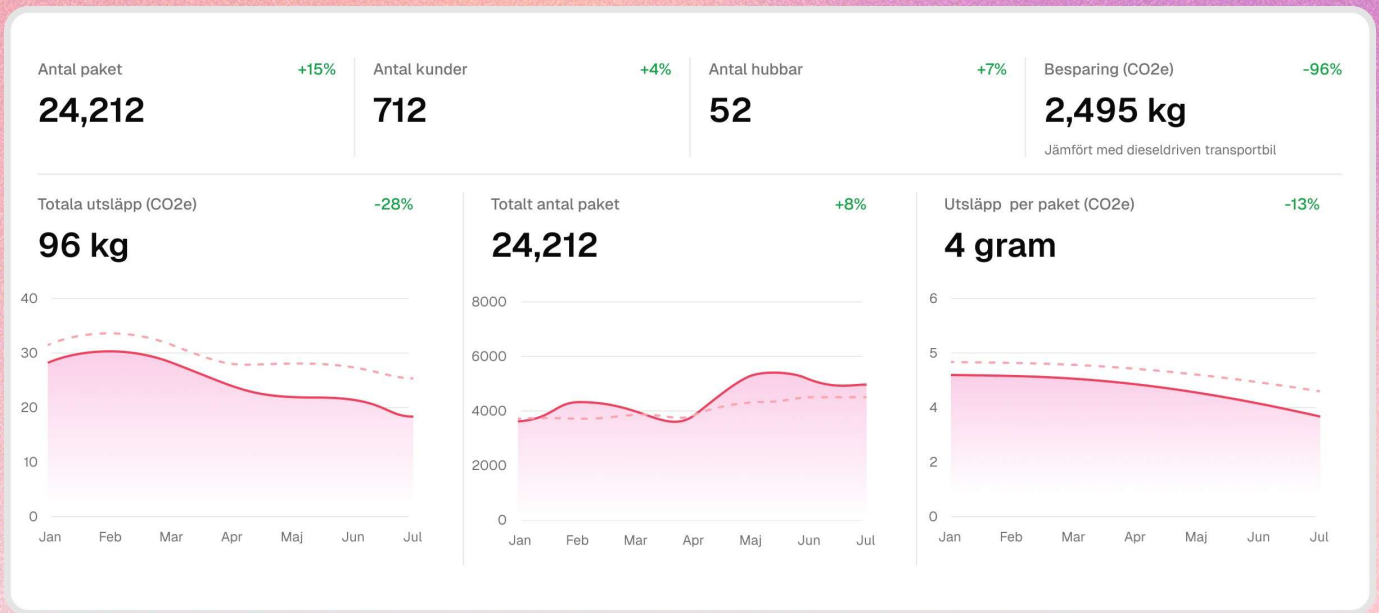


CycleSense

2025-08-30
Björn Wendle

Utveckling och test av system för datainsamling och leverans av data från digitala el-godscyklar till nytta för transportör, kunder och samhälle.

DRIVE SWEDEN

With support from
VINNOVA Sweden's Innovation Agency
Swedish Energy Agency
FORMAS
Strategic innovation programmes

Innehållsförteckning

Sammanfattning **4**

English summary **5**

Bakgrund **6**

Projektupplägg **7**

- **Syfte** **7**
- **Mål** **7**
- **Projektperiod** **8**
- **Partner** **8**

Metod och aktiviteter **9**

Resultat **10**

- **Affärsmodeller för CycleSense-data** **10**
- **Teknisk plattform och IT-arkitektur** **11**
  - IT-arkitektur för insamling, lagring och analys av data 12
  - Leverans och presentation av data 13
- **Pilottest i verklig miljö** **14**
  - Om pilottestet 14
  - Jysyty – den vänliga och uppkopplade godslastcykeln 14
- **Analys och resultat från testdata (pilottest)** **17**
  - Beräkningsmodell 17
  - Jämförelse med motsvarande lastbilstransport och resultat 19

Slutsats, lärdomar och nästa steg **22**

- **Rekommendationer för hur kan digitala godslastcyklar bättre integreras i logistikkedjor och transportsystem** **22**

Spridning och publikationer **24**

Sammanfattning

Syftet med CycleSense har varit att utveckla och testa affärsmodeller och tjänster för digitala godscyklar tillsammans med kunder och potentiella kunder. CycleSense har därför prövat olika sätt att samla in, lagra och dela data om godscyklar och deras leveranser i verklig miljö. Olika affärsmodeller för hur digitala tjänster baserade på denna data kan nyttiggöras och säljas har utforskats i dialog med potentiella kunder och användare.

Projektet visar hur CycleSense-data kan skapa värde för kommuner (städer) och andra väghållare i deras ansvar att effektivisera det urbana transportsystemet; för åkerier och transportköpare (till exempel paketleveranser) som behöver minska klimatpåverkan från sina godstransporter; samt för leverantörer och köpare av godscyklar för att uppnå hög driftsäkerhet och ett kostnadseffektivt underhåll. Samtliga dessa användningsområden har via referensgrupp och kunddialoger visat på en potentiell betalningsvilja för CycleSense-datan.

Datainsamling och affärsmodellsutveckling har pågått parallellt med utvecklingen av en ny svensk godscykel, JySyTy. Insikter om hur data kan möjliggöra kompletterande digitala tjänster, integrerade med cykeln, har därigenom kunnat påverka både fordonsdesign och marknadsplan för JySyTy. Även en IT-leverantör av transportplaneringssystem (pinDeliver) har involverats i projektet som en möjlig aktör för att digitalt lagra och dela data om godscykelleveranser.

Beräkningsresultat från den data som samlats in i projektet visar också tydligt godscykelns fördelar när det gäller klimatutsläpp och energianvändning jämfört med andra former av last mile-godstransporter.

English summary

The purpose of CycleSense has been to develop and test business models and services for digital cargo bikes together with customers and potential customers. CycleSense has therefore tried different ways of collecting, storing, and sharing data about cargo bikes and their deliveries in real-life environments. Various business models for how digital services based on this data can be utilized and sold have been explored in dialogue with potential customers and users.

The project demonstrates how CycleSense data can create value for municipalities (cities) and other road authorities in their responsibility to make the urban transport system more efficient; for hauliers and transport buyers (such as parcel deliveries) who need to reduce the climate impact from their freight transport; and for suppliers and buyers of cargo bikes in achieving high operational reliability and cost-effective maintenance. All of these application areas have, through the reference group and customer dialogues, shown a potential willingness to pay for the CycleSense data.

Data collection and business model development have been carried out in parallel with the development of a new Swedish cargo bike, JySyTy. Insights into how data can enable complementary digital services, integrated with the bike, have thereby been able to influence both vehicle design and the market plan for JySyTy. An IT supplier of transport planning systems (pinDeliver) has also been involved in the project as a potential actor for digitally storing and sharing data about cargo bike deliveries.

Calculation results from the data collected in the project also clearly show the advantages of the cargo bike in terms of climate emissions and energy use compared with other forms of last-mile freight transport.

