

Pro & Pro

Makes people and business successful



KLIMATNYTTA GENOM AKTIVITETSKLASSIFICERING

bron.

UTSLÄPPSMÄTNING AV ENTREPRENADMASKINER

INTERNET
OF THINGS
SVERIGE

Finansieras av:

 Energimyndigheten

VINNOVA

FORMAS 

Projektet **Utsläppsmätning av entreprenadmaskiner** är finansierat av IoT Sverige som syftar till att skapa innovativ samhällsutveckling genom IoT. Projektet koordineras av Bron Innovation och samlar 7 organisationer som arbetar tillsammans.

Pro&Pro

Makes people and business successful

KLIMATNYTTA GENOM AKTIVITETSKLASSIFICERING

*Rapport skriven av:
Teodor Wickman & Daniel Adelanders*



An aerial photograph of a construction site. In the foreground, a yellow excavator is positioned on the left, and a yellow dump truck is in the center. A white truck is visible at the bottom of the frame. The ground is a mix of dirt and gravel, with various construction materials and equipment scattered around. A semi-transparent white box containing a table of contents is overlaid on the right side of the image.

INNEHÅLL

Introduktion	7
Omvärldsanalys	8
Behovsanalys	9
Ordlista	10
5 vägar till klimatnytta	11
Klimatsmarta byggen	12
Klimatsmart flotta	14
Klimatsmart körning	16
Klimatsmart upphandling	18
Klimatsmarta fordon	20
Rekommendationer	22
Slutsatser	25



INTRODUKTION

Denna rapport presenterar ett arbete som genomfördes av Pro&Pro inom projektet Utsläppsmätning av entreprenadmaskiner där syftet var att utforska möjligheterna att använda aktivitetsklassificering för att skapa klimatnytta. Arbetet genomfördes genom en omvärldsanalys, en behovsanalys och två workshops inom projektet.

Utsläppsmätning av entreprenadmaskiner¹

Mellan åren 2022-2023 genomförs projektet Utsläppsmätning av entreprenadmaskiner. Projektet finansieras av IoT Sverige, en satsning från Vinnova, som syftar till innovativ samhällsutveckling genom IoT.

Projektet kommer utveckla en IoT- och AI-baserad aktivitetssensornod som kan klassificera entreprenadmaskinens aktivitet och korrelera aktivitet mot CO2-utsläpp.

Målet med projektet är att möjliggöra utveckling av IoT-baserade lösningar ämnade för entreprenadmaskiner med syftet att reducera och synliggöra CO2-utsläpp i planering, upphandling och redovisning.

Projektet samlar 7 organisationer som innoverar tillsammans:

- Bron Innovation
- Mittuniversitetet
- Pro&Pro
- Sundsvalls kommun
- Region Västernorrland
- Imagimob
- Portal+

Bron Innovation²

Projektet koordineras av Bron Innovation.

Bron Innovation är Västernorrlands IT-kuster och Digitala Innovationshub. I Bron samlas cirka 100 privata och offentliga aktörer till samverkan som bidrar till tillväxt och regional utveckling.

Bron har tre fokusområden för sin verksamhet: Innovation & Tillväxt, Kompetens & Attraktivitet, Nätverk & Mötesplatser. Inom dessa områden bedriver vi projekt och aktiviteter utifrån medlemmarnas vilja.

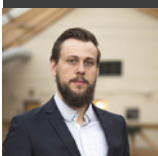
IoT Sverige³

Internet of Things Sverige (IoT Sverige) är ett av 17 strategiska innovationsprogram (SIP) som arbetar för att hitta lösningar på globala samhällsutmaningar och ökad internationell konkurrenskraft. IoT Sverige och övriga strategiska innovationsprogram finansieras gemensamt av myndigheterna Vinnova, Energimyndigheten och Formas.

Pro&Pro⁴

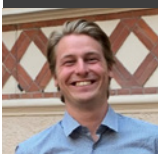
Vår ambition är att se människor lyckas och verksamheter att utvecklas. För att vara framgångsrika i detta är vår syn att det krävs ett samspel mellan strategi, affärs- och verksamhetsutveckling, ledarskapsutveckling och individutveckling och ett samspel mellan det hårda och mjuka. Inom strategiområdet som omfattar kvalificerad analys, strategiutformning och strategiimplementation, har vi samlat vår kompetens kring långsiktig hållbar förnyelse och tillväxt av företag, organisationer och geografiska områden eller specifika verksamhetsområden och affärer.

VÅRT TEAM



DANIEL ADELANDER

Daniel är managementkonsult på Pro&Pro och specialiserar sig inom strategiutveckling, innovationsledning och utforskande av vår framtid och omvärld. Daniel strävar efter att skapa förståelse inom komplexitet.



TEODOR WICKMAN

Teodor är ambitiös och motiveras av att lära sig nya saker varje dag samt utveckla andra till sin fulla potential. Han skapar resultat genom sin analytiska och kommunikativa förmåga i samspel med att vara duktig på att utveckla relationer.

¹ <https://www.broninnovation.se/>

² <https://www.broninnovation.se/iot-utslappsmatning-entreprenadmaskiner>

³ <https://iotsverige.se/om-oss/om-iot-sverige>

⁴ <https://proandpro.se/>

OMVÄRLDSANALYS

Entreprenadbranschen anses ha halkat efter när det kommer till miljöarbete och det är inte förrän de senaste åren som branschen i helhet har lyfts och tagit ett fastare tag om klimatarbetet. Det visade sig att många tillverkare nyttjar någon form av IoT-lösning i sina maskiner, men enkom sex av de tio största tillverkarna nyttjar IoT för att utveckla aktivitetsklassificering. Det tyder på att aktivitetsklassificering ännu är ett tämligen outforskat område inom entreprenadbranschen.

Sett till de sex maskintillverkare som utvecklar aktivitetsklassificering var det fyra som nyttjade tekniken till att förbättra sina klimatprestationer. De övriga två nyttjade i stället aktivitetsklassificering som ett verktyg för att bättre kunna prediktera slitaget av maskindelar och på det sättet möjliggöra för maskinerna att köra så mycket som möjligt med så få servicestopp som möjligt.

Nedan presenteras kort hur var och en av de fyra maskintillverkarna skapar klimatnytta med hjälp av aktivitetsklassificering:



Volvo CE

Volvo CE mäter förarnas körmönster och utifrån datan bestäms det om det ska erbjudas en kurs i ecodriving. Fortsatt mäts bränsleförbrukningen som hjälper ledarna att identifiera avvikelser i förarnas körning som gör att maskinens förbrukning är onödigt hög. Aktivitetsklassificering nyttjas också tillsammans med sensorer som mäter hur mycket maskinerna lastas för att varje grävtag, plogning eller fraktning ska ske så effektivt som möjligt.

John Deere

John Deere använder aktivitetsklassificering för att kunna jämföra körningen av olika maskiner och förare med varandra för att kunna identifiera avvikelser. Likt Volvo CE nyttjas också tekniken för att se till att varje maskin arbetar med optimal belastning.

