0,0000268	0,0000804
Volym regnrabatt (m3)	0,135	0,135	0,135
Denistet regnrabatt (kg/m3)	700	700	700
Massa regnrabatt (kg)	94,5	94,5	94,5
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,0063315	0,0025326	0,0075978

Sand	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,135
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	182,25
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,18225
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,382725

Pimpsten	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	38,2
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,18
Denistet regnrabatt (kg/m3)	650
Massa regnrabatt (kg)	117
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,117
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	4,4694

Sand

Sand	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,1
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	135
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,135
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,2835

Makadam

Makadam	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,2
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1400
Massa regnrabatt (kg)	280
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,28
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,588

Grönkompost	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	8
Bränsleförbrukning (l/ton)	1
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,67
kg CO2 ekv/kg	0,00067
Volym regnrabatt (m3)	0,135
Denistet regnrabatt (kg/m3)	700
Massa regnrabatt (kg)	94,5
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,063315

Sand	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	1,8
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,225
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,15075
kg CO2 ekv/kg	0,000151
Volym regnrabatt (m3)	0,135
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	182,25
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,027474

Pimpsten	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	3,8
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,475
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,31825
kg CO2 ekv/kg	0,000318
Volym regnrabatt (m3)	0,18
Denistet regnrabatt (kg/m3)	650
Massa regnrabatt (kg)	117
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,037235

9.35 Bilaga LCA beräkningar – Alelyckan

Växtjord

Grönkompost			
	Krossmaskin	Hjullastare	Siktmaskin
Belastning (h/ton)	200	250	50
Förbrukning (l/h)	20	10	6
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,1	0,04	0,12
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67	0,67	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,067	0,0268	0,0804
kg CO2 ekv/kg	0,000067	0,0000268	0,0000804
Volym regnrabatt (m3)	0,09	0,09	0,09
Denistet regnrabatt (kg/m3)	700	700	700
Massa regnrabatt (kg)	63	63	63
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,004221	0,0016884	0,0050652

Sand	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,09
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	121,5
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,1215
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,25515

Pimpsten	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	38,2
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,12
Denistet regnrabatt (kg/m3)	650
Massa regnrabatt (kg)	78
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,078
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	2,9796

Sand

Sand	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,1
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	135
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,135
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,2835

Makadam

Makadam	
	Tillverkning
Tillverkning utsläpp (kg CO2 ekv)	2,1
Deklarerad enhet (kg)	1000
Volym regnrabatt (m3)	0,27
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1400
Massa regnrabatt (kg)	378
Andel regnrabatt av deklarerad enhet (%)	0,378
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,7938

Grönkompost	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	8
Bränsleförbrukning (l/ton)	1
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,67
kg CO2 ekv/kg	0,00067
Volym regnrabatt (m3)	0,09
Denistet regnrabatt (kg/m3)	700
Massa regnrabatt (kg)	63
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,04221

Sand	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	1,8
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,225
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,15075
kg CO2 ekv/kg	0,0001508
Volym regnrabatt (m3)	0,09
Denistet regnrabatt (kg/m3)	1350
Massa regnrabatt (kg)	121,5
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,0183161

Pimpsten	
	Lastbil
Lastbilens volym (ton)	40
Förbrukning (l/mil)	5
Transportsträcka (mil)	3,8
Bränsleförbrukning (l/ton)	0,475
Bränsle HVO (kg CO2 ekv/l)	0,67
CO2 WTW (kg CO2 ekv/ton)	0,31825
kg CO2 ekv/kg	0,0003183
Volym regnrabatt (m3)	0,12
Denistet regnrabatt (kg/m3)	650
Massa regnrabatt (kg)	78
Koldioxidutsläpp för regnrabatt (kg CO2ekv)	0,0248235