Bakgrund

En utmaning i städer och stadskärnor i hela världen är att leveransfordon med förbränningsmotorer orsakar utsläpp och buller. Elektrifiering av leveransfordon går framåt. Men andra utmaningar är att fordonen, även eldrivna, tar mycket plats i gatumiljön, orsakar trängsel, fastnar i trafiken, och att leveranseffektiviteten därför blir lidande. IT-systemen för logistiksstyrning av godstransporter, även i städer, är utvecklade för lastbilar och skåpbilar, och är därför idag inte anpassade för lättrörliga agila fordon.

Godslastcyklar har funnits i många år nu, och har många fördelar i städer och tätbebyggda områden. Cykelfordon tar sig fram enklare i stadsmiljö, utnyttjar cykelbanor och genvägar, och är ofta effektivare och snabbare från punkt till punkt. Godscykelfordon har genom sin lätta konstruktion och kombinationen av pedal- och elkraft väsentligt lägre elenergiförbrukning än motsvarande elektriska lastbilar enligt tidigare studier.

CycleSense-projektet bygger på kunskap om behovet av anpassade transportfordon och system för framtidens transporteffektiva städer, där el-godscyklar har potential att spela en viktig roll. Projektet bygger vidare på en trend där användning av el-godscyklar för ”sista milen”-transporter blir allt vanligare och där efterfrågan av anpassade fordon och system ökar. Tidigare aktiviteter och projekt inom området har främst fokuserat på potential för godscyklar medan CycleSense har ett mer helhetsperspektiv, där även affärsmodeller och digitala tjänster utvecklas och testas tillsammans med kunder.

Insamling och värdeskapande av data från godslastcyklar är centralt i CycleSense, och sådan data kan skapa konkret värde och effektiviseringar för flera olika aktörer ekosystemet för hållbara urbana godstransporter (transportköpare, åkerier, fordonstillverkare, städer, m fl). Datan kan därmed också aktivt bidra till konkurrenskraft och en ökad marknad för urbana godstransporter med godslastcyklar både nationellt och internationellt. Projektpartnern och cykelfordonstillverkaren JySyTy har redan före kommersiell lansering fått intresse från andra länder i Europa.

Projektupplägg

Syfte

Syftet med CycleSense var att utveckla och testa affärsmodeller och tjänster för digitala el-godscyklar tillsammans med kunder och potentiella kunder. Eftersom det idag saknas tillgänglig data om godslastcyklar och dess leveranser var en av målsättningarna att tillgängliggöra data och göra den användbar. För att tillgängliggöra data har it-infrastruktur testats alla steg i att samla in, lagra, analysera och dela data (presentera) för målgrupp eller kund.

Projektets fokus på datainsamling har pågått parallellt med utveckling av en ny svensk el-godslastcykel. Ett delsyfte har därför varit att testa och utveckla digital teknik för datainsamling som kan bli kompletterande digitala tjänster integrerade med den hårdvara som den nya godslastcykeln innebär.

De tester och dialoger som genererats utifrån CycleSense-data syftar även till att ge underlag för rekommendationer till flera olika parter i ekosystemet för godslastcyklar – städer, åkerier, åkeriers kunder, it-leverantörer av logistiksystem, godslastcykel-tillverkare med flera.

Mål

CycleSense-projektets övergripande målsättning är att utveckla och testa affärsmodeller och tjänster från digitala el-godscyklar tillsammans med kunder.

Resultatmål för CycleSense är:

- Identifiera affärsmodell(er) för den uppkopplade godscykeln, med fokus på affärsmodeller från data / digitala tjänster
- Utveckla och testa digitalisering av den optimala godscykeln och datainsamling i verklig miljö tillsammans med kunder
- Utveckla IT-arkitektur för insamling, analys och delning av data
- Ta fram rekommendationer om hur digitala lastcyklar bättre kan integreras i logistikkedjor

Projektet har levererat på samtliga målsättningar ovan och bidragit till praktiskt användbar kunskap om olika slags användning och affärsmodeller. Den datainsamling som genomförts i verklig miljö hos MoveByBike har bidragit till ökad förståelse för hur datan kan bli värdeskapande i olika delar av ekosystemet, och på vilket sett och av vem datan bör samlas in, lagras och distribueras.

Projektperiod

15 augusti 2023 – 31 juli 2025

Partner

Huvudpartners i projektet har varit:

- Trivector Traffic AB (koordinator)
- JySyTy AB
- Backtick Technologies AB

Till detta har funnits finns centrala tekniska partners:

- MoveByBike Europe AB
- Monark Exercise AB
- pinDeliver AB (feb 2025 – juli 2025)

I den ursprungliga ansökan fanns fler partners men via ett begärt ändringsbeslut hos Vinnova i direkt anslutning till att projektstarten, ändrades detta. Dessa aktörer har dock valt att ändå delta i vår referensgrupp och aktivt bidragit till projektet via möten och dialoger.

Aktörer som deltagit i referensgruppsmöten etc:

- Eskilstuna kommun
- Falkenklev Logistik AB
- IBM Svenska AB
- JYSYTY AB
- Kungliga Tekniska högskolan
- Lindholmen Science Park AB
- Myloc AB
- Stockholm Stad
- Trafikverket
- Helsingborgs stad
- Kunder till MoveByBike (transportköpare med intresse för hållbarhetsrapportering)

Metod och aktiviteter

Projektet har följt den uppställda projektplanen med i stort sett ett arbetspaket per uppställt resultatmål. Utöver projektledning har därför aktiviteterna omfattat:

- Utveckling och dialog om affärsmodeller för CycleSense-data
- Utveckling av teknisk plattform och IT-arkitektur
- Pilottest med insamling av data i verklig miljö
- Analys och resultat från testdata (pilottest), samt rekommendationer

Igenom projektet har en arbetsgrupp bestående av Trivector Traffic AB (koordinator), JySyTy AB, Backtick Technologies AB samt MoveByBike haft projektmöten varannan vecka. Information om framdriften i respektive arbetspaket har stämts av och beslut om gemensamma och överlappande ansvar tagits. Närheten till den ”verkliga miljön” via MoveByBike har varit mycket värdefull och gjort att såväl tekniska krav som relevans i insamlad data och analysresultat kunnat få en snabb och direkt respons. Via MoveByBike har vi även fått tillgång till kunder hos cykelåkeriet som vi via möten kunnat presentera affärsmodellerna för, i syfte att få deras direkta feedback.

Utöver stående arbetsmöten, och mellan dem enskilt projektarbete utifrån arbetspaketen, har vi vid några tillfällen genomfört workshops kring identifierade, aktuella frågeställningar. Workshops har varit en bra metod då vi behövt kreativt gemensamt arbete för att lösa en specifik uppgift eller ett problem. Det har varit värdefullt för projektet med de olika infallsvinklar som projektgruppen kunnat ge. Dessa workshops har bl a handlat om att identifiera intressanta affärsmodeller och bestämma parametrar i använd beräkningsmodell. Referensgruppsmöten ungefär en gång per halvår har gett ytterligare värdefull information till de olika projektaktiviteterna.

Att utvecklingen av den nya lastcykeln JySyTy har skett parallellt med projektet har också inneburit möjlighet till direkt feedback på vilken teknisk utrustning (t ex sensorer och batteriförsörjning) som fungerar och är lämplig. På andra hållet har CycleSense-projektet haft direkt påverkan på vägval i fordonets design och konstruktion. På så sätt har projektet metodmässigt haft inslag av konkret produktutveckling såväl för fordonsprodukten som för datainsamlingens it-infrastruktur.