CASE Construction

CASE Construction identifierar avvikelser i arbetet genom ovanlig tomgångskörning och minskar utsläppen från maskinerna genom att optimera arbetsplatsen genom så kallad Fleet Management. Aktivitetsklassificeringen möjliggör för entreprenörerna att sätta rätt maskin på rätt plats för att optimera arbetsflödet på arbetsplatsen.

CAT

CAT arbetar med att identifiera onödig tomgångskörning med hjälp av aktivitetsklassificering. Som tillägg till aktivitetsklassificering nyttjas också GPS-sensorer för att se till att maskinerna håller sig inom det område som de ska arbeta på, och därmed inte körs onödigt långt.

Sammanfattande kommentar

Som kan läsas ovan nyttjas aktivitetsklassificering på olika sätt för att minska entreprenadmaskinernas utsläpp och vad som mer visas är att vägen mellan själva tekniken aktivitetsklassificering och minskade utsläpp inte är helt rak. Aktivitetsklassificering skapar insikter som entreprenörer sedan kan använda för att minska sina utsläpp.

En andra insikt är att det är enorma mängder data som genereras när maskinerna körs, och plattformen som samlar in denna datamängd måste kunna hantera den på ett bra sätt. I dagsläget är det endast CASE Construction som erbjuder att hantera data från andra tillverkares maskiner. Det kan leda en del utmaningar eftersom de flesta entreprenadprojekt innehåller maskiner från olika tillverkare.

BEHOVSANALYS

För att identifiera vilka behov som idag finns inom entreprenadbranschen kopplat till klimatarbete och vad aktivitetsklassificering kan bidra med genomfördes en behovsanalys där tre entreprenadaktörer intervjuades. Nedan presenteras resultaten från intervjuerna:

Volvo CE

Volvo CE har gjort det mest ambitiösa klimatlöftet av samtliga entreprenadmaskintillverkare i världen. Till 2040 ska företaget vara CO₂-neutrala vilket ställer stora krav på klimatarbetet. Sett till Volvo CE:s kunder varierar behovet av att minska sina utsläpp. En tydlig skillnad mellan kunderna är att de större kunderna i dagsläget i större mån är villiga att betala mer för miljövänliga lösningar. En miljövänlig lösning kan till exempel vara att köpa en maskin som drivs av el. Volvo CE utrustar redan idag sina maskiner med sensorer som möjliggör aktivitetsklassificering, men det är inte alla kunder som nyttjar det. Det tros bero på att olika kunder har olika teknisk mognadsgrad.

Framåt sett ser Volvo CE att intresset för klimatsmarta lösningar kommer att öka och det handlar mer om när den stora massan inom entreprenadbranschen kommer att vilja ställa om. Som nämnt ovan är det de större kunderna, än så länge, som visat störst intresse för miljövänligare maskiner. Detta eftersom dessa kunder har större finansiella resurser att röra sig med. Volvo CE har dock visat att mindre insatser såsom ecodriving-kurser kan hjälpa entreprenörer att minska sina utsläpp med upp till 30-50%.

Sundfrakt

Sundfrakt har inte möjlighet att mäta sina utsläpp helt med direkta mått. För att beräkna sina utsläpp används en kombination av reella mätvärden och framräknade schabloner. Efterfrågan på klimatvänliga lösningar har ökat de senaste åren och Sundfrakt spår att denna ökning kommer att fortsätta i framtiden. Även om efterfrågan ökat är det inte alla aktörer idag som vill investera i mer miljövänliga maskiner eftersom det än så länge är en stor kostnadsfråga, framför allt för mindre aktörer. För att möjliggöra ett mer utbrett klimatarbete menar Sundfrakt att efterfrågan på miljövänliga lösningar samt viljan att betala för dessa lösningar måste komma från kund.

Sett till tekniska utmaningar sker mycket av Sundfrakts miljörapporteringsarbete ut mot kund via manuella medel. Med ökade krav på miljörapportering skulle Sundfrakt gynnas av en lösning som dels kunde samla data och generera rapporter automatiskt.

Skanska

Likt Sundfrakt arbetar Skanska med en kombination av reella mätetal och schabloner i sina klimatrappporter. För företaget är klimatdeklarering och hållbarhetsrapportering en viktig del av entreprenadprojekten, och efter 1 januari 2022 måste alla byggnader ha en klimatdeklaration efter beställningar från Boverket. Skanska har själva arbetat med klimatkalkyler i många år för att kunna visa utsläppen som ett bygge genererar. Via kalkylen kan företaget sedan se var insatser kan göras för att minska utsläppen. Det ökade intresset för miljövänliga lösningar tros, likt de andra intervjuade aktörerna, öka i framtiden.

Eftersom Skanska arbetar med många och stora fordonsflottor saknas övergripande kontroll på maskinerna. Därför ses en stor potential med att kunna övervaka entreprenadmaskiner med hjälp av aktivitetsklassificering och på så sätt möjliggöra en effektivare hantering av fordonsflottorna, likt Fleet Management som nämnts tidigare.

Sammanfattande kommentar

Alla aktörer som intervjuats stämmer in i att intresset för klimatarbete kommer att fortsätta öka i framtiden, samt att alla såg vinning i att kunna övervaka entreprenadmaskinerna med hjälp av aktivitetsklassificering. Fortsatt menade alla att klimatkraven måste komma från kund. Därför kan det vara av stort värde för offentliga upphandlare, som står för stora affärer, att kunna sätta spetsigare miljökrav för då kan det sätta en helt annan miljöpress på hela entreprenadbranschen.

Volvo CE är en av världens största maskintillverkare och ligger långt fram i klimatomställningen.

Sundfrakt är ett av Sveriges största maskin- och logistikföretag med fokus på hållbarhet och digitalisering i affärerna.

Skanska är ett av världens ledande bygg- och projektutvecklingsföretag i Norden, Europa och USA.

ORDLISTA

Denna sida innehåller förklaringar av olika viktiga begrepp inom aktivitetsklassificering.

Entreprenadmaskiner¹

En entreprenadmaskin, eller anläggningsmaskin, är ett motordrivet fordon eller maskin som används för markarbeten, vägunderhåll, byggen, rivning, jordbruk eller godshantering.

Aktivitetsklassificering

Aktivitetsklassificering i detta fall innebär identifiering av vilken aktivitet en entreprenadmaskin genomför. Detta görs genom en kombination av sensordata och artificiell intelligens som söker efter mönster som kan identifiera pågående aktivitet.

Huvudaktivitet

Eftersom en aktivitet kan definieras på olika sätt väljer vi i det här arbetet att dela upp aktiviteter i huvudaktiviteter och underaktiviteter.

En huvudaktivitet är entreprenadmaskinens pågående syfte, vad det är för arbete som ska göras. Exempelvis kan fordonets huvudaktivitet vara schaktning som består av underaktiviteter som grävning och transport.

