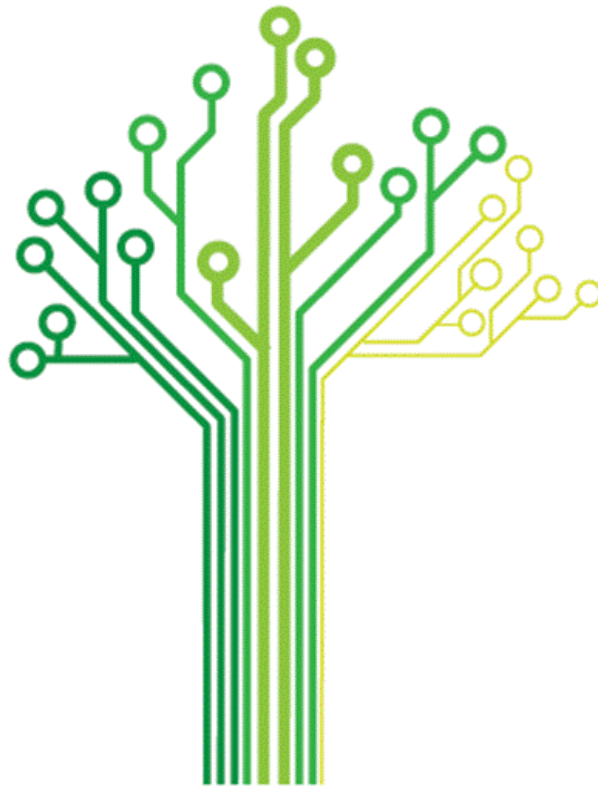


FFI

FORDONSSTRATEGISK  
FORSKNING OCH INNOVATION

# Gröna produktionssystem



Monica Bellgran, Magnus Wiktorsson, Martin Kurdve, Karin Höckerdal  
Mälardalens högskola 130131  
Ett projekt genomfört inom FFIs program för Hållbar produktionsteknik

## Innehåll

<b>1. Sammanfattning.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Bakgrund .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Syfte.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Genomförande.....</b>	<b>5</b>
<b>5. Resultat .....</b>	<b>7</b>
5.1 Bidrag till FFI-mål .....	<b>Fel! Bokmärket är inte definierat.</b>
<b>6. Spridning och publicering.....</b>	<b>13</b>
6.1 Kunskaps- och resultatspridning .....	13
<b>7. Slutsatser och fortsatt forskning.....</b>	<b>14</b>
<b>8. Deltagande parter och kontaktpersoner .....</b>	<b>15</b>

### Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör hälften.

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på [www.vinnova.se/ffi](http://www.vinnova.se/ffi)

## 1. Sammanfattning

Visionen för projektet “Green Production Systems” (GPS) när projektet startades var att bidra till att göra gröna produktionssystem, eller produktion med reducerad miljöbelastning, till en konkurrensfördel för svensk tillverkningsindustri i allmänhet och svensk fordonsindustri i synnerhet. Bakgrunden till projektstarten 2009 var att bredda engagemanget och skapa förutsättningar för att hela organisationen i ett tillverkande företag skulle få möjlighet att aktivt delta i miljöförbättringsarbetet.

Projektet initierades av Haldex (senare uppdelat i Haldex Brake Products AB, Concentric Skånes Fagerhult AB och Alfdex AB) och har genomförts av forskare på Mälardalens högskola i nära samarbete med övriga partners; Saab Automobile, Volvo Construction Equipment, Volvo Technology, All-Emballage och ABB. Vinnova har via det fordonsstrategiska forsknings- och innovationsprogrammet FFI – Hållbar produktion – finansierat GPS projektet med 2,75 MSEK, vilket används till rekrytering av en doktorand, handledning vid MDH. Totalt skulle företagen medfinansiera projektet med 3,6 miljoner kronor i form av egna insatser, där Haldex enligt avtalet skulle stå för merparten av detta. Medfinansieringen från företagen har dock överstigit den budgeterade, vilket redovisas i den ekonomiska slutrapporten.

Ett antal studier har genomförts i GPS projektet. Ny kunskap om konceptet gröna produktionssystem har tagits fram, och en nulägeanalys har gjorts på tillverkande företag för att studera hur miljöförbättringsarbetet bedrivs där även s k möjliggörare och barriärer har identifierats. Med dessa som grund har en kravspecifikation tagits fram över hur man skulle kunna stödja miljöförbättringsarbetet.

Utgångspunkten för projektet har varit att ta fram verktyg som på ett konkret sätt kan hjälpa företag med detta, och ett av resultaten är metoden *Green Performance Map*, GPM som baseras på principerna för Lean produktion och bygger på att man visualiserar miljöaspekterna i sin operation, process eller hela sin verksamhet. Metoden kan användas av alla typer av teknikföretag som vill minska sin miljöbelastning från produktionen. Metoden är uppbyggd i olika aktivitetssteg: 0) Förberedelse, 1) Identifiering av miljöaspekter, 2) Prioritering av miljöaspekter, 3) Handlingsplan, 4) Implementering, 5) Utvärdering av resultatet. Miljöaspekterna visualiseras i en input/outputmodell där den process som fokuseras delas in i fyra input-kategorier; värdeadderande material, tillsatsmaterial, energi och vatten, och fyra output-kategorier; produktiv output, restprodukter, utsläpp till luft/buller samt utsläpp till vatten/mark. Kategorierna är valda för att kunna stödja LCA-beräkningar (livscykelanalys) och materialflödeskostnadsberäkningar i enlighet med ISO 14051). Metoden ger även support till att ta fram miljönyckeltal (miljö-KPIer) i enlighet med ISO 14031). Generellt så gäller för framtagning av gröna KPIer att de bör ligga i linje med övergripande värderingar, kontinuerligt revideras för att vara aktuella, vara påverkbara för den nivå som mäts, vara mätbara, möjliga att följa över tid, samt uppmärksammade inom organisationen (inte minst på ledningsnivå). En slutsats från arbetet med GPM metoden är att lokala KPIer framtagna på teamnivå kan ibland vara att föredra eftersom det skapar ökat engagemang och större drivkraft för miljöförbättringsarbetet.