Resultat

Resultat från CycleSense-projektet redovisas här utifrån följande delar:

- Affärsmodeller för CycleSense-data
- Teknisk plattform och IT-arkitektur
- Pilottest i verklig miljö
- Analys och resultat från testdata (pilottest)

Delarna täcker tillsammans in och svarar upp mot de uppställda resultatmålen. I beskrivningen av pilottestet i verklig miljö beskrivs också hur datainsamling och tester redan under projektet bidragit konkret till den parallella utvecklingen av den nya svenska godslastcykeln JySyTy. Beräkningsmodell, analys och resultat för den insamlade CycleSense-datan redovisas också relativt ingående. Resultaten visar tydligt lastcykelns fördelar avseende klimatutsläpp och energianvändning, och ger insikter som är viktiga för de rekommendationer som beskrivs i slutsatskapitlet.

Sammanfattningsvis visar CycleSense att datan kan skapa värde för kommuner (städer) och andra väghållare i dess ansvar att effektivisera det urbana transportsystemet, för åkerier och transportköpare som behöver minska sin klimatpåverkan från godsleveranser, och för leverantörer och köpare av godslastcyklar att uppnå en hög driftssäkerhet och ett kostnadseffektivt underhåll.

Affärsmodeller för CycleSense-data

Projektarbetet med affärsmodeller identifierade flera möjliga affärsmodeller inklusive leveranser av digital data insamlad från godslastcyklar. De mest lovande affärsmodellerna som identifierades var:

1. Leverans av data för CSRD-rapportering till transportköpare av last-mile transporter,
2. Leverans av transportdata inklusive geografiska data till offentliga myndigheter (kommuner, Trafikverket) avseende godslastcyklar,
3. Data om godslastcykelns funktion, användning och drift till ägare av fordonet (cykelåkerier) för beslut om proaktiv service och underhåll.

Data för CSRD-rapportering prioriterades inledningsvis men då det under projekttiden kom myndighetsbeslut som minskade och flyttade fram krav på sådan rapportering, samtidigt som de båda andra affärsmodellerna fick ökad uppmärksamhet i dialoger med intressenter och kunder, bedöms samtliga tre fortsatt intressanta. Data för CSRD- och annan hållbarhetsrapportering kan fortsatt vara intressant, och efterfrågan kan komma tillbaks när de nu framskjutna rapporteringskraven blir aktuella igen.

En ytterligare affärsmodell som kom att studeras översiktligt i slutfasen av projektet var data för kommunikation med privatpersoner vid e-handelsköp. Det finns en pågående utveckling där slutkunden av ett e-handelsköp också får ökat inflytande över distributionen av ett paket. En möjlig utveckling är att kunden ges fler

valmöjligheter även vad gäller last-mile transporten, t ex att kunna välja att paketet ska distribueras med en godslastcykeltransport vid webbutikens check-out. CycleSense-datan kan då användas även för att ge sådan information, men det fanns inte utrymme i projektet att gå vidare med att närmare studera krav på datan för sådan tillämpning.

CycleSense-data har även delats med högskolestudenter från University of Virginia, USA, för ett projektarbete i Lund under maj 2025. Studenternas arbete bekräftade intresse för identifierade affärsmodeller, särskilt 2 och 3. Studenterna gjorde både desktop research samt utforskade intresse och betalningsvilja hos svenska kommuner. De kunde verifiera att transportdata om leveranser med godslastcyklar saknas som planeringsunderlag i kommuner idag, och att det finns en betalningsvilja för tillgång till sådan data.

Datainsamling och affärsmodellsutveckling har pågått parallellt med utveckling av en ny svensk godslastcykel, JySyTy. Insikter om hur datan kan ge kompletterande digitala tjänster, integrerad med cykeln, har därför kunnat ge direkt påverkan på fordonsdesign och marknadsplan för JySyTy. JySyTy står inför kommersiell lansering hösten 2025.

Även it-leverantör av transportplaneringssystem (pinDeliver) har involverats i projektet, pinDeliver var inte projektpart från start men en viktig fråga i projektet blev att identifiera vilka aktörer som behöver medverka för att möjliggöra digitala tjänster i en kommersiell miljö. pinDeliver identifierades som en möjlig aktör för att i sitt it-system digitalt lagra och dela data om godscykelleveranser, detta eftersom de redan sedan tidigare hanterar och lagrar kunders data om aktuella godstransporter (t ex data om MoveByBikes rutter och leveranser).

pinDeliver hade redan tidigare identifierat en potentiell affärsmöjlighet i leverans av data för hållbarhetsrapportering (inkl CSRD-rapportering), och har via projektet fått ytterligare underlag för fortsatt implementering av sådan digital tjänst. Via det konkreta samarbetet och utbytet av data under projektets pilottest finns möjlighet till fortsatt utvecklingssamarbete mellan leverantör av godslastcykel (JySyTy), leverantör av planeringssystem (pinDeliver), och lastcykelåkeri (MoveByBike) att implementera digitala tjänster baserat på identifierade affärsmodeller.

Teknisk plattform och IT-arkitektur

För att möjliggöra leverans av den CycleSense-data som de olika affärsmodellerna ovan bygger på, och för att inom ramen för projektet samla in, lagra och analysera data behövdes en teknisk plattform för detta. Denna har skapats i en fungerande testmiljö där data under större delen av projekttiden har samlats in under ordinarie godsleveransturer hos projektpartnern MoveByBike (se beskrivning av pilottestet).

IT-arkitektur för insamling, lagring och analys av data

Insamlingsenhet

Valet av insamlingsenhet utgick från en tydlig kravbild: så mycket som möjligt skulle vara standardkomponenter, uppkoppling skulle ske via 4G och enheten behövde ha inbyggd GPS och accelerometer samt möjlighet att ansluta externa sensorer. Överföringen skulle kunna triggas av rörelsedetektering för att spara bandbredd, strömförsörjas från fordonets batteri och framför allt vara konfigurerbar så att data inte låses in i leverantörens moln. Kostnaden skulle hållas nere utan att tumma på funktionalitet.

Utifrån detta valdes Ruptela Pro 5. Den uppfyller samtliga krav och är kostnadseffektiv. Enheterna konfigurerades att skicka data direkt till vår egen server i stället för till Ruptelas plattform. Det ger full kontroll över rådata och gör lagring och analys möjliga utan begränsningar.

Insamling

Eftersom det saknades en färdig server för att ta emot data byggde vi en egen enligt Ruptelas dataspecifikation. Servern är skriven i Python, körs i Docker på DigitalOcean och tar emot TCP-paket från enheterna. Den avkodar inkommande nyttolaster och skriver rådata till en MongoDB. Ruptela-enheterna är konfigurerade att börja sända vid rörelse för att spara bandbredd. Om 4G-täckningen faller bort buffras data lokalt och skickas när uppkopplingen kommer tillbaka. Det ger en stabil datakedja även i tunnlar och andra skymda lägen.

