



# Examensarbete

Utvecklingsingenjörsprogrammet 180 hp

## FAS – Framtidens potenta hjulupphängning

Produktutveckling och innovationsledning 22,5 hp

Halmstad 2022-06-02

Marcus Dahlström och Adam Mellin



## Sammanfattning

Syftet med projektet var att utforska potentiella marknader där EMTW kan implementera sin patenterade hjulupphängning. Projektgruppen började därmed att förstå hjulupphängningens funktioner och hur man kan dra nytta av dem. Därefter gjordes en bred marknadsundersökning med olika sällningsmetoder som resulterade med terränggående skogsfordon, specifikt skördare som faller träd.

Därefter blev målet att utveckla en ny typ av skördare baserat på EMTWs hjulupphängning men under projektets gång insågs det att dagens maskineri redan är oerhört effektiva men begränsas av dess förare. I dagsläget är den mentala ansträngningen för operatörer av skogsskördare hög. Det ställs hårda krav på effektivitet och lönsamhet vilket skapar en ogynnsam arbetsmiljö. Vid skövling måste en förare konstant flytta blicken mellan aggregat och skövlingsdisplayer samtidigt som fordonet framförs på ett korrekt och säkert sätt.

En majoritet av dagens skördare använder sig i dagsläget av rudimentära fjädringssystem med en mycket lätt dämpning som i första hand kommer ifrån däcken. Detta leder till höga kroppsvibrationer för operatören vilket begränsar förarens arbetshastighet i ojämn terräng. Därför finns det ett växande intresse för ett fjädringssystem av EMTWs FAS vilket kan förbättra rörligheten för dessa maskiner på ojämn och mjuk terräng samtidigt som förarkomforten förbättras. Därmed blev prioriteten att först minska den mentala belastningen på föraren och på så vis effektivisera produktionen både tidsmässigt och ekonomiskt.

Det arbetet inleddes med en välgrundad litteraturstudie för att inhämta relevant teoretisk kunskap om skogsbruket. Därefter bildades en subjektiv förståelse för hur dagens förare interagerar med maskineriet och vart de kan förbättras. Denna förståelse är ett resultat av ett flertal vetenskapliga studier, åsikter från förare och intervjuer från maskinansvarig på Sveaskog.

Slutligen genererades ett fåtal konceptförslag av vad förarna och Sveaskog ansåg vara relevant och hur dessa koncept kan implementeras skördare. Vid vidareutveckling av projektet skulle dessa system integreras tillsammans med EMTWs patenterade hjulupphängning för att åstadkomma en helhetslösning.

## **Abstract**

The purpose of the project was to explore potential markets where EMTW can implement their patented adaptive suspension. The project team thus began to understand the functions of the adaptive suspension and how to utilize it. Subsequently, a broad market research was conducted with different screening methods that resulted with a focus on off-road vehicles, specifically harvesters which harvest trees.

After that, the goal was to develop a new type of harvester based on EMTW's adaptive suspension, but during the project it was realized that today's machinery is already extremely efficient but limited by its drivers. At present, the mental effort for forest harvesters is high which places strict demands on efficiency and profitability and creates an unfavorable working environment. When harvesting, a driver must constantly move his gaze between the control pad and several displays while driving the vehicle in a correct and safe manner.

Most of today's harvesters currently use rudimentary suspension systems with a very light damping that comes primarily from the tires. This leads to high body vibrations for the operator, which limits the driver's working speed in uneven terrain. Therefore, there is a growing interest in a suspension system of EMTW's patent which can improve the mobility of these machines on uneven and soft terrain while improving operator comfort. Thus, the priority was to first reduce the mental load on the driver and thus streamline the production both in terms of time and money.

That work began with a well-founded literature study to acquire relevant theoretical knowledge about forestry. Subsequently, a subjective understanding was formed of how today's drivers interact with the machinery and where it can be improved. This understanding is the result of several scientific studies, opinions from drivers and interviews from machine operators at Sveaskog.

Finally, a few concept proposals were generated of what the drivers and Sveaskog considered to be relevant and how these concepts can be implemented harvester. In the further development of the project, these would be integrated together with the adaptive suspension to achieve a complete solution.

## **Förord**

Denna rapport är ett examensarbete på utvecklingsingenjörprogrammet vid Högskolan i Halmstad. Arbetet har genomförts av Adam Mellin och Marcus Dahlström, under höstterminen 2021 och vårterminen 2022. Arbetet motsvarar 22,5 högskolepoäng. Bilder är skapade av författarna till rapporten där ej annat anges.

Under projektets gång har vi haft gott stöd från vår handledare Jeanette Gullbrand och vill därmed tacka henne för trevliga möten och givande diskussioner. Vi vill även tacka Oscar Jonasson från EMTW AB för möjligheten att ta del av denna samarbetsmöjlighet.

Slutligen vill vi tacka våra opponenter Hampus Truedsson och Jakob Nöjd för deras konstruktiva kritik och goda råd.

# Innehållsförteckning

|       |  |   |
|-------|--|---|
| 1     | Inledning.....                               | 1 |
| 1.1   | Möjlighet .....                              | 1 |
| 1.2   | Projekt mål.....                             | 2 |
| 1.2.1 | Projektgruppens mål.....                     | 2 |
| 1.2.2 | Samarbetspartners mål .....                  | 2 |
| 1.3   | Effekt mål .....                             | 2 |
| 1.4   | Avgränsningar .....                          | 2 |
| 2     | Referensram .....                            | 3 |
| 2.1   | Teori.....                                   | 3 |
| 2.1.1 | Marktryck och vikt .....                     | 3 |
| 2.1.2 | Adaptiv stötdämpning och nivåreglering ..... | 3 |
| 2.1.3 | Midjestyrning .....                          | 4 |
| 2.1.4 | Hydraulik/Pneumatik .....                    | 5 |
| 2.1.5 | Fördelar med pneumatik.....                  | 5 |
| 2.1.6 | Fördelar med hydraulik .....                 | 6 |
| 2.1.7 | Förarstöd.....                               | 6 |
| 2.2   | Projektmodell.....                           | 6 |
| 2.2.1 | Agil projektledning .....                    | 6 |
| 2.2.2 | Scrum .....                                  | 7 |
| 2.2.3 | Set Based Design.....                        | 7 |
| 2.2.4 | Projektanpassning.....                       | 7 |
| 2.3   | Verktyg .....                                | 7 |
| 2.3.1 | Brainstorming .....                          | 7 |
| 2.3.2 | SWOT-analys .....                            | 7 |
| 2.3.3 | Hill.....                                    | 8 |
| 2.3.4 | Slack .....                                  | 8 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 2.3.5 | Datainsamling via internet .....                                 | 9  |
| 3     | Metod .....  | 10 |
| 3.1   | Sökande av potentiella marknader .....                           | 10 |
| 3.2   | Analys av EMTW .....   | 10 |
| 3.3   | Slack av marknaderna .....                                       | 10 |
| 3.4   | Bedömning av utvecklingsstorlek .....                            | 10 |
| 3.5   | Bedömning av utvecklingspotential .....                          | 10 |
| 3.6   | Beslut av marknad och marknadsundersökning .....                 | 10 |
| 3.7   | Förarstöd .....  | 11 |
| 3.8   | Sensorer för mekaniska fel .....                                 | 11 |
| 4     | Utvecklingsprocess .....   | 12 |
| 4.1   | Sökande av potentiella marknader .....                           | 12 |
| 4.2   | Analys av EMTW .....   | 12 |
| 4.2.1 | Free Axis Steering (FAS) .....                                   | 12 |
| 4.2.2 | Mjuk och Hård terräng .....                                      | 14 |
| 4.3   | Slack av marknaderna .....                                       | 15 |
| 4.4   | Bedömning av utvecklingsstorlek .....                            | 16 |
| 4.4.1 | Personbilar .....  | 16 |
| 4.4.2 | Kollektivfordon .....  | 16 |
| 4.4.3 | Anläggningsfordon .....  | 16 |
| 4.4.4 | Skogsmaskiner .....  | 16 |
| 4.5   | Bedömning av utvecklingspotential .....                          | 17 |
| 4.5.1 | Strength – Mikroanalys av EMTW AB .....                          | 17 |
| 4.5.2 | Weakness - Mikroanalys av EMTW AB .....                          | 17 |
| 4.5.3 | Opportunities Anläggningsfordon - Makroanalys av marknaden ..... | 18 |
| 4.5.4 | Threats Anläggningsfordon - Makroanalys av marknaden .....       | 18 |
| 4.5.5 | Opportunities Skogsfordon - Makroanalys av marknaden .....       | 18 |
| 4.5.6 | Threats Skogfordon - Makroanalys av marknaden .....              | 18 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.6   | Beslut av marknad och marknadsundersökning ..... | 19 |
| 4.6.1 | Intervju med Sveaskog .....                      | 19 |
| 4.6.2 | Sökande av brister i befintliga skördare .....   | 19 |
| 4.7   | Förarstöd.....                                   | 20 |
| 4.7.1 | Automatisk nivåreglering .....                   | 20 |
| 4.7.2 | Automatisk ruttnavigering.....                   | 20 |
| 4.7.3 | Automatisk föraranpassning.....                  | 20 |
| 4.8   | Sensorer för mekaniska fel .....                 | 21 |
| 4.8.1 | Hydraulsystem.....                               | 21 |
| 4.8.2 | Bogey och kran.....                              | 21 |
| 5     | Resultat av produkt.....                         | 23 |
| 5.1   | Förarstöd.....                                   | 24 |
| 5.2   | Sensorer för mekaniska fel .....                 | 24 |
| 6     | Affärssystem.....                                | 25 |
| 6.1   | Business Model Canvas .....                      | 25 |
| 6.2   | Marknads-/kundundersökning .....                 | 25 |
| 6.3   | Marknaden .....                                  | 25 |
| 6.4   | Marknadsplan .....                               | 26 |
| 6.5   | Distribution.....                                | 26 |
| 6.6   | Produktionsprocessen .....                       | 26 |
| 6.7   | Ekonomiska planer .....                          | 27 |
| 6.8   | Risker och möjligheter.....                      | 27 |
| 7     | Resultat av marknadsanalys .....                 | 28 |
| 7.1   | Anläggningsfordon .....                          | 28 |
| 7.2   | Skogsbruksmaskiner.....                          | 28 |
| 8     | Diskussion och reflektion av produkt.....        | 30 |
| 8.1   | Förarstöd.....                                   | 30 |
| 8.2   | Sensorer för mekaniska fel .....                 | 30 |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 8.3   | Vidare studier .....                                       | 30 |
| 8.4   | Hållbarhet .....   | 30 |
| 8.4.1 | Social .....   | 30 |
| 8.4.2 | Ekonomisk.....   | 31 |
| 8.4.3 | Miljö.....   | 31 |
| 8.4.4 | Etik .....   | 31 |
| 9     | Diskussion och reflektion över projektet i sin helhet..... | 32 |
| 9.1   | Kritik av vald arbetsmodell .....                          | 32 |
| 9.2   | Metodkritik .....  | 33 |
|       | Referenser.....  | 1  |
|       | Bilagor.....   | 4  |
|       | Bilaga 1 – Intervju Sveaskog .....                         | 4  |
|       | Bilaga - Projektplan.....                                  | 5  |