GPM-metoden visualiserar miljöaspekterna på olika systemnivåer (företag, produktionsavsnitt eller en specifik tillverkningsprocess). Grundtanken med GPM metoden är att utgå från de miljöaspekter som ett arbetslag eller team kan påverka själv och att få igång ett kontinuerligt förbättringsarbete som är bra för miljön samtidigt som det innebär effektivisering och/eller kostnadsreduktion i produktionen. Det är samtidigt ett sätt att bredda engagemanget för miljöarbetet.

Utöver GPM-metoden har en metod kallad ”Waste Flow Mapping” tagits fram. Det är ett Lean-baserat verktyg för visualisering och analys av restmaterial och är lämpad för expert/operatör samverkan. Här kartläggs varje steg i restmaterialets väg från skapande till omvandlingsprocess. Verktuget stödjer aktiviteter och beslut kopplat till avfallshantering och hur man kan klättra i restproduktshierarkin i fem nivåer; Deponi – Energiåtervinning – Materialåtervinning – Återanvändning – Reducering. Denna trappa används som värdeomätare för analysen, ju lägre ner i trappan desto sämre ur miljöperspektivet och desto dyrare är materialförlusten.

Värdeflödesanalys är ett välkänt verktyg inom Lean som används för att kartlägga slöserier i produktionen. Idag finns vidareutvecklade VSM-verktyg som fokuserar på att identifiera miljöpåverkande slöserier, såsom energislöseri och ineffektivt materialutnyttjande. I GPS projektet har E-VSM analyserats och testats. Det innebär en visualiserad nedbrytning av miljöaspekter för processer och fungerar bäst som expertverktyg, t ex för en produktionsteknikavdelning som vill göra en djupare analys av en prioriterade miljöaspekter.

De tre metoderna ger en systematik för arbete med att analysera och prioritera miljöaspekter och syftar till att leda fram till konkreta miljöförbättringar. Enkelheten i verktygen möjliggör bred användning och stöttar grundtanken om brett engagemang i miljöförbättringsarbetet. Med visuell struktur blir det enkelt att ta till sig miljöinformation, miljöaspekter och slöserier illustreras på ett tydligt sätt. En viktig aspekt är också att verktygen driver på och stöttar prioritering av åtgärder som leder till miljöförbättringar.

## 2. Bakgrund

Resurseffektivitet är en självklar konkurrensfaktor för svensk tillverkningsindustri och när kraven på hållbar utveckling ökar från både konsumenter, samhälle, media, ägare och investerare och anställda ökar nödvändigheten även att intensifiera miljöarbetet. Exempelvis är miljöledningssystem idag en hygienfaktor snarare än en ordervinnare. Enligt ISO 14001 skall en miljöpolicy på övergripande nivå etableras, dessutom skall signifikanta miljöaspekter och lagkrav identifieras, mål ska prioriteras, handlingsplaner tas fram, och det skall finnas en struktur och organisation för att genomföra planen. Därutöver ska åtgärderna följas upp. Miljöarbetet är en fråga som skär tvärs över företagens avdelningar och funktioner. Trots insikten om miljöarbetets betydelse, har flera studier rapporterat om ”den gröna muren” där frågor om miljö, hälsa och säkerhet inte samordnas med den dagliga och operativa driften. Empiriska och teoretiska studier

från GPS projektet indikerar att många tillverkningsföretag befinner sig i en fas från att uppfylla lagar och regler (nivå 1, se figuren som är hämtad från GPM handboken från 2012) till att ha en miljöexpert som driver miljöförbättringar inklusive EMS och revisionsarbetet (nivå 2). På nästa nivå ser vi en ökad medvetenhet om miljöfrågorna, och den fjärde nivån innebär den högsta mognadsnivån där företaget uppvisar ett brett engagemang för att arbeta med miljöförbättringar.

GPS-projektet har fokuserat problemställningen kring hur ett tillverkande företag kan öka hastigheten på sitt miljöförbättringsarbete i driften av produktionen genom att bredda engagemanget till att involvera alla medarbetare. Visionen har varit att miljöfrågorna (och hållbarhetsfrågorna i stort) ska vara en naturlig del i företagets ständiga arbete med att förbättra sin resurseffektivitet. Genom att dra nytta av befintliga arbetssätt och organisatoriska lösningar, t ex integrera miljöförbättringsarbetet i den struktur för Lean produktion som många företag har idag (via regelbundna kaizen övningar och system för daglig styrning), skulle man väsentligt kunna öka tempot i sitt miljöarbete.