Dataanalys

Varje enhet identifieras med sitt IMEI vilket gör att vi entydigt kan separera trafik per fordon. Data hämtas från databasen till Jupyter Notebooks där Python-skript städar, transformerar och berikar materialet. Denna miljö har använts för att ta fram ruttdetektering, grundläggande kvalitetskontroller och underlag för vidare beräkningar av energi och utsläpp.

Presentation & visualisering

Efter bearbetning visualiseras cyklarnas rörelser över tid och rum. Vi använder matplotlib för diagram, seaborn för statistiska vyer och Folium för kartor. Syftet är att snabbt kunna se ruttmönster, stoppfrekvens, hastighetsprofiler och avvikelser som kräver åtgärd utan att göra presentationen onödigt komplex.

Integration med TMS (pinDeliver)

Eftersom CycleSense-data enbart innehåller positions- och sensormätningar utan koppling till specifika leveranser eller paket, krävdes en integration med transportledningssystemet pinDeliver för att skapa ett komplett underlag. Utmaningen låg i att systemen saknade gemensamma identifierare, vilket innebar att rutterna behövde matchas på annan grund.

För detta utvecklades en algoritm som beräknar en likhetsgrad mellan CycleSense-rutter och rutter från pinDeliver, baserat på tidsmässig överlappning och geografisk samstämmighet. Den mest sannolika motsvarigheten identifieras och används för att slå samman datamängderna. På så sätt erhålls ett gemensamt dataset som

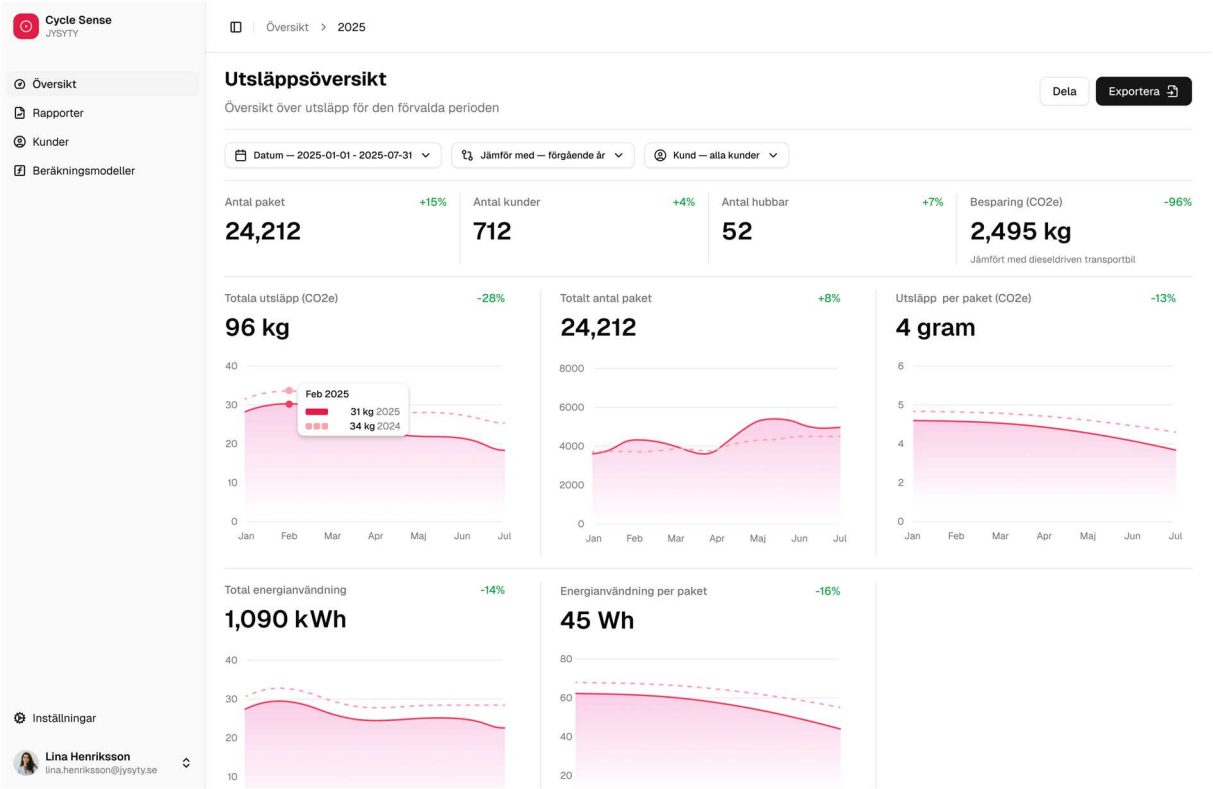
innehåller både GPS- och sensordata från CycleSense samt information om stopp och leveranser från pinDeliver.

Denna integration möjliggör analys på en nivå där transportdata kan relateras till faktiska uppdrag, vilket i sin tur gör det möjligt att beräkna utsläpp, energiåtgång och effektivitet per rutt eller per paket. Resultatet utgör därmed en central komponent för de affärsmodeller som bygger på rapportering och uppföljning av hållbarhetsdata.

Leverans och presentation av data

För affärsmodellen CSRD-rapportering har lämpligt leveransformat av data studerats. Feedback från kunder till MoveByBike (dvs transportköpare av paketleveranser och liknande) har gett att rådata i ett format som passar för sammanställning i andra system är det som mest efterfrågas. Aggregerad data som är sammanställd utifrån vad som behöver ingå i rapporteringen. Sådan rapportering skapas vanligen i någon variant av rapporteringsplattform, och något krav/efterfrågan på särskild visualisering av CycleSense-data är liten.

Som arbetsmaterial och diskussionsunderlag har ändå exempel på sådan visualisering tagits fram inom CycleSense, se översikt över en tänkt dashboard nedan. Det är fullt tänkbart att pinDeliver, som redan har liknande presentation för annan data i sitt transportplaneringssystem, skulle kunna skapa en dashboard över CycleSense-data på detta sätt, alternativt komplettera befintliga dashboards och visualiseringar med CycleSense-data. Även här behöver sådan rapportering efterfrågas av kunder (eller kunders kunder) för att bli intressant att skapa en kompletterande digital tjänst omkring.



Visualisering av CycleSense-data i en tänkt dashboard för en möjlig digital tjänst inom ramen för den studerade affärsmodellen CSRD- och hållbarhetsrapportering.

Pilottest i verklig miljö

Om pilottestet

Det övergripande syftet med denna del av projektet var att testa digitala lösningar för godscyklar i verklig miljö, tillsammans med kunder. Inom pilot-testet har befintliga godscyklar som används av MoveByBike utrustats med sensorer, och data har samlats in i verklig miljö och under ordinarie leveransturer. Datainsamlingen har gjorts i MoveByBikes godslogistikverksamhet i Malmö.

Andra siter har diskuterats i projektets inledande fas men av praktiska skäl valdes till slut Malmö. Där fanns såväl ett tillräckligt antal fordon, relevanta leveransturer och en väl fungerande serviceorganisation som kunde hantera testverksamheten med tillhörande service och felavhjälpning. Projektpartners insåg också att själva testmiljön hade underordnad betydelse för möjligheten att testa sensorer och lyckas med kontinuerlig datainsamling.[1]

En del av pilottestet var att också testköra den nya godslastcykeln från JySyTy. Detta har bara mot slutet av projekttiden (senvåren och sommaren 2025) varit möjligt att göra i verklig miljö eftersom utvecklings- och tillverkningsprocessen för den nya cykeln drog ut på tiden.

