

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: Utvärdering och framtidsanalys

Av Brunklaus, Birgit¹, Chiew, Yoon Lin¹,
Dincer, Hasan⁴, Nilsson-Lindén, Hanna¹, Saarikko, Ted²,
Sten, Ulrika³, Sundberg, Andreas³

¹RISE Research Institutes of Sweden, ²Umeå Universitet

³Södertälje kommun, ⁴Telge Återvinning

RISE rapport 2023:26

ISBN 978-91-89757-71-4

Innehållsförteckning

Rapportens kontext	4
Sammanfattning	5
Abstract	10
1. Introduktion	14
1.1 Avgränsningar och läsanvisningar	15
2. Konzeptutveckling och testning	16
2.1 Uppkopplade textilbehållare	16
2.2 Besöksstatistik Återvinningscentraler i Södertälje	20
3. Det uppkopplade samhället	24
3.1 Uppkopplade textilinsamling	24
3.2 Uppkopplade återvinningstjänster	26
4. Det hållbara samhället	28
4.1 Hållbar textilinsamling	28
4.2 Hållbara återvinningstjänster	31
5. Det inkluderande samhället	35
5.1 Inkluderande hållbar textilinsamling	35
5.2 Hållbara återvinningstjänster	37
5.3 Medborgarundersökningar	38
5.4 Koppling till Södertäljes miljömål	39
6. Övergripande analys och diskussion	40
6.1 Utvärdering	40
6.2 Aktiviteter för framtiden (metod och utfall)	42
7. Slutsatser och rekommendationer	46
Referenslista	48
Läs mer	49
Appendix A - Enkät till besökare (Textil, ÅVC)	51
Appendix B - Konzept Textilbehållare	52
Appendix C - Konzept ÅVC (Södertälje)	56

Tabellförteckning

Tabell 1 Antal svar från enkäten, fördelat på de två fallstudierna	36
--	----

Figurförteckning

Figur 1 Två olika sensorer under testfasen. En med LiDAR och en med Radar.....	17
Figur 2 Fyrfältsmatris för val av lämplig sensor/radio-kombination.....	18
Figur 3 Skärmbild av graf som visar fyllnadsgrad vid tömningstillfället (markerat med en röd ruta).....	19
Figur 4 Ett urval av behållarna från ovanstående tömning (se figur 3).....	19
Figur 5 Prototyp-visualisering av besökstrycket på Återvinningscentralerna.....	23
Figur 6 Exempel på visualisering från Telge återvinnings webbplats.....	23
Figur 7 Systemavgränsningar för textilinsamlingen - Aktörsanalys (medborgare, Södertälje, Human Bridge).....	28
Figur 8 Klimatpåverkan från textilinsamlingen - Aktörsanalys (medborgare, Södertälje, Human Bridge).....	29
Figur 9 Klimatpåverkan från insamling av textilavfall i Södertälje (Baslinje/Framtidsscenarier)	31
Figur 10 Systemavgränsningar för ÅVC - Aktörsanalys (medborgare, Södertälje, Telge återvinning).....	32
Figur 11 Klimatpåverkan från återvinningsstationer- Aktörsanalys (medborgare, Södertälje, Telge återvinning)	32
Figur 12 Skärmbild av innehåll i Södertäljeappen kopplat till de två fallstudierna.....	35
Figur 13 Mural med idéer och diskussionsunderlag kopplat till möjliga IoT implementering på kort och på lång sikt.....	42
Figur 14 Hack for Södertälje (sodertalje.se).....	43

Förkortningar

AP	Arbetspaket
AI	Artificiell Intelligens
CO ₂ eq	Carbon Dioxide Equivalent, koldioxidekvivalent
HVO	Hydrotreated Vegetable Oil
IoT	Internet of Things, Sakernas Internet
LCA	Livscykelanalys
LoRaWAN	Long Range Wide Area Network
NB-IoT	Narrowband IoT
LiDAR	“Light detection and ranging” där ljus används för att mäta avstånd eller djup
Radar	“Radio detection and ranging” där kortvågiga radiovågor används för att mäta avstånd eller djup
Ultraljud	Ljudvågor med en frekvens högre än mänskliga hörselns förmåga att höra. Används för att detektera till exempel avstånd eller föremål
API	“Application Programming Interface” är en specifikation på hur olika tjänster eller system kan kommunicera med varandra

Rapportens kontext

Denna rapport är en del av projektrapporteringen för det Vinnovafinansierade projektet (en del av Strategiska innovationsprogrammet IoT Sverige¹, en gemensam satsning av Vinnova, Formas och Energimyndigheten) *Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället*. Rapporten har fokus på *Utvärdering och framtidsanalys* och är en påbyggnadsrapport från den tidigare projektrapporten om *Nulägesanalys*. Med det avses att nuvarande rapport inkluderar aktiviteter som skett under senare delen av projektet, specifik inom arbetspaket (AP) 3 Konceptutveckling och AP4 Test och utvärdering. För heltäckande introduktion till projektet hänvisas till rapporten *Nulägesanalys*.

Följande ytterligare publikationer finns inom projektet (som helhet):

- Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: Nulägesanalys (RISE rapport 2021:89, ISBN 978-91-89385-79-5)
- Life cycle assessment of Internet of Things (IoT) solution in Södertälje municipality – A smart waste collection system (RISE rapport 2021:91)
- Presentation på konferensen Life Cycle Management (LCM) (2021) inklusive publikationen: The connected, sustainable and inclusive society: IoT implementation in a Swedish municipality (2022) DOI: 10.1051/e3sconf/202234911006
- Life cycle assessment of IoT system in Södertälje – case of textile waste collection and the municipality's recycling stations (RISE rapport 2023:16)

¹ Internet of Things (IoT), Sakernas internet

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Sammanfattning

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: Nulägesanalys (Del A)

Södertälje kommun har höga ambitioner att drastiskt sänka sin klimatpåverkan och har ambitionen att inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2030 (Södertälje kommun Miljö- och klimatstrategi 2022–2030, 2022). För att nå dessa mål spelar avfallssektorn i Södertälje kommun en avgörande roll, vilket också innebär ett behov av större involvering och ett större engagemang från medborgare och företag. Som en del i det arbetet skapades projektet *Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället*. Projektet är ett samarbete mellan Södertälje kommun, Telge Återvinning, RISE Research Institutes of Sweden och Umeå Universitet och avser att undersöka hur maskingenererad data kan ha dubbel nytta i att både skapa externt medborgarvärde och internt organisatoriskt värde i Södertälje kommuns omställning till en hållbar stad. Denna rapport inkluderar en nulägesanalys över tre tematiserade områden; digitalisering, livscykelanalys (LCA), och medborgardialog.

Södertälje kommun har tillsammans med Telge Nät byggt upp ett så kallat LoRaWAN² (ett trådlöst nätverk med dubbelriktad kommunikation³) i Södertälje för att underlätta kommunikation mellan sensorer i uppkopplade enheter. 169 papperskorgar har också försetts med sensorer som mäter fyllnadsgrad, vilket genererat ett proof-of-concept för hur uppkopplad utrustning kan möjliggöra ruttoptimering och placeringsplanering.

Att koppla upp en papperskorg har i det här fallet inneburit att man fäster en sensor i locket på befintliga kärl. Denna sensor känner sedan av fyllnadsgraden i papperskorgens plastpåse med jämna mellanrum. Initiativet kring uppkopplade papperskorgar har medfört inlärning på flera nivåer – såväl utvecklarna som utformar sensorerna, som medarbetarna som förlitar sig på dem, har behövt tänka i nya banor och ompröva invanda arbetssätt. Värt att notera är att personalen behöver besöka samtliga områden där papperskorgar finns trots sortekniken i och med att deras arbetsuppgifter även inkluderar renhållning av gator och vård av grönytor. Det vill säga, det föreligger i nuläget inte en kvantitativ ekonomisk vinst utan snarare en kvalitativ nytta i form av ökade möjligheter att planera sin arbetstid vilket kan leda till en renare stad.

Bland de system som Södertälje kommun använder ses två som särskilt intressanta i relation till Sakernas Internet (Internet of Things (IoT)) enligt denna nulägesanalys. På en operativ nivå har Infracontrol potential att anta rollen som ”spindeln i nätet” där status på uppkopplad utrustning kan hanteras. På en strategisk nivå erbjuder verktyget Maptionnaire möjligheter att aggregera, analysera, och presentera data från uppkopplad utrustning. För att realisera potentialen hos dessa (och andra) verktyg krävs dock att Södertälje kommun ställer nya krav och utarbetar nya

² LoRaWAN, Long Range Wide Area Network

³ <https://lora-alliance.org/about-lorawan/>

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY

4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

rutiner vid upphandling då kostnaderna för att integrera uppkopplad utrustning annars skulle bli ohållbar.

En LCA har genomförts för att utvärdera miljöpåverkan från sakernas Internet i Södertälje centrum för smart sophämtning ur ett livscykelerspektiv. Med koppling till kommunens klimatstrategi har miljöpåverkan med fokus på klimatpåverkan prioriterats. Den visar att IoT-systemet enbart utgör en liten del av klimatpåverkan (122 kg CO₂-ekv per år⁴), vilket främst härrör från gateways (50%) och sensorer (27%) och användning av Internet (23%). Sophämtningen bidrar med cirka 12 ton CO₂-ekv per år, vilket främst bidrog till användningen av fossilbaserade avfallspåsar i plast (96%) och Hydrerad Vegetabilisk Olja (HVO)-baserade transporter (4%). Vidare visar LCA:n att potential för framtida klimatsmart sophämtningssystemet ligger inom minskad användning av fossila plastpåsar och smart planering av sophämtning för att reducera transporter.

Södertälje har redan minskat sin klimatpåverkan från transporter (under 2016) genom byte från diesel till HVO. För ett system med 169 papperskorgar (studiens utgångspunkt) innebar detta 83% minskning, från 2,3 ton till 380 kg. Enbart två ton av denna minskning härrör från fossilfria transporter (resp. 8,75 ton för ett möjligt framtida system med 700 papperskorgar). Dock visar resultaten att ännu mer klimatpåverkan kan minskas genom att inte använda fossila plastpåsar, nästan 12 ton (resp. 50 ton för 700 papperskorgar). Detta motsvarar fem resor till Thailand (2,5 ton per resa) eller utsläpp för fyra invånare (2,8 ton per invånare) för året 2030. För ett system med 700 papperskorgar betyder det minst 20 resor till Thailand eller utsläpp för upp till 20 invånare per år.

Vidare har projektet ett fokus på inkludering av medborgare i frågor kring hållbarhet, med syftet att informera, engagera och inkludera medborgare i målet med att uppnå hållbar resurshantering. Medborgardialog kan ske på många olika vis och innebära olika saker. Nulägesanalysen visar att flera olika aktiviteter genomförts på området, och att dessa framförallt kan kopplas till kategorierna ”information” och ”konsultation”, men där också det finns kommande inslag av ”dialog” med till exempel det Hackathon som planeras. Från nulägesanalysen noterades dock en möjlighet till utökat fokus på medborgardialog i Södertälje, samt att det finns en medvetenhet om behovet av att inkludera många olika grupper i denna dialog, men det noterades även en utmaning vad gäller inkludering och olika språk.

⁴ CO₂-eq, Carbon Dioxide Equivalent, koldioxidekvivalent

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: Utvärdering och framtidsanalys (Del B)

Södertälje kommun har höga ambitioner att drastiskt sänka sin klimatpåverkan och har målet att inte ha några nettoutsläpp av växthusgaser år 2030. För att nå dessa mål spelar avfallssektorn i Södertälje kommun en avgörande roll, vilket också innebär ett behov av större involvering och ett större engagemang från medborgare och företag. Som en del i det arbetet skapades projektet Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället. Projektet är ett samarbete mellan Södertälje kommun, Telge Återvinning, RISE Research Institutes of Sweden och Umeå Universitet och avser att undersöka hur IoT-genererad data kan ha dubbel nytta i att både skapa externt medborgarvärde och internt organisatoriskt värde i Södertälje kommuns omställning till en hållbar stad. Denna rapport inkluderar en utvärdering och framtidsanalys.

Utvärdering av de utvecklade koncepten har genomförts under projektets gång, gällande: Koncept 1 om Datadrivna arbetsmetoder för högre resurs- och kostnadseffektivitet, och Koncept 2 om Öppna datatjänster för engagemang och inkludering. Dessa har utvärderats enligt projektets tre områden sakernas Internet (Internet of Things (IoT)), hållbarhet och inkludering.

Inkludering i projektet avser inkludering av medborgare i frågor kring hållbarhet, med målet om att informera, engagera och inkludera medborgare i målet med att uppnå hållbar resurshantering. Inom nulägesanalysen analyserades medborgardialogen enligt Södertörnsmodellens (2019) fem steg: 1: information, konsultation, dialog, samarbete och medbestämmande. Användning av Södertörnsmodellen vad gäller aktiviteter kopplade till fallstudierna om textilåtervinning och ÅVC visar att fokus varit på att förbättra tjänster och upplevelser för medborgare (främst steg 2, konsultation): Smarta bommar på ÅVC, som visar kötid och ledig plats. Smarta textilbehållare, som visar om det är full eller det finns plats. Enkäten till besökare på ÅVC och textilinsamling visar att medborgarna är relativt nöjda. Vidare har fokus varit att optimera transporttjänster för textilinsamling och utöka transporttjänster för medborgarna. Intervjuer med företag för textilinsamling visar att optimering är möjligt. Vid utvärdering av inkludering enligt Södertörnsmodellen har det visat sig att Samarbete (steg 4) t.ex. arbetsgrupp eller framtidsverkstad, och Medbestämmande (steg 5) t.ex. beslutsfattande inte har varit fokus inom textilåtervinning och ÅVC. Detta är dock ett steg som kan sägas kräva ett större skifte i hur medborgare inkluderas i utvecklingsarbete, och som kan ta tid att utveckla och implementera.

Hållbarhet i projektet avser klimatanalyser av IoT-lösningar, med målet om att uppnå ett mer hållbart samhälle. Detta arbete kopplar an till koncept nr 1 i projektet för att utveckla datadrivna arbetsmetoder för högre klimateffektivitet i Södertälje kommuns arbete med avfallshantering. Detta koncept syftar till att nyttja IoT-lösningar för att uppnå klimat- och miljömål till år 2030. Klimatanalyser av tre olika avfallstjänster visar att IoT lösningar har en liten klimatpåverkan, att plastpåsar som används i avfallshantering har en betydande klimatpåverkan och att transporttjänster som drivs med HVO har en relativt liten klimatpåverkan, medan medborgarens transporter är avgörande både inom textilåtervinning och återvinning på ÅVCer.

Uppkoppling i projektet avser arbetsprocesser av IoT-lösningar, med målet om att uppnå det uppkopplade samhället. Detta arbete kopplar an till koncept nr 1 i projektet för att utveckla data-drivna arbetsmetoder för högre resurs- och kostnadseffektivitet i Södertälje kommuns arbete med avfallshantering. Detta ska göras genom att nyttja maskingenererad data för att utveckla bästa möjliga arbetsprocesser utifrån ett ekonomiskt, socialt och ekologiskt perspektiv. Utvärdering av IoT-lösningar med sensorer visar att dessa är kostnadseffektiva och erbjuder skalbarhet. Sensorer är även en förutsättning för ett optimerat transportsystemet och minska personal och transportkostnader t.ex. för avfallshantering och textilinsamling. Sensorer kan vara en möjliggörare för en ökad insamling och återvinning. Däremot är det tydligt att medborgarnas transporter inte är resurs- och kostnadseffektiva. Genom att inkludera medborgarna inom avfallstjänster tydliggörs deras bidrag. Med hjälp av bostadsnära avfallstjänster t.ex. rullande återvinning, kommer medborgarnas transporter att minskas.

Analys av framtida aktiviteter indikerar: Möjligheter och utmaning för inkludering:

- Möjligheter för inkludering ligger inom öppna datatjänster. Inom koncepten har det utvecklats öppna datatjänster för både medborgarna och tjänsteföretag (textilinsamling, ÅVC) vilka möjliggör information som underlättar deras eget cirkulära agerande (genom textilinsamling och återbruk och genom faciliterad återvinning på återvinningscentraler).
- Utmaningar inom inkludering ligger inom arbetsmetoder och synsätt. Inom koncepten har det utvecklats datadrivna arbetsmetoder (textilinsamling, ÅVC). Det finns också potential att utveckla medborgardialogen till att inkludera mer aktiviteter inom kategorin Samarbete (steg 4) samt inom kategorin Medbestämmande (steg 5).

Möjligheter och utmaningar för hållbarhet:

- Möjligheter för hållbarhet ligger inom datadrivna arbetsmetoder stödda av bl.a. som digitiserar olika skeenden med hjälp av sensorer.
- Utmaningar för hållbarhet ligger inom implementering, t.ex. att ruttoptimera baserad på insikter från dataanalys.

Möjligheter och utmaningar för uppkoppling:

- Möjligheter för uppkoppling ligger inom tjänster baserade på öppen data och datadrivna arbetsmetoder t.ex. avfallshantering, textilinsamling, ÅVC. Förutom avfallstjänster finns det en mängd andra applikationer t.ex. badtemperatur, broöppning, parkeringsplatser, etc.
- Utmaningar för uppkoppling ligger inom implementering t.ex. ruttoptimering.

Under projektets gång har Södertälje genomfört ett så kallat Hackathon: “Hack för Södertälje”. Syftet med detta Hackathon var att enklare mötas mellan kommun och medborgare och för att hitta nya inkluderade, hållbara och cirkulära lösningar. Hackathonet genererade ett stort engagemang och involverade mer än 100 deltagare från 15 nationer, mest unga vuxna. Under projektets gång har även en workshop genomförts för att diskutera framtiden för ÅVC vad gäller behov och möjligheter för digitalisering. Arbetet visade att behovet just nu är begränsat, men detta kan komma att ändras i framtiden om Södertälje etablerar obemannade ÅVC.

Abstract

The Inclusive, Sustainable and Connected Society: Analysis of Current State (Part A)

Södertälje municipality has high ambitions to drastically reduce its climate impact and aims to have net zero greenhouse gas emissions by 2030 (Södertälje kommun Miljö- och klimatstrategi 2022–2030, 2022). To achieve these goals, the waste disposal sector in Södertälje municipality plays a crucial role, and also implies the need for greater involvement and greater commitment from citizens and companies. A project called *The inclusive, sustainable and connected society* was created as part of that commitment. The project is a collaboration between Södertälje Municipality, Telge Recycling, RISE Research Institutes of Sweden and Umeå University, and aims to investigate how Internet of Things (IoT) generated data can benefit the creation of both external civic value and internal organizational value in Södertälje municipality's transition to a sustainable city. This report includes current practices and the current state of three thematic areas; digitalization, Life Cycle Analysis (LCA), and citizen dialogue.