### 3. Syfte

Ansatsen i GPS projektet har varit att **Addera värde** genom miljöstrategier och miljöaktiviteter i produktionssystemet och att **Reducera kostnad** genom miljöstrategier och miljöaktiviteter i produktionssystemet. Konkreta mål för projektet var:

- Att definiera vad som menas med gröna produktionssystem och att beskriva ett ramverk för detta
- Att identifiera goda exempel på gröna produktionssystem
- Att visualisera den miljömässiga påverkan och vilket värde som mer miljöfokus i produktionen skulle innebära
- Att hitta sätt att följa upp och styra ett grönt produktionssystem
- Att utveckla guidelines som stödjer en värdeadderade och kostnadsreducerande miljöansats i produktionen genom miljörelaterade strategier och aktiviteter

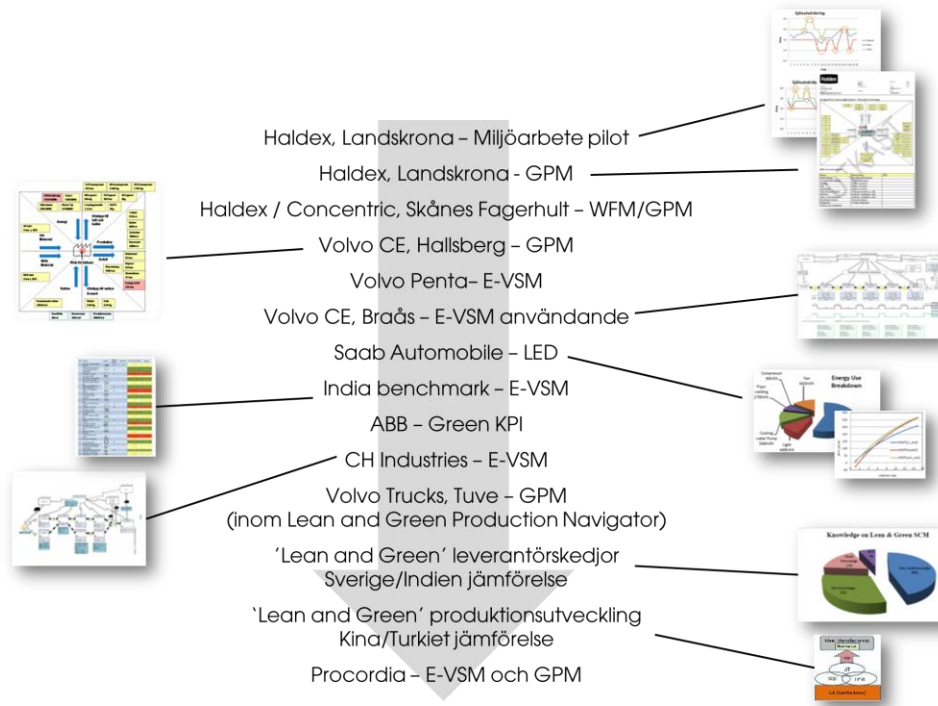
Med produktionssystem avses här det faktiska system där produkten realiserar, bestående av ingående maskiner, utrustning, människor, lokal samt material och ISIT och organisationen av dessa till en helhet. I likhet med Toyota avses med *grönt* (i en produktionssystemskontext) ett produktionssystem som fullt ut utnyttjar naturresurserna och samtidigt verkar i harmoni med sin omgivning. Resurseffektivitet är därmed en del av den gröna/miljömässiga dimensionen.

### 4. Genomförande

Det praktiskt genomförande av forskningsprojektet med den övergripande målsättningen att minska miljöbelastningen från produktion i driftsfasen har genomförts i 4 arbetspaket:

- WP1: Kunskapsutveckling; definition av GPS koncept
- WP2: Visualisering av miljöpåverkan
- WP3: Utveckling och implementering av verktyg för grön kontroll och styrning
- WP4: Metodutveckling för miljömässigt värdeadderande och kostnadsreduktion

En kvalitativ ansats har guidat datainsamlingen och de analyser och synteser som gjorts, och fallstudiemetodiken har använts eftersom den erbjuder stor flexibilitet i användningen av olika datainsamlingsverktyg såsom intervjuer, observationer och studier av dokumentation. Figur 1 illustrerar studier som genomförts inom ramen för projektet.



Figur 1. Illustration av studier gjorda inom GPS projektet

Genom de empiriska och teoretiska studierna har typiska s k barriärer och möjliggörare för ett effektivt miljöförbättringsarbete identifierats och sammanställt (se Höckerdal, 2012) och baserat på dessa har krav specificerats för hur miljöarbetet bäst skulle kunna stödjas. Det har gett ett underlag för framtagningen av de metoder som presenteras i rapporten.

GPM-metoden visualiserar miljöaspekterna på olika systemnivåer (företag, produktionsavsnitt eller en specifik tillverkningsprocess). Grundtanken med GPM metoden är att utgå från de miljöaspekter som ett arbetslag eller team kan påverka själv och att få igång ett kontinuerligt förbättringsarbete som är bra för miljön samtidigt som det innebär effektivisering och/eller kostnadsreduktion i produktionen. Det är samtidigt

ett sätt att bredda engagemanget för miljöarbetet. GPM metoden har testats vid ca tio olika tillfällen på ett antal olika företag och vidareutvecklats och presenterats i en handbok (Bellgran et al, 2012).

Utöver GPM-metoden har en metod kallad ”Waste Flow Mapping” tagits fram. Det är ett Lean-baserat verktyg för visualisering och analys av restmaterial och är lämpad för expert/operatör samverkan. Här kartläggs varje steg i restmaterialets väg från skapande till omvandlingsprocess. Verktöget stödjer aktiviteter och beslut kopplat till avfallshantering och hur man kan klättra i restproduktshierarkin i fem nivåer; Deponi – Energiåtervinning – Materialåtervinning – Återanvändning – Reducering. Denna trappa används som värdemätare för analysen, ju lägre ner i trappan desto sämre ur miljöperspektivet och desto dyrare är materialförlusten.

Waste Flow Mapping metoden har också testats vid ett flertal tillfällen, och arbetet med denna går bl a vidare i ett Mistra-finansierat forskningsprojekt (MEMIMAN).