Däremot har pilottesterna som genomförts med befintliga godslastcyklar aktivt bidragit till utvecklingen av JySyTy-cykelns digitala system, inklusive dess digitala tjänster och erbjudanden. Exempel på detta är t ex test av CycleSense-sensorer som gav värdefull information inför val av sensorer till JySyTy. Ett annat exempel är analysen av CycleSense-data som gett underlag för vilka digitala tjänster som JySyTy bör erbjuda tillsammans med hårdvaran (dvs godslastcykeln). Indirekt har analysen av CycleSense-datan också gett information som kan användas i marknadsföring.

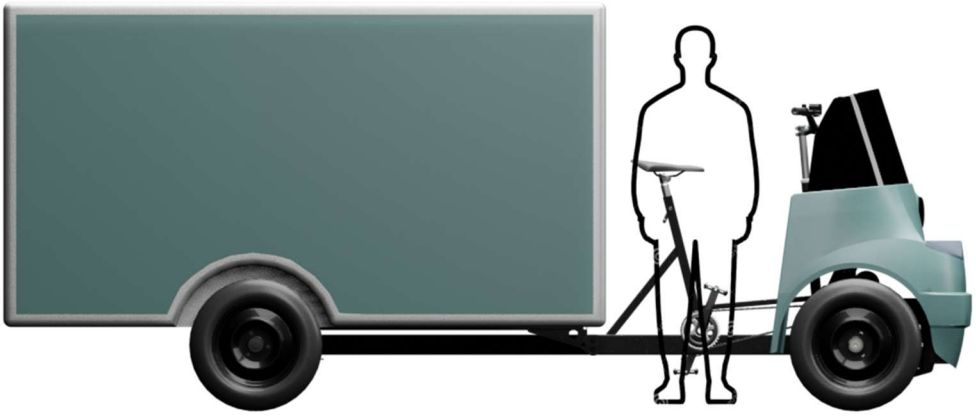
Nedan följer en beskrivning av JySyTy-cykeln som nu (sensommaren 2025) står inför nationell och internationell kommersiell lansering.

Jysyty – den vänliga och uppkopplade godslastcykeln

Projektparten Jysyty AB i CycleSense-projektet är ett fordonsföretag baserat i Lund. Jysyty AB tillverkar och säljer godscykeln Jysyty (www.jysyty.com). Den är designad för effektiv city-logistik, och för att vara driftsäker och lättanvänd i stadsmiljö.

Lastkapaciteten är omkring 300 kg och 3 kubikmeter. Olika lastskåp kan användas beroende på behovet, t ex aktiv kyla för mattransporter.

[1] Beskrivning av it-infrastrukturen inkl sensorer för datainsamling beskrivs i avsnittet ”Teknisk plattform och IT-arkitektur” ovan.

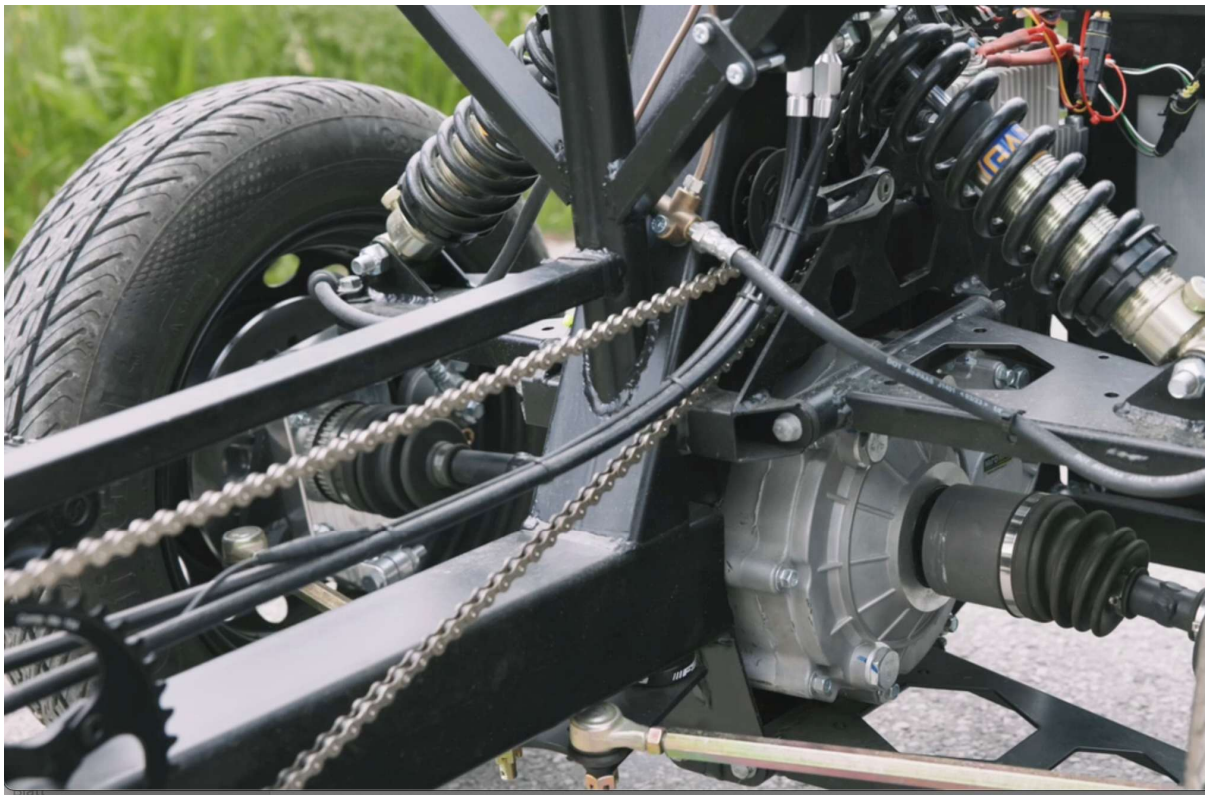


Jysyty-cykeln har fyra hjul, cykeltrampor och en elmotor som assisterar när föraren trampar (el-assistans upp till 25 km/h). Föraren kan justera sittposition och styre, för att cykla bekvämt. Elmotorn drivs av två batterier, som kan bytas mot fulladdade när Jysyty är inne på godsterminalen och lastar om för nästa leveransrunda. JySyTy-cykeln är mer robust än tidigare godslastcyklar och skapad för maximal drifttid och minimalt stillestånd.

Cykeln är utvecklad med fokus på driftsäkerhet och enkelt underhåll. Alla viktiga mekaniska och elektriska funktioner (inklusive sensor för datainsamling) är

lättåtkomligt placerade i framvagnen. Många delar i konstruktionen är robusta fordonskomponenter som finns tillgängliga på ordinarie reservdelsmarknaden.

Konstruktionen är framhjulsdriven. Cykelkedjan går framåt från trampnavet och driver framhjulen tillsammans med elmotorn.