Underaktivitet

Aktivitetsklassificering kommer identifiera aktivitet i relativt korta intervall vilket inte lämpar sig för identifiering av en huvudaktivitet. I stället kommer de aktiviteter som klassificeras vara underaktiviteter. En underaktivitet är beståndsdelarna i en huvudaktivitet.

Elementarfall

Elementarfall syftar på elementarfördelning av underaktiviteter i en huvudaktivitet. Genom att ta fram elementarfall kan huvudaktiviteter, eller avvikelser från huvudaktiviteter, identifieras genom insikt i pågående underaktiviteter.

Totalentreprenad²

En totalentreprenad karaktäriseras av att entreprenören själv utför eller för egen räkning låter utföra projekteringen. Beställaren har som underlag vanligen lämnat ifrån sig någon form av enklare handlingar, där krav på den tänkta funktionen framgår, men inte exakt hur något skall vara.

Underentreprenad²

Underentreprenader utförs på beställning av totalentreprenören. Den som anlitas arbetar åt totalentreprenören, inte åt dennes beställare direkt. Men oftast skall beställaren godkänna dem som av huvudentreprenören får anlitas för underentreprenader.

¹ <https://sv.wikipedia.org/wiki/Anl%C3%A4ggningsmaskin>

² <https://sv.wikipedia.org/wiki/Entreprenad>

S.12

S.14

S.16

S.18

S.20

5 VÄGAR TILL KLIMATNYTTA

KLIMATSMARTA BYGGEN

Genom att använda aktivitetsklassificering som datapunkter som kan ge insikt i byggarbetsplatsens effektivitet som system kan vi möjliggöra systemförbättringar. Såsom identifiera onödiga avstånd eller väntetider baserat på hur genomförande av en aktivitet skiljer sig från elementarfallet.

KLIMATSMART FLOTTA

Aktivitetsklassificering skapar insikter i pågående aktivitet för samtliga fordon i en fordonsflotta vilket ger möjligheter till optimering av vilket fordon som ska arbeta med vilka aktiviteter på vilken plats, även kallat Fleet Management.

KLIMATSMART KÖRNING

Genom att korrelera aktivitetsklassificering med förarens körmönster kan en databas av CO₂-snåla körinstruktioner byggas upp, vilket ger ett underlag för eco-drivinginstruktioner i realtid och individuella utbildningsinsatser.

KLIMATSMART UPPHANDLING

Genom att sammankoppla CO₂-utsläpp med aktivitet och arbete kan CO₂-schabloner tas fram för användning och planering av upphandling av entreprenadarbeten. Vilket ger nya möjligheter att sätta klimatkrav vid upphandling.

KLIMATSMARTA FORDON

Genom att sammankoppla aktivitetsklassificering med slitagedata kan vi möjliggöra för effektivare planering av service och underhåll, vilket har en indirekt påverkan på CO₂-utsläpp.

KLIMATSMART KÖRNING



För att uppnå *Klimatsmart körning* finns det två sätt att ta sig från aktivitetsklassificering till minskade utsläpp: via avvikelser och uppföljning.

Avvikelser

Det ena sättet är att via insamling av förarnas realtidsbeteenden och körmönster över tid, samla ihop och hitta mönster som kan lyftas och sammanställas för analys. Via denna aggregering av mönster kan skillnader mellan individer skönjas och avvikelser upptäckas. Genom att vi vet avvikelser kan vi antingen genomföra utbildningsinsatser såsom ecodriving-lektioner, det vill säga lära ut körmönster som är mer klimatsmarta, eller sätta krav och uppföljning där klimatsmart körning belönas. Exempel på uppföljning skulle kunna vara belöna förarna som minskar tiden som maskinen står på tomgång.

Uppföljning

Det andra sättet att uppnå *Klimatsmart körning* är att via det aggregerade beteendet identifiera de mest miljövänliga körmönstren, det vill säga de som släpper ut minst CO₂, bland alla förare och sammanställa dessa till klimatvänliga körinstruktioner som även baseras på CO₂-utsläpp och kontextuella faktorer. Förarna kan sedan följas upp i realtid mot dessa instruktioner och få input direkt i hytten som hjälper dem att köra mer klimatsmart.

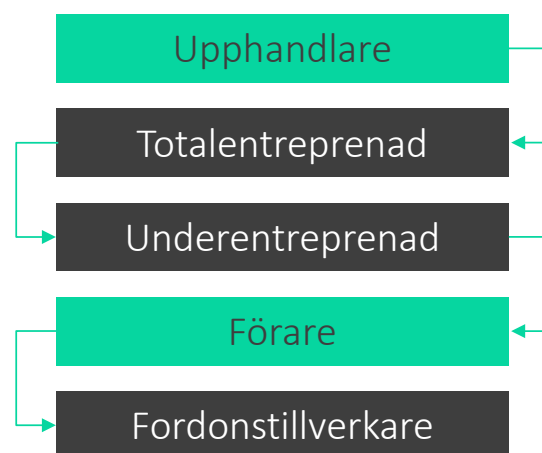
Potentiell minskning av CO₂-utsläpp

Minskningen av utsläpp kan vara betydande för denna väg. Det hänger ihop en del med genomförbarheten också eftersom tidigare resultat från

ecodriving-insatser hos bland annat Volvo CE visat att mellan 30-50% av utsläpp kan minskas med hjälp av ecodriving. Det skulle kunna göra denna väg till ett konkurrenskraftigt alternativ till att exempelvis köpa en ny eldriven maskin.