The municipality of Södertälje, together with Telge Networks (sv. Telge Nät), has built a LoRaWAN⁵ (a wireless network with bidirectional communication⁶) in Södertälje to facilitate communication between sensors in connected devices. 169 litterbins equipped with sensors that measure the volume of waste deposited have generated a proof-of-concept for how connected equipment can enable route optimization and placement planning.

In this case, the act of connecting a litter-bin means that you attach a sensor to the lid of existing receptacles. This sensor then senses the volume of waste in the bin liner at regular intervals. The initiative has facilitated learning on several levels - both the developers who design the sensors, and the employees who utilize the data, have had to think in new directions and reconsider established working methods. It is worth noting that the staff need to visit all areas where litter-bins are located despite the addition of sensor technology in that their tasks also include street cleaning and maintaining city greens. That is, the primary gain may not be expressed in financial, quantitative terms, but rather a qualitative benefit in allocating employee resources which may yield a cleaner, well-maintained city.

Among the systems that Södertälje municipality uses, two are seen as particularly interesting in relation to IoT. At an operational level, Infracontrol has the potential to assume the role of a central hub where the status of connected equipment can be managed. At a strategic level, Maptionnaire offers opportunities to aggregate, analyze, and present data from connected equipment. In order to realize the potential of these (and other) tools, however, it is required that the municipality of Södertälje sets new requirements and develops new routines for

⁵ LoRaWAN, Long Range Wide Area Network

⁶ <https://lora-alliance.org/about-lorawan/>

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY

4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

procurement, as the costs of integrating connected equipment would otherwise be unsustainable.

An LCA has been carried out to evaluate the environmental impact of the IoT-system in Södertälje for smart waste collection systems installed in the city center from a life cycle perspective. In keeping with the municipality's climate strategy, environmental impact with a focus on climate impact has been prioritized in the analysis. It shows that the IoT-system constitutes only a small part of the climate impact (122 kg CO₂-eq per year⁷), which mainly contributes from gateways (50%) and sensors (27%) and the use of the Internet (23%). Garbage collection contributes about 12 tons of CO₂-eq per year, which mainly contributed from the use of fossil-based plastic bin liners (96%) and Hydrotreated Vegetable Oil (HVO)-based transport (4%). Furthermore, the LCA shows that the potential for improving future climate-smart waste collection systems lies in revised usage of fossil-based plastic bags and smart planning of waste collection to reduce transportation.

Södertälje has already reduced its climate impact from transport (in 2016) by switching from diesel to HVO. For a network of 160 litter-bins, this resulted in a reduction from 2.3 tons to 380 kg CO₂-eq (83% reduction). Where only two tons reduction is related to fossil-free transport (i.e. 8.75 tons CO₂-eq for a possible future system with 700 litterbins). However, the results show that climate impact can be even further reduced by removing fossil-based plastic bags by almost 12 tons CO₂-eq (50 tons CO₂-eq for 700). This corresponds to five trips to Thailand (2.5 tons CO₂-eq per year per trip) or emissions for four inhabitants (2.8 tons CO₂-eq per year per inhabitant) for the year 2030. For a network of 700 litterbins, this means at least 20 trips to Thailand or emissions for up to 20 inhabitants per year.

The project also includes a focus on citizen dialogue in issues related to sustainability, with the intent of informing, engaging, and including citizens in the goal of achieving sustainable resource management. Citizen dialogue may take many forms and involve a variety of activities. The analysis shows that Södertälje municipality reaches out to citizens in many different ways, with “information” and “consultation” being the more prevalent categories of activity. However, future events include more engaging elements of “dialogue” with citizens, e.g. in the form of a sustainability-themed Hackathon planned for spring 2022. However, an opportunity for renewed focus on citizen dialogue in Södertälje is also noted. There is an awareness of the need to include many different groups in this dialogue, but also challenges in terms of inclusion and a variety of spoken languages.

This report presents an analysis of current practices and the current situation in Södertälje municipality (as of spring 2021). With the completion of this report, the project enters a new phase, with a focus on developing, testing, and evaluation of concepts, with a continued emphasis on digitalization, environmental assessment, and citizen dialogue. A Hackathon, Hack for Södertälje, is planned for spring 2022 and will echo the project's theme: The inclusive, sustainable, and connected society.

⁷ CO₂-eq, Carbon Dioxide Equivalent

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

The Inclusive, Sustainable and Connected Society: Analysis of Future State (Part B)

Södertälje municipality has high ambitions to drastically reduce its climate impact and aims to have net zero greenhouse gas emissions by 2030. To achieve these goals, the waste disposal sector in Södertälje municipality plays a crucial role, and also implies the need for greater involvement and greater commitment from citizens and companies. A project called *The inclusive, sustainable and connected society* was created as part of that commitment. The project is a collaboration between Södertälje Municipality, Telge Recycling, RISE Research Institutes of Sweden and Umeå University, and aims to investigate how Internet of Things (IoT) generated data can benefit the creation of both external civic value and internal organizational value in Södertälje municipality's transition to a sustainable city. This report includes an analysis of the future state of three thematic areas; digitalization, Life Cycle Analysis (LCA), and citizen dialogue.

Evaluation of the developed concepts has been carried out during the project: Concept 1 on Data-driven working methods for higher resource and cost efficiency), and Concept 2 on Open Data Services for engagement and including. These have been evaluated according to the project's focus on the areas of IoT, sustainability and inclusion.

Evaluation of work processes of IoT solutions with sensors has proven beneficial in terms of cost-effectiveness. Sensors are also a prerequisite for an optimized transport system and reduce personnel and transport costs, for example for waste management and textile collection. Sensors can be an enabler of increased collection and recycling. However, it is clear that citizens' transports are not resource- and cost-effective. By including citizens in waste services, their contribution is made clear. With the help of residential waste services such as rolling recycling, citizens' transports will be reduced.

Evaluation of sustainability: Sustainability in the project refers to climate analysis of IoT solutions, with the goal of achieving a sustainable society. This work connects to concept no. 1 in the project to develop data-driven working methods for higher climate efficiency in Södertälje municipality's work with waste management. This will be done by using IoT data to develop the best possible work processes from an economic, social and ecological perspective.

Evaluation of inclusion: Inclusion in the project refers to the inclusion of citizens in issues of sustainability, with the goal of informing, engaging and including citizens in the goal of achieving sustainable resource management. Within the Current situation analysis, the citizens' dialogue was analyzed according to the five steps of the Södertörn model (2019): information, consultation, dialogue), collaboration and co-decision making. Use of the Södertörn model in terms of activities linked to the cases on textile recycling and ÅVC shows that the focus has been on improving services and experiences for citizens (step, consultation): Smart booms at recycling centers (swe. Återvinningscentraler (ÅVC)), which show queue time and free space. Smart textile containers, which show if it is full or there is room.

The survey of visitors to ÅVC and textile collection shows that citizens are quite satisfied. Since then, the focus has also been on optimizing transportation services for textile collection and expanding transportation services for citizens. Interviews with textile collection companies show that optimization is possible. Within Evaluation of inclusion according to the Södertörn model, it has been shown that collaboration (step 4) e.g. working group or future workshop, and co-determination (step 5) e.g. decision-making has not been the focus in textile recycling and ÅVC. However, this can be considered a bigger step that requires a major shift in how citizens are included in development work, and which may take time to develop and implement.

Future analysis focuses on the opportunities and challenges of the developed concepts. Connectivity opportunities and challenges:

- Opportunities for connectivity lie in open data services and data-driven working methods such as waste management, textile collection, ÅVC. In addition to waste services, there are a number of applications such as bath temperature, parking spaces, bridges, etc.
- Challenges for connectivity lie in implementation, such as route optimization.

Opportunities and challenges for sustainability:

- Opportunities for sustainability lie in data-driven working methods such as sensors.
- Challenges for sustainability lie in implementation, such as route optimization.

Opportunities and challenge for inclusion:

- Opportunities for inclusion lie within open data services. Within the concepts, open data services have been developed for both citizens and service companies (textile collection, ÅVC).
- Challenges in inclusion lie within working methods and approaches. Within the concepts, data-driven working methods have been developed (textile collection, ÅVC), and there are opportunities to further develop citizen inclusion.

During the project, Södertälje has carried out a so-called Hackathon: "Hack for Södertälje". The purpose of this Hackathon was to facilitate meetings between the municipality and citizens and to find new included, sustainable and circular solutions. The Hackathon showed great commitment and involved more than 100 citizens from 15 nations, mostly young adults.

During the project, a workshop was conducted to discuss the future of ÅVCs related to digitalisation. The workshop suggests that digital tools should not be a high priority for current facilities as they are manned during hours of operation. However, new tools and equipment may become relevant in the future as Södertälje municipality has plans to establish unmanned recycling stations.

1. Introduktion

Projektets övergripande mål och syfte är att stödja Södertälje kommun att nå sina hållbarhetsmål till år 2030, vilket bl.a. inkluderar det övergripande klimatmålet är att inte ha några nettoutsläpp av växthusgasutsläpp till år 2030. Projektet förväntas skapa insikter kring hur maskingenererade data kan omvandlas och nyttjas som en strategisk resurs för både 1) intern effektivitet, samt 2) som ett underlag för medborgardialog och demokratisering. Projektet planerar att utveckla följande två koncept:



Koncept 1 - Utveckla data-drivna arbetsmetoder för högre resurs- och kostnadseffektivitet i Södertälje kommuns arbete med resurs- och avfallshantering.

Detta ska göras genom att nyttja Internet of Things (IoT) data för att utveckla bästa möjliga arbetsprocesser utifrån ett ekonomiskt, socialt och ekologiskt perspektiv.



Koncept 2 - Öppna datatjänster för medborgerligt engagemang och inkludering inom miljöfrågor.

Detta mål syftar till att nyttja IoT-data för att tillhandahålla data som möjliggör Södertäljes medborgare och företag att få insyn och insikt i Södertälje kommuns miljöarbete. Denna öppna data syftar till att bli ett demokratiskt underlag för att informera, engagera och inkludera stadens medborgare och företag för att uppnå miljömålet till år 2030.

Denna rapport har fokus på Utvärdering och framtidsanalys, och är ett delsteg inom ramen för det övergripande projektet. Rapporten är ett utfall från arbete genomfört inom arbetspaket (AP) 3 som fokuserat på konceptutveckling och konceptpresentation samt AP4 som fokuserat på utvärdering utav de utvecklade och testade koncepten. Rapporten tar avstamp i arbete genomfört inom AP2 med fokus på nulägesanalys, och inkluderar en jämförelse mellan nulägesanalysen och de utvecklade koncepten. För heltäckande introduktion till projektet hänvisas till rapporten *Nulägesanalys*. I projektets första del har uppkopplade papperskorgar studerats (se separat rapport: *Nulägesanalys*). Inom projektets andra del har uppkopplade textilbehållare och återvinningscentralen studerats (se kapitel 2, Appendix B och C).

1.1 Avgränsningar och läsanvisningar

Projektet integrerar digitalisering, medborgardialog och hållbarhet, och fokuserar mer specifikt på maskingenererade data vilka kan publiceras som öppna data, sensorer och resurshantering. Det övergripande fokuset ligger på att utveckla former för hur data kan användas för att skapa värde genom att utveckla nya organisatoriska processer och arbetsrutiner inom kommunens miljöarbete. Nästa kapitel inom denna rapport handlar om Konzeptutveckling och testning (kapitel 2), sedan Det uppkopplade samhället (kapitel 3), sedan Det hållbara samhället (kapitel 4), sedan Det inkluderade samhället (kapitel 5), följt av Övergripande analys och diskussion (kapitel 6) och Slutsatser och rekommendationer (kapitel 7).

2. Konceptutveckling och testning

Projektets tredje arbetspaket (AP3) fokuserade på konceptutveckling och konceptpresentation. Här togs två fall fram, ett för varje koncept (se kap 1), där IoT används för att utveckla och möjliggöra datadrivna arbetsmetoder för att effektivisera interna processer samt för att med hjälp av öppna datatjänster öka medborgerligt engagemang och inkludering inom miljöfrågor. De två fallstudierna är *uppkopplade textilbehållare* samt *besöksstatistik på återvinningscentraler*.

2.1 Uppkopplade textilbehållare⁸

Textilinsamling innebär att både kläder och textilfibrer samlas in för återanvändning och återvinning. Textilinsamling har skett under många år men nya ökade krav införs som höjer kraven på andelen insamlade textilier, EUs strategi för hållbara och cirkulära textilier (kallad textilstrategin).

Vid starten av konceptutvecklingsfasen (AP3) finns det i Södertälje kommun textilinsamling på de två återvinningscentralerna (ÅVC) Tveta och Returen i Telge återvinnings regi. Utöver dessa finns det 11 textilbehållare för insamling av textilier och kläder utplacerade i bostadsområden i kommunen som ägs av biståndsorganisationen Human Bridge. Human Bridge tömmer dessa behållare enligt schema en gång per vecka oavsett om de är fulla eller inte. Human Bridge har tidigare genomfört tester av sensorer för behovstömning men utan ett lyckat resultat.

Målet med fallstudien uppkopplade textilbehållare är att genom installation av sensorer i tio⁹ av Human Bridges textilbehållare i Södertälje skapa förutsättningar för att mäta fyllnadsgraden och möjliggöra behovstömning. Även Telge Återvinning har behållare för textilinsamling och återvinning. Dessa står dock på bemannade återvinningscentraler där de ges daglig tillsyn av personal. Behovet av sensorer för övervakning bedöms därför betydligt mindre.

Mål

Effektivisering - genom datadrivna arbetsmetoder

- Möjlighet att gå över till behovstömning vilket i sin tur väntas bidra till färre överfulla behållare och mindre nedskräpning
- Möjlighet att ställa krav vid upphandling av textilinsamling
- Dela data med externa aktörer såsom exempelvis Telge Återvinning, bevakning, väktare osv.

Öppna data - medborgardialog

- Nya möjligheter att kommunicera med kommunmedborgare när behållare har ledig kapacitet

⁸ Se vidare Appendix B

⁹ Av Human Bridges 11 behållare är det 10 behållare som idag är av en modern typ. Den sista behållaren är en äldre modell med roterande trumma och utesluts ur testerna

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY

4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

- Nya möjligheter att kommunicera med medborgarna kring konsumtion och hållbarhet (till exempel via Södertäljeappen¹⁰)

Genomförande

Sensorer av tre olika fabrikat och med olika mät- och kommunikationsteknik monterades i de olika behållarna under konceptutvecklingsfasen (se figur 1).



Figur 1 Två olika sensorer under testfasen. En med LiDAR och en med Radar

Leverantör 1

Leverantör 1 använder LiDAR¹¹ för mätningen där den sänder ut infrarött ljus och mäter avståndet till botten av behållaren eller nivån av kläder genom att beräkna tiden det tar för ljuset att studsas. Denna mätning gav överlägset bäst mätkvalitet (se figur 2). Leverantör 1 använde i första hand sensorer med LoRaWAN för kommunikation som hade problem att kommunicera genom den slutna metallbehållaren. Orsaken bedöms vara att de befintliga sensorerna under projektiden saknar extern antenn på grund av dess normala användningsområde i öppna kärl där en antenn kan komma att ta skada. Vid byte till NB-IoT (Narrowband) förbättrades kommunikationen med bibehållen mätkvalitet.

Leverantör 2

Leverantör 2 använde ultraljud¹² för mätningen vilket gav bristfällig mätkvalitet (se figur 2). Orsaken bedöms vara att klädernas låga densitet (luftighet) låter ultraljudet röra sig genom kläderna vilket påverkar mätningen negativt. Leverantör 2 hade även en ultraljudssensor anpassad för mätning av snödjup vilken testades då hypotesen var att den skulle hantera den låga densiteten bättre. Även denna hade bristfällig mätkvalitet i denna tillämpning. Båda sensorerna hos Leverantör 2 använde LoRaWAN med extern antenn för kommunikationen vilket gav god mottagning och kommunikation även genom den slutna metallbehållaren.

Leverantör 3

¹⁰ Södertäljeappen - Södertälje kommuns medborgarapp, tillgänglig på AppStore och Google play

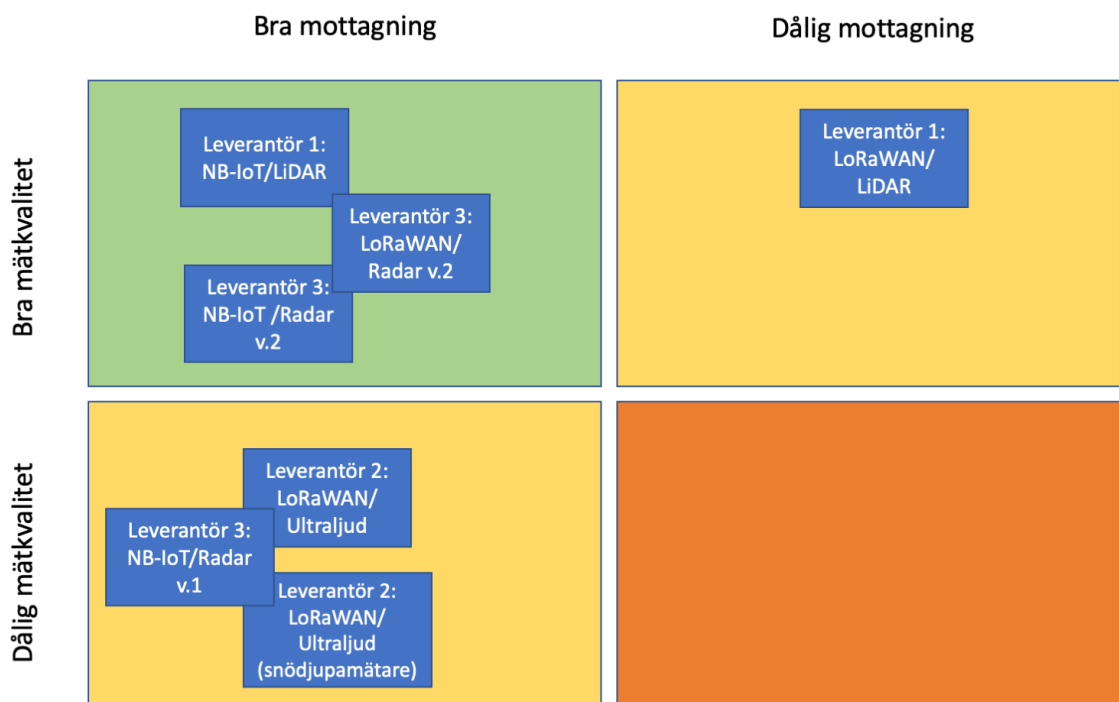
¹¹ LiDAR, "Light detection and ranging" där ljus används för att mäta avstånd eller djup

¹² Ultraljud, Ljudvågor med en frekvens högre än mänskliga hörselns förmåga att höra. Används för att detektera till exempel avstånd eller föremål

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY

4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Leverantör 3 använde Radar¹³ för mätningen vilket med första versionen av sensorn (angiven som Radar v1) gav en bristfällig mätkvalitet (se figur 2). En ny version av sensorn (angiven som Radar v2) höjde mätkvaliteten kraftigt. Leverantör 3 använde till en början NB-IoT (Narrowband) för kommunikationen vilket gav god mottagning genom den slutna metallbehållaren. En senare prototypsensor togs fram och testades med LoRaWAN och extern antenn och även denna gav god mottagning.