Lastskåpet för godset är upphängt med luftfjädring som skyddar mot skakningar. Ojämnheter i vägbanan tas upp genom att bakvagnen vrider sig längs chassit, så att godscykeln rullar stadigt utan att kränga.

Jysyty-cyklarna samlar in driftinformation i realtid med sensorer och GPS, t ex position, körsträckor, batterispänning, energiförbrukning, temperatur, felindikationer m m. All data lagras och är tillgängligt i en plattform för driftansvarig, fordonsägare

och logistik-operatör som kan följa användning av fordonen och planera drift och underhåll.

Detta digitala lager av godslastcykeln gör det möjligt att samla in och leverera data för alla de affärsmodeller och affärsmöjligheter som diskuterats inom ramen för CycleSense. Sannolikt kommer JySyTy-cykeln att vid framtida leverans erbjuda sensorer för datainsamling monterade i såväl cykelfordonet som i lastskåpet. Lastskåp har redan idag delvis sin egen elektronik och ibland även egen batteridrift för t ex belysning och kyla. Sensor i lastskåpet möjliggör insamling av sådan driftsdata inklusive temperaturövervakning. Det är också relativt vanligt att lastskåp flyttas mellan olika cykelfordon beroende på leveransuppdrag och förutsättningar för aktuell tur.

Analys och resultat från testdata (pilottest)

En delmängd av datan som under testperioden kontinuerligt samlats in i CycleSense har använts för analys och jämförelse med alternativa leveransfordon. Syftet med denna analys och jämförelse är dels att skapa en relevant beräkningsmodell för analys av CycleSense data, dels att utifrån aktuella data göra jämförelser som ger underlag för rekommendationer till olika delar av ekosystemet för godslastcyklar.[2]

Beräkningsmodell

Grunden för genomförda beräkningar vilar på den faktiska ruttlängden, som beräknas från CycleSense-data[3] med hjälp av Haversine-metoden. Metoden beräknar avståndet mellan två punkter på en sfär, i detta fall två koordinater på jordens yta. Genom att summera avstånden mellan samtliga GPS-punkter på den aktuella rutten erhålls ruttens totala längd. Även höjdskillnadens påverkan på avståndet kan beaktas med CycleSense data men beräkningarna har gjorts i 2D. Det beror på att rutten ska jämföras med en optimerad bilrutt från PinDeliver (ruttplaneringssystemet som MoveByBike använder), vars längd beräknas i 2D i deras system.

Från MoveByBike erhålls underlag för energianvändning i cyklarna. Erhållet underlag baseras på uppmätt laddad mängd el (brutto, inklusive förluster när batteriet laddas) som använts för en specifik rutt. Utifrån underlaget har en energianvändnings-parameter för lastcykel beräknats [kWh/km].

Genom att multiplicera ruttlängd med energianvändningsparametern erhålls total energianvändning för en specifik rutt. Den kan i sin tur multipliceras med en utsläppsfaktor för el, som i genomförda beräkningar hämtas från Naturvårdsverket och gäller för nordisk elmix 2024. Därigenom erhålls utsläpp av koldioxidekvivalenter [CO2e] från den aktuella rutten. Värt att notera är att nordisk elmix ger ett relativt högt utsläppsvärde för el. Ett lägre värde kan nyttjas för utsläppsberäkningarna genom

[2] Data från CycleSense (sensorer) och PinDeliver (TMS) har erhållits i json-format och databehandling, beräkningar och analyser har gjorts med Python-kod. Kompletterande dataunderlag har hämtats från relevanta externa källor, vilka beskrivs i avsnitt ”Beräkningsmodell”.
[3] För varje distributionsrutt erhålls GPS-registreringar från CycleSense, där det för varje registrering sparas en mängd data. För den här aktuella beräkningsmodellen används data om koordinater (latitude, longitude, altitude), en tidsstämpel (Unix-format) samt aktuell hastighet.

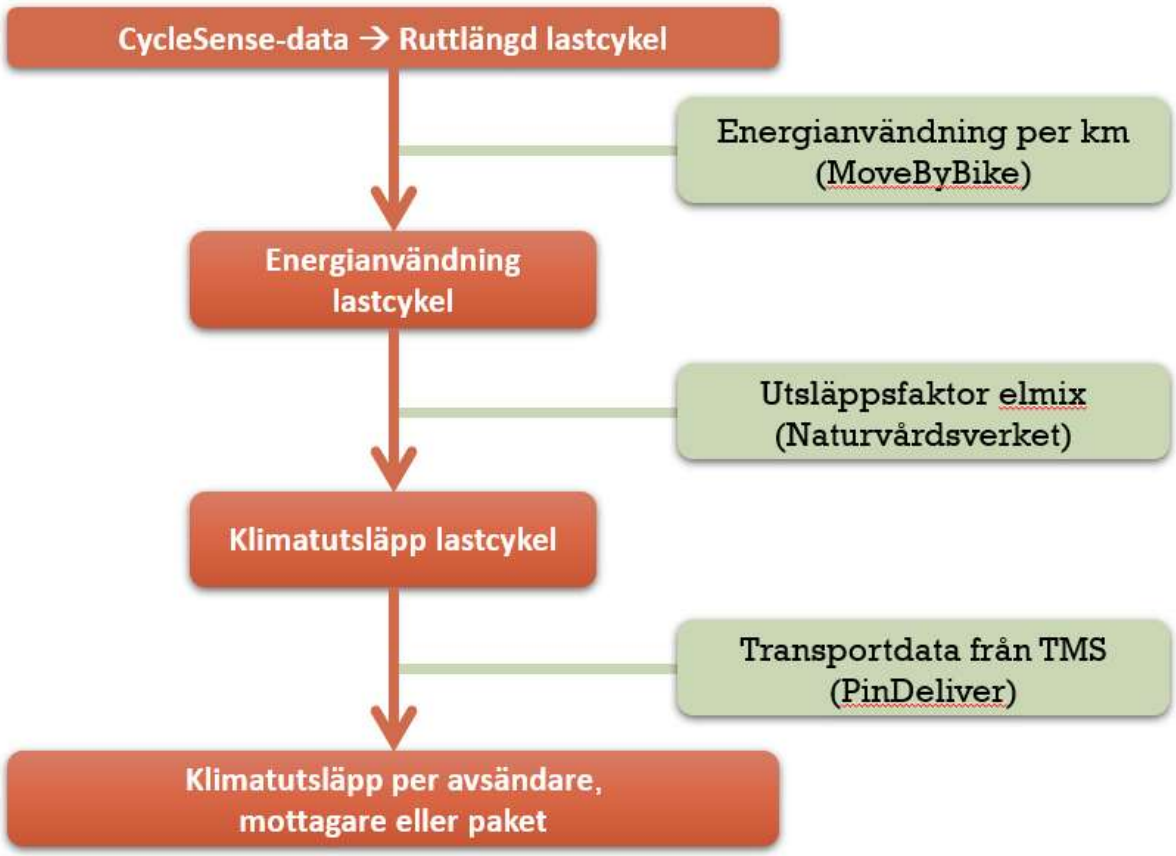
exempelvis förnybar el från egen produktion eller genom avtal om förnybar el med ett elhandelsbolag.