# 1 Inledning

EMTW AB skapar i dagsläget en fordonsprototyp som utför arbeten runt omkring en körbana (väg). Detta för att inte uppta ett körfält som dagens lösning gör då EMTW AB:s maskin inte körs på vägbanan utan vid sidan av vägen. Denna fordonsprototyp använder sig av EMTWs patenterade hjulupphängning vilket visar på “proof-of-concept”. Företagets patenterade hjulupphängning integrerar stötdämpning, styrning, drivning samt höj- och sänk-funktion i en å samma dämpare. Drivning görs av en hub motor som inte EMTW AB har patent på utan det är hjulupphängningen med att kombinera en hydraulisk cylinder och kolv med styrning. Detta medför många andra aspekter jämfört med traditionell hjulupphängning samt styrning. Några fördelar är att varje hjul kan styras individuellt i 360 grader, de kan även höjas och sänkas individuellt.



*Figur 1, Renderad bild av hur hjulupphängningen kan se ut monterad på en fordonsplattform.*

Anledningen till att EMTW AB har valt att satsa på denna utveckling härstammar från en studie utförd 2009 som visar på att en betydande del av olyckor vid vägarbeten sker i samband med arbeten som sker på grund av körfältsavstängning. EMTW AB är ett företag som finansierar sin verksamhet genom investerare.

## 1.1 Möjlighet

Nu är EMTW intresserade av vilka marknader som skulle se värde av EMTWs patenterade hjulupphängning. Ett exempel som framförts är terränggående räddningsfordon, såsom en

brandbil till skogsbränder för att få fram allt materiel till olyckplatsen. Företaget är även intresserade av någon eventuell förändring i deras plattform eller hjulupphängning för att kunna nå ut till en ny potentiell marknad. Det är nu upp till projektgruppen att identifiera potentiella fordonsmarknader samt att hitta tillämpningar för just dessa fordon.

## **1.2 Projektmål**

### **1.2.1 Projektgruppens mål**

Samla kunskaper och förståelse åt EMTW för hela händelseförloppet i produktutvecklingen och applicera EMTWs patenterade teknik och programvara för att se vilka marknader som är möjliga att nå samt skapa en konceptuell lösning.

### **1.2.2 Samarbetspartnerns mål**

Business Case som beskriver potentiella marknader och lösningar för det fordonskoncept som skall framställas.

Nya tekniska lösningar som bygger på resultatet av business caset vilket ska möjliggöra för ett sådant fordon som beskrivs i stycket ovan.

I mån av tid bör även en prototyp av fordon i skala 1:15 framställas.

## **1.3 Effektmål**

Ge EMTW ett bredare förståelse över vad deras patent har för värde samt identifiera marknader där den värdesätts högt. Även en djupare förståelse av vad som skulle behöva utvecklas för att nå den nya marknaden som efter undersökning anses vara lämpligast för EMTW att ta sig in på.

## **1.4 Avgränsningar**

Projektet avser att skapa en konceptuell lösning för EMTW. Detta innebär att projektet kommer att leta efter tekniska lösningar som är relevanta för projektet. Dessa tekniska lösningar kommer inte att göras marknadsklara, utan endast visas som möjliga lösningar på det problem som hittats. Projektet kommer alltså att hitta tekniska lösningar som kan implementeras av EMTW, som marknaden ser som högst värdefull. Projektet avser heller inte att skapa en produktionsprocess, då produkten endast når konceptnivå.

## 2 Referensram

### 2.1 Teori

#### 2.1.1 Marktryck och vikt

När ett fordon skall framföras i terräng finns det två mått som är av stor vikt. Dessa är tjänstevikt och marktryck. Tjänstevikt är vad fordonet väger när det används, det vill säga fulltankad med förare. Det finns också torrsvikt som är ett mått där alla vätskor är tömda samt utan förare. Sista viktmåttet är totalvikt, som syftar på tjänstevikten plus en full last som fordonet är klassat för.

I detta projekt är tjänstevikt ett mått som är av större intresse. Detta då i en undersökning av FMV (Lindström, 2012). I denna text skrivs det att vid test av två fordon med tjänstevikt på 15 respektive 19 ton, kommer det fordon med 15 tons vikt fram i norrländsk myr, och det andra med 19 tons vikt nästan alltid fram i norrländsk myr. Därav bör ett terränggående fordon som skall köras i mjukt underlag maximalt väga i spannet 15 - 20 ton.

Marktryck är ett annat mått av intresse, då detta avgör hur mjukt det övre underlaget kan vara. Detta mått görs genom att fördela fordonets vikt på den kontaktyta som det besitter. Marktrycket specificeras vara mindre än 70 kPa enligt (Lindström, 2012) för bandvagnen.

#### 2.1.2 Adaptiv stötdämpning och nivåreglering

Fjäders uppgift är simpel. Den ska låta karossen röra sig i förhållande till underlaget, och utan fjädern hade det varit oerhört styvt att åka bil. Däremot får det inte röra sig för mycket, för då blir det instabilt. Mjukare fjädrar används vanligtvis när man är ute efter komfort medan styvare fjädrar används när man ska åka fort genom kurvor. Men inte för styvt, för då studsar man bara omkring på asfalten utan att få grepp. (Hesslow & Kahlaf, 2016)

Däremot så räcker inte enbart fjädrar, för de får inte stopp på karossens rörelser. När man väl har fått fart på en fjäder kommer den att gunga vidare utan något stopp. Därför behövs stötdämpare vars uppgift är att minska fjädringsrörelserna och på så vis ta till sig karossens rörelseenergi så att man dels inte gungar omkring i evighet och för att ha kontroll över hur snabbt karossen rör sig upp och ner i olika ändar när man gasar, bromsar och svänger. (Hesslow & Kahlaf, 2016)

En adaptiv stötdämpare är en justerbar stötdämpare där justeringsarbetet sköts av en dator och dämpningskaraktären ändras kontinuerligt under drift. Det är som att ha en mekaniker i varje hjulhus som kontinuerligt finjusterar medan fordonet rullar beroende på vad som händer med

underlaget. Med andra ord kan den vertikala rörelsen på fordonets hjul anpassas hydrauliskt eller elektromagnetiskt med hjälp av ett ombordsystem som analyserar väg, lutning, hastighet samt den totala fordonsbelastningen. Detta fenomen kan i vissa vardagliga sammanhang även kallas för ”aktiv fjädring” eller ”aktiva stötdämpare”. (Hesslow & Kahlaf, 2016)

Denna typ av dämpning, som alla andra fjädringssystem, är en kombination av komponenter och mekanismer som garanterar komfort och säkerhet för både föraren och passagerarna i fordonet. Den aktiva upphängningen är utformad för att förbättra fordonssäkerhet och ge ännu större passagerarkomfort genom att ändra fjädringskonfigurationen. (Hesslow & Kahlaf, 2016)

Ofta finns också olika körlägen, där stötdämparnas hela spektrum av dämpkrafter förskjuts uppåt eller nedåt beroende på vad man vill få ut av fordonet. Däcken brukar må bäst av att ha ganska mild dämpning medan fordonets respons gynnas av en mer styv stötdämpare. Systemet fungerar på så sätt att informationen som samlas in av sensorerna går till fordonets elektroniska styrenhet, där den bearbetas och matas till stötdämpare och andra upphängningselement (Hesslow & Kahlaf, 2016).

### **2.1.3 Midjstyrning**

Midjstyrning är ett system där ett fordon delas upp i främre och bakre halvor som är förbundna med ett vertikalt gångjärn. Den främre och bakre halvan är sammankopplade med en eller flera hydraulcylindrar som ändrar vinkeln mellan halvorna, inklusive fram och bakaxeln samt hjulen vilket därmed styr fordonet. Ifall det vertikala gångjärnet placeras lika långt mellan de två axlarna, eliminerar det också behovet av en centraldifferential i fyrhjulsdrivna fordon, eftersom både fram och bakaxlar kommer att följa samma bana, och därmed rotera med samma hastighet (Wikipedia contributors, 2022).

Styrsystemet innefattar vanligtvis en sensor för att detektera en vridningsvinkel för ratten, en sensor för att detektera en vridningsvinkel hos fordonskarossen, en styrenhet för att jämföra ut signaler från dessa två sensorer för att driva en hjulpositionskorrigering solenoidventil enligt skillnaden mellan utsignalerna, en avledningsventil av pilottyp för att tillåta hjulpositionskorrigering olja att förgrena sig från en omkopplarpumpkrets till den hjulpositionskorrigering solenoidventilen och en säkerhetsventil för att stänga en avtappningsport på styrventilen av pilottyp endast när föraren utför styrning med hjulet så att styrventilen av pilottyp matar korrigering olja till den hjulpositionskorrigering solenoidventilen (Yasumasa & Toshiro, 1989).