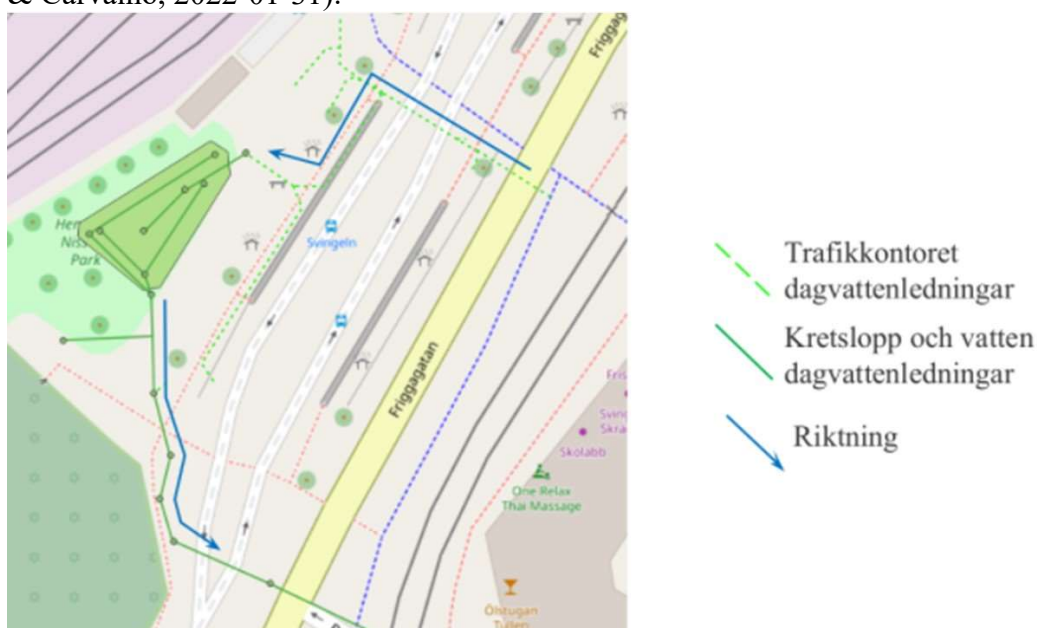
9.36 Bilaga områdesbeskrivning svingeln

9.36.1 Svingeln



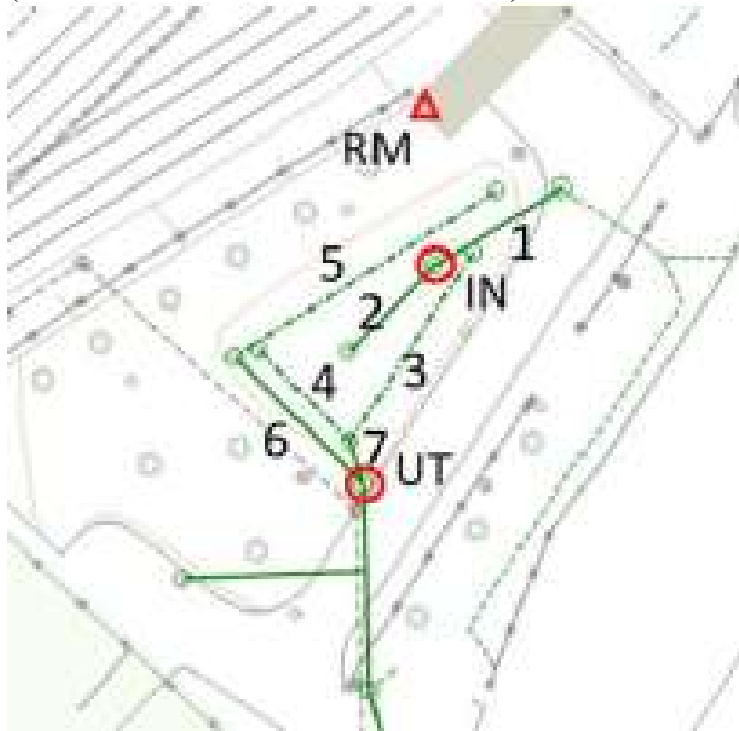
Figur 9.1 Svingeln bild på regnrabatt

Svingeln är en knutpunkt för kollektivtrafiken med bussar, cyklister och fotgängare. Figur 3.4 visar regnrabatten och omgivningen där busshållplatsen och vägen ligger väldigt nära rabatten. Det gröna området i figur 3.5 är regnrabatten. Busshållplatsen vid regnrabatten trafikeras av 16 olika busslinjer under ett dygn. Bortanför bussfilen går en biltrafikled (Friggagatan) som är mycket trafikerad. På andra sidan av regnrabatten förekommer flera spårrälsar där flertal tåg passerar under dagen. Detta medför att dagvattnet kommer i kontakt med föroreningar från trafiken. (Arechavaleta & Carvalho, 2022-01-31).