Slutligen kan utsläppen per rutt fördelas per avsändare, mottagare eller paket för det aktuella transportuppdraget med transportdata från PinDeliver-systemet. Detta underlag har två identifierade primära användningsområden:

- Underlag till en årlig utsläppsrapport från cykeldistribution till respektive avsändare (se avsnitt om affärsmodeller för CycleSense-data)
- Underlag för att på förhand skatta utsläpp från distribution av ett paket. Detta kan användas till exempel vid check-out inom e-handel, för att informera en konsument om vilka utsläpp som genereras beroende på val av transportsätt.

Utsläppen fördelas på avsändare eller paket med hjälp av ett medelvärde baserat på hela rutten och antalet avsändare/paket. Tillgängligt dataunderlag möjliggör en detaljerad uppföljning, i teorin på en nivå där varje pakets resa på rutten kan avståndsbestämmas separat. Det medför dock en mer avancerad och resurskrävande hantering av data och bedöms inte tillföra något mervärde för vare sig avsändare eller mottagare. Den slutgiltiga rutten och hur många paket som kommer transporteras är inte känt i förväg, så att följa varje enskilt paket avseende energi och utsläpp kan inte användas till en förhandsuppskattning vid exempelvis e-handel. Avsändaren bedöms inte heller erhålla något mervärde av denna mer avancerade beräkningsmetod, då det kommer avvika åt båda hållen över tid, och i slutändan troligtvis bli ungefär samma. Inte minst beaktat att utsläppsmängderna från cykeldistribution är små jämfört med alternativa distributionssätt.

Slutligen kan det principiellt också anses orättvist att två kunder som betalar för cykeldistribution ska få olika utsläpp för att de råkade hamna i början respektive slutet av en distributionsrutt. Rutten kan genomföras för att det totala antalet mottagare på rutten skapar kommersiella förutsättningar för det. Således bedöms det fullt rimligt att de också delar på utsläppen som distributionen ger upphov till, utifrån antalet paket och inte utifrån var på rutten dessa lämnas till mottagare. Denna fördelningsprincip är också i linje med hur motsvarande lastbilstransporter normalt sett hanteras.



Övergripande beräkningsmodell för CycleSense-datan

Jämförelse med motsvarande lastbilstransport och resultat

CycleSense-data från MoveByBikes lastcykeldistribution i pilottestet har jämförts med ett motsvarande distributionsuppdrag utfört med ett konventionellt motordrivet transportfordon. För det transportuppdrag som här analyserats (en av MoveByBikes distributionsrutter från Malmö utförd i mars 2025) bedöms tidsfönstret vara dimensionerande. Således skulle ett motordrivet transportfordon inte kunna dra nytta av en större lastkapacitet, och jämförelsen har därför gjorts med två mindre transportbilar med liknande lastvolym som en lastcykel. MoveByBikes lastcyklar har ca 3,1 m3 lastvolym[4] och valda referensfordon har 3,1 m3 (VW Caddy Cargo TDI) respektive 3,5 m3 (Renault Kangoo Z.E.). Underlag för referensfordonen har hämtats från respektive tillverkares/återförsäljares webbplatser under våren 2025.

Lastcykeln har jämförts med tre olika referenser; VW Caddy med mk1 diesel, VW Caddy med HVO100 samt Renault Kangoo med eldrift. Utsläpp och energi för diesel och HVO har hämtats från Energimyndighetens statistik[5] för 2024 och för el används utsläppsvärden för nordisk elmix 2024 från Naturvårdsverket (dvs samma elmix som för lastcykeln). För referensfordonen har det gjorts ett par antaganden som är viktiga att beakta och som gynnar transportbilarna i jämförelsen med lastcykel. Dels antas

[4] Enligt MoveByBike.
[5] https://www.energimyndigheten.se/statistik/ovrig-energistatistik/statistik-om-biobranslen-och-drivmedel/

VW-modellen ha minsta motorn, dels har värden för energianvändning och utsläpp utgått från WLTP[6] och blir sannolikt högre i verklig drift.

Drivmedel	MJ/liter	g CO2e/MJ	kWh/liter	g CO2e/kWh
MK1 diesel, rapporterat 2024	35,8	89,9	9,95	323
HVO100, rapporterat 2024	34,1	16,0	9,48	58
El, nordisk elmix 2024	-	-	-	90

Not: För diesel och HVO beräknat med konverteringsfaktor 0,278 kWh/MJ från Naturvårdsverket (https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/luft-och-klimat/berakna-klimatpaverkan/).

Fordon	liter/km	kWh/km
VW Caddy Cargo 2.0 TDI 75 hk, WLTP-värden	0,046	
Renault Kangoo Z.E., WLTP-värden		0,18
Lastcykel, uppmätt (brutto, inkl. laddförluster)		0,064

Exempelberäkningarna har gett följande resultat:

Typfordon	Ruttlängd, km	Energiåtgång, kWh	Klimatutsläpp totalt, g CO2e	Klimatutsläpp per paket, g CO2e
VW Caddy Cargo mk1 diesel	21,6	9,9	3195	107
VW Caddy Cargo HVO100	21,6	9,9	542	18
Renault Kangoo Z.E. eldrift	21,6	3,9	350	12
Lastcykel	20,1	1,3	115	4

Sammanfattning av resultat, inklusive några reflektioner från genomförda beräkningar, presenteras i punktform här nedan:

[6] WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure) är en global standard för att mäta bränsleförbrukning, koldioxidutsläpp och räckvidd hos fordon och testerna utförs i ett laboratorium för att säkerställa jämförbara resultat under kontrollerade förhållanden.

- Resultaten visar tydligt lastcykelns fördelar avseende utsläpp och energianvändning. Även jämfört med lastbil med eldrift blir energianvändning och utsläpp väsentligt lägre. I tabellen ovan är lastcykelns energianvändning endast ca 30% av lastbil med eldrift (13% jämfört lastbil med dieseldrift) och CO2-utsläppen också ca 30% (4% jämfört dieseldrift).
- Skillnaderna gentemot mer konventionella motordrivna transportfordon är sannolikt större i praktiken, då WLTP-värden har använts i beräkningarna.
- Utsläppsvärden för elbil och lastcykel kan sänkas ytterligare genom nyttjande av förnybar el, medan HVO100 ger de lägsta utsläppen för dieselfordon med dagens marknadsutbud.
- HVO100 har det lägsta utsläppsvärdet i beräkningarna men genererar ändå större utsläpp i drift än eldrift, till följd av sämre energieffektivitet i motor och drivlina.
- Lastcykelns möjlighet att nyttja även cykelinfrastruktur och andra genvägar innebär att ruttlängden i exemplet blev 7% kortare än den optimerade bilvägsrutten från PinDeliver.

Notera att jämförelse och resultat ovan relevanta för transportuppdrag där lastkapacitet inte är en begränsande faktor, och där det geografiska området är lämpligt för cykeltransporter. Det finns självklart transportuppdrag där en lastcykel inte på ett realistiskt sätt kan ersätta motordrivna lastbilar.