#### **2.1.4 Hydraulik/Pneumatik**

Hydrauliska maskiner använder flytande vätska för att utföra arbete. Tunga anläggningsfordon är ett vanligt exempel. I denna typ av maskin pumpas hydraulvätska till de olika hydraulmotorer och hydraulcylindrar genom hela maskinen och trycksätts i förhållande till motståndet. Vätskan styrs därefter direkt eller automatiskt av kontrollventiler och distribueras genom slangar eller rör. (TechTarget Contributor, 2017)

Hydrauliska system, liksom pneumatiska system, är baserade på Pascals lag som säger att varje tryck som appliceras på en vätska inuti ett slutet system kommer att överföra det trycket lika överallt och i alla riktningar. Ett hydraulsystem använder en inkompressibel vätska som sin vätska, snarare än en komprimerbar gas. En nackdel, jämfört med maskiner som använder kugghjul och axlar, är att all kraftöverföring resulterar i vissa förluster på grund av motståndet hos vätskeflödet genom rören. (Wikipedia contributors, 2022)

Pneumatik innebär att använda energin i komprimerad gas för att få något att röra sig eller fungera. Pneumatik styrventiler energiflödet från trycksatt gas, som i mesta fall är vanlig tryckluft. Enheten som omvandlar energi från den trycksatta gasen till rörelse kallas för ett pneumatiskt ställdon. Pneumatiska ställdon drivs av elektiska kompressorer och kan producera både linjär och roterande rörelser. Pneumatiska system är enklare att designa än hydrauliska men hydrauliska system klarar högra tryck. Pneumatiska system är däremot mer hållbara då luften i systemet släps ut i atmosfären medan hydraulvätskan måste kasseras. (TechTarget Contributor, 2017)

#### **2.1.5 Fördelar med pneumatik**

- Enkel design och kontroll - Maskinerna är lätta att designa med standardcylindrar och andra komponenter, och fungerar via enkel på/av-kontroll.
- Tillförlitlighet - Pneumatiska system har i allmänhet långa livslängder och kräver lite underhåll. Eftersom gasen är komprimerbar är utrustningen mindre utsatt för stötskador. Gas absorberar överdriven kraft, medan vätska i hydraulik direkt överför kraft. Komprimerad gas kan lagras, så maskiner går fortfarande ett tag om strömförsörjningen tappas.
- Säkerhet - Risken för brand är mycket liten jämfört med hydraulolja. Nya maskiner är vanligtvis överbelastningssäkra till en viss gräns.

### **2.1.6 Fördelar med hydraulik**

- Vätska absorberar inte någon av den tillförda energin.
- Kan flytta mycket högre laster och ge mycket högre krafter på grund av inkompressibiliteten.
- Den hydrauliska arbetsvätskan är i princip inkompressibel, vilket leder till ett minimum av fjäderverkan. När hydraulvätskeflödet stoppas, släpper den minsta rörelsen av lasten trycket på lasten. Det finns inget behov av att "lufta av" tryckluft för att släppa trycket på lasten.
- Kan också göra många syften samtidigt såsom smörjning, kylning och kraftöverföring.

### **2.1.7 Förarstöd**

Skördare kan i dagsläget köras effektivt utan att förarens arbetsmiljö eller tillvaratagande av virkesvärde försämrats. Det visar en studie från Skogforsk (Norén, Rosca, & Rosengren, 2007). I studien studerades sju körtekniskt mycket skickliga maskinförare i fem olika slutavverkningskörare. Under studien uppnådde samtliga ekipage nästan dubbelt så hög prestation som den förväntade "normprestationen". (Norén, Rosca, & Rosengren, 2007)

Däremot är detta uppgifter som personligen har bekräftats av en maskintekniker på Sveaskog och därav ansåg projektgruppen att uppgifterna var sanningsenliga (Karlsson, 2022).

Det betyder att maskinernas prestationspotential rent tekniskt är betydligt högre än vad en normal förare klarar, annat än under kort tid (Karlsson, 2022) (Björnheden, Lundström, Rossander, & Brunberg, 2019).

## **2.2 Projektmodell**

### **2.2.1 Agil projektledning**

Syftet med agil projektledning är att kunna hantera förändringar och tillägg till projektet enkelt. Ett sätt är att använda sig av en "produkt backlog", som syftar till att göra en lista över de saker som behöver göras för att nå den slutliga produkten. Det innebär att arbeten i backlogen kommer in när det arbete är lämpligt, det vill säga att projektet inte är helt planerat i detalj när det börjar.

För att få dessa arbeten gjorda arbetar man ofta med sprinter, till exempel en Scrum-modell. De lösningar som har tagits fram behöver då sällas om alla inte går att använda samtidigt och då används ofta en Set based design-modell. (Rapp, Keller, Haftor, & Sundberg, 2017)

### **2.2.2 Scrum**

Framtagen för projekt som har en efterfrågan på stor flexibilitet och snabbhet. Metoden är uppbyggt av sprintar (korta leveranscykler). Syftet med metoden är att ta fram korta utvecklingscykler och snabbare produktansringar än ordinära projektmodeller. Det bidrar till att projektgruppen kan hitta och göra ändringar utifrån kundens behov (Projektmallar, 2019) (Projektledning, 2021).

### **2.2.3 Set Based Design**

Metoden går till genom att samtliga medlemmar i projektgruppen undersöker var sitt område och tar reda på vilka lösningar som förekommer. Därefter presenteras de lösningar som har tagits fram, vilket bidrar till att gruppen kan se vilka lösningar som är kompatibla med varandra. Till sist sätter man upp krav för varje lösning och kan därmed sålla bort de minst optimala lösningarna. Till slut är bara de mest optimala lösningarna kvar. Detta gör att beslut tas med kunskap och inte på intuition (Ström, Raudberget, & Gustafsson, 2016).

### **2.2.4 Projektanpassning**

Projektet har utförts efter en agil projektledningsmodell. Denna modell har valts då målsättningen från samarbetspartnern är relativt bred och beslut som fattas i projektet, bör tas efter att kunskap runt beslutsunderlaget samlats in. En övergripande plan gjordes med hjälp av ett Gantt-schema, och backlogen fylldes genom närzonsplanering. För att detta skulle fungera, etablerades en tydlig kommunikationskanal och medie som dokumentation skrevs ned i.

## **2.3 Verktyg**

### **2.3.1 Brainstorming**

En metod för att hitta nya idéer och utveckla kreativitet tänkande. Brainstorming innebär att samtliga i projektgruppen kan få uttrycka sina åsikter om en lösning vilket bidrar till att projektgruppen kan få en egen uppfattning om idén för att förbättra den. (Föreningsresursen, u.d.)

### **2.3.2 SWOT-analys**

En SWOT-analys skapades för att gruppen skulle få en överblick på organisationens styrkor och svagheter. Därefter kunde potentiella möjligheter och hot identifieras och gruppen sätta upp en plan för hur de olika variablerna ska implementeras på varandra. (Mind Tools Content Team, u.d.)



Det vill säga hur styrkorna skulle utnyttjas för att ta tillvara möjligheterna och hur svagheter skulle hanteras för att undvika hoten. Genom förminskade hot och ökade möjligheter kunde projektets lönsamhet för föreningen öka. (Mind Tools Content Team, u.d.)

### 2.3.3 Hill

Hill är det väl beprövade tillvägagångssättet för att skapa en koppling mellan olika nivåer av strategiskapande och är i huvudsak en femstegsprocedure. **Steg ett** innebär att förstå organisationens långsiktiga korporativa mål så att den eventuella verksamhetsstrategin kan ses i termer av dess bidrag till dessa företagsmål. **Steg två** innebär att förstå hur organisationens marknadsföringsstrategi har utvecklats för att uppnå företagets mål. Detta steg identifierar i själva verket de produkt-/tjänstemarknader som verksamhetsstrategin måste tillfredsställa samt identifierar produktens eller tjänsternas egenskaper såsom utbud, mix och volym som verksamheten kommer att behöva tillhandahålla. (Hill, 1991)

**Steg tre** översätter marknadsföringsstrategi till vad vi kallar "konkurrensfaktorer". Det här är de saker som är viktiga för verksamheten när det gäller att vinna affärer eller statistikföra kunder. **Steg fyra** är vad som kallas 'processval'. Detta liknar volym-/sortanalysen. Dess syfte är att definiera en uppsättning strukturella egenskaper för verksamheten som är förenliga med varandra och lämpliga för det sätt som företaget vill konkurrera. **Steg fem** involverar en liknande process men denna gång med de "icke-processliga" infrastrukturella egenskaperna för verksamheten. (Hill, 1991)

### 2.3.4 Slack

Analysverktyg för att avgöra vad konsumenten anser är viktigt hos en viss produkt och delas upp i fem kategorier. **Baskrav, order winners, extras, mindre viktigt** samt **krav på produktionen**. (Hill, 1991)

**Baskrav** är mest de väsentliga egenskaperna en konsument söker hos en produkt av en viss typ. **Order winners** är en egenskap hos en produkt som gör att konsumenten väljer den över det övriga utbudet på marknaden. **Extras** är något som kunden ser som ett plus i kanten, ingen egenskap den söker efter men uppskattar att produkten har. **Mindre viktigt**, en produkt egenskap som medföljer men som kunden inte är ute efter. **Krav på produktionen** är de krav som konsumenten ställer på produktionslinjen. Det vill säga arbetsvillkor, hygien och så vidare. (Hill, 1991)

### **2.3.5 Datainsamling via internet**

För att erhålla relevant information och fakta till detta projektarbete har gruppen använt sig av metoden internetsökning. Denna metod skapade underlag för stora mängder av rapporten, bland annat SWOT – analys samt information om teorier. För att erhålla pålitlig information och fakta används endast trovärdiga källor, exempelvis statliga källor såsom Nationalencyklopedin.

## **3 Metod**

### **3.1 Sökande av potentiella marknader**

Som start på projektet valdes det att användas brainstorming. Detta valdes då en uppsjö av marknader behövde lyftas fram för att analyseras. Brainstorming ansågs vara det verktyg som flest olika idéer tas fram och därmed minimerar chanserna för att någon marknad skulle missas.

### **3.2 Analys av EMTW**

Projektgruppen använde sig av steg ett och tre ur Terry Hills modell för att identifiera vad EMTW vill uppnå med sitt företag och vad för tillgångar de har gentemot andra företag som tillverkar en liknande produkt.