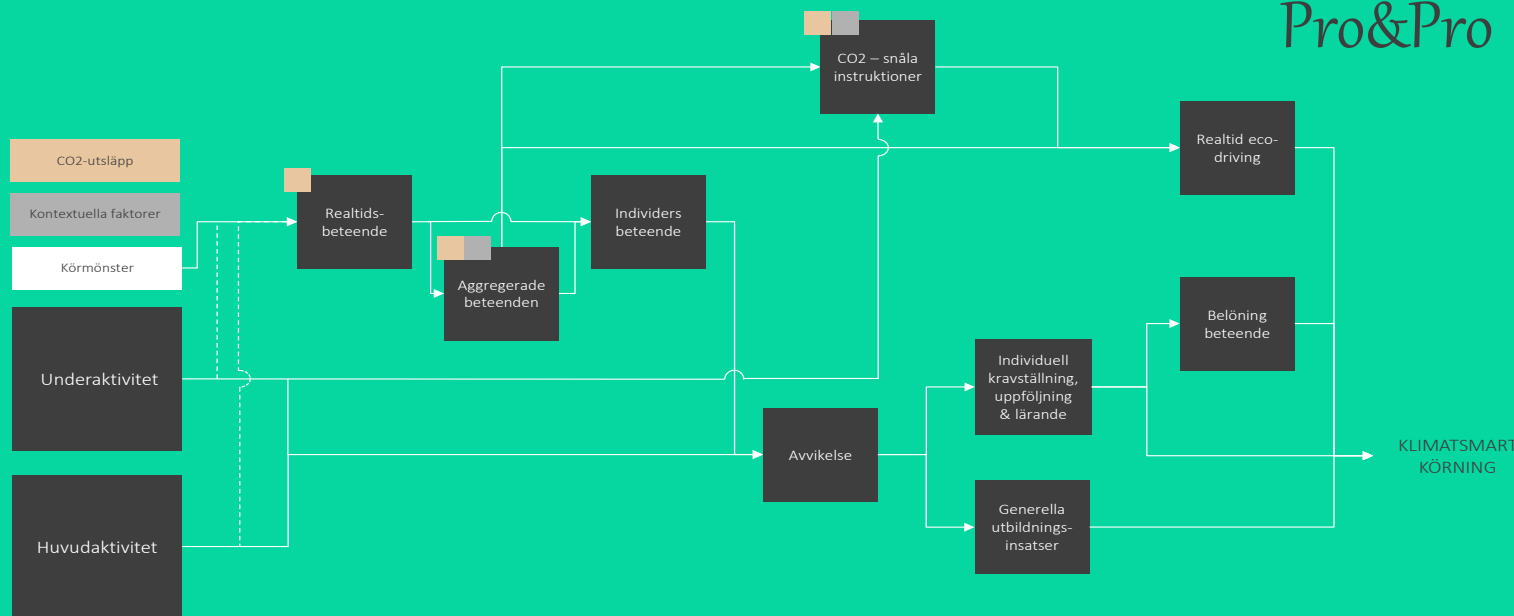
Möjligheter att påverka utsläpp

I denna väg ligger påverkanskraften hos framför allt två aktörer i värdekedjan: upphandlaren och föraren.



Upphandlaren

Upphandlaren har stor påverkan på utsläppen eftersom den kan sätta krav i upphandlingen på att ecodriving-system som beskrivs i tidigare ska användas hos de upphandlade aktörerna. Huruvida upphandlaren väljer eller inte väljer att sätta dylika krav i upphandlingen påverkar därför entreprenadens utsläppsminskning i hög grad.



Föraren

Att föraren har stor påverkan på hur mycket utsläppen kan minskas i denna väg är tydligt. Om föraren inte väljer att följa de klimatsmarta instruktioner som denne får kommer ingen utsläppsminskning att ske och därför kan det yrkas för att den makten ligger i händerna hos förarna i denna väg. Förarens arbetsgivare har också en viss påverkan eftersom den väljer att kan belöna föraren för att köra mer klimatsmart, men i slutet är det ändå föraren som väljer att jaga belöningen eller inte.

Andra effekter

Förutom de direkta effekterna som är minskade utsläpp kan även *Klimatsmart körning* att leda till: Minskat slitage, distraherade förare och utbildning

Minskat slitage

Vid implementation av *Klimatsmart körning* kan ett flertal långsiktiga effekter uppnås. Genom att förarna instrueras om hur de kör maskinen på mest miljövänliga sätt slits den inte på samma sätt som om den körs på exempelvis onödigt höga varvtal. Ju mer maskinen brukas på det sätt som den är konstruerad för minskas också onödigt slitage i längden.

Distraherade förare

En annan, om än oönskad effekt, kan vara att fokus skiftar till annat än körning i förarhytten. Det skulle kunna bli ett överdrivet fokus på nyckeltal och målmätning i körningen vilket leder till att förarna distraheras från att göra det de ska, nämligen att köra maskinen till sin bästa förmåga.

Utbildning

En ytterligare effekt, som är desto mer önskad, är en mer uppdaterad och utbildad förarkår. Med denna väg möjliggörs att fler förare blir uppmärksamma på sitt eget handlande i hytten och har en större förståelse för maskinen kan framföras på bästa miljömässiga sätt.

Genomförbarhet

Genomförbarheten för denna väg är hög om egna sensorer används för aktivitetsklassificering. Då har aktören ägandeskap över hela dataflödet och komplexiteten i systemet blir betydligt mindre än om data ska hämtas från olika maskintillverkares system och samlas. Vidare motiveras genomförbarheten av att det inte krävs tunga investeringar i nya elfordon för att skapa en möjlighet för kraftigt minskade utsläpp.

Möjliggörs av aktivitetsklassificering

Data om aktiviteterna i samband med utsläppsdata är en nyckel för att kunna samla körmönstren och skapa underlag för instruktioner och uppföljning för mer klimatsmart körning. Utan själva vetskapen av vilka aktiviteter som maskinerna utför är det omöjligt att genomföra denna väg.

Nästa steg

- Samtala med maskinförare om övervakning om deras körmönster.
- Föra dialog om hur förare ser på sin körning.
- Undersöka hur företag som jobbar med ecodriving för entreprenadmaskiner arbetar.

KLIMATSMART FLOTTA



För att uppnå *Klimatsmart flotta* är vägen rätt rak. Med hjälp av att vi vet A- och B aktiviteterna samt kontextuella faktorer när maskiner arbetar går det att jämföra CO2-utsläpp mellan aktiviteter, och vilka fordon som släpper ut vilken mängd CO2-utsläpp för varje aktivitet. Det kan till exempel handla om att en traktor släpper ut X kg CO2 vid schaktning och Y kg CO2 vid grävning.

Vet vi dessutom användningsgraden för alla maskiner i fordonsflottan, det vill säga hur mycket tid under arbetet som maskinerna som står still kan vi planera och sätta ut maskiner som släpper ut minst mängd CO2 för varje aktivitet. Detta kallas med andra ord för Fleet Management och är redan ett etablerat begrepp i entreprenadbranschen. Skillnaden i detta fall är dock att Fleet Management idag handlar mer om vilken maskin som kan utföra ett arbete effektivast, och fokus ligger inte på vilken maskin som presterar bäst miljömässigt.

Ett Fleet Management-system som hjälper till att sätta ut maskiner som släpper ut minst CO2 per aktivitet bidrar också till *Klimatsmarta byggen* genom att fordonsparken blir en bidragande del i systemperspektivet av insatser som bygger upp fler *Klimatsmarta byggen*.

Potentiell minskning av CO2-utsläpp

Denna väg har potential att bidra till minskning av CO2-utsläpp. Återigen handlar det om åtgärder som sätter rätt fordon till rätt aktivitet vilka bidrar till minskningar av utsläpp på systemnivå. Vägen uppmuntrar entreprenader till ett synsätt där varje maskin nyttjas på bästa sätt, ur miljöhänsyn, vilket i längden har goda möjligheter att minska

CO2-utsläppen. Viktigt att nämna är dock att potentialen att minska CO2-utsläppen med denna väg beror till stor del på hur användningsgraden av maskinerna ser ut. Om en mindre maskin kan utföra samma arbete till lägre utsläpp, men inte är tillgänglig uteblir CO2-minskningen.