Värdeflödesanalys är ett välkänt verktyg inom Lean som används för att kartlägga slöserier i produktionen. Idag finns vidareutvecklade VSM-verktyg som fokuserar på att identifiera miljöpåverkande slöserier, såsom energislöseri och ineffektivt materialutnyttjande. I GPS projektet har E-VSM analyserats och testats. Det innebär en visualiserad nedbrytning av miljöaspekter för processer och fungerar bäst som expertverktyg, t ex för en produktionsteknikavdelning som vill göra en djupare analys av en prioriterade miljöaspekter.

De tre metoderna kan användas i olika skeden av arbete med konkreta miljöförbättringar. Enkelheten i verktygen möjliggör bred användning och stöttar grundtanken om brett engagemang. Den visuella strukturen gör det enkelt att ta till sig miljöinformation, miljöaspekter och slöserier illustreras på ett tydligt sätt. En viktig aspekt är också att verktygen driver på och stöttar prioritering av åtgärder som leder till miljöförbättringar.

## 5. Resultat

### *Generella resultat*

Akademiskt pågår en diskussion om huruvida lean är miljövänligt eller om lean motverkar strävan mot hållbarhet. Flera studier har påvisat att leanarbete minskar icke värdeadderande aktiviteter och genom det resursförbrukningen och miljöpåverkan. Andra studier, särskilt på logistiksidan har visat att implementering av Just-In-Time kan ge en ökad miljöpåverkan. De generella erfarenheterna från projektet sammanfaller med de slutsatser som bl.a. USAs Environmental Protection Agency (motsv naturvårdsverket) har, att det finns fördelar för miljöarbetet med att införa lean produktion om man gör det med en helhetssyn och undviker suboptimeringar, men också att det finns fördelar för leanarbetet genom att ta ett miljöperspektiv. Ofta så sammanfaller målen och aktiviteterna för att minska miljöpåverkan och leanslöserier, i andra fall kan aktiviteter för att minska leanslöserier och aktiviteter för att minska miljöpåverkan komplettera varandra och vara fördelaktiga för varandra. Projektet har vidare studerat hinder och

möjligheter för ett aktivt operativt miljöförbättringsarbete, presenterat nedan i tabell 1 (från Licenciatahandling av Höckerdal 2012)

**Table 1.** *Empirically identified barriers for environmental improvements (Höckerdal, 2012).*

Barrier	Possible effect
Environmental information is considered abstract and not easy to access	Not clear how environmental issues can be improved
Unclear system for evaluating environmental performance in production	Difficult to establish benefits of implemented environmental improvements
Environmental improvements often included at a late stage in development projects	Leaves less room for potential environmental improvements
Few employees have direct environmental responsibility	Potential improvements may be overlooked
Lacking understanding of what each person can do to reduce the environmental impact from their area	Limited commitment to environmental improvement
Short-term perspective (e.g., for return on investment/payoff)	Potential environmental improvements are ignored
Strong focus on cost and other traditional criteria	Environmental issues - not prioritized in conflicting situations
Production staff is not involved in the planning phase of ISO 14001 where aspects are identified and prioritized	The knowledge and experience of production staff is not integrated into the process of environmental improvement
ISO 14001 requirements are experienced as vague	Certification becomes an administrative issue
Difficult to define environmental performance indicators and set goals at lower levels in the production	Difficult to establish potential benefits of environmental improvement activities

**Table 2.** *Enablers for enhancing environmental performance in production (Höckerdal, 2012).*

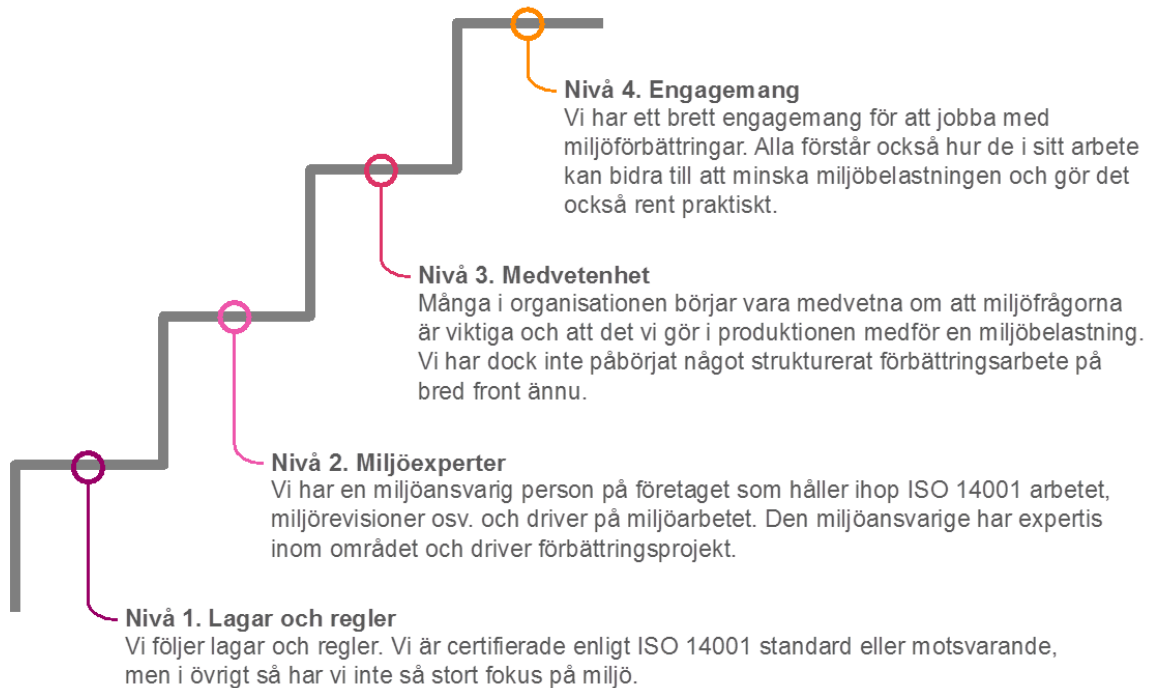
Enabler	Possible effects
Growing awareness of environmental issues' importance	Increased commitment to environmental activities
Management commitment	Secures resources for environmental improvement
Availability of environmental expert competence in environmental function	Can be used as a support in the process of environmental improvement in production
Cross-functional environmental groups	Cross functional involvement of production employees in the environmental improvement process
Education of environmental ambassadors in production	Wider scope of environmental improvement activities
Exchanging experiences in environmental networks	Identification of best practice and good examples
Integrating the environmental perspective into operations management using the principles of lean production	Possibility of synergetic reduction of cost and environmental impact through a kaizen culture
Considering alternative production methods	Identification of BAT from the environmental perspective
Applying ISO 14001 for environmental improvements	Framework for the environmental improvement process
Visual control as advocated by lean thinking	Improved understanding of environmental issues