### **3.3 Slack av marknaderna**

För att kunna besluta vilka marknader som skulle kunna vara av intresse för EMTW, var en slack analys av de brainstormade marknaderna tillvägagångssättet som används. Detta kan då jämföras med vad EMTW har och är intresserade av att erbjuda.

### **3.4 Bedömning av utvecklingsstorlek**

För att också kunna göra ett beslut på vilken marknad att fortsätta med bör en bedömning av utvecklingsstorlek göras för varje utvald marknad. Detta gjordes med hjälp av datainsamling via internet och jämförelse mellan vad EMTW har och vad marknaden letar efter.

### **3.5 Bedömning av utvecklingspotential**

Med två marknader kvar att analysera, gjordes en SWOT-analys för att ta reda på vilken marknad som EMTWs styrkor och svagheter passade bäst. SWOT-analys valdes av anledning av att den belyser mikro- och makroförutsättningar.

### **3.6 Beslut av marknad och marknadsundersökning**

Med SWOT-analysen togs ett beslut tillsammans med EMTW. Detta för att säkerställa att en fortsatt utveckling skulle ge resultat som EMTW skulle värdesätta. Nästa steg var att finna vad som skulle ge mer värde för en skogsmaskin. Därför valdes det att intervjua maskinansvarig på Sveaskog, leta efter vetenskapliga artiklar samt en sökning på Google efter andra artiklar. Detta visade stor eftersatthet i både förarstöd och sensorer för att förebygga mekaniska fel.

### **3.7 Förarstöd**

För att nå en slutsats om vilka förarstöd som bör implementeras i en ny skördare bestämde sig projektgruppen för att skumma igenom olika skogsbruksforum på internet. I dessa forum befann sig skogsbrukare ifrån hela landet som delade med sig av sina bekymmer och mer eller mindre realistiska lösningar till dessa. Detta målade upp en bild av en mängd problem som projektgruppen valde att bekräfta genom att granska vetenskapliga artiklar som riktade in sig på liknande problem.

Därefter undersöktes vilka förarstöd som faktiskt kan gynna förare att öka produktiviteten samt minska den kognitiva- och fysiska påfrestningen. Detta gjordes återigen via insamlade data från forum och kontaktsamtal med skogsbrukare.

### **3.8 Sensorer för mekaniska fel**

I denna del av projektet valdes en kvalitativbedömningsmodell. Detta då sensorerna i slutändan bör öka produktiviteten för samtliga brukare av skördarna. Utan sensorer finns två olika förhållningssätt. En av dessa är att antingen köra tills materialet går sönder, vilket är effektivast om det är materialet som har störst påverkan på kostnaderna. Det andra förhållningssättet är att sätta ett intervall, baserat på en godtycklig variabel, där materialet används mycket men inte hinner gå sönder. Detta skapar möjlighet att planera stopp för olika maskiner och hitta lösningar för det anvisade fordonet innan problemet har uppstått. Nackdelen med detta är att då utnyttjas inte den fulla tekniska livslängden på materialet men här har stillastående fordon störst påverkan på kostnaderna.

Sensorer kan då göra att detta glapp mellan slutet på intervallet och den tekniska livslängden kan minskas, och därmed kan arbetet effektiviseras. Detta fungerar dock i idealiska scenarion. I verkligheten så kan sensorer skicka felmeddelanden utan att ett problem faktiskt finns. Sådana stopp minskar effektiviteten och en bedömning bör tas, om sensorerna faktiskt ökar produktiviteten och om sensorerna kräver en storomställning i underhållsarbetet.

## **4 Utvecklingsprocess**

### **4.1 Sökande av potentiella marknader**

Projektgruppen började med att brainstorma olika marknader där EMTW:s FAS-plattform är av största relevans. De mest relevanta marknaderna som togs upp var personbilar, fordon inom kollektivtrafik såsom bussar, anläggningsfordon samt skogsmaskiner. Anledningen till att dessa marknader valdes var FAS-plattformens skarpa svängradie samt adaptiva dämpning för komfort.

### **4.2 Analys av EMTW**

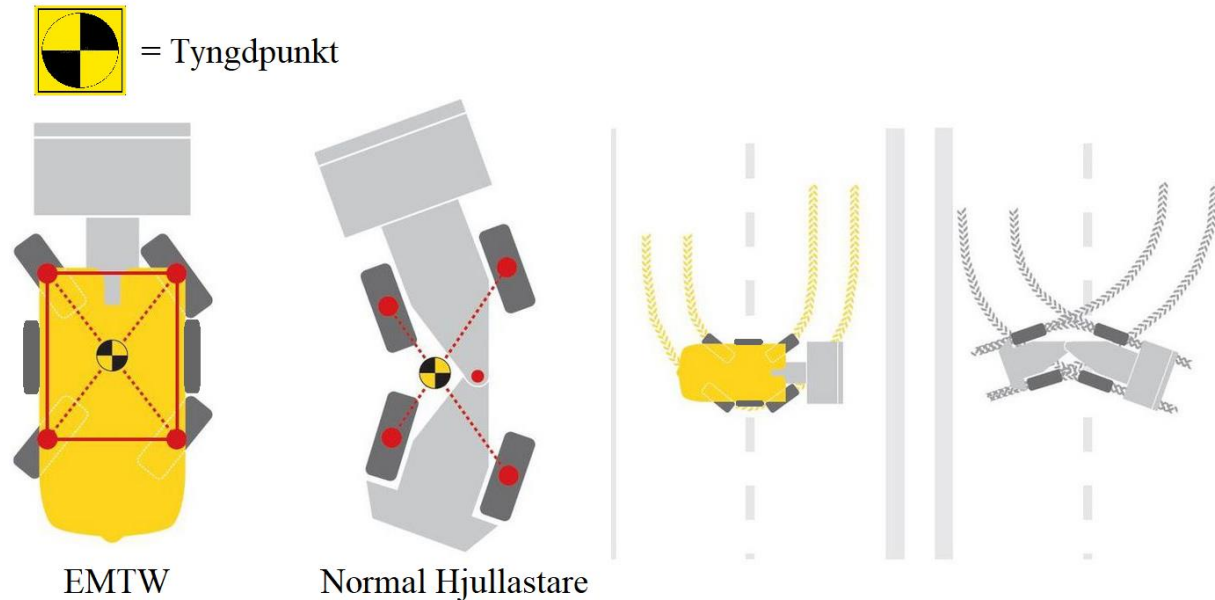
Steg ett, i Hills modell, innefattar att förstå organisationens långsiktiga korporativa mål kommer i nästan alla fall vara ekonomisk vinst, att företaget tjänar pengar på sin verksamhet och dess produkter. I EMTW:s fall stämmer detta in men projektgruppen anser att det primära långsiktiga målet är att få en marknadsredo produkt, det vill säga FAS-plattformen.

När det kommer till konkurrensfaktorer så är EMTW i en unik position då de först har designat en produkt som de därefter försöker passa in på en marknad. De konkurrensfaktorer som EMTW besitter med sin FAS-plattform kan ses i andra produkter på marknaden såsom fyrhjuls styrningen i Kramers teleskoplastare eller Eco logs midjestyrda skördare med höj och sänkbara hjulupphängningar. Men det finns än så länge inte en produkt på marknaden som kombinerar båda dessa egenskaper i ett paket. I och med detta så besitter EMTW:s FAS-plattform de egenskaper som krävs för att uppfylla det Kramer respektive Eco logs maskiner gör i dagsläget med plus i kanten som skarpare svängradie och höj och sänkbar hjulupphängning.

#### **4.2.1 Free Axis Steering (FAS)**

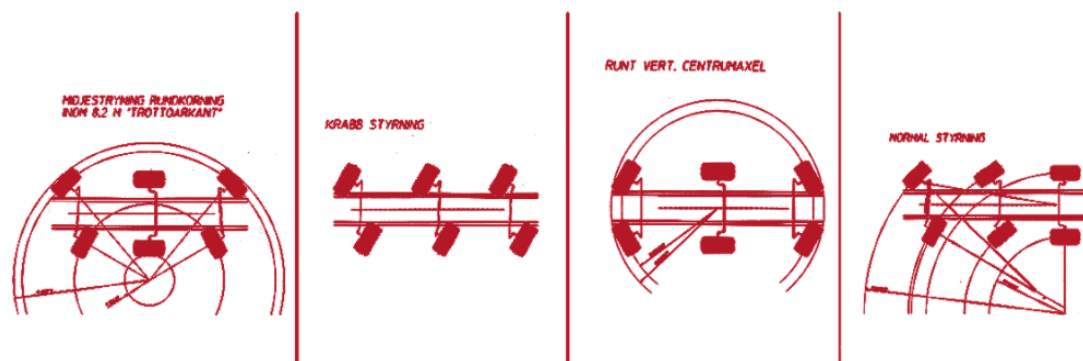
Tack vare det odelade chassit är EMTW:s FAS-plattform stabil under alla förhållanden då denna speciella fordonskonstruktion inte medför förskjutningar av tyngdpunkten till följd av styrrörelser. Med FAS-styrning rör sig endast hjulen under styrning. Således bibehålls maximal nyttolast och hög stabilitet även vid fullt styrlås på både jämt och ojämnt underlag.

EMTWs FAS-plattform är konstruerade med en odelad ram som förhindrar förändringar i tyngdpunkten, även vid fullt rattlös. Fordonet är därför extremt stabil och säker i drift, även när det blir tuffa markförhållanden.



Figur 2, Beskrivning av hur tyngdpunkten förflyttar sig i ett FAS baserat fordon jämfört med en "normal" hjullastare (Framställd av projektgrupp)

FAS-styrningen möjliggör en hög grad av manövrerbarhet, som beskrivs med bilderna nedan. Därmed kan många styrmanövrar elimineras och körtider förkortas.