Något som inte kunnat verifieras med en motsvarande jämförelse som ovan, men som är känt hos MoveByBike genom tidigare erfarenhet är att även tiden per stopp för leverans av paket blir kortare med lastcykel. Lastcykeln kommer närmare målpunkten och behöver inte lika ofta lägga tid på att parkera fordonet.

Slutsats, lärdomar och nästa steg

CycleSense har skapat insikter om hur data från godslastcykeltransporter kan skapa värde på flera ställen i ekosystemet och i flera olika leverantörs-kund förhållanden i leveranskedjan. CycleSense har även verifierat att det finns ett intresse från offentliga aktörer för data om godscykel-leveranser, i syfte att bättre förstå, planera och utveckla ett mer hållbart transportsystem. Insikter från projektet har god potential att implementeras i olika parters system eller tjänsteleveranser inom ramen för ordinarie affärs- och tjänsteutveckling. Detta lärande i projektet förväntas aktivt bidra till vidareutveckling av digitala tjänster hos deltagande projektpartners, främst de som är direkt del av den aktuella logistikkedjan (MoveByBike, JySyTy, pinDeliver).

En beräkningsmodell för den insamlade CycleSense-datan har tagits fram. Resultaten visar tydligt lastcykelns fördelar avseende klimatutsläpp och energianvändning, och ger insikter som är viktiga för rekommendationerna nedan. Sammanfattningsvis visar resultaten från CycleSense att last-mile transporterna från el-godslastcyklar minskar energianvändningen och klimatutsläppen med ca 70% jämfört med ett konventionellt eldrivet distributionsfordon. Körsträckan blir också 5-10% kortare enligt data från pilottestet i Malmö. Detta visar tydligt att last-mile transporter i urbana miljöer med godslastcyklar har en stor potential att bidra till effektivare och mer hållbara godstransporter.

Rekommendationer för hur kan digitala godslastcyklar bättre integreras i logistikkedjor och transportsystem

CycleSense ger följande rekommendationer kring godslastcyklar för last-mile transporter i urban miljö:

Det offentliga (kommuner, väghållare). Se över möjligheten att köpa in (gods)transportdata från branschaktörer (inte enbart cykel utan även lastbilstransporter). Kunskap om vad som transporteras och var ger bättre förståelse och planeringsunderlag. Det kan ge en bild av hur transportintensiva olika slags verksamheter är, det identifierar tunga stråk för godstransporter och dimensionerar infrastruktur m m. Det kan ge underlag för att se ökad samlastningspotential och generella samhällsbyggnad- och transportsåtgärder, till exempel gena och bra cykelvägar anpassade för godslastcyklar.

Godstransportörer & åkerier. Förse lastcyklar med sensorer för att möjliggöra transporttjänster och utsläppsberäkningar på samma villkor som nyare konventionella transportfordon ofta har med installerade fordonsdatorer. Detta ger underlag för realtidsspårning, ruttoptimering som kan effektivisera rutter. Datan kan också ge driftdata för planering av proaktivt underhåll och lämpliga serviceintervall. Ett tredje tillämpningsområde är att besvara frågor från kund/transportköpare och väghållare.

IT-leverantörer/systemleverantörer. Det framstår som att det finns ett intresse hos många av Sveriges kommuner att bättre förstå godstransporterna i den egna staden. Och sannolikt finns en vilja hos transportörerna att mot ersättning förmedla denna data, om det kan ske anonymiserat utan kommersiella risker (observera att

anonymisering är kritisk faktor för att vilja/våga dela sin data). En tjänst som möjliggör detta utbyte skulle sannolikt efterfrågas av ett flertal aktörer och skapa affärsmöjligheter. Lagring och delning av data kan bli en kompletterande affärsmöjlighet inom ramen för redan existerande it-infrastruktur.

Transportköpare. Synliggör era utsläpp och arbeta aktivt för att minska dem. Ha med i era rutiner att kravställa och samla in årliga utsläppsrapporter från era transportörer och kontrollera löpande att era ställda krav efterlevs i praktiken. Finns potential att effektivisera (spara pengar, minska utsläpp). Ger perspektiv på verksamheten och lågt hängande frukter, underlag för åtgärder inkl upphandling av transporttjänster

Lagstiftare och nationella myndigheter. Analysen av data i CycleSense visar att godslastcyklar har många fördelar för både näringsliv och samhälle i stort. Det finns mycket i regelverk och lagstiftning som kan göras för att ytterligare stimulera denna typ av godstransporter, ge dem bättre förutsättningar och öka dess konkurrensförmåga.

E-handel. Det finns en pågående utveckling där slutkunden av ett e-handelsköp också får ökat inflytande över distributionen av ett paket. En möjlig utveckling är att kunden ges fler valmöjligheter även vad gäller last-mile transporten, t ex att kunna välja att paketet ska distribueras med en godslastcykeltransport vid webbutikens check-out. I ett sådant scenario kan CycleSense hjälpa slutkund att kunna göra medvetet och välunderbyggt val om transporten, baserat på dennes individuella preferenser.

Spridning och publikationer

I projektet har det genomförts referensgruppsmöten med intressenter i ekosystemet, och leveranskedjan, för urbana godscykel-leveranser. På referensgruppsmötena har även deltagit offentliga aktörer eftersom de dels är viktig aktör i ekosystemet, dels en potentiell köpare av data. På mötena har resultat från projektet presenterats och diskuterats återkommande.

Utöver referensgruppsmöten ungefär en gång per halvår har direkta dialoger och möten hafts med leverantörer och kunder till MoveByBike. Med kunder för att få feedback på affärsmodell och datainnehåll, med IT-leverantör (pinDeliver) för att diskutera lagring och delning av CycleSense-data.

CycleSense har deltagit i seminarier med andra Drive Sweden-projekt, och i Drive Swedens nätverk för mikrologistik. CycleSense deltog också i seminarium på Almedalsveckan 2024 på temat hur nya affärsmodeller kan driva omställningen. Detta har varit intressanta och viktiga forum för erfarenhetsutbyte och resultatspridning.

Maj 2025 möjliggjorde MoveByBike och CycleSense-projektet ett studentprojektarbete med studenter från University of Virginia som var i Lund och Malmö under ett par veckors tid. De fick ta del av all relevant CycleSense dokumentation, inklusive insamlade data. En öppen presentation gjordes på Lunds Universitet 28 maj 2025.

Extern kommunikation har även skett via nyhetspublicering, nyhetsbrev och sociala medier, främst via Trivectors kanaler. Efter projektets slutförande planeras deltagande på Transportforum (jan 2026), presentation vid nästkommande Drive Sweden Forum, samt ytterligare spridning via nyhetsbrev.

Denna Drive Sweden-rapport blir fortsatt kunskapsspridning efter projektet och kommer aktivt sprida av projektpartners. Den kommer också finnas tillgänglig för nedladdning på webbplats.

Drive Sweden är ett av regeringens sjutton strategiska innovationsprogram (SIP). Drive Sweden består av partners från akademi, industri och samhälle och tillsammans tar vi oss an utmaningarna kopplade till nästa generations mobilitetssystem för människor och varor. SIP-programmen finansieras av Vinnova, Formas och Energimyndigheten. Lindholmen Science Park AB är värd för Drive Sweden.