Figur 2 Fyrfältsmatris för val av lämplig sensor/radio-kombination

Val av sensor för storskaligt test

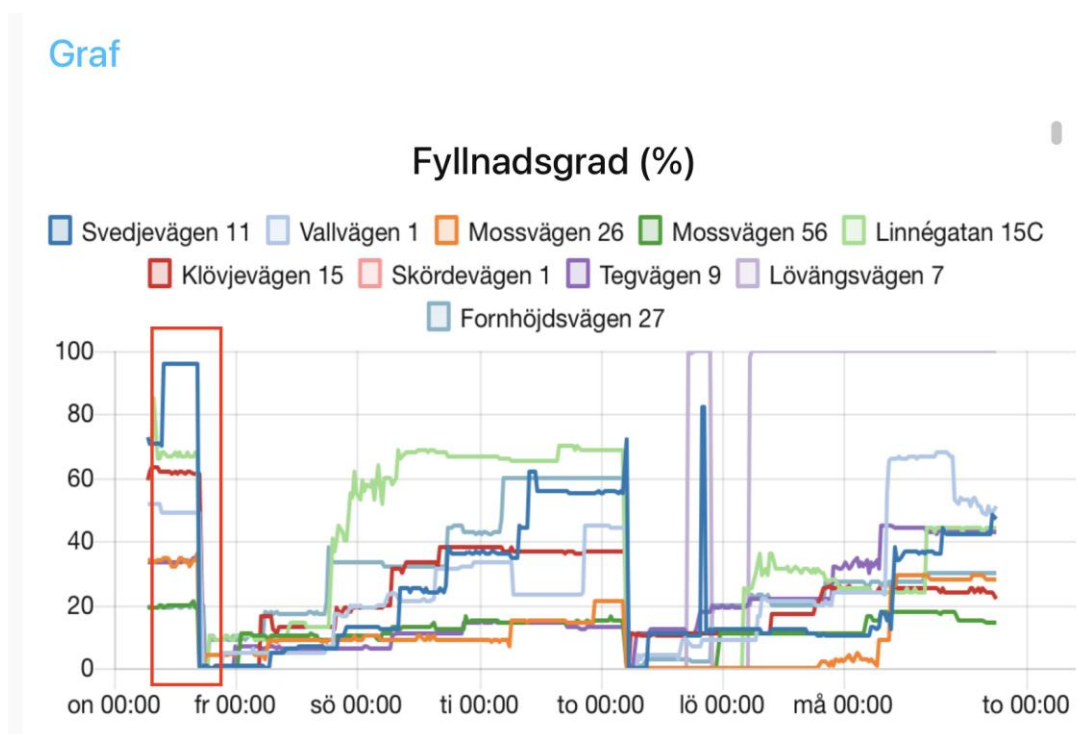
Den sensorleverantör som visar sig ha bäst mätkvalitet är Leverantör 1 och vidare tester genomförs med deras LiDAR/NB-IoT sensor. Alla tio behållarna får sensorer av denna typ för att möjliggöra både behovstämning och en ökad tillgänglighet för medborgare i Södertälje som nu kan se vilken behållare som har tillgänglig kapacitet.

Kvalitetskontroll

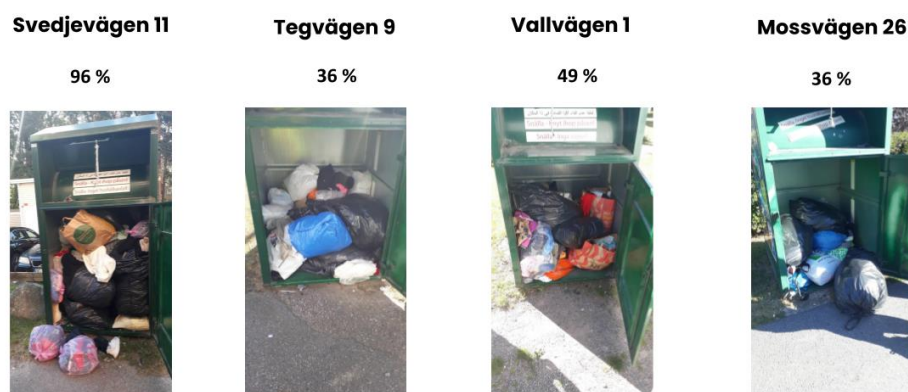
Under sommaren 2022 gjordes vid fyra tömningstillfällen stickprovskontroller för att kontrollera mätkvaliteten (se figur 3 och figur 4). Personalen som tömmer behållarna fotograferar innehållet direkt efter att luckan öppnats och skickar över bilderna till projektledare som jämför mot uppmätt värde innan tömningen och sammanställer ett underlag.

¹³ Radar, "Radio detection and ranging" där kortvågiga radiovågor används för att mäta avstånd eller djup
Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Stickprovskontrollerna visar på generellt mycket goda resultat. I sällsynta fall fastnar till exempel en tom påse eller liknande nära sensorn och ger tillfälligt mycket höga värden som sedan går ner igen när påsen ramlat ner.



Figur 3 Skärmbild av graf som visar fyllnadsgrad vid tömningstillfället (markerat med en röd ruta)



Figur 4 Ett urval av behållarna från ovanstående tömning (se figur 3)

Tillgängliggörande av öppen data

Södertäljes medborgare och besökare kan genom Södertäljes öppna data-plattform både hitta en visualisering av kapaciteten på de olika behållarna samt ett öppet API¹⁴ för möjliggörande av att ta fram egna tjänster kopplat till datat. Den enda data som visas öppet till alla är om det finns kapacitet kvar i behållaren eller inte. Den exakta fyllnadsgraden och grafer för statistik är av säkerhetsskäl låst enbart till kommunens och Human Bridges personal. Utöver öppna data-plattformen kan medborgare och besökare även ställa frågor till kommunens chatbot och hitta data i Södertäljeappen.

Resultat

Resultatet av konceptutvecklingsfasen och de olika testerna visade att det med rätt mätteknik och rätt typ av kommunikation finns goda förutsättningar för en behovsbaserad tömning av textilier och andra fraktioner i slutna behållare. Sensorer som mäter med LiDAR och till viss del Radar visar sig ge en mycket god mätkvalitet. En lärdom kring användning i slutna behållare är att kraven på sensors kommunikation ökar kraftigt. Externa antenner eller användning av NB-IoT (under Södertäljes unika förutsättningar) ger en betydligt bättre kommunikation. Human Bridge har nu fått förutsättningarna att i egen regi ta vidare arbetet med behovstömning och utbyggnad av mätningen i resterande av deras behållare.

Telge Återvinning har under hösten på grund av de ökade kraven på insamling av kläder och textilier utöver sina befintliga textilbehållare på Återvinningscentralerna ställt ut ytterligare 35 textilbehållare ute i kommunen. Telge Återvinning är nu intresserade av en utbyggnad av sensorer för behovstömning i alla Telge Återvinnings textilbehållare.

Tillsammans med Telge Återvinning genomförs i skrivande stund tester med sensorer i septitankar och bottentömmande avfallsbehållare. Lärdomarna kring slutna behållare och hur de påverkar mätning och kommunikation används i dessa tester. Vid goda resultat från testerna kan en storskalig uppskalning vara aktuell vilket skulle innebära tusentals behållare och möjligheten till både besparingar i form av transporter, utsläpp, kostnader med mera och även en ökad kundnöjdhet.

2.2 Besöksstatistik Återvinningscentraler i Södertälje¹⁵

Södertälje kommun har två återvinningscentraler som ägs och driftas av Telge Återvinning: Returen som ligger i Moraberg samt Tveta återvinningsanläggning. Som i alla kommuner är efterfrågan på avlämning av återvinning, restavfall, trädgårdsavfall med mera ojämnt vilket vid högtrycksperioder kan leda till långa köer och frustration hos användare. Detta kan leda till en minskad återvinning och en ojämn bemanningssituation för Telge återvinning.

¹⁴ API, Application Programming Interface är en specifikation på hur olika tjänster eller system kan kommunicera med varandra

¹⁵ Se vidare Appendix C

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Syftet med konceptutvecklingen och testerna är att utveckla metoder för att kunna mäta och publicera antalet besökare på återvinningscentralerna i realtid vilket kan leda till ett jämnare besökstryck samt att kunna göra prognoser för besökstrycket.

Mål

- Ökad service och tillgänglighet till Södertäljes medborgare i planeringen av sina besök till återvinningscentralen
- Dataunderlag som gör att Telge Återvinning kan utveckla bemanningsbehoven och förbättra service

Genomförande

Vid konceptutvecklingsfasens start diskuterades möjligheterna att använda en IoT-sensor monterad vid in- respektive utpassagen till återvinningscentralerna för att räkna antalet fordon som åker in och ut. Efter diskussioner med Telge återvinning kom idén upp att istället för att montera en sensor koppla upp det befintliga och internetuppkopplade passersystemet för återvinningscentralerna mot Södertäljes öppna data-plattform.

Tillsammans med Telge Återvinning, Telge ABs IT-avdelning, sedan tidigare på Telge AB upphandlad integrationskonsult, projektledare från digitaliseringsenheten samt sakkunnig inom öppen data sattes en integration upp mot passersystemet.

Bommarna för inpassering till återvinningscentralen läser av körkortet för besökaren och släpper in om villkoren uppfylls (boende i Södertälje, maximalt 25 kostnadsfria tömningar per år, maximalt 3 kubikmeter per gång). Vid utpassering öppnas utpassage-bommen när den känner av att ett fordon står vid bommen. Systemet för in- och utpassage räknar antalet inpasseringar minus antalet utpasseringar och kan på så vis ange antalet samtidiga besökare på plats samt vid behov begränsa inpasseringen till ett förvalt antal samtidiga besökare.

För att sätta upp en säker hantering av data sätter Telge ABs upphandlade integrationskonsult upp ett mellanlager av data på Telge ABs servrar. Integrationen läser data från passagesystemet och hämtar enbart antal besökare, tidpunkt och historisk data för besökare över tid och lagrar på mellanlagret. Öppna data-plattformen i sin tur hämtar data från mellanlagret och har på så vis enbart tillgång till data helt frikopplat från personuppgifter eller andra känsliga uppgifter. Öppna data-plattformen långtidslagrar sedan data på en egen server för att kunna sammanställa många års data över tid.

I dagsläget finns enbart ett års historik att göra jämförelser och prediktioner mot då passagesystemet är relativt nytt. Långtidslagringen av data på öppna data-plattformen kommer att möjliggöra stegvis bättre och bättre prediktioner då mer data samlas in över tid. När mer data finns går det även att göra jämförelser mot kalendern och högtider samt mot historisk och framtida väderdata. Exempelvis kan en solig och varm dag i påskveckan tänkas ha ett större besökstryck på återvinningscentralerna än en regnig vardag i april. Jämförelser mot tidigare års

besöksstatistik kopplat till högtider och ledigheter och samkört med historiska väderdata kan komma att ge än mer träffsäkra prediktioner.

Vissa problem uppstod under införandet då fordon från Telge återvinning åkte in genom en personalpassage men av vanesak åkte ut genom utpasseringsbommen. Det ledde till att Telge Återvinnings fordon inte räknades som inpasserade men däremot som utpasserade och kunde ge negativa värden. Problemet löstes genom en mindre justering av utpasseringen för personalfordon vilket kraftigt minskade problemet.

Ett annat problem uppkom när det visar sig att flera fordon kan åka ut tätt efter varandra från utpasseringsbommen och då bara räknas en gång. Det kunde leda till att systemet tror att det är fler simultana besökare än det i verkligheten är. Då öppna data för besökstrycket på återvinningscentralerna inte visar ett exakt antal utan enbart Liten, Mellan och Hög så blir inte problemet med exakt räkning så stort.

Gränsvärden för Liten, Mellan och Stor sattes i samråd med personal på återvinningscentralerna till följande:

Upp till 6.99 besökare = Liten
7.00 till 9.99 besökare = Mellan
10.0 och fler besökare = Hög

Ytterligare insatser för att minska felen med simultana utpasseringar utreds i skrivande stund och skulle kunna genomföras med hjälp av exempelvis IR-sensorer eller AI-kameror¹⁶.

Tillgängliggörande av öppna data

Södertäljes medborgare och besökare kan genom Södertäljes öppna data-plattform både hitta en visualisering av besökstrycket just nu samt historik på de två återvinningscentralerna samt ett öppet API för möjliggörande av att ta fram egna tjänster kopplat till datat (se figur 5 och figur 6). Utöver öppna data-plattformen kan medborgare och besökare även ställa frågor till kommunens chatbot och hitta data i invånarappen Södertäljeappen.

¹⁶ AI, Artificiell Intelligens

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Just nu: Liten Trängsel**Besöksstatistik****- Genomsnitt samma period föregående år:**

Tider Tveta	Mån	Tis	Ons	Tor	Fre	Lör	Sön
09:00 - 10:00	Mellan	Liten	Liten	Liten	Liten	Liten	Mellan
10:00 - 11:00	Stor	Liten	Liten	Liten	Liten	Liten	Mellan
11:00 - 12:00	Stor	Liten	Liten	Liten	Liten	Liten	Mellan
12:00 - 13:00	Stor	Liten	Liten	Liten	Liten	Liten	Mellan
13:00 - 14:00	Stor	Liten	Liten	Liten	Liten	Liten	Mellan
14:00 - 15:00	Stor	Liten	Liten	Liten	Liten	Liten	Mellan
15:00 - 16:00	Mellan	Liten	Liten	Liten			Liten
16:00 - 17:00	Liten	Liten	Liten	Liten			Liten
17:00 - 18:00	Liten	Liten	Liten	Liten			Liten
18:00 - 19:00							

Just nu: Stängt**Besöksstatistik****- Genomsnitt samma period föregående år:**

Tider Returen	Mån	Tis	Ons	Tor	Fre	Lör	Sön
09:00 - 10:00							
10:00 - 11:00	Liten	Stor	Stor	Mellan	Mellan	Stor	Stor
11:00 - 12:00	Liten	Stor	Mellan	Mellan	Mellan	Mellan	Stor
12:00 - 13:00	Liten	Stor	Mellan	Liten	Mellan	Mellan	Stor
13:00 - 14:00	Liten	Mellan	Mellan	Mellan	Mellan	Mellan	Stor
14:00 - 15:00	Liten	Mellan	Mellan	Mellan	Liten	Mellan	Stor
15:00 - 16:00	Liten	Mellan	Liten	Mellan	Liten	Mellan	Stor
16:00 - 17:00	Liten	Mellan	Mellan	Liten	Liten	Liten	Mellan
17:00 - 18:00	Liten	Mellan	Mellan	Liten	Liten	Liten	Liten
18:00 - 19:00	Liten	Liten	Liten	Liten			

Figur 5 Prototyp-visualisering av besöksstrycket på Återvinningscentralerna



Figur 6 Exempel på visualisering från Telge återvinnings webbplats

Resultat

Resultatet av konceptutvecklingsfasen och de olika testerna visade att det med befintlig data och rätt typ av integration finns goda förutsättningar för effektiv verksamhetsutveckling och förbättrad medborgarservice. Telge återvinning kan genom att analysera data planera sin bemanning på ett bättre sätt.

Ett marknadsledande företag inom gig-ekonomin kopplat till transport av återvinning åt privatpersoner har kontaktat Södertälje och visat intresse för att använda öppen data för besöksstrycket på återvinningscentralerna i sin verksamhet. Att offerten för bortforsling kan påverkas baserat på beräknad väntetid vid återvinningscentralen.

3. Det uppkopplade samhället

Inom ramen för projektet avser “uppkoppling” någon form av *digitisering*, det vill säga att förse fysiska produkter eller varor med digitala komponenter. Detta medför möjligheter att automatiskt och kontinuerligt omvandla olika typer av aktiviteter till digitala signaler vilka enkelt kan samlas in, aggregeras och analyseras för att t.ex. utläsa mönster över tid eller på distans övervaka olika typer av apparatur i realtid. Digitisering möjliggör *digitalisering*, att nyttja data för olika typer av värdeskapande, t.ex. effektivisering av befintliga processer eller utveckling av nya, datadrivna tjänster för medborgare. Dessa två distinkta men sammanlänkade fenomen - digitisering och digitalisering - möjliggör den digitala transformation offentlig sektor behöver genomgå för att realisera Södertäljes vision om ett uppkopplat och hållbart samhälle.

Sammantaget utgör detta bakgrunden till projektets första koncept: att utveckla datadrivna arbetsmetoder för högre resurs- och kostnadseffektivitet i Södertälje kommuns arbete med resurs- och avfallshantering. Detta ska realiseras genom att nyttja data för att utveckla bästa möjliga arbetsprocesser utifrån ett ekonomiskt, socialt och ekologiskt perspektiv. Den teknik som nyttjas kan ses vara i linje med Sakernas Internet (Internet of Things, IoT), ett paraplybegrepp som innefattar ett stort antal tekniska lösningar för att fånga, transportera, aggregera, analysera och tillämpa digitala data i olika sammanhang.

3.1 Uppkopplade textilinsamling

I projektet har befintliga textilbehållare försetts med sensorer för att mäta fyllnadsgrad. Denna lösning är direkt jämförbar med tidigare projektaktivitet där papperskorgar i utemiljöer försetts med sensorer. I båda fall (1) mäts fyllnadsgrad i en behållare och (2) återanvänds befintlig fysisk utrustning (d.v.s. papperskorgar samt behållare för textilinsamling) vilka försetts med nödvändig teknisk apparatur. Detta tillvägagångssätt är kostnadseffektivt då man slipper köpa in & installera nya sopkärl & behållare. Vidare innebär återanvändande av befintlig utrustning kontinuitet för användaren i och med att denne i regel inte märker någon skillnad på utrustningen före/efter digitisering.