Figur 3, Beskrivning av FAS-plattformens svängradie (EMTW, 2021)

#### **4.2.2 Mjuk och Hård terräng**

Two olika typer av utmaningar som ett terrängfordon kan utsättas för är mjuk eller hård terräng. Med hårt underlag, handlar utmaningen om komplexiteten i formen av underlaget. Detta kräver att fordonet klarar av att kompensera för de ojämnheter som terrängen har, oftast görs detta genom lång fjädrörelse. Jämfört med mjuk terräng där fordonet behöver anpassa sig för att inte bryta igenom för många skikt i underlaget. Bryter man igenom för många skikt tappar man den markfrigång som fordonet har. Detta gör att underredet på fordonet tar i marken och då får fordonet mycket mindre marktryck, då kontaktytan ökar med hela underredet. Problemet då är att motståndet blir för stort för att kunna flytta sig.

### 4.3 Slack av marknaderna

Med slack analysen gjord kan bedömningen tas att skogsmaskiner och anläggningsfordon är snarlika i respektive marknad, även om fordonen är väldigt olika. Samtliga marknader är hårt reglerade av lagkrav, vilket gör att fordon som finns på dessa marknader i stort sett uppfyller qualifiers, framför allt i personbilsmarknaden. I de marknaderna som riktar sig till industrin faller utseende ner till en relativt icke-intressant nivå och priset handlar mer om produktiviteten per krona. Det går också att utarbeta att förmågor är en qualifier i industrin, vilket också styrker tesen i föregående mening. Det gör att förmågor bör vara något som EMTW bör kunna bidra till dessa marknader.



Figur 4, Resultat av Slack metod



## **4.4 Bedömning av utvecklingsstorlek**

### **4.4.1 Personbilar**

Personbilsmarknaden är en stor marknad, som också är högt exploaterad. För att nå ett färdigt koncept krävs en lång utveckling av fordonet, alternativt försöka bli underleverantör till att av de redan etablerade företagen.

### **4.4.2 Kollektivfordon**

Kollektivtrafikmarknaden är relativt stor men också relativt primitiv. Bussar är konceptuellt likadana som för 50 år sedan (En historia av att blicka framåt, u.d.). Att tas sig in på denna marknad krävs det att man har en konkurrenskraftig produktionslina med starka relationer till underleverantörer för att nå ett pris som kunder intresserar sig för.

### **4.4.3 Anläggningsfordon**

Marknaden med anläggningsfordon är bred och omfattar flera olika fordon. Grävmaskiner har använt larvband för stabilitet och framkomlighet länge. Larvbandens svaghet är att de större maskiner som använder metalband, inte kan köras på asfalt utan att göra skada på den. Därför infördes grävmaskiner med hjul i stället men med detta tappade man stabilitet och neutralstyrningen. Att ta sig till denna marknad kan vara rimligt då patentet kan ge nya förmågor till marknaden. Till exempel stabilitet med EMTW:s nivåreglering så som den är idag samtidigt som den kan köras på asfalt. Även EMTW:s styrning kan vara till nytta så som den är idag.

Hjullastare som de ser ut idag utvecklades ifrån baklastare som i stort sett var bakåtvänd traktor med lastaren bakom hytten. Den stora skillnaden mellan dessa är att hjullastaren använder sig av midjestyrring, vilket tillät att maskinen kunde bli större. (Nihlén, 2014). Detta då hytten inte längre var i vägen för hydraulsystemet. För att nå denna marknad bör en lösning för en simpel maskin göras och även specificering av vad EMTW kan bidra till den. Även dumprar finns idag med både midjestyrring för mer smidighet, och vanlig för större storlek.

### **4.4.4 Skogsmaskiner**

Marknaden med skogsmaskiner är relativt lik hjullastare men har mer utveckling för framkomlighet i mjukt underlag. I denna marknad saknar EMTW:s lösning en uppgradering till nuvarande.

Skogsmaskiner består idag av skotare och skördare. Båda ska ta sig fram i mjuk terräng. Skotaren skall kunna bära på så mycket timmer som möjligt samt kunna lasta sig själv. Skördaren ska kunna ta sig tillräckligt nära samtliga träd. Mer kuperad terräng kräver mer

avancerade fordon. Vissa skogar kan använda vanliga traktorer och grävmaskiner med speciella verktyg medan mer kuperade skogar behöver specialanpassade fordon. Till denna marknad kan EMTW:s styrning, nivåreglering och aktiv fjädring komma till nytta så som den är idag.

## **4.5 Bedömning av utvecklingspotential**

I denna del gjordes en SWOT-analys för EMTW och de två marknaderna som projektet gått vidare med, det vill säga anläggningsfordon och skogsmaskiner. Dessa två marknader, anläggningsfordon och skogsbruksmaskiner, är även uppdelade i under grupper av maskiner. Anläggningsfordon analyserar grävmaskiner, både hjul och band burna, hjullastare och dumprar. Skogsmaskiner analyserar skotare, som är maskinen som drar timren ut ur skogen till vägen, och skördare, som används för både gallring och skövling.

### **4.5.1 Strength – Mikroanalys av EMTW AB**

- Lösning med nivåutjämning, aktiv fjädring och styrning i samma enhet
- Programmering för 4 olika styrlägen
- Kontakt med underleverantörer som ger expertis inom programmering och produktion
- Färdigt koncept för fordon till arbete bredvid motorväg

### **4.5.2 Weakness - Mikroanalys av EMTW AB**

- Ingen produktion in-house, inte heller tillgång till storskalig produktion
- Endast en ingenjör i företaget
- Fordonet är idag hydraulkontrollerat men elstyrt, som ihop med en simpel ram gör fordonet tungt
- Inget etablerat varumärke

### 4.5.3 Opportunities Anläggningsfordon - Makroanalys av marknaden

| <i>Grävmaskin</i>   | <i>Hjullastare</i>  | <i>Dumper</i>   |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>-Maskin utan larvband</li> <li>-Maskin utan rotationsring</li> <li>-Styrkor från en hjulgående med stabilitet och framkomlighet från larvband</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Maskin utan midjestyning</li> <li>-Större fordon med samma svängradie som ett mindre</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Maskin utan midjestyning</li> <li>- Stabilitet med aktivfjädring</li> <li>- Högre framkomlighet</li> </ul> |

### 4.5.4 Threats Anläggningsfordon - Makroanalys av marknaden

| <i>Grävmaskin</i>   | <i>Hjullastare</i>  | <i>Dumper</i>   |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Svårt att sälja en dyrare innovation</li> <li>- Vikt från maskin i förhållande till grävförmåga</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Svårt att sälja en dyrare innovation</li> <li>- Möjligtvis inget värde i nivåutjämning och aktiv fjädring</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Svårt att sälja en dyrare innovation</li> <li>- Vikt från maskin i förhållande till lastkapacitet</li> </ul> |

### 4.5.5 Opportunities Skogsfordon - Makroanalys av marknaden

| <i>Skördare</i>  | <i>Skotare</i>   |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Framkomlighet (Nivåutjämning och styrssystem)</li> <li>- Komfort</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Framkomlighet (Nivåutjämning)</li> <li>- Komfort</li> </ul> |

### 4.5.6 Threats Skogfordon - Makroanalys av marknaden

| <i>Skördare</i>   | <i>Skotare</i>   |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Högt marktryck/vikt</li> <li>- Smidighet utan midjestyning</li> <li>- Midjestyning ger smidighet i skogsmiljö</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tappar smidighet med ett tillräckligt långt flak</li> <li>- Tappar värde av styrförmågor med ett släp</li> <li>- Midjestyning ger smidighet i skogsmiljö</li> </ul> |

## **4.6 Beslut av marknad och marknadsundersökning**

Med hjälp av att göra en analys av SWOT:en togs ett beslut ihop med EMTW att fortsätta med skördare, då skogsbruksindustrin ansågs mer mottaglig för en innovativ lösning. För att fortsätta letades det efter vetenskapliga artiklar samt gjordes en sökning på Google efter andra artiklar.

### **4.6.1 Intervju med Sveaskog**

En intervju gjordes med maskinansvarig på Sveaskog (se bilaga 1) (Karlsson, 2022), där utmaningarna för skördare idag, kunde grupperas upp i två huvudgrupper. En av utmaningarna var att det inte gick att bruka maskinernas fulla produktivitet, då föraren ansågs vara överbelastad i sin kognitiva kapacitet. Den andra var oförutsägbarheten av mekaniska brott, som gjorde maskinen stillastående i skogen. Det i sin tur gör att andra fordon blir stillastående då inga träd fälls. De två sakerna skulle då lösas genom att integrera rätt förarstöd och finna sensorer för att kunna planera underhåll av maskiner mer effektivt.

### **4.6.2 Sökande av brister i befintliga skördare**

En slutsats av studien (Norén, Rosca, & Rosengren, 2007) är att dagens skördare har en högre prestationspotential än vad en normal förare klarar av någon längre tid. En skördarförare gör upp till 3 500 reglageörelser i timmen. Det är en mental arbetsbelastning, som skulle minska drastiskt om maskinen själv utförde vissa sekvenser i arbetet, och på andra sätt kunde bistå föraren genom olika system för förarstöd. Av en kort studie som denna, med ett fåtal förare, kan man dessvärre inte dra slutsatser kring eventuella skillnader mellan maskiner.

För att EMTW ska vara konkurrenskraftiga på en ny marknad, behövs mer än en likvärdig produkt. Därav bestämde sig projektgruppen att fokusera på förarstöd för att underlätta för de som faktiskt interagerar med maskinerna. Detta beslut togs då flera rapporter samt vetenskapliga artiklar syftar på att ett flertal arbetsskador är ett resultat av dålig förarkomfort (Björnheden, Lundström, Rossander, & Brunberg, 2019) (Norén, Rosca, & Rosengren, 2007).

En specifik orsak är att föraren under reglagearbetet hela tiden är uppmärksam och aktivt tittar sig omkring samt arbetet sker i en skakande och lutande maskin, där föraren omedvetet spänner musklerna. Efter ett flertal samtal med Sveaskog bekräftades dessa uppgifter och det drogs även slutsatser om att det är ett faktum att hög mental ansträngning på grund av svårhanterade maskiner har lett till utmattning hos förarna samt försämrad kvalitet och produktivitet (Björnheden, Lundström, Rossander, & Brunberg, 2019).