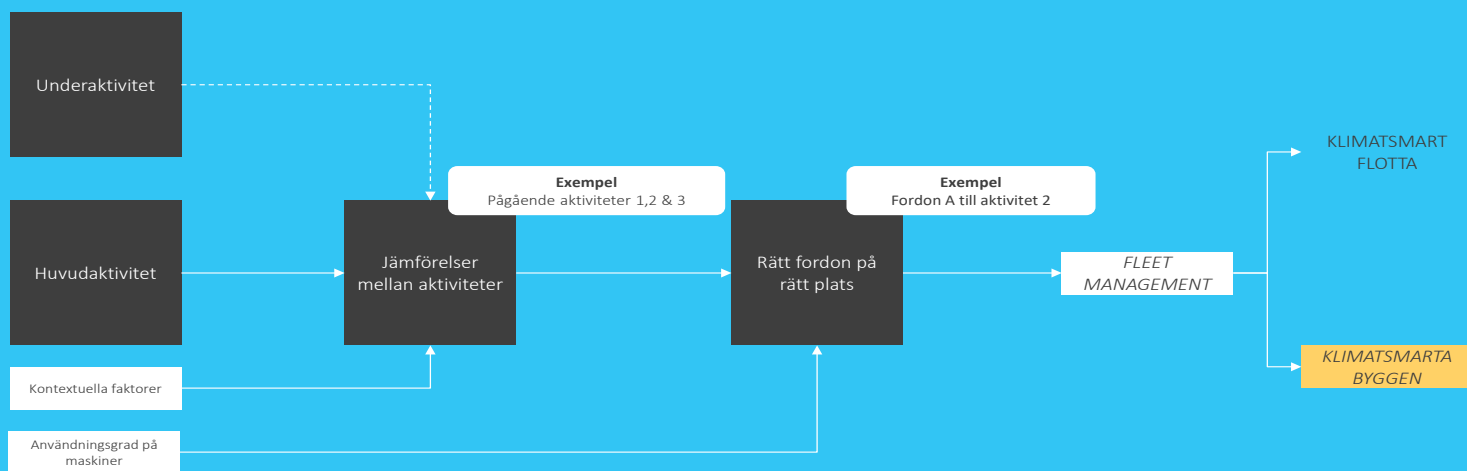
Möjligheter att påverka utsläpp

I denna väg ligger påverkanskraften hos framför allt två aktörer i värdekedjan: upphandlaren och entreprenaden.



Upphandlaren

Upphandlaren ges möjligheter att påverka entreprenadens utsläpp genom att sätta krav på lösningar som denna används av entreprenörerna. Uppföljningen kan dock bli något krångligare eftersom det kan vara svårt att avgöra om entreprenaden verkligen har eftersträvat att använda maskiner som släpper ut minsta möjliga mängd CO2 för varje aktivitet som genomförts.



Totalentreprenaden

Den stora makten och påverkansmöjligheten ligger hos totalentreprenaden eftersom det är den som väljer om den vill eftersträva en *Klimatsmart flotta* i planeringen av det tänkta entreprenadprojektet.

Andra effekter

Förutom att minska utsläppen kan denna väg leda till fler effekter såsom: Suboptimering och tydligare anställningskrav.

Suboptimering

I jakten att optimera varje enskild aktivitet finns risken att helheten glöms bort och även om en eller antal aktiviteter optimeras utifrån utsläpp skulle det kunna leda till att entreprenaden som helhet släpper ut mer CO2 eller att effektiviteten blir lägre.

Tydligare anställningskrav

En positiv effekt av *Klimatsmart flotta* kan vara att entreprenörerna får bättre planeringsförmåga när de vet vilken maskin som passar bättre till varje enskild aktivitet. Via den insikten blir planeringen av vilka maskiner som kommer att användas mer precis och tydligare krav kan sättas på förarbörder eftersom totalentreprenaden med större säkerhet kan säga vilka maskiner som kommer att användas.

Genomförbarhet

Att analysera vilka maskiner som släpper ut minst CO2 för varje aktivitet är inte det svåra i denna väg. Det svåra är att maskinerna som eventuellt

ska utföra aktiviteterna måste vara tillgängliga vid rätt tidpunkt. I och med att förutsättningarna är enkla är genomförbarheten hög, men det kan bli svårt att nå hela vägen med CO2-minskningen.

Möjliggörs av aktivitetsklassificering

Med hjälp av aktivitetsklassificering kan vi sammankoppla utsläpp, aktivitet och maskinval vilket är essentiellt för denna väg. Utan tekniken är vägen omöjlig.

Nästa steg

- Fundera över hur hög användningsgraden på entreprenadmaskiner verkligen är.

PORTal+

”Experter på Azure, IoT & Microsoft
365

Med vår erfarenhet kan vi hjälpa våra kunder att tillämpa sina processer i användbara verktyg och IT-system”

Portal+ deltar i projektet genom dess kompetens inom IoT och AI samt erfarenhet kring styrning och planering av fordonsflottor.

KLIMATSMART UPPHANDLING



Denna väg kan delas upp i tre olika steg där varje del bidrar till hela vägen. Den första delen handlar om att skapa aktivitetsbaserade schabloner. Med andra ord betyder det att vi med data om CO₂-utsläpp, kontextuella faktorer och vilka aktiviteter som utförts under hur lång tid kan skapa ett riktvärde, så kallad schablon, för hur mycket CO₂ en specifik aktivitet släpper ut per timme. Med hjälp av den schablonen kan vi sedan lägga på hur mycket CO₂ som släppts ut för ett visst arbete, exempelvis X kg CO₂ släpps ut vid grävning av 10 ton jord eller Y kg CO₂ släpps ut vid schaktning av 15 ton sten. När vi vet hur mycket CO₂ som släppts ut för en aktivitet, och hur mycket arbete som utförts kan vi skapa en aktivitetsbaserad schablon som anger hur mycket CO₂ som ett utfört arbete borde släppa ut.

Den andra delen är att med hjälp av dessa schabloner går det att jämföra de faktiska utsläppen med hur mycket CO₂ som borde ha släppts ut under arbetet. Det ger en möjlighet att dynamiskt följa upp arbetet som sker i entreprenaden och ge feedback efter, i princip, varje utfört arbete.

Den tredje delen är att informationen som ligger till grund för schablonerna möjliggör att CO₂-budgetar kan läggas in i anbud, vilket blir ett spetsigt miljökrav som gör att upphandlarna får en chans att påverka entreprenadens utsläpp. Den stora skillnaden jämfört med idag är att upphandlare då kan sätta riktvärden på hur mycket CO₂ som får släppas ut för det utförda arbetet, och att det går att följa upp utsläppen för arbetet. Det är idag svårt eftersom data saknas. När möjligheten för dynamisk uppföljning finns och upphandlaren erhåller mer information om utfört arbete skapas

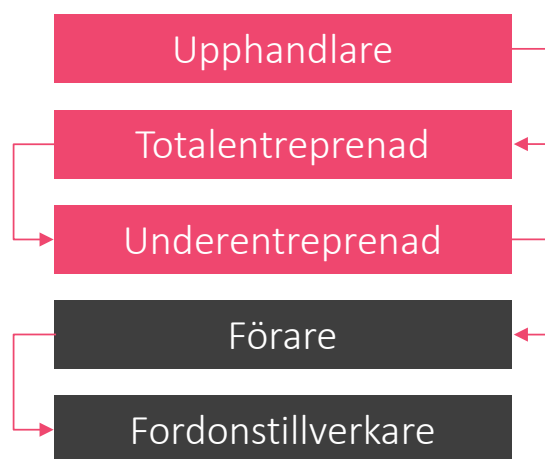
goda förutsättningar för dem att bli bättre beställare.