Med detta sagt är tillvägagångssättet inte utan utmaningar. I det tidigare fallet med papperskorgar uppmärksammades hur en stor del av gatuförvaltningens arbetsuppgifter inte bestod i att tömma skräpet i papperskorgarna, utan plocka upp det som kastats *bredvid*. Uppkopplade textilbehållare medförde inte samma användarrelaterade problematik i och med att kläder som lämnas för återbruk i regel inte behandlas med samma vårdslöshet som skräp. Däremot stötte man på tekniska problem med uppkopplingen mellan sensor och mottagande back-office system. De textilbehållare som används av Human Bridge i Södertälje är konstruerade i stål för att tåla såväl dåligt väder som måttlig yttre åverkan. Detta nödvändiggjorde ett omtag såtillvida att befintlig kommunikationslösning – vilken monterades på insidan av behållaren tillsammans med sensorn – inte var tillräckligt kraftfull för att skicka en signal till IoT-nätet. Efter att ha testat och utvärderat ett antal alternativ hittade man dock ett alternativ som fungerade i denna situation.

Det är dock oklart i skrivande stund om/hur detta påverkar livslängden för det batteri som driver sensor och kommunikationslösning. En av fördelarna med den ursprungliga lösningen (som användes till papperskorgar) är att sensorer samt sändare kunde användas i 5-10 år med samma batteri. Om andra, mer energiintensiva, kommunikationslösningar krävs för textilbehållare kan dessa batterier komma att behöva bytas oftare eller helt överges till förmån för inkoppling mot elnät. Den sistnämnda lösningen är mer långsiktig, men innebär också en investering i form av att modifiera behållare för att motta ström via kabel samt eftertanke kring behållarnas placering i närheten av elnät.

Även om behållarna medförde vissa tekniska utmaningar har ändå insamling av textilier större potential för effektivisering än tömning av papperskorgar. Båda typer av behållare står på offentlig plats, men insamling av textilier inbjuder ändå ett mer ansvarsfullt beteende hos användarna såtillvida att materialet hamnar i behållaren snarare än vid sidan.¹⁷ Potentialen för ruttoptimering är således större då man inte behöver städa dagligen runt textilbehållare på samma sätt som var fallet för papperskorgar, utan endast behöver besöka dessa när de är fulla. Att realisera denna potential kräver dock ett par komplementära investeringar. Först, ett visualiseringsverktyg som användarna, d.v.s. de som planerar och genomför tömning av behållare, förstår och accepterar. En enkel tillämpning för visualisering har utvecklats inom ramen för detta projekt (se figur 3, kapitel 2.1), men vidareutveckling till en fullgod applikation för dator och/eller smartphone är nödvändig för bredare användning. Vidare behövs någon form av rutin för att avgöra lämpliga rutter vid olika scenarios för tömning, t.ex. vilka platser som ligger nära varandra och därför bör besökas samtidigt även om endast en behållare förväntas vara full. Utan detta förberedande steg introduceras ett stort inslag av godtycklighet i insamlingsprocessen vilket kan överskugga eventuella vinster från nivåövervakning.

På längre sikt – i synnerhet om man skalar upp lösningen till fler områden – kan det bli aktuellt med mer avancerade tekniska lösningar för planering. Detta då antalet textilbehållare – och därmed olika möjliga rutter – blir alltför många att hantera manuellt.

Att installera sensorer i öppna, skyddade miljöer är ofta det enkla och billiga alternativet då installation går snabbt och signalstyrkan inte begränsas av några barriärer. Tillämpningar av teknik i offentliga miljöer, i synnerhet där dessa är utomhus, exponerar dock tekniken för såväl väder som risken för mänsklig åverkan. För att säkerställa tillgänglighet under längre perioder är det därför önskvärt att skydda teknisk utrustning, t.ex. genom att placera dessa på insidan av befintlig materiel. Arbetet med uppkopplade textilbehållare har givit Södertälje kommun kunskap kring hur slutna metallbehållare påverkar valet av teknisk lösning samt omfattningen av det installationsarbete som behövs för att koppla upp sådana miljöer. Dessa erfarenheter ger värdefull input kring kostnadsbild, designalternativ och arbetsinsats som krävs vid framtida satsningar där digital teknik i allmänhet och uppkopplad autonom utrustning i synnerhet utgör ett stort inslag.

¹⁷ Eventuella kvalitetsproblem i det material som lämnas in beaktas inte inom ramen för denna studie
Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

3.2 Uppkopplade återvinningstjänster

Den del av projektet som handlat om uppkopplade återvinningscentraler (ÅVC) har – till skillnad från övriga delar – inte inkluderat installation av någon ny utrustning, utan snarare fokuserat på nya sätt att bruka de data som redan skapas i befintliga system. Svenska kommuner och kommunala bolag använder redan idag ett stort antal olika tekniska system för att möjliggöra eller underlätta olika arbetsuppgifter eller processer. I Södertäljes återvinningscentraler finner man bl.a. ett system – Viktoria – som används för att hantera inpassering på ÅVC. Vid ankomst läses besökares legitimation elektroniskt för kontroll av boendeort samt antal besök på ÅVC innevarande år. Boende i Södertälje har 25 fria besök till ÅVC per år. Om man inte är folkbokförd i Södertälje – eller har besökt ÅVC fler än 25 gånger – måste besökaren betala för tillträde. Systemet är i sin tur kopplat till en höj- och sänkbar fysisk barriär (d.v.s. en bom) genom vilken man kan kontrollera antalet inpasseringar. Då teknisk utrustning redan fanns på plats bestod denna del av projektet av (1) att exportera en noga avvägd datamängd från ett system (Viktoria) till det system som används av tidigare nämnda tekniska lösningar i projektet och (2) tillhandahålla denna datamängd i ett format som är läsbart för ny teknisk miljö och nya lösningar. Syftet med att exportera data var att se statistik över antalet besökare under olika dagar och tider och således kunna guida besökare till ÅVC under perioder när det är få besökare för att undvika köbildning och väntetider.

Då befintlig installation redan inkluderade den grundläggande funktionalitet som behövdes bestod utmaningen här mer i att hantera relationer med systemleverantörer och exportera data på ett säkert sätt. Denna senare del är i detta fall särskilt viktig då besökare använder ID-handlingar för att identifiera sig på ÅVC – uppgifter som absolut inte får hanteras oaktsamt. Detta löstes genom att exportera endast en mycket begränsad – och anonymiserad – datamängd från det befintliga systemet till dess nya miljö.

Då det finns en diskrepans när man jämför inpassering och utpassering fordon (se kapitel 2.2) är det svårt att med exakthet visa antalet besökare på ÅVC vid ett givet tillfälle. I detta fall har man löst detta genom att inte återge ett exakt värde, utan en generell bedömning av besökstrycket på respektive ÅVC uttryckt i en färgskala. Detta tjänar dubbla syften. För det första skapar det förutsättningar för översikt där medborgare snabbt kan se när det är lämpligt/mindre lämpligt att besöka ÅVC. För det andra tjänar det till att absorbera en del av den bristande datakvalitet som kan uppstå när verkligheten är svår att mäta med exakthet. Man presenterar med andra ord ett mätvärde som är “good enough” för att tjäna besökarens intresse då denne i regel inte behöver veta det exakta antalet besökare på ÅVC. Efter en provperiod kan man utvärdera hur lösningen fungerar och huruvida man vill presentera antal besökare i realtid eller aggregerade data set som visar hur besökstrycket brukar se ut en given tid & dag - eventuellt med hänsyn tagen till årstid eller helgdagar.

Södertälje kommuns två återvinningscentraler *Tveta* samt *Returen* – är båda bemannade med begränsade öppettider. Där finns med andra ord alltid personal på plats som (1) kan svara på frågor om något är oklart och (2) övervakar och tillrättavisar oönskat beteende hos besökare. Det finns således inget större ytterligare behov av systemstöd för besökande eller anställda i

dagsläget. Däremot finns det planer på att etablera mindre ÅVC i Södertälje som är helt eller delvis obemannade. Detta projekt är i skrivande stund fortfarande i sin linda, men en digital workshop genomfördes under sensvåren 2022 med hjälp av en Mural (för detaljerad information kring Mural se kapitel 6.2). Workshopen som genomfördes med representanter från Telge AB samt Telge Återvinning pekar på att det finns önskemål om att vidare utreda behov av tekniskt stöd för att såväl guida besökare till rätt container för respektive avfallstyp, samt sensorer som tidigt kan upptäcka indikationer på att något inte står rätt till.

Utöver specifika lärdomar för avfallshantering och återvinning i Södertälje har arbetet med ÅVC fört med sig kunskaper i att arbeta med den befintliga floran av tekniska lösningar. Det finns redan idag avancerade system i drift runt om i kommunen (och hos kommunala bolag) där nya värden kan skapas genom att arbeta med externa leverantörer och utvecklare för att fläta samman dataströmmar från flera källor och nå nya insikter. Detta för med sig två utmaningar. På kort sikt behöver man se över sina avtal och villkor med externa systemleverantörer för att säkerställa ekonomiska och juridiska förutsättningar för att kunna nyttja data från flera system som en kommungemensam resurs. På längre sikt behöver man jobba med att säkra tillgången till den kompetens som behövs för att kunna aggregera, analysera och skapa värde baserat på de data som skapas i kommunen. Även här finns det en betydande ekonomisk dimension då kommuner oftast inte kan erbjuda likvärdiga löner som t.ex. privata konsultbolag. Ett möjligt sätt att hantera denna utmaning är att kultivera långsiktiga relationer med olika universitet och högskolor i egenskap av externa kunskapsresurser.

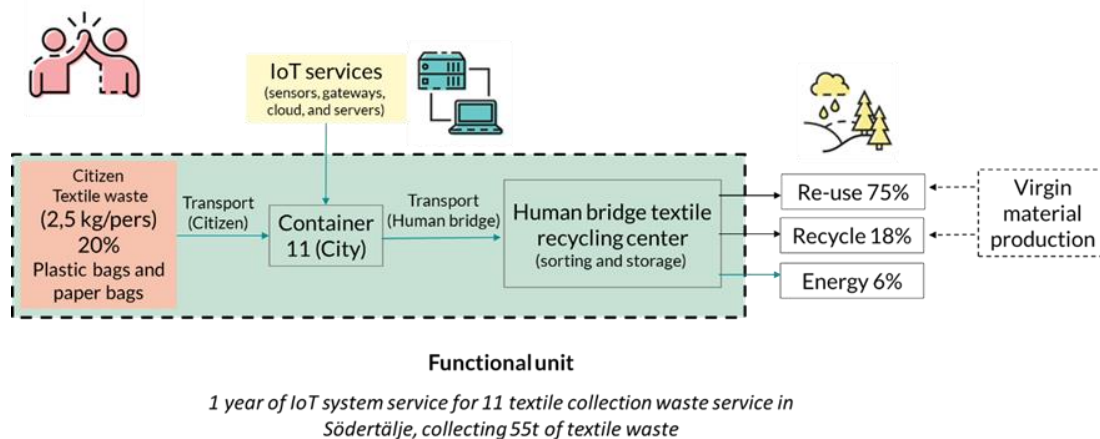
4. Det hållbara samhället

Hållbarhet i projektet avser klimatanalyser av IoT lösningar, med målet om att uppnå det hållbara samhället. Detta arbete kopplar an till koncept nr 1 i projektet för att utveckla data-drivna arbetsmetoder för högre klimat-effektivitet i Södertälje kommuns arbete med avfallshantering. Detta koncept syftar till att nyttja IoT-lösningar för att uppnå klimat- och miljömål till år 2030. Klimatanalyser av IoT lösningar kan användas för att analysera stadens och dess avfallstjänster (Södertälje och Telge). Detta arbete kopplar även an till koncept nr 2 i projektet kring öppna datatjänster för att informera, engagera och inkludera stadens medborgare och företag för att uppnå miljömålet till år 2030. Därför inkluderar klimatanalyser även medborgare och andra företag och dess bidrag för att uppnå klimat- och miljömål till år 2030.

4.1 Hållbar textilinsamling

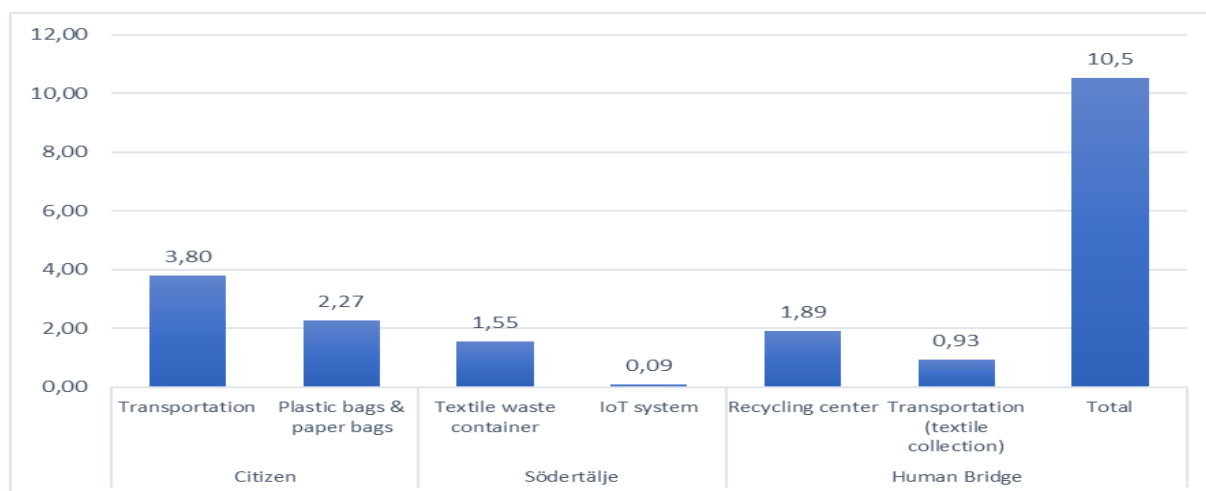
Nuläget i fallet textil (hållbar textilinsamling) har inneburit att företaget (Human Bridge) som tar emot textilier har kört sin runda en gång i veckan för att hämta textilier från 11 stycken textilbehållare (18 inklusive bostadsnära insamling i samarbete med bostadsföretag). Ibland har behållarna inte varit fulla, och ibland har behållarna varit överfulla. För att anpassa logistiken till behoven för hämtning har ett antal uppkopplade textilbehållare installerats (11 st behållare). Syftet var att kunna ge information både till de som lämnar textilier (medborgare) och de som hämtar textilier (textilföretag).

För att utvärdera potentialen av det testade fallet har en livscykelanalys (LCA) med fokus på klimatpåverkan genomförts. Resultaten redovisas nedan i form av en aktörsanalys (Aktörs-LCA, baserad på tidigare forskning (Baumann et al., 2011, Brunklaus et al., 2022), där klimatpåverkan av varje aktör redovisas (se figur 7). Inom textilinsamling/textilåtervinning är det medborgaren som lämnar sina textilier (aktör 1) och staden som bestämmer platser och installerar IoT lösningar (aktör 2), samt företag som hämtar textilier (aktör 3) och leder vidare dessa till nästa ägare t.ex. second hand affärer eller import.



Figur 7 Systemavgränsningar för textilinsamlingen - Aktörsanalys (medborgare, Södertälje, Human Bridge)

Resultaten för medborgare inkluderar plastpåsar och bilkörning till textilbehållare. Resultaten för staden inkluderar IoT system (och behållare). Resultaten för textilinsamling företag inkluderar plastpåsar och körning av lastbilar från Stockholm till Södertälje. För detaljerad datainsamling, antagande och beräkningar se LCA rapporten (RISE Rapporten 2023:16). Figur 8 visar resultat för medborgare, IoT lösning och textilinsamling.



Figur 8 Klimatpåverkan från textilinsamlingen - Aktörsanalys (medborgare, Södertälje, Human Bridge)

Klimatpåverkan från textilinsamling och aktörsanalysen visar följande (figur 8):

- Södertäljes och IoT-systemets klimatpåverkan är minimal, endast 90 kg CO₂-ekv per år; hela textilinsamlingen är cirka 100 gånger högre, cirka 10.5 ton CO₂-ekv per år.
- De stora klimatteffekterna kommer från medborgare och transporter (36%), följt av plastpåsar och papperspåsar (22%) som medborgarna använder för att packa textilavfall för att ta med till textilbehållarna.
- Human Bridge transport är låg (9%), medan deras plast- och elanvändning inom återvinningscentral är större (18%).

Klimatpåverkan från just plastpåsar och transporter (där det ej drivs av HVO) utgör de stora posterna för klimatutsläpp. Det betyder att medborgarna har stora valmöjligheter att t.ex. välja bort bilen som transportmedel. Det betyder att ruttoptimering av textilinsamling enbart ger en liten förändring (15-20% enligt Brunklaus et al., 2022), medan val av fossilfritt bränsle kan ge större effekt (83% enligt Chiew & Brunklaus, 2023). Det betyder även att IoT-systemet har en liten påverkan och utan tillskott av ny teknik kan Södertälje komma närmare sina miljö- och klimatmål genom att välja fossilfria behållare och transportmedel.