## **4.7 Förarstöd**

Målsättningen med förarstöd blev att undersöka lösningar som minskade förarens kognitiva belastning. Det största identifierade delarna som ockuperar förarens kognitiva förmåga är: ställa motorvarvtal efter behov (bemöts under sensorer för mekaniska fel), automatisk föraranpassning, automatisk nivåreglering och val av rutt (Ismoilov, 2016). En del som belastar föraren i Ecolog-maskinerna är också att deras variant av nivåreglering endast kan styras manuellt (bilaga 1) (Karlsson, 2022).

### **4.7.1 Automatisk nivåreglering**

Enligt Linnéa Karlsson på Sveaskog (bilaga 1) (Karlsson, 2022) så skulle en automatisering av nivåregleringen avlasta förarens kognitiva förmåga. Detta kan kopplas till EMTWs patenterade lösning, där ett automatiserat system för just nivåreglering och aktivfjädring finns. Detta bör även kunna ge mer stabilitet för kranen när maskinen körs samtidigt som man skövlar träd.

### **4.7.2 Automatisk ruttnavigering**

Skogsavverkning har negativa effekter på avverkningsplatsens återhämtning. Skogsmaskiner är tunga arbetsmaskiner och orsakar grov spårbildning med avsevärt hög jordpackning. Skogsjord med inslag av berg och grova rötter har betydligt högre bärighet jämfört med myrmark. Grova spår som bildas till följd av upprepad körning längst samma väg med skogsmaskiner begränsar flödet av vatten genom och över jorden, vilket skadar kvarvarande träd och rötter. Skulle en våt terräng trafikeras under våta förhållanden uppstår allvarliga packningsnivåer med kanal liknande sår som kanaliserar nederbörden och bidrar med ökad erosionspotential. Bortsett från de miljömässiga aspekterna så försämras även fordonet negativt då de blir begränsade till att åka i de grova spåren (Ismoilov, 2016). Ett automatiserat GPS-program hade säkerställt att föraren kör dels efter den mest avverkningseffektiva ruten samtidigt som man undviker att använda sig av samma spår och därmed gynna skogen långvariga hälsa. Jordbruksindustrin använder redan detta (FieldBee, 2022) och ett liknande system skulle kunna implementeras eftersom EMTW:s plattform tillåter högre framkomlighet.

### **4.7.3 Automatisk föraranpassning**

Genom att ha förarspecifika förinställda stol- och reglageinställningar minimeras ställtiderna vid skifte av förare. På så undviker tidssvinn samtidigt som man säkerställer att förarna alltid har samma arbetsposition och kan lägga all fokus på att framföra fordonet istället för att fokusera på små störmoment längs dagens gång. Det är dessa små saker som bidrar till minskad produktivitet hos förarna trots en relativt enkel lösning (Adolfsson, Öberg, & Torén, 2004).

## **4.8 Sensorer för mekaniska fel**

I denna del bemöter vi en utmaning som skördare kan utsättas för. I intervjun med Karlsson (2022) etablerades det att hydraulsystemet är oftast det som ger problem, framför allt pumpen. Annat som kan ske är brott i kran eller bogey, som diskuteras längre ner.

### **4.8.1 Hydraulsystem**

Under samtalet, med Sveaskog (se bilaga 1) (Karlsson, 2022), belystes problem kring mekaniska fel som sker utan förvarning. De vanligaste mekaniska felen sker i det hydrauliska systemet, där till exempel pumpen går sönder utan varning. Anledning till detta, enligt Sveaskog, var bland annat på grund av smutsig hydraulolja. Smutsen i sig sliter på pumpen som till slut tappar hållfastheten för att hålla inne trycket i pumpen. En annan anledning var att luft kom in i systemet när, till exempel packningar blivit gamla och därmed kan läcka in. Luften skapar då kavitation i pumpen som sliter hårt på pumpen.

Enligt (Worldwide Hydraulic Professionals, 2020) kan man kategorisera fem olika typer av sensorer som kan användas i ett hydraulsystem. Dessa är trycksensorer, nivåsensorer, flödessensorer, temperatursensorer och kontaminationssensorer. Sveaskog säger att nivåsensorer finns i de hydraulsystem som de använder, men inte mer. (Komatsu, u.d.) skriver att det finns varning för låg oljenivå i deras maskiner, även att lastsensorer finns i systemet. Detta visar på ett utrymme för att använda dessa sensorer för att förebygga och förlänga livslängden på pumpen. Livslängden blir även mer förutsägbar och då kan en varning komma strax innan pumpens arbetstimmar har gått ut.

En kontamineringsensor hade kunnat placeras efter oljefiltret för att se om oljan i sig behöver bytas, men även säkerställa filtrets tillfälliga duglighet med hjälp av en sensor innan filtret. En trycksensor innan och efter pumpen hade kunnat säkerställa att motståndet i systemet inte överskrider pumpens maximala tillåtelse. Dessa sensorer hade också kunnat avlasta föraren genom att automatiskt reglera motorvarvtalet, så att hydraulsystemet alltid har den kraft som föraren efterfrågar. Trycksensorer innan och efter oljefiltret hade också bidragit till förståelse av hur igensatt filtret är vid tillfället.

### **4.8.2 Bogey och kran**

Det är en utmaning att hantera mekaniska brott i kran eller bogey på ett skogsfordon. En del olika lösningar finns. Om man skulle bygga en skala för när man byter komponenten, där ena

änden är byte vid haveri och andra änden är byte efter intervall av valfri enhet (till exempel arbetstimmar).

Vid analys av dessa extremer kan det utgöras att om byte görs vid haveri så ses det till att hela den tekniska livslängden brukas. Detta kan användas av små skogsbrukare, där antalet träd per spenderad krona är av högsta vikt. Vid analys av andra änden, det vill säga byte efter intervall, ses det till att maximera antalet arbetstimmar per dag. Detta blir viktigt då många andra delar också blir stillastående vid haveri, vilket är varför man ser till att ha planerade underhåll. I detta fall så brukas inte komponentens fulla livslängd, och tiden för underhållsarbete är större per maskin men mindre tid spenderad av stillastående arbete i skogen.

I stora drag blir det en balansgång mellan att maximera antalet drifttimmar under arbetsdagen och att maximera brukandet per komponent. Ett sätt att få båda delar att maximeras skulle kunna vara via sensorer. Sensorer hade kunnat se till att varje komponent används tills det att den havererar. Samtidigt som att den hade kunnat se till att ha en marginal för att kunna köras till verkstaden för underhåll eller ännu mer framförhållning.

I en vetenskaplig artikel (Pengfei, Toshiyuki, Takanori, & Hiroyuki, 28) diskuteras möjliga sensorer för att förutspå utmattningsskador. Dessa sensorer verkar dock vara väldigt känsliga och testade i väldigt kontrollerade scenarion. För att dessa ska kunna effektivisera arbetet i skogen för brukare, kan dessa sensorer inte ge ifrån sig signaler när ett problem inte är utbrutet. En sensor som ger signaler vid tillfällena där en signal inte behövs skapar ineffektivitet. Därför bör sensorer som används testas noggrant innan de implementeras i system samt visa på att de ökar produktiviteten.

Med detta som beslutsunderlag, kan det sägas att sensorer för utmattningsskador är än så länge ineffektiva. Ett strukturerat underhållsschema ger mer effektivitet för brukare som lägger vikt på att minimera stopp i arbetet ute i skogen. Ett sådant schema utvecklas inte vidare i detta projekt, då det inte anses vara en del av de sökta lösningarna.

## 5 Resultat av produkt

Resultatet blev en skogsmaskin baserad på EMTW:s FAS-plattform. Plattformen valdes för att ta del av deras hjulupphängning och styrsystem eftersom de tar bort några uppgifter ur förarens begränsade kognitiva kapacitet. Den aktiva fjädringen gör även att föraren sitter mer stabilt i hytten. Möjligheten för krabbgångsläge möjliggör för mer stabilitet i rät vinkel mot vart maskinen rör sig då maskinen är längre än vad den är bred vilket i sin tur möjliggör för kranen kan sträckas längre ifrån fordonet.

Maskinen tar sig även lättare fram genom skogen med en mindre inverkan på underlaget genom att använda nivåregleringssystemet och därav kan ett ruttoptimeringssystem implementeras. Detta ruttoptimeringssystem skulle likna det system som redan används inom jordbruksindustrin. Systemet som jordbrukare använder i dagsläget är baserat på ett GPS-system som ser till att fordonet rör sig längst en förbestämd slinga. Slingan dras av systemet genom att bestämma fältets, det som ska täckas, gränser via GPS-koordinater. Därefter ställs arbetsbredden in och linjer dras i systemet. Arbetsbredden ställs in för att systemet behöver veta avståndet mellan de linjer som dras. Även en typ av underlagsigenkänning implementeras i ruttoptimeringssystemet med hjälp av bildanalys och belastningssensorer vid varje hjul. Vikten kan då fördelas jämnt, vilket minskar spårbildningen och ökar stabiliteten. Detta automatiserar en av förarens uppgifter, närmare bestämt ruttnavigering. Ruttnavigeringen utför mindre justeringar i körningen för att undvika hinder och stannar om manuell insats behövs. En ytligare men enklare implementation var att ge fordonet förarprofiler där förarna kan skapa sin egen anpassning, så att arbetsställningen alltid är korrekt anpassad.

Utöver de lösningar som utvecklades för att minska den kognitiva belastningen, sågs även potential i att utveckla hydraulsystemet. Sensorer implementeras i hydraulsystemet för att enklare kunna förutse möjliga problem. Trycksensorer, före och efter pump, ger data för att kunna räkna antalet cykler som pumpen gått igenom samt att övervaka tryckskillnaden. Detta tillsammans med en flödessensor automatiseras motorvarvtalsställning och även möjligheten att se läckage i tidiga skeden. Tryck-, flödes- och kontamineringsensorer kan placeras före och efter filtret för att övervaka oljans och filtrets skick. Med dessa sensorer maximeras tekniska livslängden samt bruksgraden, utan att riskera oförutsägbara stopp när maskinen är i bruk.



I nedanstående del redovisas de lösningar som ansågs vara de mest lämpliga att sträva efter. De är uppdelade efter förarstöd och sensorer för mekaniska fel.