### Beskrivning av GPM-metoden

GPM-metoden baseras på principerna för Lean produktion och bygger på att man visualiserar miljöaspekterna i sin operation, process eller hela sin verksamhet. En GPM-karta kan användas för att illustrera den nuvarande miljösituationen eller en framtidsbild

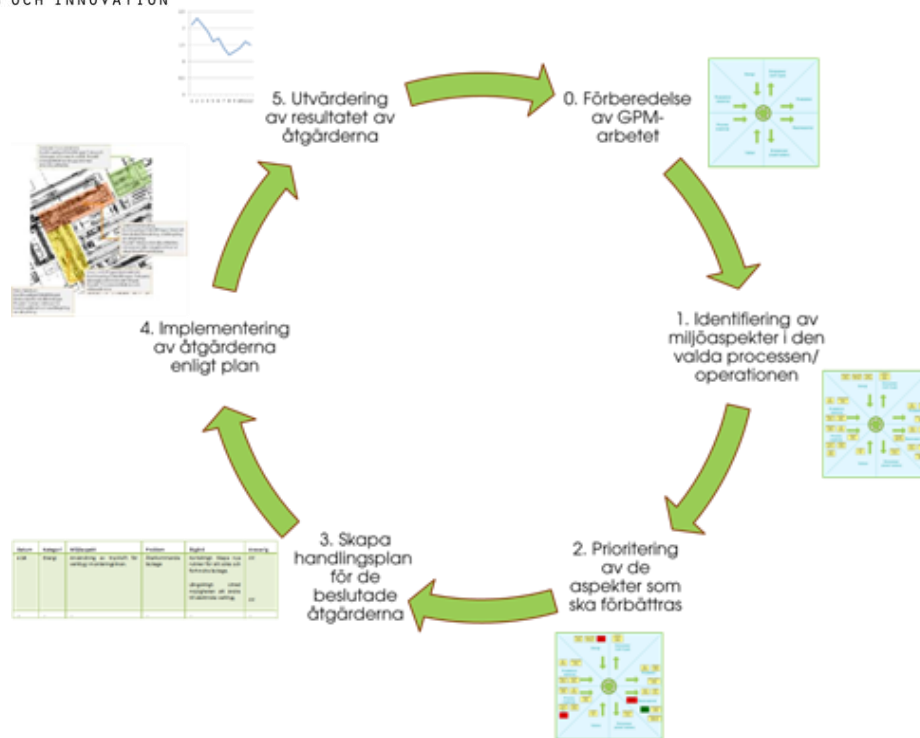


där företagets mål representeras. Arbetet bygger på att en ökad grad av medvetande, enligt Figur 2.



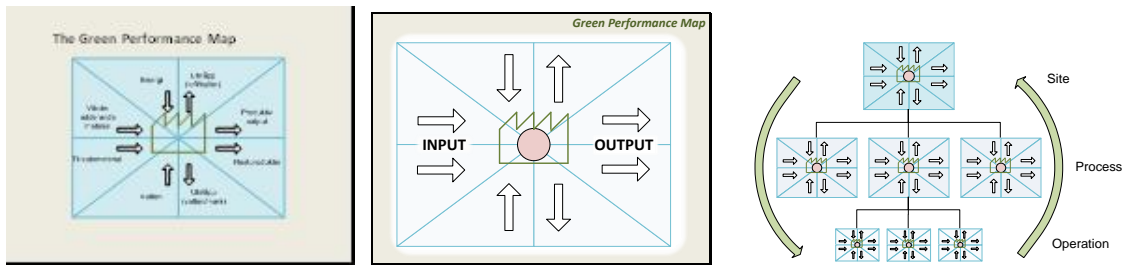
Figur 2. GPM stöttar en ökande grad av miljömedvetande.

Metoden är uppbyggd i olika aktivitetssteg, se figur 3. De olika stegen är: 0) Förberedelse, 1) Identifiering av miljöaspekter, 2) Prioritering av miljöaspekter, 3) Handlingsplan, 4) Implementering, 5) Utvärdering av resultatet. Miljöaspekterna visualiseras i en input/outputmodell där den process som fokuseras delas in i fyra input-kategorier; värdeadderande material, tillsatsmaterial, energi och vatten, och fyra output-kategorier; produktiv output, restprodukter, utsläpp till luft/buller samt utsläpp till vatten/mark. Kartan har en symbol i mitten som illustrerar den valda processen eller verksamheten, d.v.s. fabriken, processen eller arbetsstationen etc., se figur 4. De som arbetar i processen (teamet) kartlägger tillsammans vad som går in i processen (input) och vad man får ut från den (output) och kategoriserar dessa i olika områden beroende på vilka miljöaspekter det innebär, dvs likt en processkartläggning men med miljö i fokus. Input och output delas i sin tur in i olika kategorier av miljöaspekter, och för var och en av dessa uppskattas storlek och kostnad vilket utgör underlag för prioritering. Prioriteringen kan ske på basis av antingen vilka aspekter som ger störst miljöbelastningar och/eller vilka åtgärder som kan genomföras.