Nuvarande och framtida textilinsamling

Inom kort kommer det finnas ett producentansvar för textilier, som medför en reell ökning av textilinsamling. Enligt det senaste avfallsstatistik så är det 7,6 kg textilavfall som går till förbränning och 60% anses kunna återanvändas (SOU 2020:72). Regeringen har i sin utredning SOU 2020:72 föreslagit ett producentansvar för textilier, som:

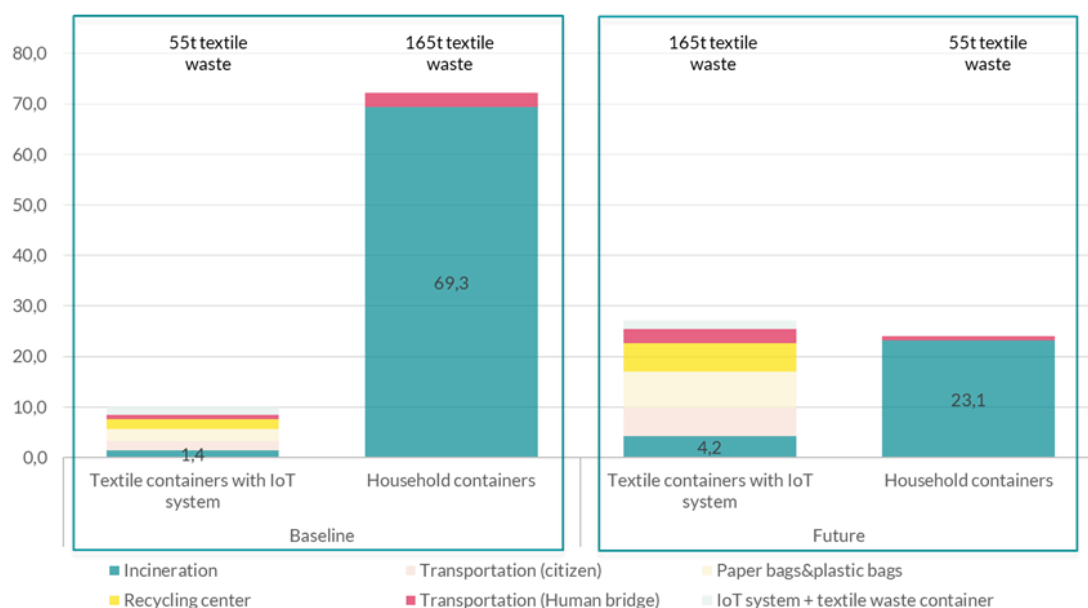
- säkerställer separat insamling av textilier för återanvändning respektive textilavfall.
- säkerställer goda möjligheter för tillsyn och rapportering och som följer avfallshierarkin och uppfyller relevanta krav i avfallsdirektivet (2008/98/EG).
- minska mängden textil i restavfall mellan 70 - 90% jämfört med 2022.
- säkerställer att minst 90% av den textilavfall som samlas in förberedas för återanvändning eller materialåtervinnas från år 2028.

För att kunna möta framtidens behov att textilinsamling, så behöver företaget köra minst tre gånger i veckan för att hämta textilier från samma antal behållare. Följande antagande har gjorts för nuvarande och framtida textilinsamling:

Nuvarande textilinsamling: Det uppskattas att 2,5 kg textilavfall per person samlas in; medan mängden textil i restavfall som förbränns uppskattas till 7,5 kg textilavfall per person. Det betyder enbart 55 ton samlas in för hela staden och 165 ton som förbränns för hela staden.

Framtidens textilinsamling: Det uppskattas en ökning av insamling med tre gånger från 2,5 till 7,5 kg textilavfall per person; medan mängden textil i restavfall som förbränns uppskattas minskas till 2,5 kg textilavfall per person. Det betyder 165 ton samlas in för hela staden och enbart 55 ton som förbränns för hela staden.

Figur 9 visar genomförd klimatanalys av nuvarande textilåtervinning (baseline) och framtidens textilåtervinning (future). Figuren visar klimatpåverkan från textilinsamling (textile containers with IoT) och klimatpåverkan från mängden textilier i restavfall (household containers).



Figur 9 Klimatpåverkan från insamling av textilavfall i Södertälje (Baslinje/Framtidsscenarioer)

Klimatpåverkan från insamling av textilavfall i Södertälje visade att det är viktigt att samla in textilavfall istället för att förbränna. Därför uppmanas medborgarna att ta med textilen till textilbehållarna i stället för att direkt slänga den till avfallsbehållaren hemma. Återanvända och återvinna textilier istället för förbränning kan spara upp till 23-44 kg CO₂-ekv per kg ny textil som produceras (Gustav et al., 2019).

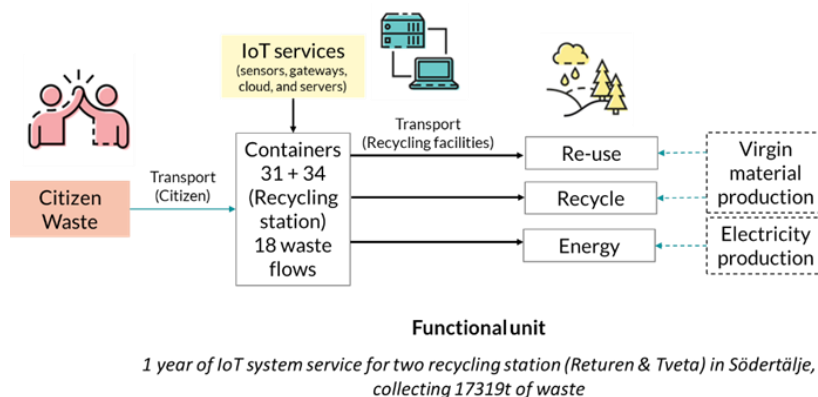
Scenarioanalysen visade att medborgarnas val av var textilier ska kasseras har stor inverkan på CO₂-utsläppet. Nuvarande förbränning av textilier leder till ungefär 70 ton CO₂-ekv. I det framtida scenariot, där mer textilavfall samlas in för återanvändning/återvinning (7,5 kg per person) jämfört med nuvarande scenario (2,5 kg per person), kommer det att ske en 60% minskning av CO₂-utsläppen i textilinsamlingen i Södertälje till ungefär 23 ton CO₂-ekv.

4.2 Hållbara återvinningstjänster

Nuläget i fallet ÅVC (hållbara återvinningstjänster) har inneburit att företaget (Telge Återvinning), som tar emot grovsopor från både privatpersoner och företag, har kört sin runda mellan de två återvinningsplatserna. Platsen har blivit för trång för de privatpersoner och företag som kör in och för de medarbetare som arbetar på område. Takten har varit högt, dels på grund av den ökade insamlingen och dels på grund av ökade antal fraktioner och container.

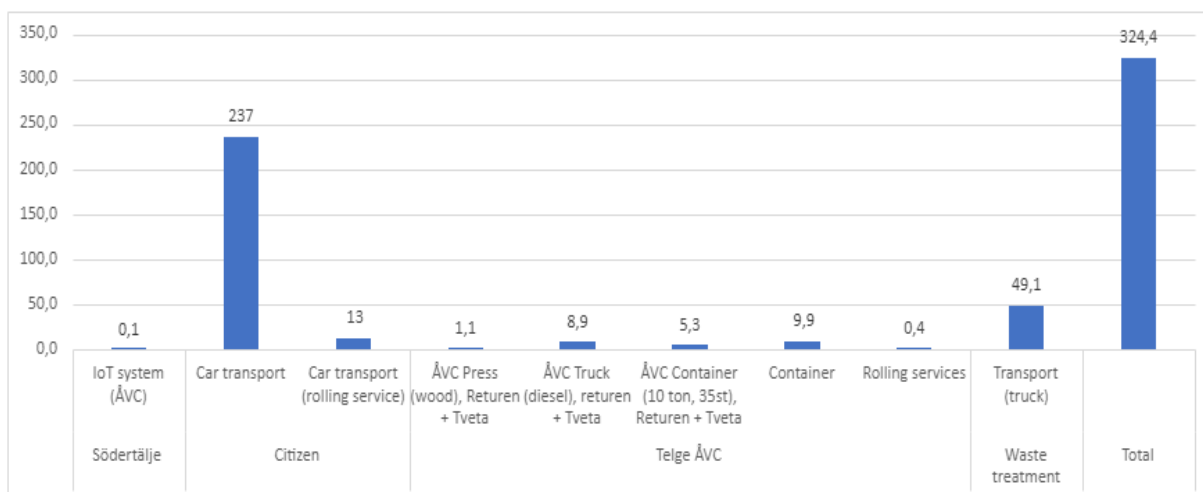
ÅVC består av ett antal fraktioner (11 fraktioner), samt olika antal container vid ÅVC Returen (31 container) och ÅVC Tveta (34 container). Ibland har medborgare fått vänta eftersom platsen är begränsad. Därför har två sensorer vid bommar installerats, en vid inkommande och en vid utgående. Dessa sensorer fanns redan på plats innan projektet, men har ändå tagits med här. I framtiden skulle IoT lösningar kunna användas även för alla containrar för att kunna ser fyllnadsgraden och för att planera (personal och logistik).

För att utvärdera potentialen av det testade fallet har en klimatanalys genomförts. Resultaten redovisas i form av en aktörsanalys, där klimatanalys av varje aktör redovisas (se figur 10). Inom återvinningscentralen är det medborgaren som lämnar sina grovsopor (aktör 1) och staden som installerat IoT lösningar (aktör 2), Telge Återvinning som sorterar (aktör 3) samt företag som hämtar grovsopor och leder vidare dessa till nästa ägare t.ex. material återvinningsföretag och second hand affärer.



Figur 10 Systemavgränsningar för ÅVC - Aktörsanalys (medborgare, Södertälje, Telge återvinning)

Resultaten för medborgare inkluderar bilkörning till textilbehållare. Resultaten för staden inkluderar IoT system. Resultaten för återvinningsföretag inkluderar container. Resultat från materialföretag som hämtar inkluderas körning av lastbilar från Södertälje till Stockholm. För detaljerad datainsamling, antagande och beräkningar, se LCA-rapporten (RISE Rapporten 2023:16). Figur 10 visar resultat för medborgare, IoT lösning och återvinningstjänsten.



Figur 11 Klimatpåverkan från återvinningsstationer- Aktörsanalys (medborgare, Södertälje, Telge återvinning)

Klimatpåverkan från återvinningsstationer visar att:

- Klimatpåverkan från IoT-systemet är ganska låg, endast 100 kg CO₂-ekv, medan hela återvinningsstationen och tjänsten står för cirka 324 ton CO₂-ekv.
- Den stora klimatpåverkan (>70%) kommer från transport av medborgare till återvinningsstationen (237 ton CO₂-ekv).
- Klimatpåverkan från återvinningsstationer är lågt (20 ton CO₂-ekv), medan transporten efter återvinningsstationen till avfallshanteringen är högt (49 ton CO₂-ekv).

Nuläge och framtida återvinningstjänster

För att kunna möta framtidens behov av återvinningstjänster, så behöver företaget möta det ökade behovet av bostadsnära återvinning. Telgekoncernen har initierat en nykommen tjänst kallad "rullande återvinning" för att möta medborgares behov av bostadsnära återvinning. Därför har även den nya tjänsten studerats med klimatanalys för att se framtida möjligheter för att minska klimatpåverkan från återvinningstjänster.

Klimatpåverkan från nuvarande och framtida återvinningstjänster visar att:

- Rullande återvinning, där Telge Återvinning ordnade lastbilar för att samla upp skrymmande avfall närmare medborgaren, kan minska de utsläpp som orsakas av medborgarnas transporter. I stället för 13 ton CO₂-ekv per år på grund av biltransporter av cirka 3800 medborgare har rullande tjänsten en minskad påverkan på endast 0,4t CO₂-ekv per år.
- Nuvarande återvinningsstationerna samlar in nästan 9 tusen ton avfall, som är konsumentprodukter (t.ex. cyklar, möbler, elektroniska apparater och bildäck). Återbruk av dessa produkter (Re-used produkter) kan spara mellan 100 kg CO₂-ekv per cykel upp till 300 kg CO₂-ekv per elektroniska enheter, samt 28 kg CO₂-ekv eq per bildäck.

Dessutom kan IoT-systemet som är installerat i återvinningsstationen ge bra information till medborgaren för att undvika trängsel tid och betala för ett tomt besök på grund av lång kö på återvinningsstationerna.

Klimatanalysen visar följande klimatbesparing:

Klimatpåverkan från just plastpåsar och transporter (där det ej drivs av HVO) utgör de stora posterna för klimatutsläpp. Det betyder att medborgarna har stora valmöjligheter t.ex. välja bort bilen som transportmedel. Vidare innebär det att ruttoptimering av textilinsamling enbart ger en liten förändring (15-20% enligt Brunklaus et al., 2022), medan val av fossilfritt bränsle kan ge större effekt (83% enligt Chiew & Brunklaus, 2023). Det visar även att IoT-systemet har en liten påverkan och utan tillskott av ny teknik kan Södertälje komma närmare sina miljö- och klimatmål genom att välja fossilfria behållare och transportmedel.

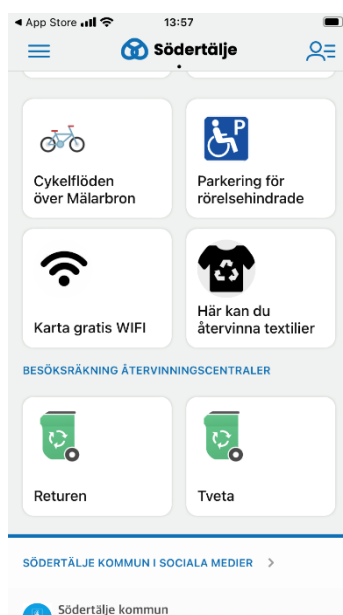
Klimatanalysen visar också att medborgarnas val av transportslag är avgörande (237 ton CO₂-ekv per år). Det betyder att Telge återvinnings bostadsnära tjänsten “rullande återvinning” är klimatsmart. Den bostadsnära återvinning tjänsten är klimatsmart i framtiden (0,4 ton CO₂-ekv per år). Klimatanalysen visar även att medborgarnas val av konsumtion är avgörande. Det betyder även att medborgarna har stora valmöjligheter t.ex. att välja återanvända undvika inköp av produkter, såsom cyklar, elektronik, möbler, och bildäck:

- Under 2020 har det kommit in 80 ton cyklar. Varje cykel väger 10 kg och varje cykel har ett klimatavtryck av 100 kg CO₂-ekv. Det betyder 8000 ton CO₂-ekv enbart 2020. Oftas är cyklar väl fungerande och cirka 50% av de trasiga cyklarna de får in går att använda, vilket innebär **en klimatbesparing av runt 400 ton CO₂-ekv.**
- Under 2021 har det kommit in runt 1000 ton möbler. Möbler har ett klimatavtryck mellan 75-85 kg CO₂/möbler eller mellan 4-8 kg CO₂/kg avfall. Det betyder 4000-8000 ton CO₂-ekv. Eftersom möbler följer trender, så är potential för återbruk inte så stort, kanske 25%, och **en klimatbesparing av runt 1000-2000 ton CO₂-ekv.**
- Under 2021 har det kommit in elektronik med runt 223 ton (Returen) och 114 ton (Tveta). Elektronik har en klimatavtryck mellan 30 kg CO₂-ekv för en bormaskin och 300 kg CO₂-ekv för en dator och 80 kg CO₂-ekv för en mobil. Det betyder runt 8 tusen ton CO₂-ekv om allt är verktyg, eller runt 44 tusen ton CO₂-ekv om allt är datorer eller runt 111 tusen ton CO₂-ekv om allt är mobiler. Här är potential för återbruk ganska stort, runt 50%, vilket innebär **en klimatbesparing av 4 000 ton, 22 tusen ton eller 55 000 ton CO₂-ekv.**
- Under 2021 har det kommit in runt 350 ton bildäck. Bildäck har ett klimatavtryck av 28 kg CO₂-ekv/kg bildäck. Det betyder 9800 ton CO₂-ekv. Eftersom inte alla kan återbrukas, så är potentialen inte så stort, kanske 10%, och **en klimatbesparing av runt 98 ton CO₂-ekv.**

Klimatpåverkan från just medborgarnas transporter och konsumtion utgör de stora klimatutsläpp. Det betyder att bostadsnära återvinning har en stor betydelse. Det betyder även att IoT-systemet har en liten påverkan och kan underlätta och påverka indirekt medborgarnas valmöjligheter. Dessutom kan IoT-systemet som är installerat i återvinningsstationen ge bra information till medborgaren för att undvika trängsel tid och betala för ett tomt besök på grund av lång kö på återvinningsstationerna.

5. Det inkluderande samhället

Inkludering i projektet avser inkludering av medborgare i frågor kring hållbarhet, med målet om att informera, engagera och inkludera medborgare i målet med att uppnå hållbar resurshantering. Detta arbete kopplar an till koncept nr 2 i projektet kring öppna datatjänster för medborgerligt engagemang och inkludering inom miljöfrågor. Detta koncept syftar till att nyttja IoT-data för att tillhandahålla data som möjliggör Södertäljes medborgare och företag att få insyn och insikt i Södertälje kommuns miljöarbete och att denna öppna data ska vara ett demokratiskt underlag för att informera, engagera och inkludera stadens medborgare och företag för att uppnå miljömålet till år 2030. I projektets senare del av har två fallstudie testats för detta koncept, gällande dels textilåtervinning och dels som kopplar till återvinningscentraler (se kapitel 2). Figur 12 visar data om de två fallen så som det ser ut i Södertäljeappen.



Figur 12 Skärmbild av innehåll i Södertäljeappen kopplat till de två fallstudierna

5.1 Inkluderande hållbar textilinsamling

Nuläge i fallstudien om textilåtervinning har inneburit att medborgare som vill lämna textilier till bostadsnära behållare har fått ta med sina påsar med samlade textilier till en behållare utan vetskap ifall denna kommer att kunna ta emot bidraget från medborgaren. Med det testade konceptet kan medborgaren på förhand ta del av information gällande om behållaren som ska besökas har kapacitet att ta emot ytterligare material, eller om det är bättre att avvakta tömning och således få en smidigare hantering i vardagen (m.a.o. exempelvis slippa att behöva ta tillbaka sitt insamlade material till sin bostad, för att vid senare tillfälle försöka lämna det på nytt).

Som beskrivs i kapitel 2 har den öppna datan från textilinsamlingsbehållarna under projektets gång tillgängliggjorts till Södertäljes medborgare och besökare genom Södertäljes öppna data-

plattform¹⁸. Utöver öppna data-plattformen kan medborgare och besökare även ställa frågor till kommunens chatbot och hitta data i Södertäljeappen.

En enkät genomfördes inom projektet under en 2-veckorsperiod under slutet av 2022 och inkluderade 182 svar (146 st via Södertälje Appen och 36 st via den webbaserade enkäten) (tabell 1, se vidare Appendix A. Enkäten genomfördes parallellt med implementeringen av sensorerna och den öppna datan.

Tabell 1 Antal svar från enkäten, fördelat på de två fallstudierna

	Södertäljeappen		Webb (sodertalje.se)
TOTALT	182	146	36
Textilbehållare	72	52	20
ÄVC	110	94	16

Från enkät framkom t.ex. från medborgare att de:

”Vet inte var det finns återvinning för kläder och textilier. Det bör finnas i området där man bor. **Mer information till Södertäljeborna**”

”Upplever att det finns för få platser att lämna på och att det alltid är fullt och **får ta hem det igen** och då blir det inte av att åka igen utan det slängs”

”Positivt att kunna donera textilier och kunna skicka för återvinning vid de gröna bingarna. Framförallt att kunna veta att det är möjligt genom en enkel googling t.ex.”