## **5.1 Förarstöd**

Resultatet av den insamlade data blev en lista av följande förarstöd:

- Automatiserad nivåreglering genom tillämpning av EMTW:s hjulupphängning och styrsystem.
- Ruttoptimerad avverkning, med hänsyn till bärighet och volymer med hjälp av bildigenkänning och GPS-system för att göra det mer likt jordbrunsindustrin.
- Automatiska förarspecifika inställningar av stol och reglage som med en enkel knapptryckning ställer in de individuellt förarspecifika val som gjorts.

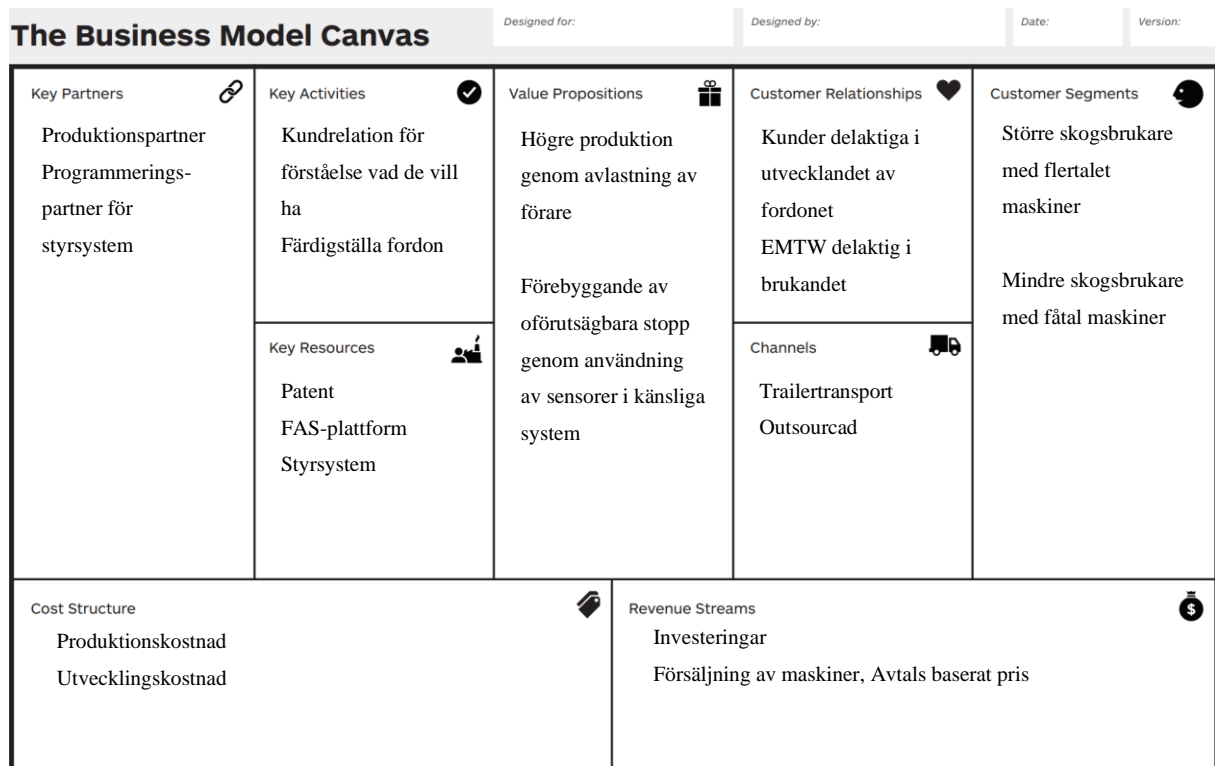
## **5.2 Sensorer för mekaniska fel**

Sensorer har många områden där de kan implementeras och i hydraulsystemet i ett arbetsfordon kan de vara av stor nytta. Sensorer som i dagsläget inte används i hydraulsystemet har därför valts att implementeras och exempel på hur de skulle kunna göras är:

- Trycksensorer före och efter pump, för att inte överbelasta pump samt hålla koll på antal cykler och arbetsförhållanden för att förutspå haveri. Automatisering av varvtalsjustering på motor hade också kunnat implementeras. Tryckförluster i systemet hade också kunnat övervakas.
- Trycksensorer före och efter filter, för övervakning av filtrets hälsa.
- Kontamineringsensor före och efter filter, för övervakning av filtrets hälsa samt oljans hälsa. Smutsig olja kortar ner livslängden på hydraulsystemets komponenter.

## 6 Affärssystem

### 6.1 Business Model Canvas



### 6.2 Marknads-/kundundersökning

Kunden ser idag att dagens skogsbruksmaskiner har två stora brister. Den första är att föraren är överbelastad med uppgifter att lösa. Det gör att maskinerna, som teoretiskt har väldigt hög produktivitet, inte nyttjas till fullo. En maskin med lägre teoretisk produktivitet men som tillåter föraren att nyttja den till fullo, skulle vara en mer effektiv maskin än de som finns idag.

Den andra bristen är oförutsägbara stopp. Dessa stopp sker oftast på grund av hydraulsystemet, där pumpen är mest utsatt. Andra stopp som uppkommer är brott i antingen kran eller bogey. Idag finns inte sensorer som varnar för dessa stopp innan de sker.

### 6.3 Marknaden

Marknaden är en råvaruutvinningsbransch, vilket betyder att det är en väldigt prispressad bransch. Effektiviteten står högt upp i värde och effektiviteten baseras på mängden råvarumaterial per investerad krona. Med det sagt har marknadens fordon utvecklats mycket senaste 30 åren, vilket tyder på att marknaden är villig att testa innovativa lösningar. Tidigare användes traktorer med redskap för att skövla och gallra skog, medan nu används specialanpassade fordon.

Konkurrenter är bland andra: Ecolog, Komatsu och John Deere. Ecolog har maskiner som använder sig av nivåreglering, likt det EMTW har. Skillnaden ligger i att Ecologs system är manuellt varpå EMTWs är automatiserat. Komatsu 351, som Sveaskog använder, har anskaffningsvärde mellan 4 och 5 miljoner kronor. Denna maskin används vid skövling och är den största skördaren Komatsu erbjuder.

## **6.4 Marknadsplan**

EMTW har idag inte kapitalet för att sälja produkten som en del av en helhetstjänst. Där kunden betalar en tjänst, per månad, för maskin, service samt upphämtning för en sådan. En sådan tjänst kräver också andra delar, till exempel ett nätverk av verkstäder, maskiner för flytt och ett förtroende från kunderna. Vilket är saker EMTW inte ännu har. Därför bör de sälja maskinerna till kund och de borde göra det utan mellanhand. Detta då marknaden är B2B och volymen låg. Därför är direktkontakten viktig och en god relation till kunderna likaså.

EMTW har idag inte kapitalet för att sälja produkten som en tjänst utan bör sälja produkten självständigt. De bör också sälja produkten själva då en relation med kunderna är av för att kunderna ska bygga förtroende för EMTW som företag.

EMTWs produkt på denna marknaden är innovativ och annorlunda jämfört med dagens marknad. Detta gör att EMTW måste visa att deras maskin fungerar och att den är mer effektiv i förhållande till dagens maskiner. För att kunna visa detta behöver maskinerna få testas av brukare genom att EMTW lånar ut sina maskiner under en period mellan 1 och 4 veckor. Efter perioden är slut och kunden är nöjd med produkten, kan kunden betala ett avtalat pris för maskinen för att behålla den.

## **6.5 Distribution**

Idag flyttas skogsmaskiner oftast med hjälp av trailer. Är det kortare sträckor på skogsväg, används traktor. Vid längre avstånd används lastbilstruck. EMTW bör använda sig av lastbilstruck och trailer för distribuering av deras produkt. Sjötransport har övervägts och kan potentiellt användas längre fram i tiden, då EMTW bör fokusera på den svenska marknaden till en början.

## **6.6 Produktionsprocessen**

Idag har EMTW en partner som producerar deras prototyper och denna partner bör också användas för denna produkt.

## **6.7 Ekonomiska planer**

Intäkterna kommer inte att överskrida 5 till 6 miljoner kronor per maskin. Detta då konkurrenterna säljer sina likvärdiga maskiner för 4 till 5 miljoner kronor per maskin. EMTW skulle kunna sätta ett högre pris om de kan påvisa att maskinen kan producera större mängd råvaror per investerad krona.

Fram till att EMTW har gjort maskinen produktionsklar, kommer ett finansieringsbehov att krävas.

## **6.8 Risker och möjligheter**

EMTW står inför en del risker med att ta sig in på skogsbruksmaskinsmarknaden. Den första risken kan ske om EMTWs fordon inte visar sig vara mer produktiv än konkurrenternas fordon. Det vill säga att fordonet inte producerar mer råvaror per investerad krona eller att fordonet visar sig vara opålitlig mekaniskt. Denna risk minskas genom att ha en tydlig målbild för dessa två områden. Anskaffningsvärde på konkurrenternas största maskiner är cirka 4 till 5 miljoner och de skövlar i snitt 100 till 120 träd i timmen i Norrland där träden är mindre. Detta ger en prisbild över vilken skövlingshastighet som kan fås per krona på dagens marknad. Pålitligheten minskas med tekniska lösningar som specificeras i kapitel 5 Resultat av produkt.

Andra risker sker om kunderna inte ser fordonet som intressant att testa. Detta kan vara på grund av att EMTW inte är ett etablerat företag på marknaden, maskinen teoretiskt sett inte har högre produktion eller att fordonet är för svårt att integrera i kunden nuvarande flotta. Denna risk minskas genom att etablera en god relation med skogsbrukare tidigt i utvecklingen och låta de ge inflytande på utvecklingen av maskinen. Detta kommer i sin tur att ge förtroende för produkten från brukarna.

Sista risken realiserar om tillverkningskostnaden visar sig vara högre än vad det är möjligt att sälja produkten för. Därför sätts en tydlig prisbild av vad maskinen bör kosta att tillverka i förhållande till vad kunden ser för värde av maskinen. Värdet av maskinen kan tas ut genom att jämföra vad konkurrenters maskiner kostar idag.