Figur 9.2 Svingeln områdesbeskrivning och regnrabatt

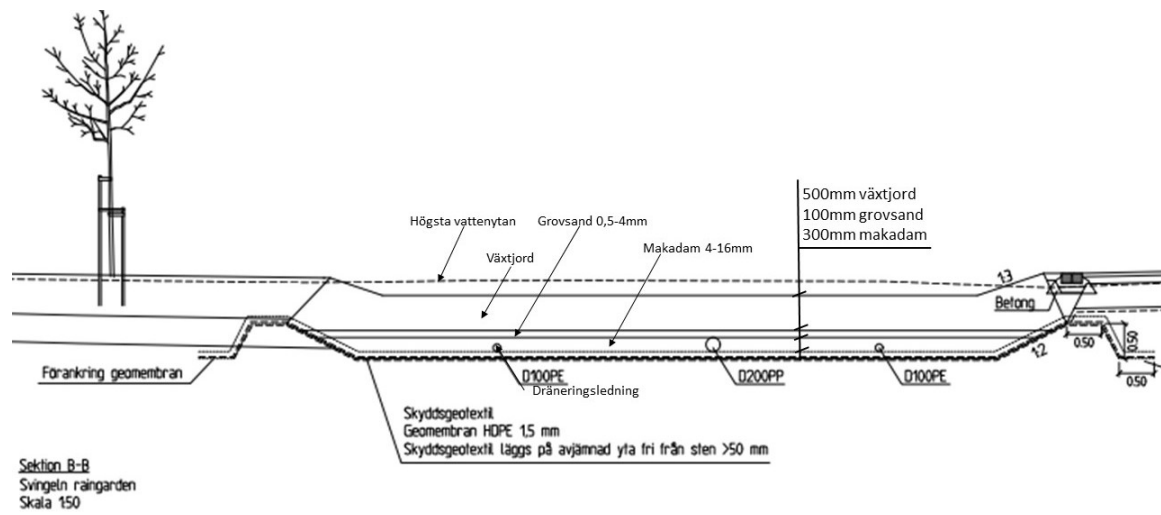
Figur 3.6 visar regnrabattens funktion och hur den tar hand om dagvattnet. Det inkommande vattnet leds via avrinning från omkringliggande körfälten och gång- och cykelbana till en kupolbrunn med stillastående vatten. Dagvattnet pressas sedan upp i regnrabatten via ledning 1 och 2 när det finns filterkapacitet i jorden och vattennivån i brunnen ökar. Regnrabatten renar dagvattnet via infiltration och sedimentation genom jordlagren vilket är en tidskrävande process. Det filtrerade utgående dagvattnet leds via dräneringsledning 3, 4 och 5 till den gemensamma ledningen 7 som samlar upp dagvattnet. Slutligen är ledningen 7 kopplad till en utgående brunn med sandfång (Arechavaleta & Carvalho, 2022-01-31).



Figur 9.3 Svingeln regnrabattens ledningsnät

Enligt tidigare observationer fungerar regnrabatten inte som planerat, funktionen där vattnet skulle pressas upp i regnrabatten vid regntillfällen fungerar inte. Rabatten kommer fortfarande avvattna området men i vilken utsträckningen rabatten kommer kunna rena och fördröja dagvattnet är oklart (Almqvist & Nilsson, 2020).

Den beräknade livslängden på regnrabatten är 20år (kretslopp och vatten, svingeln). Figur 3.7 visar den vertikala profilen över regnrabatten och jordlageruppbyggnaden med växtjord 500mm, grovsand 100mm och makadam 300mm.



Figur 9.4 Svingeln regnrabatt vertikalprofil