Så lyder några av de kommentarer som lämnades i enkäten. Vidare visade enkäten att ca 50% av de svarande (36 st) ansåg att det var *mycket viktigt* att veta i förväg veta huruvida behållaren hade kapacitet för att ta emot textilier eller ej (på en skala från 1-6 (där 6 motsvarande ”mycket viktigt” och 1 motsvarade ”inte alls viktigt”). Inräknat de som svarade en 4a (10 st), en 5a (14 st) eller en 6a (36 st) ansåg ca 84% att det var viktigt att i förväg veta huruvida behållaren hade kapacitet för att ta emot textilier eller ej.

Enkäten visade vidare att 34% (27 st) av de svarade att de upplevde insamlingen som skräpig, något som ytterligare kan påverka viljan att lämna bidrag till textilinsamling på ett negativt sätt. I det här fallet kan tänkas att ”skräp” kan vara sådant som inte fått plats i behållaren och istället lämnats utanför. Behovet av att få till stånd en effektiv och smidig textilinsamling är av stor vikt, både för medborgare och företag inom textilinsamling. Dels då ca 70% av jordens befolkning är i behov av second hand kläder (Human Bridge), men också då EUs kommande avfallsdirektiv och producentansvar för textilier ställer höga krav på andelen insamlade textilier.

¹⁸ sodertalje.se/psidata

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

5.2 Hållbara återvinningstjänster

Genom det i projektet testade fallet med realtidsdata om antal besökare på återvinningscentralerna Tveta och Returen har medborgarna möjlighet att via Södertäljes öppna dataportal¹⁹ eller Södertäljeappen använda informationen till att planera sitt besök för att lämna produkter till återbruk eller återvinning. Situationen tidigare hade istället varit att de kunde söka upp manuellt uppdaterad ungefärlig data om besöksstryck på Telge Återvinnings webbplats. Projektets enkät ställd till medborgarna visade att de flesta, 87%, av de svarande (91 st) ansåg att väntetiden vid återvinningscentral var kort. Det ansågs dock vara mycket viktigt att i förväg veta besöksstryck, eller eventuellt kö, för besök av återvinningscentralerna (på en skala från 1-6 (där 6 motsvarande ”mycket viktigt” och 1 motsvarade ”inte alls viktigt”). Inräknat de som svarade antingen en 4a (23 st), en 5a (20 st) eller en 6a (32 st) ansåg ca 69% att det var viktigt att veta besöksstryck eller eventuellt kö för deras val av tid att besöka återvinningscentralerna. Runt 80% av de svarande använde sig av Södertäljeappen och runt 20% svarade via hemsidan (se tabell 1).

Till skillnader från vad som framkom i projektenkäten om textilier och skräpighet, verkade medborgarna i Södertälje vara väldigt nöjda med att det är rent och snyggt på återvinningscentralerna (Tveta 60% och Returen 86%) (Telge NKI, 2020). Enkäten visade också att de flesta var nöjda med öppettiderna (68%) och med informationen (72%). Det var 40% som besökt webbsidan, men enbart 5% som följer sociala media. Generellt är man minst nöjd med närhet till återvinningscentralen (54%) och att ta sig till återvinningsstation (33%).

Från en NKI (Nöjd-Kund-Index) undersökning som Telge genomförde 2020 framkom t.ex. att

”Mycket köer till Returen nu.”

*”Mera **mobila** återvinningscentraler”.*

*”Jag är **supernöjd** med Telge och det känns som vi i kommunen ligger väldigt långt fram vad det gäller sophantering och återvinning.” ”Trevlig personal vid återvinningen och Tveta.”*

*”Svårt att ta sig dit för de som inte har **tillgång till bil**, så det är svårt för sådana hushåll att sortera etc. på rätt sätt, fullt ut.”*

¹⁹ sodertalje.se/psidata

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Några kommentarer som lämnades av kommunikatör på Telge Återvinning, som genomförde enkäten var:

*“Behovet av nära insamling har vi tillmötesgått med ett koncept vi kallar för **Rullande Återvinning** där vi åker ut till bostadsområdena. “*

*“Det är oerhört **uppskattat**, och vi har nu även börjat **sälja det som en tjänst till fastighetsbolag** – just med tanke på att de måste erbjuda sina hyresgäster att bli av med grovsopor.”*

Med tanke på att klimatpåverkan från medborgarnas transporter och konsumtion utgör stora klimatutsläpp (se kapitel 4) betyder det att bostadsnära återvinning har en stor betydelse. Projektenkäten indikerar också att det testade fallet med information om besöksstryck för att underlätta smidiga besök på ÅVCer är uppskattat.

5.3 Medborgarundersökningar

Enkäten och frågorna som genomfördes inom projektet (under testperioden) för Södertälje ligger i linje med NKI enkäten som genomfördes av Telge Återvinning under 2020. Frågorna riktade sig främst på återvinningscentraler och generell insamling, och inkluderade inte textilinsamlingen. Enkäten visade att de flesta är nöjda med öppettiderna (68%) och information (72%), medan mindre nöjda med närhet (54%). Minst är nöjda med att **ta sig till återvinningsstation (33%)**. Generellt visar enkäten att 60% är nöjda med återvinningscentraler och insamling för grovsopor, samt fler (72%) är nöjda med hushållsavfall. Flest är nöjda med återvinningsstationer och förpackningsinsamling (83%).

Enkäten för Södertälje ligger i linje med avfallshanteringsenkäten, som genomfördes av Göteborg Stad (2021). Enkäten visade att 40% är nöjd med öppettider, information, tillgänglighet och närhet. Lika viktig anses det vara att det är rent på återvinningscentraler (40%). Generellt visar enkäten att enbart 30% är nöjda med textilinsamling, medans fler är nöjda med återvinningscentraler och insamling för grovsopor (65%), samt fler är nöjda med återvinningsstationer och förpackningsinsamling (75%). Flest är nöjda med bostadsnära hushålls insamling (90%). Intressant är även svaren kring återbruk. Enkäten visar att fler är beredda att sortera (60%), men enbart 30-40% är beredda att återbruka och köpa begagnat.

5.4 Koppling till Södertäljes miljömål

Kommunens övergripande mål inom klimatområdet är att det inte sker några nettoutsläpp av växthusgaser 2030. I Avfallsplan 2030 finns tre fokusområden, baserad på FN:s globala mål;

- mål 11 Hållbara städer och samhällen
- mål 12 Hållbar konsumtion och produktion
- mål 13 Bekämpa klimatförändringarna

I avfallsplanen poängteras att i arbetet med dessa mål ska social hållbarhet integreras och människor ska känna sig inkluderade.

Vad gäller Hållbara städer och samhällen (mål 11) står det i Avfallsplanen att *en hållbar resurshantering ska prioriteras på ett tidigt stadium i alla delar av samhällsplaneringen* (kvalitativ uppföljning). Vad gäller Hållbar konsumtion och produktion (mål 12) står det att *avfall och nedskräpning ska förebyggas och minska markant till 2030*. Där är nyckeltal relaterade till Kommunalt avfall från hushåll/invånare fördelat på de fraktioner där det finns relevanta (samt kvalitativa data), och antal skräp/10m² i Södertälje centrum. Mål relaterat till Bekämpa klimatförändringarna (mål 13) är kopplat till att *klimatpåverkan från avfall och konsumtion av resurser ska minska markant till 2030*. Detta ska följas upp genom nyckeltal kopplat till *utsläpp av växthusgaser (CO₂ eq) från restavfall/invånare* och *reducering av utsläpp av växthusgaser (CO₂ eq) från materialåtervinning/invånare*.

Den fallstudie som testats inom projektet kopplat till uppkopplad textilåtervinning kan anses bidra positivt till ambitionen att på ett tidigt stadium prioritera hållbar resurshantering. Behovstömning kan också bidra till mindre nedskräpning kring textilbehållarna, vilket i sin tur förväntas bidra till minskad nedskräpning. Genom uppkopplad och effektiviserad textilinsamling ses det också troligt att insamling underlättas, med mer insamlad textil som följd (snarare än skickad till förbränning) och att då också klimatpåverkan minskas från avfall och konsumtion av resurser ska minskas, i linje med Södertäljes miljömål.

Att till medborgarna tillhandahålla information som underlättar deras besök på återvinningscentraler förväntas effektivisera besöken och möjliggöra bättre och mer korrekt sortering och insamling. Därav antas resultat från detta arbete bidra positivt till Södertäljes miljöambitioner genom t.ex. minskad nedskräpning och minskad klimatpåverkan från avfall och konsumtion.

Båda fallstudierna har möjliggjort att IoT-data har tillgängliggjorts till medborgare, vilka därav kunnat nyttja data för att dels få information som underlättar deras eget cirkulära agerande (genom textilinsamling och återbruk och genom faciliterad återvinning på återvinningscentraler), och dels möjliggör att inkludera stadens medborgare och företag för att uppnå miljöambitioner till år 2030.

6. Övergripande analys och diskussion

Detta kapitel ger en samlad & sammanfattande bild av de aktiviteter som utförts inom projektet som helhet, d.v.s såväl den nulägesanalys som utfördes över 2021²⁰ samt utvecklade koncept och utförda aktiviteter under 2022.

6.1 Utvärdering

Utvärdering av de utvecklade koncepten har genomförts under projektets gång: Koncept 1 om datadrivna arbetsmetoder för högre resurs- och kostnadseffektivitet, och koncept 2 om öppna datatjänster för engagemang och inkludering. Dessa har utvärderats enligt projektets namn och fokusområden: Det **inkluderande**, **hållbara** och **uppkopplade** samhället.

Det inkluderande samhället

Inkludering i projektet avser inkludering av medborgare i frågor kring hållbarhet, med målet om att **informera, engagera och inkludera medborgare** i målet med att uppnå hållbar resurshantering. Inom Nulägesanalysen analyserades medborgardialogen enligt Södertörnsmodellen (2019) och dess fem steg: **informera** t.ex. via webben (steg 1: information), **engagera** t.ex. via webbenkät (steg 2: konsultation), **inkludera** t.ex. Hackathon (steg 3: dialog). Användning av Södertörnsmodellen vad gäller aktiviteter kopplade till fallstudierna om textilåtervinning och ÅVC visar att fokus varit på att förbättra tjänster och upplevelser för medborgare (steg 2, konsultation): Smarta bommar på ÅVC, som visar kötid och ledig plats. Smarta textilbehållare, som visar om det är full eller det finns plats. Enkäten till besökare på ÅVC och textilinsamling visar att medborgarna är ganska nöjda. Sedan har fokus även varit att optimera transporttjänster för textilinsamling och utöka transporttjänster för medborgarna. Intervjuer med företag för textilinsamling visar att optimering är möjligt, men kräver kompletterande investeringar i nya rutiner och teknikstöd innan realisering. Vid utvärdering av inkludering enligt Södertörnsmodellen har det visat sig att samarbete (steg 4) t.ex. arbetsgrupp eller framtidsverkstad, och medbestämmande (steg 5) t.ex. beslutsfattande inte har varit fokus inom fallstudierna textilåtervinning och ÅVC. Detta är dock också ett steg som kan sägas kräva ett större skifte i hur medborgare inkluderas i utvecklingsarbete, och som kan ta tid att utveckla och implementera.

Det hållbara samhället

Hållbarhet i projektet avser **klimatanalyser av IoT lösningar**, med målet om att uppnå det hållbara samhället. Detta arbete kopplar an till koncept nr 1 i projektet för att utveckla data-drivna arbetsmetoder för högre klimat-effektivitet i Södertälje kommuns arbete med avfallshantering. Detta koncept syftar till att nyttja IoT-lösningar för att uppnå klimat- och miljömål till år 2030. Klimatanalyser av tre olika avfallstjänster visar att **IoT lösningar har en liten klimatpåverkan**, att **plastpåsar** har en betydande klimatpåverkan och att kommunens **transporttjänster** har en relativ liten klimatpåverkan, medan **medborgarens transporter** är avgörande både inom textilåtervinning och återvinningen.

²⁰ Tillgänglig via Digitala Södertäljes hemsida

Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Det uppkopplade samhället

Uppkoppling i projektet avser **arbetsprocesser av IoT lösningar**, med målet om att uppnå det uppkopplade samhället. Detta arbete kopplar an till koncept nr 1 i projektet för att utveckla data-drivna arbetsmetoder för högre **resurs- och kostnadseffektivitet** i Södertälje kommuns arbete med resurs- och avfallshantering. Detta ska göras genom att nyttja Internet of Things (IoT) data för att utveckla bästa möjliga arbetsprocesser utifrån ett ekonomiskt, socialt och ekologiskt perspektiv. Lärdomar från projektet antyder att lösningar baserade på sakernas Internet kan göras såväl flexibla som resurseffektiva. De sensorer som fångar data samt tillhörande kommunikationsmoduler kan t.ex. anpassas efter olika behov samt drivas på batteri under 5-10 års tid vilket eliminerar behovet att dra el till varje enskild installation. Enkel installation kombinerat med det faktum att ett stort antal sensorer kan betjänas av ett fåtal gateways för datainsamling gör detta till en kostnadseffektiv, skalbar lösning för att digitisera Södertälje (se kapitel 3). När man sedan ser till digitalisering, d.v.s att skapa värde av de möjligheter tekniken skapar, visar projektet att det finns goda möjligheter till (1) ökad inkludering och (2) nya datadrivna tjänster för medborgare. Detta märks tydligast i relation till uppkopplade textilbehållare och besök på ÅVC där man via tekniska lösningar via mobilapp eller hemsida kan informera medborgare om var man kan lämna material till återvinning/återbruk och när det är lägre risk för köbildning. Projektet har även skapat insikter kring de utmaningar som kan kopplas till storskalig tillämpning av IoT. Vid planering & byggnation av en infrastruktur för IoT kan inte sensorer och kommunikationslösningar standardiseras så till den milda grad att "one size fits all." Olika tillämpningar och miljöer ställer krav på utrustningens funktionalitet och prestanda. I projektet märktes detta främst då installationer i öppna papperskorgar kunde nyttja förhållandevis enkla komponenter för kommunikation gentemot gateways och servrar. När liknande teknik testades inuti stängda textilbehållare upplevdes dock kommunikationsproblem på grund av den testade lösningens under projektet befintliga utformning och man fick byta till en lösning som inte påverkades i lika hög grad av behållarnas hölje i metall. När tekniken sedan skall appliceras i praktiken uppstår en ny typ av utmaningar av socio-teknisk²¹ natur. Detta märks dels gentemot medborgare där en sensor placerad i offentlig papperskorg kan meddela mängden skräp *inuti* papperskorgen med godtagbar tillförlitlighet, men inte säga något om mängden skräp som hamnat *utanför*. En mer påtaglig utmaning för Södertälje/Human Bridge är förmågan att optimera rutter baserat på de data man får via t.ex. uppkopplade papperskorgar eller textilbehållare. Det vill säga, det är en sak att veta nivåerna i de olika typerna av behållare. Det är något helt annat att kunna tillämpa denna information för effektivisering av arbetsprocesser. Potentialen för detta är dock stor då studier inom förpackningsinsamling pekar på potentiella besparingar i spannet 5-25% (Recycling, 2020).

²¹ Termen *socio-teknisk* beskriver samspel mellan människa och teknik, t.ex. då tekniska lösningar skall införlivas i rutiner och arbetsprocesser

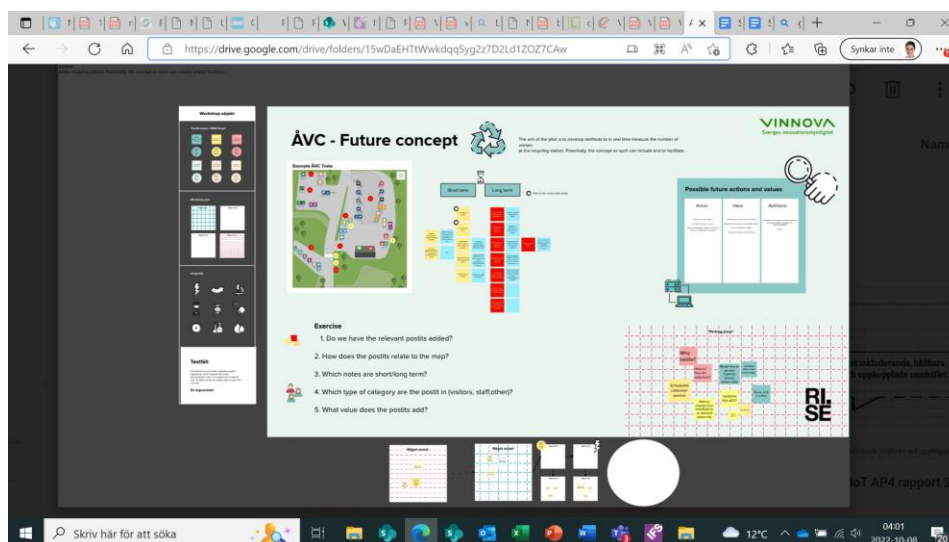
Det inkluderande, hållbara och uppkopplade samhället: AP4 rapport. This work is licensed under CC BY

4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

6.2 Aktiviteter för framtiden (metod och utfall)

Projektets övergripande mål och syfte har varit att stödja Södertälje kommun att nå sina hållbarhetsmål till år 2030. Projektet har skapat insikter kring hur maskingenererad öppen data kan omvandlas och nyttjas som en strategisk resurs för både intern effektivitet, samt som ett underlag för medborgardialog och demokratisering. Detta är i linje med projektets målsättning att utveckla två distinkta koncept. Koncept 1 syftar till att främja datadrivna arbetsmetoder för högre resurs- och kostnadseffektivitet. Koncept 2 syftar till att främja medborgares engagemang och inkludering genom datadrivna tjänster.

Digitala möten med projektgruppen har genomförts löpande under projektets gång, vanligtvis en gång per vecka. Vid ett av dessa tillfällen (1a juni 2022) genomfördes som en digital workshop för att diskutera framtiden för ÅVC. Underlag för diskussionen och input under workshopen dokumenterades i en digital whiteboard i programvaran Mural (figur 13).

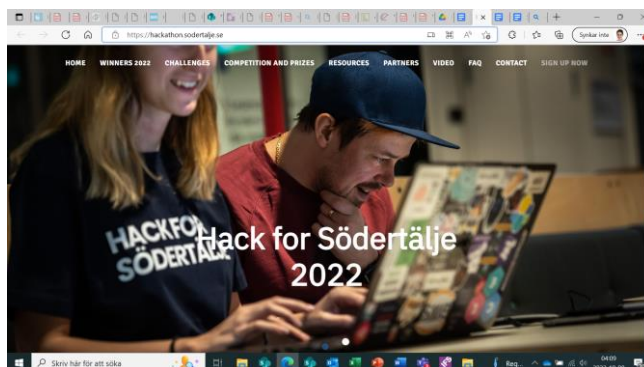


Figur 13 Mural med idéer och diskussionsunderlag kopplat till möjliga IoT implementering på kort och på lång sikt

Vid denna workshop kom diskussionen främst att kretsa kring digital teknik och hur denna skulle kunna främja åtkomst och bruk av ÅVC i Södertälje. Från Södertälje representerades det tekniska perspektivet av Andreas Sundberg och Anthony McCarrick från Digitaliseringsenheten i Södertälje och medborgarnas perspektiv (samt möjliga tjänster för dessa) av Kicki Carlsson och Hasan Dincer från Telge Återvinning.