Figur 3. GPM processen för hur miljöaspekter identifieras, prioriteras och åtgärder planeras och genomförs.

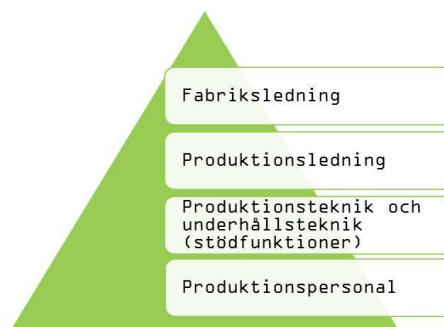
Figur 4 illustrerar GPM kartan på olika principiell nivå.



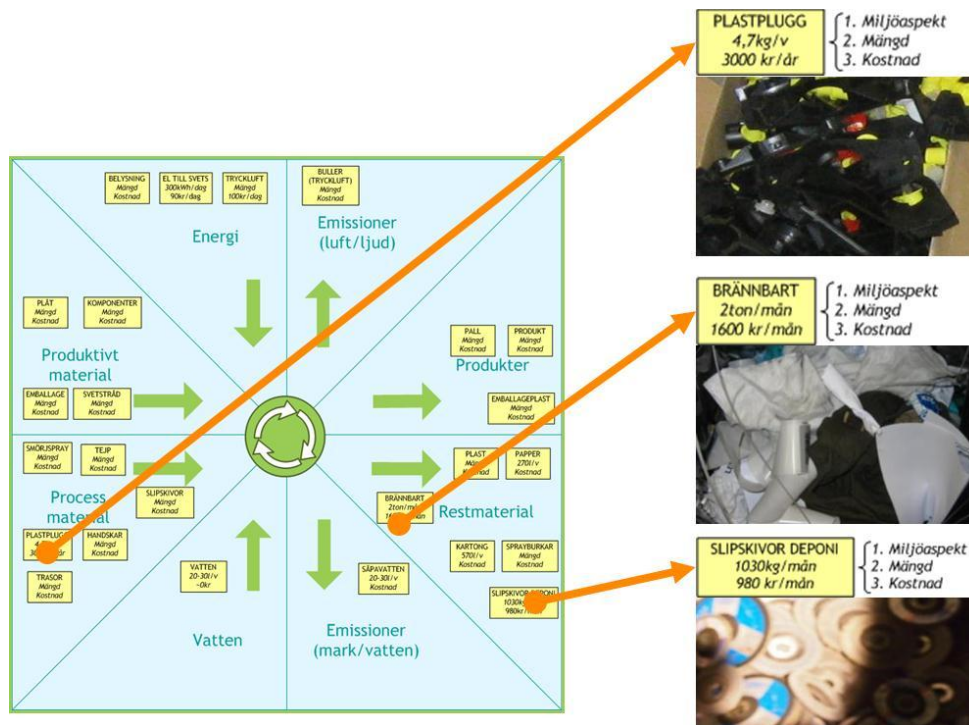
Figur 4. Olika visualiseringar av GPM kartan.

GPM-metoden kan användas på olika nivåer eftersom den utgår från hela företagets miljöpåverkan och de miljöaspekter som prioriteras utifrån miljöledningssystemet vid årlig genomgång med ledningsgruppen.

De prioriterade miljöaspekterna illustreras med fördel med data från exempelvis miljörapporten i en övergripande miljöaspektskarta för hela verksamheten, för



användning vid ledningens genomgång och i arbetet när man fokuserar på övriga nivåer, t ex team/operatörsnivå i produktionen. För att åstadkomma praktiska åtgärder är operatörsnivån en god utgångspunkt för arbete med GPM-metoden där olika miljöaspekter identifieras i de fördefinierade kategorierna i input-output modellen. Figur 5 illustrerar ett konkret exempel på en GPM med angiven mängd och kostnad för respektive miljöaspekt. Detta ligger sedan till grund för prioritering och åtgärds paket.

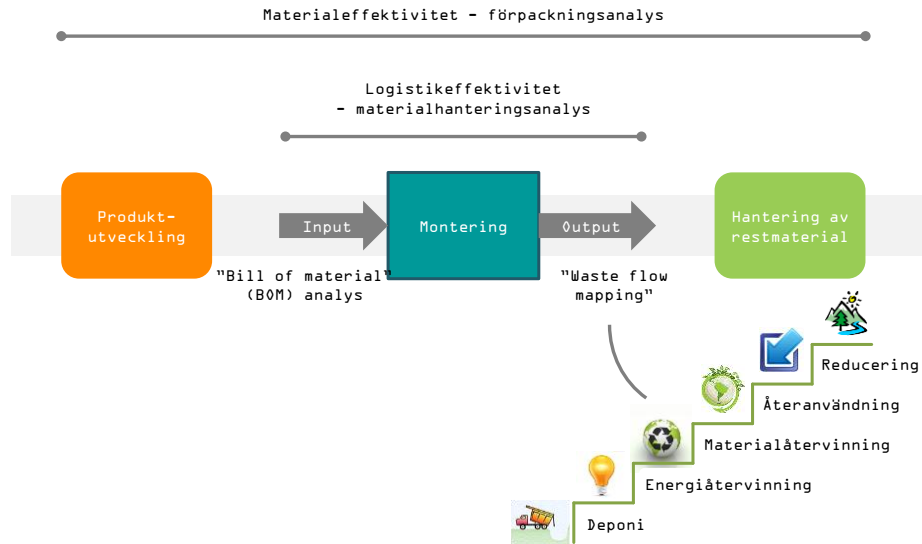


Figur 5. Exempel på analys av miljöaspekter, visualiserade i en GPM.