Potentiell minskning av CO₂-utsläpp

Potentialen för minskning av utsläpp är stor eftersom en helt ny dimension av kravställning möjliggörs för upphandlarsidan. Via detta kan miljökrav ställas på ett helt annat sätt än idag.

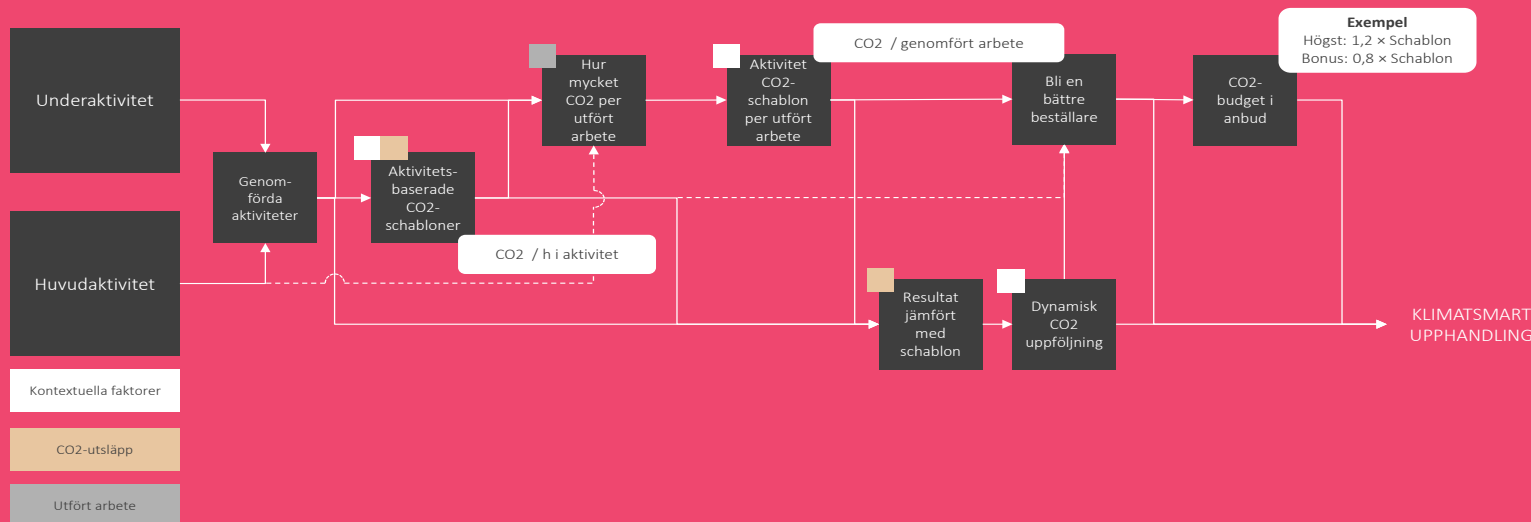
Möjligheter att påverka utsläpp

Det är framför allt upphandlaren som har störst makt att påverka utsläppen, men även totalentreprenaden och underentreprenaden blir påverkade.



Upphandlaren

Upphandlaren erhåller nya verktyg som inte finns idag som möjliggör kravställning på ett helt annat sätt, samt uppföljning. Att både kunna sätta spetsiga krav och följa upp dem ger en stor möjlighet att påverka hur entreprenörerna kommer att ar-



beta med hållbarhet inom entreprenadprojekt.

Ett annat viktigt perspektiv är att i upphandlarsidan ges möjlighet att lägga mer pengar på den entreprenad som kan utlova lägre utsläpp eftersom det kan visas svart på vitt vilken totalentreprenör som kan prestera bäst jämfört med de framtagna utsläppsschablonerna. Dimensionen i anbudet ökas från att vara kostnadsfokuserad idag till att också i större mån kunna ta hänsyn till klimatnytta.

Totalentreprenaden och underentreprenörer

När krav kommer från upphandlarsidan får entreprenörerna välja om de vill följa kraven eller inte ge anbud. Möjligheten att förbättra sitt miljöarbete ökar dock eftersom upphandlaren kan ge ekonomiskt utrymme i anbudet. Presterar entreprenörerna bättre miljömässigt kan upphandlaren betala mer vilket kan motivera entreprenörerna att investera mer i sitt miljöarbete.

Andra effekter

I och med spetsigare miljökrav från upphandlarsidan kan det leda till att mindre entreprenörer i värdekedjan får utmaningar i att investera i de åtgärder som krävs för att nå de framtagna schablonerna. Det kan till exempel vara dyra maskininvesteringar som hindrar aktörerna från att kunna lägga anbud. Därför är det viktigt att utveckla sensorer som är effektiva och kan installeras till en låg kostnad.

Genomförbarhet

Möjligheten finns för att denna väg ska kunna genomföras, i alla fall tekniskt sett. Det kan vara en resa att uppmuntra entreprenörer till att arbeta

med dylika schabloner, men i och med att mer finansiellt utrymme kan ges vid bättre klimatprestationer borde det finnas nog med incitament.

Möjliggörs av aktivitetsklassificering

Eftersom det idag saknas denna typ av insikter i upphandlingar kan det inte genomföras utan data som genereras från aktivitetsklassificering. Grunden är att koppla utsläpp mot det arbete som genomförs, vilket inte kan göras utan aktivitetsklassificering.

Nästa steg

- Dialoger med totalentreprenörer om hur anbud kan komma att ändras.
- Undersöka hur totalentreprenörer skulle kunna svara på nya miljökrav i upphandling.



Region Västernorrland

Region Västernorrland, är region för Västernorrlands läns 245 347 invånare. Region Västernorrland har ett ansvar för den regionala utvecklingen i länet.

Region Västernorrland deltar för att undersöka klimatnyttan med aktivitetsklassificering.

KLIMATSMARTA BYGGEN



Genom att ta in stora mängder av både under- och huvudaktiviteter går det att bestämma elementarfall. Det vill säga, vilka underaktiviteter som normalt ingår i en huvudaktivitet. Givet datat och kontextuella faktorer går det att jämföra den faktiska körningen mot de etablerade elementarfallen och därigenom identifiera avvikelser mot hur en maskin borde köras vid en viss aktivitet. Till exempel skulle tomgångstiden kunna vara för lång vid schaktning mot för vad den borde vara i ett optimalt fall. När vi vet avvikelserna i körningen kan insatser, eller systemförbättringar sättas in för att minska utsläppen. En lösning på det tidigare exemplet skulle kunna vara att sätta in fler dumprar som kan forsla bort massorna som schaktas så att maskinen som schaktar slipper stå på tomgång och vänta.