Till denna workshop hade forskargruppen (d.v.s. representanter från RISE och Umeå Universitet) samlat idéer kring hur IoT-lösningar skulle kunna användas inom framtida användningsområden kopplat till ÅVC. Reaktionen och kommentarer från Södertälje och Telge återvinning antyder att det i dagsläget inte finns några större behov av ny teknik på ÅVC (Tveta, Returen) då dessa är bemannade under sina respektive öppettider. Man har dock planer på att i framtiden öppna mindre, obemannade ÅVC för att bättre betjäna medborgares behov. Då det i

dess fall kommer saknas personal finns det goda möjligheter att förbättra servicenivån med hjälp av teknik såsom sensorer eller informationsskärmar.



Figur 14 Hack for Södertälje (sodertalje.se)

Under projektets gång har Södertälje även genomfört ett så kallat Hackathon: “Hack for Södertälje”. Under två dagar (5-6 Juni 2022) kunde deltagarna ställa frågor till kommunens interna experter, såsom Thomas Thernström, expert för återvinning, samt externa experter, såsom Hanna Lindén, expert för hållbarhet och cirkularitet. Temat för detta hackathon var nära knutet till projektet och bjöd därför in bidrag i tre kategorier: *The inclusive society*, *the sustainable society* samt *the connected society*. Totalt deltog över 100 personer som anslöt från hela världen, mestadels unga vuxna, som tillsammans representerar 15 olika nationaliteter. Dessa stöddes och gavs råd av 20 experter från såväl offentlig som privat sektor. Hackathonet resulterade i 23 st bidrag. Efter juryns bedömning tilldelades:

- förstapriset en idé kopplat till **Accessibility annotated sidewalk map**, inom kategorin *Det inkluderande samhället*, och inom utmaningen *Öppen data för utveckling av ett inkluderande samhälle*.
- andrapriset en idé kopplat till skapandet av **Stock market platform “waste-to-resource” for construction materials and waste, to encourage reuse and inform of climate impact of your choice**, inom kategorin *Det hållbara samhället*, och inom utmaningen *förträfflig avfallshantering*.
- tredjepriset en idé kopplat till **Educated decision-making**, inom kategorin *Det uppkopplade samhället*, inom utmaningen *Datadriven utveckling*.

Detta Hackathon noterades i tidigare publicerad nulägesanalys som en aktivitet inom steg 3 “dialog” (m.h.a. Södertörnsmodellen). Denna typ av aktivitet visar att Södertälje strävar efter att inkludera medborgare i utvecklingen av staden vad gäller inkludering, hållbarhet och användandet av öppna data, t.ex. med hjälp av. IoT. Det visar också på att dessa tre områden prioriteras av kommunen, inte bara individuellt, utan också i relation till varandra.

6.3 Möjligheter och utmaningar

Utifrån projektaktiviteter har ett antal framtida möjligheter och utmaningar av de utvecklade koncepten identifierats. Dessa presenteras kortfattat nedan:

Möjligheter och utmaning för inkludering:

- Möjligheter för inkludering ligger inom öppna datatjänster. Inom koncepten har det utvecklats öppna datatjänster för både medborgarna och tjänsteföretag (textilinsamling, ÅVC) vilka möjliggör information som underlättar deras eget cirkulära agerande (genom textilinsamling och återbruk och genom faciliterad återvinning på återvinningscentraler).
- Utmaningar inom inkludering ligger inom arbetsmetoder och synsätt. Inom koncepten har det utvecklats datadrivna arbetsmetoder (textilinsamling, ÅVC). Det finns också potential att utveckla medborgardialogen till att inkludera mer aktiviteter inom kategorin Samarbete (steg 4) samt inom kategorin Medbestämmande (steg 5).

Möjligheter och utmaningar för hållbarhet:

- Möjligheter för hållbarhet ligger inom datadrivna arbetsmetoder stödda av bl.a. som digitiserar olika skeenden med hjälp av sensorer.
- Utmaningar för hållbarhet ligger inom implementering, t.ex. att ruttoptimera baserad på insikter från dataanalys.

Möjligheter och utmaningar för uppkoppling:

- Möjligheter för uppkoppling ligger inom tjänster baserade på öppen data och datadrivna arbetsmetoder t.ex. avfallshantering, textilinsamling, ÅVC. Förutom avfallstjänster finns det en mängd andra applikationer t.ex. badtemperatur, P-plaster, etc.
- Utmaningar för uppkoppling ligger inom implementering t.ex. ruttoptimering.

Vidare har intervjuer med företag som hanterar avfall, återvinning och återbruk inom Södertälje, t.ex. textilinsamling (Human Bridge) och återvinningscentraler (Telge AB) genomförts inom projektet, vilka har bidragit till de slutsatser som presenteras i kapitel 6 och kapitel 7. Intervjuer med företag för textilinsamling visar möjligheter och utmaningar inför framtiden t.ex. att optimering är möjligt, men kräver större investeringar:

Ansvarig för system och logistik (Human Bridge): “Spontant känns det som om stora investeringar ska till för att kunna införliva ruttoptimering i våra arbetssätt. Sensorer är bra, de skulle sannolikt kunna hjälpa oss att ta fram underlag för optimerade rutter och intervall för att samla in även textil. Samtidigt ställer det krav på en organisation som kan fungera med premisserna att rutterna kommer att variera från dag till dag, och vecka till vecka. Och totalt sett behöver investeringen kunna räknas hem acceptabelt snabbt. Men tack för tips och info – vi tar med oss goda idéer och tips inför framtiden!” (Utmaning med sensorer t.ex. *stora investeringar*).

Regionchef Stockholm (Human Bridge): “Sensorer möjliggör behovstömning i realtid. Testat tidigare, men det blev inte bra. Kunde inte visa fyllnadsgrad av olika skäl. Vill testa igen.” (Möjlighet med sensorer t.ex. **behovstömning**). “Med QR-koder kan vi se flöden och effektivisera en del, men inte på samma sätt som sensorer kanske kan göra.” (Behållarna har redan annan **digital teknik** t.ex. QR-koder för att spåra tömningar och tidsåtgång). “Vi såg en klar skillnad i ökad insamling under perioden” (Företag har redan gjort en studie som använder **sociala media** för att öka medvetenhet hos medborgarna). “Vi har en strategi för att öka. Vi är störst i Sverige. Men för att svar upp mot EUs direktiv behövs fler aktörer.” (Utmaningen med den **ökade textilinsamling** inom framtiden.) “Oklart hur det blir med producentansvar och hur det blir för oss som aktörer. Måste också finnas en ekonomi i detta.” (Utmaningen med **producentansvar** inom framtiden).

Intervjuer med företag som driver återvinningscentraler (ÅVC) visar möjligheter och utmaningar inför framtiden, t.ex. digital sorteringsguide och bommar som automatiskt kan släppa in ett lämpligt antal besökare åt gången:

Kommunikatör (Telge AB): “Digital sorteringsguide skall hjälpa folk sortera innan de åker till ÅVC. Alla är stressade på ÅVC – ”de vill bara därifrån”. Svårt att prata med folk där. Många använder digitala sorteringsguiden. Utmaning med digital sorteringsguide: folk söker på ord i bestämd form (blomkrukan) vilket sökalgoritmen inte fångar upp” (Utmaningar och möjligheter med **digital sorteringsguide**). “Hos äldre generationer är inte läskunnighet en självklarhet – hjälper inte att ha blanketter etc. på deras språk. (Utmaning och möjligheter med **generationer och inkludering**). “Rullande återvinning – möjlighet till information via informations plakat på fordonen som åker runt. Åker 8 veckor om året. (Utmaningar och möjligheter med **rullande återvinning**).

Avdelningschef ÅVC (Telge AB): “ÅVC tightare, mindre yta. Det hjälper personalen att ha en mängdbegränsning. Alla har smartphones och ska ha en app i så att de manuellt kan justera mängd begränsningen om systemet inte klarar det fullt ut. Det blir intressant att se hur många ggr de behöver justera.”(Utmaning och möjlighet med **digitala bommar**). “Bra med statistik för uppföljning. Viktigt att återbruket ökar. Tidigare hade kommunen egen butik, funka inte bra, lagt ner 3 år sedan. Svårt hitta organisationer som kan ta hand om stora mängder. Stockholm stadsmission inte intresserade, får mycket material, svårt att blir av med det. Möbler svårare idag, stor container, komprimerad. Varje dag kolla runt kring cyklar 10 cyklar in/ut (över 1000 cyklar) för att få överblick. Nu har han en kille som ska kolla statistik.” (Utmaning och möjlighet med **återbruk och uppföljning**).

7. Slutsatser och rekommendationer

Utvärdering och framtidsanalys i rapporten har genomförts på tre tematiserade områden; digitalisering, klimatanalys (LCA) och medborgardialog, och kopplar till projektets fokus på två koncept; 1) Datadrivna arbetsmetoder för högre resurs- och kostnadseffektivitet i Södertälje kommuns arbete med resurs- och avfallshantering, och 2) Öppna datatjänster för medborgerligt engagemang och inkludering inom miljöfrågor. I det tidigare kapitlet presenteras riktade analyser mot projektets tre områden. Nedan presenteras en mer aggregerad analys och summering.

Den samlade utvärdering av digitalisering visade att LoRaWAN är en **kostnadseffektiv teknik för att möjliggöra IoT-baserade lösningar i stor skala**. Detta gör att Södertälje redan idag har den grundläggande infrastruktur på plats som behövs för datadrivna tjänster inom flera olika tillämpningsområden. I det specifika fallet kring uppkopplade papperskorgar (se rapporten *Nulägesanalys* för detaljer) ses potential för **kvalitativa nyttor då medarbetare kan lägga mer tid på att plocka skräp** på gator och i parker vilket ger upphov till en **renare, trevligare stadsmiljö**. Det finns även tid för kvantitativa nyttor i form av minskad restid och lägre bränsleförbrukning om medarbetare på förhand vet vilka papperskorgar som behöver tömmas. Dessa nyttor förväntas stiga om/när man tillämpar liknande lösningar utanför stadskärnan där avstånden mellan papperskorgar är större. Realisering av denna nytta kräver dock utveckling av (1) **nya arbetsrutiner** och (2) **lämplig form av ruttoptimering** mellan de papperskorgar som verkligen behöver tömmas.

I det specifika fallet kring uppkopplade textilbehållare ses potential för kvalitativa nyttor då medborgare inte behöver köra till behållare i onödan och kvantitativa nyttor då ruttoptimering kan ge **besparingar på tid och bränsle med 5-25%**. Även här är nyttan dock beroende av pålitlig form av ruttoptimering. I det specifika fallet kring uppkopplade bommar vid återvinningscentralen ses potential för kvalitativa nyttor då medborgare inte behöver vänta och personal kan lägga mer tid på logistik och den ökade strömmen av grovsopor.

På sikt noteras två behov och utvecklingsområden. Det första är att **nya datadrivna tjänster baserade på uppkopplad utrustning behöver införlivas i befintlig infrastruktur och arbetsrutiner** snarare än introduceras och förvaltas som fristående entiteter. Det andra behovet är att **se över rutiner och krav vid upphandlingar av system** där man potentiellt vill kunna ta in data från uppkopplad utrustning. Detta då kostnader för att införliva ny teknik och nya datakällor i befintliga system (t.ex. Infracontrol) kan stiga mycket snabbt enligt befintliga avtal som ej är anpassade för storskalig tillämpning av uppkopplad utrustning.

Utvärderingen av klimatpåverkan är baserad på tre LCA-studier (papperskorgar, textilbehållare, ÅVC). Resultaten visade att **IoT lösningar (sensorer och gateways) har en liten klimatpåverkan, att plastpåsar har en betydande klimatpåverkan och att stadens transporttjänster har en relativt liten klimatpåverkan** p.g.a. användning av HVO, medan **medborgarens transporter är avgörande** både inom textilåtervinning och återvinningen. Genom att utveckla bostadsnära avfallstjänster kan staden (Södertälje) erbjuda en mer klimatsmart avfallstjänst.

Det fall som testats kring uppkopplad textilåtervinning kan anses bidra positivt till förbättrat samarbete med företag och ambitionen att på ett tidigt stadium prioritera hållbar resurshantering. Behovstömning kan också bidra till mindre nedskräpning kring textilbehållarna, vilket i sin tur förväntas bidra till **minskad nedskräpning**. Genom uppkopplad och effektiviserad textilinsamling ses det också troligt att **insamling underlättas**, med mer insamlad textil som följd (snarare än skickad till förbränning) och att då också klimatpåverkan minskas från avfall och konsumtion av resurser ska minskas, i linje med Södertäljes miljöambitioner.

Det fall som testats kring uppkopplade återvinningscentraler kan anses bidra positivt till förbättrat medborgarservice. Att till **medborgarna tillhandahålla information som underlättar deras besök på återvinningscentraler** förväntas effektivisera besöken och möjliggöra bättre och mer korrekt sortering och insamling. Därav antas resultat från detta arbete bidra positivt till Södertäljes miljöambitioner genom t.ex. minskad nedskräpning och minskad klimatpåverkan från avfall och konsumtion.

Båda fallstudierna som testats inom projektet har möjliggjort att **IoT-data har tillgängliggjorts till medborgare**, vilka därav kunnat nyttja data för att dels få information som underlättar deras eget cirkulära agerande (genom textilinsamling och återbruk och genom faciliterad återvinning på återvinningscentraler), och dels möjliggör att inkludera stadens medborgare och företag för att uppnå miljöambitioner till år 2030. Det finns dock **potential** att ytterligare **öka medborgardialogen** kopplat till digitalisering och hållbarhet, och där kan Södertörn-modellens olika steg vara en inspiration. Det finns även potential att ytterligare **öka samarbete med företag**, och där sätter krav på hållbarhet. Allt detta för att uppnå miljöambitioner till år 2030.

Referenslista

Baumann, H., Berlin, J., Brunklaus, B., Lindkvist, M., Löfgren, B., and Tillman, AM. (2011). The Usefulness of an Actor's Perspective in LCA. In: Finkbeiner, M. (eds) Towards Life Cycle Sustainability Management. Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1899-9_8.

Brunklaus, B., and Löwgren, A. (2022). Tjänstedesign, aktörsanalys och energisystem. (Service design, actor-based analysis and energy system). RISE Rapport 2022:51. [Microsoft Word - Tjänstedesign aktörsanalys och energisystem 2022_03_31_inkl data tabell BB AL FINAL_Page \(ri.se\)](#)

Chiew, YL., and Brunklaus, B. (2023). Life cycle assessment of IoT system in Södertälje – case of textile waste collection and the municipality's recycling stations. RISE Rapporten 2023:16.

Göteborg Stad (2021). Enkät. Avfallshantering 2021. Kretslopp och Vatten. Göteborg Stad

Recycling (2020). Nytt ruttoptimering system för minskad miljöpåverkan - Recycling 06. https://www.recyclingnet.se/article/view/725014/nytt_ruttoptimeringssystem_for_minskad_miljopaverkan, accessed on 5 January 2023.

Sandin, G., Roos, S., Spak, B., Zamani, B., och Peters, G. (2019). Environmental assessment of Swedish clothing consumption. Mistra Future Fashion report no.: 2019:05. [Environmental assessment of Swedish clothing consumption - six garments, sustainable futures \(chalmers.se\)](#)

SOU (2020). Producentansvar för textil – en del av den cirkulära ekonomin. Statens offentliga utredningar - Betänkande av Utredningen om producentansvar för textil Stockholm 2020. SOU Rapport 2020:72. [Producentansvar för textil – en del av den cirkulära ekonomin, SOU 2020:72 \(regeringen.se\)](#)

Södertälje kommun Miljö- och klimatstrategi 2022–2030 (2022). https://www.sodertalje.se/contentassets/19ab22df61324838b5db5c2bfcbe383b/miljo--och-klimatstrategi-2022-2030_antagen-av-kf.pdf

Södertörnsmodellen (2019). Delaktighet för en socialt hållbar planering, Södertörnsmodellen, arbetspaket medskapande stadsutveckling. <http://sodertornsmodellen.com/>. Anpassad från Lindholm & Moritz, 2012).

Telge Nöjd-Kund-Index (NKI) (2020). Telge Återvinning.

Läs mer

Tips på mer läsning finns här:

- Projektets hemsida på ri.se, <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/det-inkluderande-hallbara-och-uppkopplade-samhallet>
- Detaljerad beskrivning av projektets klimatanalyser och LCA studier (engelska): (1) Life cycle assessment of Internet of Things (IoT) solution in Södertälje municipality – A smart waste collection system. RISE report 2021:91. Författare: Yoon Lin Chiew and Birgit Brunklaus. (2) Life cycle assessment of IoT system in Södertälje – case of textile waste collection and the municipality’s recycling stations. RISE report 2023:16. Authors: Yoon Lin Chiew and Birgit Brunklaus.
- Information om projektet på Södertälje kommuns hemsida, <https://www.sodertalje.se/kommun-och-politik/for-medborgare/digitala.sodertalje/vinnova-projektet/>; Digitala Södertälje, samlingsida för digitala satsningar inom Södertälje kommun, <http://digitala.sodertalje.se/>
- Öppna data - placering textilbehållare (Södertälje): https://www.sodertalje.se/kommun-och-politik/for-medborgare/oppna-data/oppna-data/#esc_entry=1100&esc_context=1
- Öppna data - bommar för ÅVC (Telge): <https://www.telge.se/atervinning/atervinningscentraler/>
- Textilstrategin: https://environment.ec.europa.eu/publications/textiles-strategy_en
- Textilinsamling - Vad händer med insamlade textilier (Human Bridge): [Vad händer med insamlade textilier? | Human Bridge](#)

Stöd och vägledning kring IoT:

- IoTguiden tillhandahåller generella lärdomar och frågeställningar alla bör beakta innan man ger sig in i den uppkopplade världen: <https://iot-guider.com/>
- IoT Sverige är ett strategiskt innovationsprogram som stödjer kunskap och tillämpning av sakernas Internet i offentlig sektor: <https://iotsverige.se/>
- Array of Things är ett nyligen avslutat forskningsprojekt där man i Chicago monterat upp sensorer för att övervaka temperatur, luftkvalitet, UV-strålning, ljudintensitet med mera i urbana miljöer: <http://arrayofthings.github.io/>
- Smart City Amsterdam är en mångårig satsning på hållbarhet och cirkulär ekonomi där digital teknik är en av många viktiga komponenter: <https://amsterdamsmartcity.com/>

Tips på lagstiftningar:

- Producentansvar: [Vägledningar om producentansvar \(naturvardsverket.se\)](https://naturvardsverket.se)
- Ny lagstiftning väntas från EU 2025 om ökad insamling/sortering av textil
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/avfallslag/textilavfall/>
<https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2020/jul/towards-2025-separate-collection-and-treatment-of-textiles-in-six-eu-countries/>

Appendix A - Enkät till besökare (Textil, ÅVC)

	Södertäljeappen	Webb (sodertalje.se)
TOTALT	182	36
Textilbehållare	72	20
ÅVC	110	16

TEXTILBEHÅLLARE

Total

Brukar du lämna kläder och tyger till återanvändning /återvinningsstationer?