Värdeflödesanalys är ett välkänt verktyg inom Lean som används för att kartlägga slöserier i produktionen. Idag finns vidareutvecklade VSM-verktyg som fokuserar på att identifiera miljöpåverkande slöserier, såsom energislöseri och ineffektivt materialutnyttjande. I GPS projektet har E-VSM analyserats och testats. Det innebär en visualiserad nedbrytning av miljöaspekter för processer och fungerar bäst som expertverktyg, t ex för en produktionsteknikavdelning som vill göra en djupare analys av en prioriterade miljöaspekter.

Utöver GPM-metoden har en "Waste Flow Mapping" metod tagits fram, se figur 6. Det är ett Lean-baserat verktyg för visualisering och analys av restmaterial. Här kartläggs varje steg i restmaterialens väg från skapande till omvandlingsprocess. Verktöget stödjer aktiviteter och beslut kopplat till avfallshantering och hur man kan klättra i restproduktshierarkin i fem nivåer; Deponi – Energiåtervinning – Materialåtervinning – Återanvändning – Reducering. Denna trappa används som värdemätare för analysen, ju lägre ner i trappan desto sämre ur miljöperspektivet och desto dyrare är materialförlusten. Metoden är lämpad för expert/operatör samverkan.

De tre metoderna ger en systematik för arbete med att analysera och prioritera miljöaspekter och syftar till att leda fram till konkreta miljöförbättringar. Enkelheten i verktygen möjliggör bred användning och stöttar grundtanken om brett engagemang i miljöförbättringsarbetet. Med visuell struktur blir det enkelt att ta till sig miljöinformation, miljöaspekter och slöserier illustreras på ett tydligt sätt. En viktig aspekt är också att verktygen driver på och stöttar prioritering av åtgärder som leder till miljöförbättringar.



Figur 6. Waste Flow Mapping metoden.

## 5.1 Bidrag till FFI-mål

GPS projektet med en finansiering från FFI på 2,75 MSEK över tre år och en total budget på 6,1 Mkr inklusive medverkande företags medfinansiering har resulterat i en licentiatexamen, ett tiotal vetenskapliga publikationer, en industriellt tillämpbar handbok över metoden "Green Performance Map", samt bidragit till ett antal civilingenjörers- och masterstudenters profilering via genomförda examensarbeten inom GPS projektet. Därutöver bidrar projektet till FFI målen på följande sätt:

- Projektet har bidragit till ökad akademisk och industriell medvetenhet om den gröna dimensionen i hållbarhetsbegreppet tillämpat i industriell produktion. Detta är en viktig start för tillverkande företag att gå i riktning mot visionen "den klimatneutrala fabriken".
- Projektet har bidragit konkret till miljöförbättringsarbete i produktionen hos medverkande företag (samt till viss del även ett antal ytterligare företag) genom de fallstudier, exjobb och metodimplementeringar som gjorts. Fokus har legat på aktiviteter som reducerar kostnaden (ett medvetet beslut i projektet, där den värdeadderande aspekten föreslås komma som steg två då en ökad industriell medvetenhet uppnåtts).

- Ett nytt Konsortium inom FFIs produktionskluster har bildats och en formering av ett akademiskt nätverk inom grön produktion har skett.
- FFIs produktionsforskning inom miljöområdet har stärkts via framtagning och spridning av ny kunskap från GPS projektet.
- GPS projektet har inkluderat fordonstillverkare, FKG företag samt företag utanför fordonsindustrin och därmed spridit resultat i ett vidare sammanhang. Resultaten från projektet är på inget sätt specifika för fordonsindustrin utan i högsta grad generiska, t o m i andra branscher än tillverkningsindustrin (t ex processindustri).
- Projektet har varit mycket tydligt inriktat mot implementering. Den nya kunskap som tagits fram i projektet har implementeras i industriella tillämpningar och en utvärdering efter projektavslut med ett antal av de industriella aktörerna visar på en samstämmigt positiv bild av att de framtagna metoderna; GPM och Waste Flow mapping som praktiska verktyg som man gärna vill arbeta vidare med. Ytterst innebär nyttiggörandet av dessa forskningsresultat att konkreta miljö- och energieffektiviseringar genomförs i svensk tillverkningsindustri vilket stärker konkurrenskraften.
- Resultat från projektet har presenterats i grundutbildningskurser på ingenjör- och masterutbildningarna på Mälardalens högskola.
- GPS projektet har vidare bidragit till att lyfta ett strategiskt perspektiv som innebär att integrera den gröna aspekten i företagets befintliga Lean infrastruktur, samt medverkat till att integrera miljödimensionen som en aspekt i flera deltagande företags system för införande av ”lean produktion”, specifikt en miljöflik i Haldex Way samt medverkan till en miljödel inom Volvo Production System.
- GPS projektet har satt fingret på nödvändigheten av att miljöförbättringsarbetet måste drivas från ”operations” för att det ska få reellt genomslag, samt utvecklat metoder för att åstadkomma ett breddat engagemang och spridit kunskap om detta via workshops, publikationer samt medverkat vid större konferenser. På så vis har projektet bidragit till ökade förutsättningar för en hållbar och konkurrenskraftig svensk produktion.

## 6. Spridning och publicering

### 6.1 Kunskaps- och resultatspridning

Se tidigare i rapporten.