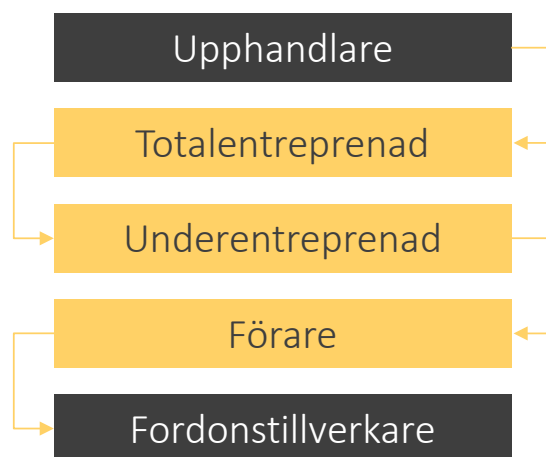
Potentiell minskning av CO2-utsläpp

Potentialen för minskning av utsläpp för systemförbättringar är stor, givet att det är faktorer som går att förbättra. I vissa fall går det inte att ändra vissa parametrar, så som att det är långt från avlastningen till en viss gruva. Gruvan är i detta fall tämligen svår att flytta på. Däremot möjliggör *Klimatsmarta byggen* insikter och lärdomar som kan tas vidare när nya entreprenadprojekt planeras.

Aktivitetsklassificering är dock en liten del i detta system av förbättringar och tekniken i sig har inte en nämnvärd påverkan på minskade utsläpp. Däremot kan den vara en av flera pusselbitar som tillsammans utgör grunden för de systemförbättringar som kraftigt kan minska utsläppen från entreprenadprojekt.

Möjligheter att påverka utsläpp

Makten ligger hos totalentreprenaden och underentreprenaden samt förarna påverkas mest.

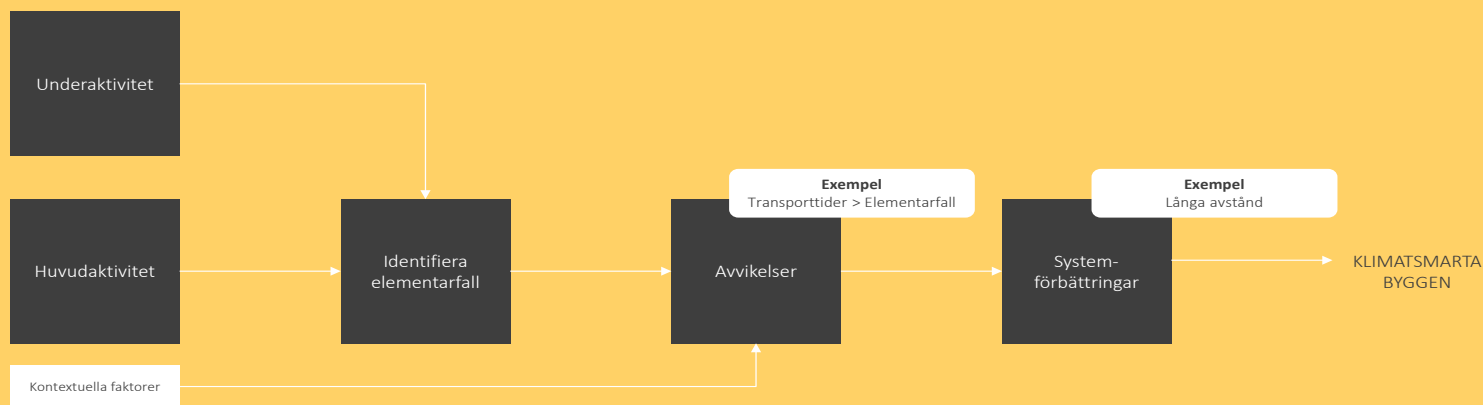


Totalentreprenaden

Möjligheterna att påverka utsläppen ligger som mest hos totalentreprenaden eftersom det är den som planerar arbetet. Det är den som kommer att bestämma var och hur underentreprenaden kommer att arbeta.

Underentreprenaden och förare

Som ovan nämnt är det totalentreprenaden som kommer att bestämma hur underentreprenaden och således förarna kommer att operera, så dessa aktörer kommer att ha en möjlighet att påverka utsläppen eftersom det är dem som utför det arbete som totalentreprenaden har planerat för. Dä-



remot kommer de inte ha att så stor möjlighet att påverka hur arbetet planeras, och därför blir deras påverkan direkt i och med att de utför arbete och står för utsläppen, men utför arbetet enligt den planering som totalentreprenaden står för.

Andra effekter

Den stora effekten som *Klimatsmarta byggen* kan bidra med, förutom utsläppsminskningar, är att underlätta det generella arbetet med systemförbättringar i entreprenadprojekt. Genom att skapa insikter om byggarbetsplatsen öppnas möjligheter för datadrivna systemförbättringar inom fler områden såsom:

- Slitage
- Arbetsmiljö
- Avstånd

Genomförbarhet

Aktivitetsklassificering behöver samexistera med andra insatser för att systemförbättringar ska kunna genomföras. Att uppnå förbättringar med hjälp av enbart aktivitetsklassificering kan vara svårt, men om tekniken kan agera i samspel med andra initiativ ökar möjligheterna.

Möjliggörs av aktivitetsklassificering

För att kunna utröna vilka A aktiviteter som normalt sett ingår i en B aktivitet krävs aktivitetsklassificering. Med tekniken blir det långt mer exakt än vad en person skulle kunna gissa sig till.

Nästa steg

- Börja arbeta med systemförbättringar generellt.
- Undersök om det går att optimera arbetsplatsen med andra parametrar än kostnad, till exempel slitage eller avstånd.



Sundsvalls kommun ser klimatutsläpp som en prioriterad fråga och är med och undersöker hur ny teknologi kan användas för klimatsmartare upphandlingar och uppföljning inom entreprenadbranschen.

KLIMATSMARTA FORDON



Till skillnad från de andra vägarna nyttjas till största del underaktiviteter i *Klimatsmarta fordon* för att analysera hur maskinerna slits beroende på vilken underaktivitet som genomförs. Med hjälp av slitagedata har vi möjlighet till två saker.

Via analysen kan vi i ett tidigt stadium identifiera om maskinen inte går som den ska, det vill säga hitta felen innan de påverkar maskinens effektivitet eller miljöprestation. Till exempel kan det handla om att maskinen släpper ut mer CO₂ än vad den brukar göra och då kan det visa sig att bränslefilteret håller på att gro igen. Genom att snabbt åtgärda felet minskar tiden som maskinen som släpper ut onödigt mycket CO₂.

Det andra som *Klimatsmarta fordon* möjliggör är att skapa slitageschabloner med hjälp av datat från underaktiviteterna. Via datat kan vi skapa riktvärden för hur olika delar i maskinen slits när vissa underaktiviteter genomförs. Då kan vi prediktera när underhåll behöver göras, så kan delarna bytas innan de börjar fela och maskinen kan gå så effek-

tivt som möjligt hela tiden.