	Antal	%
Ja	55	76,4
Nej	17	23,6
Total	72	100

Södertäljeappen

	Antal	%
Ja	41	78,8
Nej	11	21,2
Total	52	100

Webb (sodertalje.se)

	Antal	%
Ja	14	70
Nej	6	30
Total	20	100

Hur upplever du att det brukar vara i insamlingen?

	Antal	%
Finns plats	33	41,8
Fullt	13	16,5
Skräpigt	27	34,2
Otryggt	4	5
Mörkt	2	2,5
Total	79	100

	Antal	%
Finns plats	24	50
Fullt	11	22,9
Skräpigt	21	43,8
Otryggt	4	8,3
Mörkt	1	2,1
Total	61	127,1

	Antal	%
Finns plats	9	56,2
Fullt	2	12,5
Skräpigt	6	37,5
Otryggt	0	0
Mörkt	1	6,2
Total	18	112,5

Hur viktigt är det för dig att i förväg veta om det är möjligt att donera kläder och textilier i behållaren?

1 = inte alls viktigt 6 = mycket viktigt

	Antal	%
1	2	2,8
2	0	0
3	9	12,7
4	10	14,1
5	14	19,7
6	36	50,7
Total	71	100

1 = inte alls viktigt 6 = mycket viktigt

	Antal	%
1	2	3,8
2	0	0
3	4	7,7
4	9	17,3
5	14	26,9
6	23	44,2
Total	52	100

1 = inte alls viktigt 6 = mycket viktigt

	Antal	%
1	0	0
2	0	0
3	5	26,3
4	1	5,3
5	0	0
6	13	68,4
Total	19	100

ÅVC

Total

Brukar du lämna material på någon av Södertäljes två återvinningscentraler Returen och Tveta?

	Antal	%
Ja	100	90,9
Nej	10	9,1
Total	110	100

Södertäljeappen

	Antal	%
Ja	84	89,4
Nej	10	10,6
Total	94	100

Webb (sodertalje.se)

	Antal	%
Ja	16	100
Nej	0	0
Total	16	100

Hur upplever du att väntetiden brukar vara på återvinningscentralen?

	Antal	%
Lång väntan	14	13,3
Kort väntan	91	86,7
Total	105	100

	Antal	%
Lång väntan	13	14,6
Kort väntan	76	85,4
Total	89	100

	Antal	%
Lång väntan	1	6,2
Kort väntan	15	93,8
Total	16	100

Hur viktigt är det att i förväg veta besöksstrycket eller eventuell kö för ditt val av tid att besöka återvinningscentralen?

1 = inte alls viktigt 6 = mycket viktigt

	Antal	%
1	11	10,1
2	10	9,2
3	13	11,9
4	23	21,1
5	20	18,3
6	32	29,4
Total	109	100

1 = inte alls viktigt 6 = mycket viktigt

	Antal	%
1	11	11,8
2	9	9,7
3	11	11,8
4	20	21,5
5	17	18,3
6	25	26,9
Total	93	100

1 = inte alls viktigt 6 = mycket viktigt

	Antal	%
1	0	0
2	1	6,2
3	2	12,5
4	3	18,8
5	3	18,8
6	7	43,8
Total	16	100

Appendix B - Koncept Textilbehållare

Bakgrund: I Södertälje kommun finns det mellan 3-5 organisationer som samlar in kläder och textilier till återvinning. I dag har varken kommunen eller Telge Återvinning tillräcklig vetskap om vilka aktörer som ställer ut behållare och var. Södertäljes ambition är att upphandla denna tjänst och styra insamlingen till 1-2 organisationer. Syftet är att underlätta kommunikation med kommuninvånarna och förebygga att oseriösa aktörer ställer ut behållare. Human Bridge har i dagsläget 11 st behållare för insamling av kläder och textilier och de har även avtal för att samla in på kommunens återvinningsstationer. Piloten genomförs tillsammans med dem. "Insamlingsmetoder för avfall behöver utvecklas så att hushållen enklare kan lämna sitt avfall till återvinning och återanvändning. Bättre sorterade, det vill säga renare avfallsfraktioner är också en förutsättning för att kunna materialåtervinna mera. Bättre insamlingsmetoder kan bidra till renare avfallsfraktioner men det kommer också kräva ett aktivt kommunikationsarbete mot hushåll och andra grupper."

Ny lagstiftning väntas från EU 2025 om ökad insamling/sortering av textil
<https://www.naturvardsverket.se/arnesomraden/avfall/avfallslag/textilavfall/>
<https://mst.dk/service/publikationer/publikationsarkiv/2020/jul/towards-2025-separate-collection-and-treatment-of-textiles-in-six-eu-countries/>

Öppna data placering textilbehållare: https://www.sodertalje.se/kommun-och-politik/for-medborgare/oppna-data/oppna-data/#esc_entry=1100&esc_context=1

Exempel Stockholm Stad: www.stockholmvattenochavfall.se/artiklar/insamling-av-textilier/

Koppling till Vinnova projektet

Uppfyller Koncept 1 och 2. En direkt koppling till AP2 - uppkopplade papperskorgar och därmed kan en enkel jämförelse möjligt t.ex. trp klimat.

Från AP2 rapport: "Södertälje kommuns Miljö och klimatprogram 2018-2021 detaljerar också många mål på området, till exempel att nettoutsläppen av växthusgaser ska minska med totalt 30 %, vilket innebär att utsläppen per person ska minska från 4,67 ton till 1,66 ton CO₂e (till 2025). Och att nettoutsläppen av växthusgaser ska minska med totalt 15 % till 2025, vilket innebär att utsläppen per person ska minska från 4,67 ton till 2,33 ton CO₂e. Enligt NVV 2019 köps idag 141.000 ton textilier dvs 13,7kg textilier/person i Sverige och hälften hamnar i avfallspåsen och bränns dvs 7,6kg. Hållbarhet, återvinning och CE: In 2013, less than 20% of the 121.000 tons textiles consumed in Sweden were reused and less than 5% recycled. The Swedish EPA proposes 40% reuse and 25% (primarily fiber-to-fiber) recycling of textiles as milestone targets by 2020.

Syfte: Huvudsyftet med piloten är att skapa förutsättningar för att mäta fyllnadsnivån i textilbehållare med hjälp av IoT-sensorer. Det sekundära syftet är att öka förståelse och kunskap kring utveckling av koncept genom en lärande resa.

I förlängningen förväntas det bidra till;

Effektivisering: Möjlighet att gå över till behovstömning vilket i sin tur väntas bidra till färre överfulla behållare och mindre nedskräpning. Behovstömning bidrar även till mindre och effektivare transporter av textilier, därmed till mindre klimatpåverkan. Möjlighet att ställa krav vid upphandling av textilinsamling såsom behovstömning. Dela data med externa aktörer såsom exempelvis Telge återvinning, bevakning, väktare o.s.v.

Medborgardialog genom öppen data: Nya möjligheter att kommunicera med kommunmedborgare när behållare har ledig kapacitet eller är fulla. Nya möjligheter att kommunicera med medborgarna kring konsumtion och hållbarhet (via Södertäljeappen)

Möta de uppsatta mål i Avfallsplanen 2030 Södertälje: "Fram till idag har insamlingen av textilier i stort sett hanterats av frivilligorganisationer vilka även om de gjort ett omfattande och bra jobb inte haft resurser eller rådighet att utveckla insamlings- och behandlingsmetoder för bästa samhälls- och miljönytta. Kommunen behöver ta en aktiv roll i samverkan med andra aktörer och utveckla insamlingssystem av kläder och textilier. I det förebyggande arbetet behöver kommunkoncernen stödja aktiviteter som riktas mot konsumentled och våra attityder och beteenden kopplade till konsumtion av kläder och textilier."

<https://www.sodertalje.se/miljo-och-halsa/hallbara-sodertalje/hall-sodertalje-rent/avfallsplan-2030/> *Möta de uppsatta målen i Avfall Sverige:*
<https://www.avfallsverige.se/>

Utmaningar (Operativa utmaningar): Överfulla textilbehållare som medför nedskräpning i närområdet samt minskade inlämningar. Problem med stölder av inlämnad textilier. Tömning enligt schema, inte efter behov vilket inte är resurssmart

Utmaningar (Strategiska utmaningar): Ca sju kg kläder/invånare slängs i restavfallet istället för att återbrukas eller återvinnas. Enligt NVV 2019 köps idag 141.000 ton textilier dvs 13,7kg textilier/person i Sverige och hälften hamnar i avfallspåsen och bränns dvs 7,6kg ([Producentansvar för textil – en del av den cirkulära ekonomin, SOU 2020:72 \(regeringen.se\)](#)). In 2013, less than 20% of the 121.000 tons textiles consumed in Sweden were reused and less than 5% recycled. The Swedish EPA proposes 40% reuse and 25% (primarily fiber-to-fiber) recycling of textiles as milestone targets by 2020 ([IVL-Blad \(humanbridge.se\)](#)). Från AP2 rapport: en av utmaningarna noterade är språk. Hur tänker vi kring språkval vid kommunikation/öppen data? Vid enkät/intervjuer? Appen?

Genomförande: Under piloten är ambitionen att använda sensorer från två olika leverantörer för att göra en jämförelse om kvalitet på data, driftsäkerhet, kvalitet på hårdvara mm.

Visualiseringar: I och med Human Bridges problem med stölder från Textilbehållarna behöver vi vara noggranna med formuleringar och ha en nära dialog med Human Bridge kring hur vi kommunicerar externt med öppna data. En tanke är att mätning med sensorer kan ha en avskräckande effekt då vi visar på att vi mäter och följer fyllnadsgraden i behållarna. Intern visualisering (Förslagsvis en dynamisk dashboard med hjälp av BI-verktyg (PowerBI/Tableau/Qlik osv). Visa procentuell fyllnadsgrad. Visa graf. Visa

historisk data. Extern visualisering. Visa Röd/Grön Öppen eller stängd, jämför med visualisering för rörelsehindrade. <https://sodertalje.eu-gb.mybluemix.net/ui/#!/2>. Tillgängligt genom medborgarappen "Södertäljeappen". Tillgängligt genom chatbot. Tillgängligt som öppet API för vidare förädling av andra aktörer.

Målgrupp: Insamlingsorganisationer och andra relevanta aktörer. Kommunmedborgare som lämnar kläder till återvinning, både de som behärskar och inte behärskar svenska. Telge återvinning. Samhällsbyggnadskontoret

Effekter, nyttor och värden: Under piloten installeras uppkopplade LoRaWan sensorer som genererar data och möjliggör följande på kort respektive lång sikt:

Kort sikt: Behovstömning av textilbehållare. Realtidsdata kan publiceras som öppna data och kan genom publicering som visualiseringar, invånarapp, chatbot med flera öka tillgänglighet och transparens gentemot medborgare. Fyllnadsgrad kan presenteras och visualiseras som öppen data.

Lång sikt: Realtidsdata till väktare m.fl. Ökad medvetenhet kring möjligheter med datadrivna beslut (behovstömning) kan ge underlag för ytterligare uppskalning och breddning av koncept. Datan skapar förutsättning för statistik och uppföljning - "återbruk i Södertälje". Datadrivna beslut skapar möjlighet till effektivisering genom ruttoptimering och minskade transporter. Data kan användas för medborgardialog kring hållbarhet, återvinning och cirkulär ekonomi.

Nästa steg: Vid positivt utfall av pilottestet är målet att kunna göra en kravställning vid nästa upphandling som inkluderar krav på nivåmätare och öppna data.

Kommunikation: Kommunikationskampanj - öka medvetenhet kring återvinning av kläder och textilier och kopplingen till avfallsplan och de Globala målen. Anpassa informationen och publicera realtidsdata i medborgarappen (Södertäljeappen). Idag har vi tömt alla behållare för klädinsamling. Här kan du se var du kan lämna in och vilka behållare som har ledig kapacitet. Visualisera realtidsdata. Koppling till Chatbot.

Uppföljning (Kvantitativt): Mätning av fyllnadsnivå (hur bra har den fungerat?). Vilka felmarginaler är acceptabla? Går det sätta en nivå eller formulera en bedömning kopplat till detta innan genomförande? Kan vi få statistik på hur många behållare som blivit överfulla under piloten? Kan vi säga något om nedskräpning innan och under piloten? Koppling fyllnadsgrad % och Human Bridge viktmätning av full eller halvfull container. Sedan transport insamling körschema. Driftsäkerhet. Mätning - funkar sensorerna hela tiden eller ligger de nere ibland? Konsekvenser av det? Öppna data - Ligger data uppe på hemsida? Driftsäkerhet? Hur många API-anrop har vi haft på datat? Hur många har hittat data via öppna data-plattformen? Om det går: Hur många har använt Södertäljeappen för att få tag up data?

Uppföljning (Kvalitativt): Intervjuer med nyckelpersoner. Leverantörer. Human Bridge. IoT-leverantörer. Organisationen. Södertälje kommun. Samhällsbyggnadskontoret.

Digitaliseringsenheten. Telge Återvinning. Medborgare. Kommunmedborgare. Enkät på webben alternativt i vår Medborgarapp. Jämföra sensorer från två olika leverantörer.

Länkar: Bilder, Intervjupersoner, status, Input från medborgare

Appendix C - Koncept ÅVC (Södertälje)



Bakgrund: Södertälje kommun har 2 st återvinningscentraler. Dom har öppet mer eller mindre alla dagar i veckan men besökarna kommer oregelbundet och vissa tider är mer populära än andra. Piloten görs på Returen återvinningscentral: <https://www.telge.se/atervinning/atervinningscentraler/>

Öppen data: Återvinningscentralerna ska läggas ut om öppna data

Identifierat problem: Återvinningscentralerna har ojämnt besöksstryck och tidvis köer och trängsel. Svårt för medborgare att bedöma när det är klokast att besöka. Vilket också bidrar till ojämn arbetsbelastning.

Koppling till Vinnova projektet: Uppfyller Koncept 1 och 2.

Syfte: Syftet med piloten är att utveckla metoder för att kunna mäta antal besökare på återvinningscentralen i realtid. Det kommer bidra till; Ökad service och tillgänglighet till Södertäljes medborgare i planeringen av sina besök till återvinningscentralen; Dataunderlag som möjliggör för Telge Återvinning att utveckla bemanningsbehov och service.

Målsättning: Primärt: Att kunna mäta och kommunicera kötider i realtid samt att mäta och publicera historisk besöksstatistik som öppen data samt kopplingar till kommunens virtuella AI-assistent, Medborgarappen och Telges webbplats. Sekundärt: Skapa ett koncept för en heltäckande visualiseringsmodell för data på en återvinningscentral som bas för en vidare utveckling och uppskalning i Södertälje och nationellt.

Utmaningar: Operativa utmaningar (Ojämnt besöksstryck på återvinningscentralen vilket leder till långa köer. Kundernas förväntningar på digitala lösningar och tillgänglighet ej uppfylld. Strategiska utmaningar (Att få berörda parter att samverka för att kunna utnyttja potential i data. Svårigheter i att planera personal och resurser utifrån besöksstryck.)

Genomförande:

Under piloten är ambitionen att använda data från befintlig passersystem för att möjliggöra realtidsdata och historisk datat för besökare.

Målgrupp:

Besökare till återvinningscentralerna. Telge Återvinnings medarbetare.

Effekter, nyttor och värden: Kort sikt (Realtidsdata till kommunmedborgare, Realtidsdata till Telge Återvinning m.fl., Mäta besöksstatistik, Nyttja befintlig data eller tillföra uppkopplade sensorer, Visualisera besöksstatistik & historiskt data som öppen data). Lång sikt (Datan skapar förutsättning för statistik och uppföljning - "återbruk i Södertälje", Statistiken kan ge underlag för datadrivna beslut för organisationen).

Möjliggöra för medborgare att lättare kunna planera sina besök till återvinningscentral genom att både kunna ta del av realtidsdata samt historisk besöksstatistik. Exempelvis att tisdag förmiddag ofta har ett högt besöksstryck. Ge stöd till planering och uppföljning för personalen.

Genom realtidsdata publicerad som öppna data och via visualiseringar, invånar-app (Södertälje Appen), chatbot med flera öka tillgänglighet och transparens gentemot medborgare. Bedriva medborgardialog kring hållbarhet, återvinning och cirkulär ekonomi. Kanske även hur många besökare som lämnar till återanvändning % och hur många till återvinningen %. Kanske lite som månadens tävling?

Kommunikation: Kommunikationskampanj - öka medvetenhet kring återvinning av kläder och textilier och kopplingen till avfallsplan och de Globala målen. Anpassa informationen och publicera realtidsdata i medborgarappen (Södertäljeappen). Idag har vi tömt alla behållare för klädinsamling. Här kan du se var du kan lämna in och vilka behållare som har ledig kapacitet. Visualisera realtidsdata. Koppling till Chatbot.

Uppföljning (Kvantitativt): Realtidsdata på antal besökare. Historiskt Data på antal besökare. Driftsäkerhet. Mätning – funkar sensorerna hela tiden eller ligger de nere ibland? Konsekvenser av det? Öppna data – Ligger data uppe på hemsida? Driftsäkerhet? Hur många API-anrop har vi haft på datat? Hur många har hittat data via öppna data-plattformen?

Uppföljning (Kvalitativt): Intervjuer med nyckelpersoner. Leverantörer. Organisationen. Södertälje kommun. Digitaliseringsenheten. Telge Återvinning. Medborgare. Kommunmedborgare. Enkät för medborgare.

Länkar: Status ÅVC, Input från medborgare, intervjupersoner