### 6.2 Publications

Bellgran, M., Constructing responsibility, International Innovation, 2012

Bellgran, M., Höckerdal, K., Kurdve, M., Wiktorsson, M., GPM handbok, Mälardalens högskola 2012.

- Höckerdal, K., Enhancing the process of environmental improvement in manufacturing industry, Licentiate thesis No. 154, Mälardalen University 2012.
- Kurdve, M., Wendin, M., Bengtsson, C., Wiktorsson, M. "Waste Flow Mapping as a method to improve sustainability and waste management cost". *Greening of Industry Network*, GIN2012, Linköping, 22-24 Oct 2012.
- Kurdve, M., Wiktorsson, M., Zackrisson, M., Harlin, U. "Incorporating Lean and Green integration into production system and business model – Experiences from Swedish industry", *Swedish Production Symposium*, SPS12, Linköping 2012.
- Kurdve, M., Romvall, K., Bellgran, M., Torstensson, E. A systematic approach for identifying lean and green improvements related to packaging material in assembly'. *Swedish Production Symposium*, SPS11 Conference 4-5 maj 2011.
- Kurdve, M., Hanarp, P., Chen, X., X Qiu, Zang, Y., Stahre, J., Laring, J. Use of environmental value stream mapping and environmental loss analysis in lean manufacturing work at Volvo. *Swedish Production Symposium*, SPS11 4-5 maj 2011.
- Romvall, K., Wiktorsson, M., Bellgran, M., Competitiveness by integrating the green perspective: a review presenting challenges for research and industry, *20th International Conference on Flexible Automation & Intelligent Manufacturing (FAIM2010)* July 12-14, 2010 at California State University, East Bay.
- Romvall, K., Kurdve M., Bellgran, M., Wiktorsson, J. Green Performance Map - An Industrial Tool for enhancing Environmental Improvements within a Production System'. *CIRP Life Cycle Engineering Conference*, 4-6 maj 2011.
- Wiktorsson, M., "Drivers for life cycle perspectives in Product Realization" *Acta Technica Corviniensis – Bulletin of Engineering*, Volume 5. Fascicule 1 [January-March], pp81-86. 2012.
- Wiktorsson, M., Bellgran, M., Jackson, M., Sustainable Manufacturing - Challenges and Possibilities for Research and Industry from a Swedish perspective, *the 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems*, November, 2008.
- Wiktorsson, M., Granlund, A., Bellgran, M., Reducing Environmental Impact from Manufacturing: Three Industrial Cases for the Manufacturing of Green Products, *42nd CIRP Conference on Manufacturing Systems*, Grenoble, France, June, 2009
- Wiktorsson M., Granlund, A., Bellgran, M., "Reducing environmental impact from manufacturing – a multiple case study of the manufacturing of 'green' products" *Journal of Production Research & Management*, 1(3), pp17-32. 2011.

## 7. Slutsatser och fortsatt forskning

Se tidigare i rapporten.

## 8. Deltagande parter och kontaktpersoner

De deltagande parterna i GPS projektet har först och främst varit Haldex som stått för i stort sett hela medfinansieringen i projektet. Övriga parter såsom Volvo Technology, Volvo CE, Saab och ABB har dock varit mycket engagerade i projektet trots att man inte i särskilt stor utsträckning varit formell medfinansiär. Den industriella finansieringen är därmed väsentligt mycket större än den budgeterade. Utöver dessa företag har även All-Emballage deltagit i projektet, under senare delen av projektet framför allt genom olika mindre delprojekt snarare än som aktiv partner i konsortiet. Det har varit ett stort intresse för projektet så utöver dess kärna av aktiva deltagare så har ytterligare personer deltagit vid de genomförda workshoppar vi haft på MDH eller på företagen, exempelvis forskare från Volvo Technology och andra experter från företagen. Även en projektledare inom Energieffektivisering från Eskilstuna kommun har deltagit aktivt på workshoppar osv. Följande personer har medverkat aktivt i projektet (därutöver har ett ytterligare antal medverkat vid olika workshops, fallstudier osv). Se tabell nedan för projektdeltagare.

Per Hanarp	Volvo Technology
Lena Moestam Ahlström	Volvo Technology
Birgitta Sjögren	Volvo Technology
Maria Wallenius Henriksson	Volvo Technology
Mats Deleryd	Volvo CE
Niklas Nillroth	Volvo CE
Martin Kurdve	Smurfit Kappa Sverige AB, senare Swerea IVF och MDH.
Sven-Arne Bertilsson	Haldex Skånes Fagerhult, senare Concentric AB
Emma Torstensson	Haldex Skånes Fagerhult, senare Concentric AB
Monica Bellgran	Haldex AB, senare MDH
Lars Schultz	Haldex Landskrona, senare Alfdex
Joacim Wictorsson	Haldex Landskrona
Jonas Esping	All-Emballage
Pär Esping	All-Emballage
Magnus Johansson	Saab Automobile
Per Alfredsson	Saab Automobile
Lennart Malmsköld	Saab Automobile
Lennart Swanström	ABB
Svante Sundquist	Sustainable Business Mälardalen
Erik Dahlquist	Mälardalens Högskola
Eva Thorin	Mälardalens Högskola
Magnus Wiktorsson	Mälardalens Högskola
Karin Romvall/Höckerdal	Mälardalens Högskola





FORDONSSTRATEGISK  
FORSKNING OCH INNOVATION



FORDONSSTRATEGISK  
FORSKNING OCH INNOVATION

Adress: FFI/VINNOVA, 101 58 STOCKHOLM  
Besöksadress: VINNOVA, Mäster Samuelsgatan 56, 101 58 STOCKHOLM  
Telefon: 08 - 473 30 00