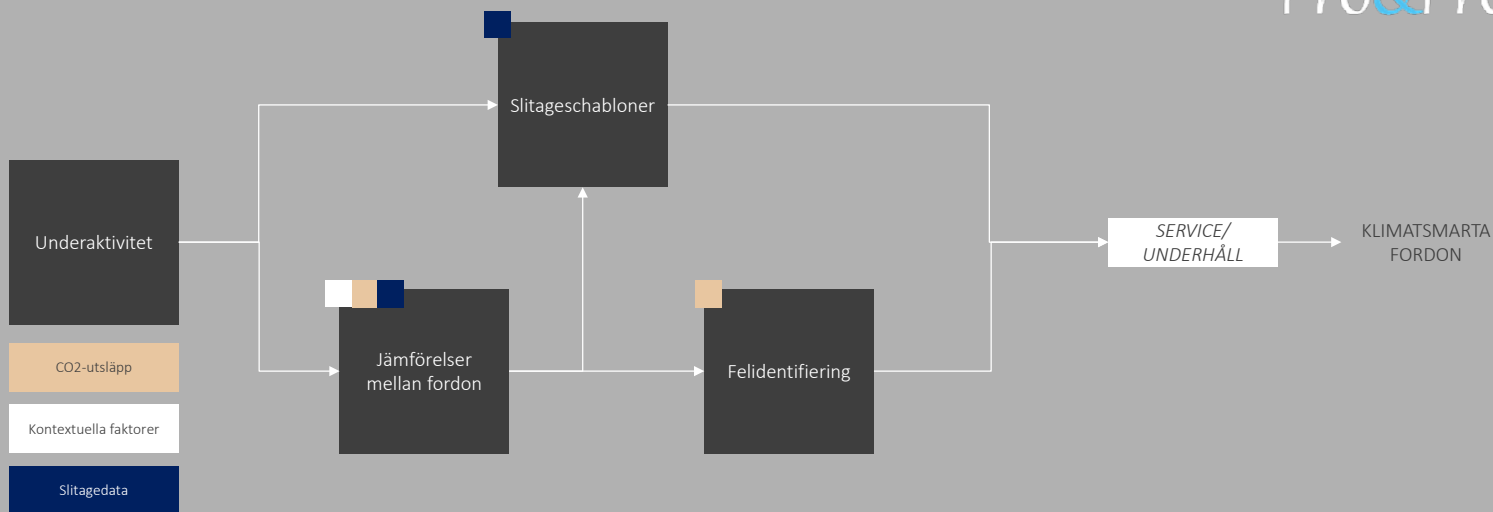
Potentiell minskning av CO₂-utsläpp

Minskningen i detta fall är indirekt, och därmed inte av större omfattning. Det största bidraget som aktivitetsklassificering bidrar med är att den möjliggör för maskiner att operera så optimalt som möjligt utifrån förutsättningen att delarna i maskinen alltid är underhållna. Det innebär att *Klimatsmarta fordon* inte direkt bidrar till en sänkning av CO₂-utsläpp, utan är en pusselbit som hindrar maskiner från att köras med slitna, och därmed, ineffektiva delar.

Möjligheter att påverka utsläpp

Möjligheterna att påverka utsläppen skiljer sig något jämfört med de andra vägarna eftersom det är ägarna till fordonen som påverkar utsläppen genom att välja att applicera aktivitetsklassificering för att kunna genomföra prediktiv underhåll. Därför ligger makten hos alla aktörer i värdekedjan,





förutom upphandlaren, eftersom det är de som är ägare till fordonen.

Genomförbarhet

Sensorer används redan idag för att kunna prediktera underhåll av entreprenadmaskiner vilket visar på att det i någon mån finns en efterfrågan på lösningen. Vad som däremot saknas är aktiviteternas påverkan på slitage för att mer exakt kunna förutse när underhållet ska bedrivas. Aktivitetsklassificering kommer därför att potentiellt verka i ett system där det till viss del redan finns en lösning som redan underlättar prediktivt underhåll. Marginalnyttan av att implementera aktivitetsklassificering kanske inte är tillräckligt hög för att det ska slå som ett konkurrenskraftigt alternativ till att minska utsläppen från entreprenadmaskiner.

Möjliggörs av aktivitetsklassificering

Genom aktivitetsklassificering möjliggörs kopplingen mellan slitage och aktivitet, vilket inte finns på samma sätt idag. Det går idag att säga att en maskin ska genomgå service efter ett visst antal körtimmar, ungefär som att en bil bör byta kammrem efter omkring 12 000 mil. Med tekniken erhålls en mer detaljrik och nyanserad bild av slitaget och mer precisa serviceinsatser kan göras.

Nästa steg

- Undersök hur entreprenader arbetar med underhåll idag.
- Undersök hur olika aktiviteter orsakar slitage.



Imagimob AI är en utvecklasplattform för Machine Learning på Edge-enheter.

Plattformen möjliggör för utvecklare att gå från datainsamling till driftsättning på minuter.

Imagimob bidrar till projektet med kompetens och erfarenhet kring utveckling av tjänster med AI och IoT.



Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY

”Vi är ett lärosäte där människor möts, inspireras och tänker nytt.”

Mittuniversitetet deltar i projektet genom sitt forskningscentra STC- Sensible Things that Communicate.

STC utvecklar sensorbaserade system och tjänster för användning inom Internet of Things och AI.





SLUTSATSER

Genom detta arbete har vi utforskat möjligheterna att skapa klimatnytta genom aktivitetsklassificering för entreprenadmaskiner. Resultatet var 5 olika vägar till minskade CO₂ utsläpp:

1. Klimatsmarta Byggen
2. Klimatsmart Flotta
3. Klimatsmart Körning
4. Klimatsmart Upphandling
5. Klimatsmart Körning

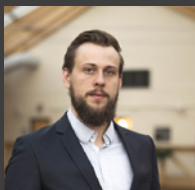
Vi har sett att i flera av dessa fall har aktivitetsklassificering stor potential till klimatnytta, speciellt genom *Klimatsmart Upphandling* där teknologin möjliggör helt nya sätt att planera och budgetera utsläpp i entreprenader.

Vi vill tacka alla projektdeltagare för deras deltagande i arbetet samt våra workshops och vi ser fram emot ett fortsatt samarbete där vi genom vår gemensamma innovationskraft kan göra entreprenadmaskiner klimatsmartare!

Daniel Adelanders

Teodor Wickman

KLIMATNYTTA GENOM AKTIVITETSKLASSIFICERING



DANIEL ADELANDER

Managementkonsult

Strategi | Innovation | Framtid



TEODOR WICKMAN

Junior Managementkonsult

bron.

UTSLÄPPSMÄTNING AVENTREPRENADMASKINER

**INTERNET
OF THINGS
SVERIGE**

Finansieras av:

Energimyndigheten

VINNOVA

FORMAS