## **7 Resultat av marknadsanalys**

Här presenteras olika marknader och hur EMTW skulle nå dessa. Det står också kort om vilka aspekter EMTW behöver ha i åtanke när de i framtiden ska in på dessa. De två marknaderna som ansågs vara lämpliga var anläggningsfordon och skogsbruksmaskiner.

### **7.1 Anläggningsfordon**

Marknaden för anläggningsfordon kräver att fordonen har de förmågor som förväntas av just det fordonet. I vissa fall behöver en avvägning mellan olika förmågor göras. En av dessa förmågor som avvägs är möjligheten till ett stabilt fordon i ojämnterräng och en annan är att kunna köra på väg. EMTW kan använda sig av nuvarande tillgångar för att kunna få dessa två förmågor att fungera samtidigt. Detta genom att kombinera stabiliteten från larvband med möjligheten att kunna köra på väg. Hur detta sker är genom deras nivåreglering som skapar ett stabilt fordon samt genom att fordonet går på hjul, kan det även köras på väg.

EMTW:s styrsystem, FAS, kan ge en bredare marknad, då framkomligheten blir bättre. Detta gör att ett större fordon kan jobba på platser där framkomligheten är begränsad.

Det finns några saker som behöver tas hänsyn till om EMTW i framtiden ska in på denna marknad. Något de bör ha i åtanke är att; de maskiner som finns har i stort sett samma funktion som de hade för 50 år sedan. Det som har utvecklats mest inom denna marknad är att effektivisera produktionen av dessa fordon samt mer ekonomiska. Detta gör att EMTW bör veta med sig, att ett försök till att sälja en innovativ produkt i denna marknad bör ha en innovativ marknadsplan.

En annan aspekt EMTW bör ha i åtanke är att deras produkt skall enkelt kunna integreras i en befintlig flotta av andra maskiner. Ett exempel är att fordonens förmågor ofta kopplas till fordonets vikt, det vill säga att en 25 tons grävmaskin vet marknaden vilka förmågor den har.

### **7.2 Skogsbruksmaskiner**

I dagsläget kräver marknaden att framkomlighet och smidighet är av stor vikt. Detta kan tas tillvara på med EMTW:S hjulupphängning genom automatisk nivåreglering och deras styrsystem. För att EMTW ska lyckas inom den här marknaden i framtiden krävs ett högt innovationsklimat där ständiga förbättringar görs på deras plattform då denna bransch bygger på nya och bättre funktioner och inte ren prissättning. Funktioner som har visat sig vara av stor vikt i marknaden är lösningar som ökar produktiviteten och de två största utmaningarna är att

minska belastningen på föraren och att förebygga mekaniska fel. EMTW:s tillgångar tillåter flera nya innovativa lösningar, som bygger vidare på deras nuvarande lösning, för att förbättra dessa två områden.

Aspekter som EMTW behöver ha i åtanke när de ska in på marknaden är att i och med det höga innovationsklimatet är att fortsätta utveckla fordonet för att hålla sig konkurrenskraftiga. En annan aspekt EMTW bör ha i åtanke, likt anläggningsfordon, är att deras produkt skall enkelt kunna integreras i en befintlig flotta av andra maskiner. Ett exempel är att fordonens förmågor ofta kopplas till fordonets vikt, det vill säga att en tio tons skördare vet marknaden vilka förmågor den har.

## **8 Diskussion och reflektion av produkt**

### **8.1 Förarstöd**

För att EMTW ska konkurrera inom marknaden för skogsbruksmaskiner bör de införa ruttoptimering samt delautomation för nivåregleringen. På så vis kommer de öka produktionen hos skördarna vilket kommer väcka investerarens intressen. För att väcka intresset hos förarna av dessa fordon bör de satsa starkt på förinställbara stolar och reglage, däremot är detta den punkt som är enklast att åstadkomma då tekniken redan finns på marknaden men har undvikits att implementeras hos konkurrenterna.

Ifall förarstödjande system som avlastar och förenklar för föraren utvecklas, till exempel genom ökad delautomation, skulle produktiviteten höjas utan att maskinernas grundläggande tekniska prestanda förändras. Denna observation är viktig för den fortsatta teknikutvecklingen.

### **8.2 Sensorer för mekaniska fel**

Sensorer kan implementeras i hydraulsystemet och kan ge flera värdefulla lösningar. Med tanke på att EMTW:s FAS-plattform använder sig till stor del av hydraulik, bör detta även kunna ge värde på andra marknader för EMTW. En sådan hydraul lösning kommer att väcka investerarens intresse och bör inte vara ett för stort utvecklingsarbete för EMTW.

Sensorer för förebyggande av utmattningsskador är ännu inte redo för implementering i en skogsmaskin. För att få detta att fungera krävs ett stort utvecklingsarbete, något som EMTW just nu inte har resurser att lägga på.

### **8.3 Vidare studier**

Nästa steg i projektet vore att i samarbete med systemtillverkare och EMTW utveckla ett mindre fordonskoncept för utvärdering. Vidare studier skulle kunna göras för att anpassa informationen om förarstöd specifika arbetssituationer och därefter optimera dem. En annan studie hade varit att utveckla sensorer för förebyggande av mekaniska brott.

### **8.4 Hållbarhet**

#### **8.4.1 Social**

Det var svårt att koppla produkten till ett socialt hållbarhetsperspektiv. Maskinen skulle dock kunna ses som mer tillgänglig med de förarstöden som projektet resulterade med. Detta skulle kunna kopplas till jämlikhets- och jämställdhetsmålen i Agenda 2030 (United Nations, u.d.). En kritik som skulle kunna föras och kan ha gjort att vissa perspektiv inte tagits i åtanke, är att

båda projektmedlemmarna är män med svensk bakgrund och projektet är utfört på en svensk högskola. Detta ansågs dock inte påverka projektet. Punkt 12 skulle också kunna kopplas till arbetet då projektet bidrar till en bättre avvägd arbetssituation och på så sett skapar en ansvarstagande produktion av trä.

#### **8.4.2 Ekonomisk**

Ur ett ekonomistperspektiv så påverkar produkten kanske mest genom effektivisering av skogsbruket. En maskin som genererar mer pengar för mindre insats, vilket kan kopplas till punkt 8 och 9 i Agenda 2030 (United Nations, u.d.). Där produkten kan bidra till ekonomisk tillväxt och till industri samt innovation. Detta i sin tur skulle kunna påverka en rad olika industrier som är beroende av trä, till exempel papper, hus och möbler.

#### **8.4.3 Miljö**

Då effektiviteten ökar på skogsbruket bör miljöpåverkan också sjunka per enhet trä. Detta kan kopplas till Agenda 2030 (United Nations, u.d.) målen, i punkt 12 och 13. Även punkt 15 bör kunna kopplas till projektet då en optimerad ruttnavigering skulle leda till en mindre skadad mark vid skövling, men kanske framför allt vid gallring.

#### **8.4.4 Etik**

I och med det att denna typ av fordonsplattform lämnar mindre spår efter sig i förhållande till de befintliga maskinerna så kommer det möjliggöra för de naturligt förekommande växt- och djurarter i det svenska skogslandskapet att ytterligare kunna fortleva i livskraftiga bestånd.



## **9 Diskussion och reflektion över projektet i sin helhet**

### **9.1 Kritik av vald arbetsmodell**

Den interna kommunikationen har skett på ett effektivt sätt, som har passat gruppens medlemmar, vilket resulterade med produktivt arbete med få kommunikationsmissar. Gruppen anpassade även sitt arbete vid eventuella resor och sjukdomar genom att hålla i digitala möten. Under mötena var gruppmedlemmarna aktivt deltagande och bidrog med åsikter och idéer. Alla idéer och åsikter respekterades och diskuterades kring för att inte utelämna potentiella lösningar.

Vid projektets uppstart skapade projektgruppen ett övergripande gantt-schema för att få en bra uppfattning om hur mycket tid som skulle krävas för varje moment. Detta medförde att man effektivt kunde förebygga olika kunskapsgap samt hålla sig uppdaterad om de uppkommande momenten. Detta medförde dessvärre att projektgruppen fick närzonsplanera detaljer och milstolpar under projektets gång.

Trots en oerhört bra introduktion med EMTW AB så intresset från deras håll upplevts som knapp. Projektgruppen har behövt arbeta utan riktlinjer under en majoritet av projektets gång, speciellt under projektets uppstart, vilket har lett in projektgruppen på villovägar vid ett flertal tillfällen. Detta kunde lätt undvikits med att EMTW klargjort från projektets start vad de vill få ut av projektet och inom vilken marknad istället för att projektgruppen själva skulle komma fram till det och vid senare tillfälle få det verifierat. Den tiden kunde lagds på mer effektivt arbete mot ett tydligt mål vilket hade resulterad med ett bättre utfört arbete och tid till utveckling av prototyp.

Projektgruppens arbete har i det stora hela fungerat oerhört bra. Gruppmedlemmarna har kommit bra överens och tagit del av varandras åsikter för att utvecklas för det bättre. Det uppkom få oenigheter längst projektets gång vilket snabbt löstes med förtydligande av mål och omformuleringar.

## 9.2 Metodkritik

Metodiken för att lösa uppgiften har primärt grundats på ett flertal litteraturstudier samt subjektiva bedömningar från ett flertal studier och intervjuer. Det mest kritiska har varit valet av litteraturstudiernas djup och avgränsning i förhållande till konceptframtagning. Studierna var som intensivast i början av projektet när den teoretiska referensramen och diverse projektmodeller skulle definieras. Vid de tillfällen som osäkra källor har refererats till har en subjektiv bedömning av ett flertal andra källor använts för att säkerställa tillförlitligheten. Vid de enstaka tillfällen då källan inte går att styrka har projektgruppen valt att förlita sig på källan, detta då information har varit knapp och svår att komma åt.

Den tidigare forskning som bedrivits om diverse förarstöd skiljer sig mellan författare och Intervjuer med Sveaskog och har därmed varit kvalitativa med fokus på att förstå förarnas arbetsgång och få fram deras åsikter och idéer samt att styrka den tidigare forskningens trovärdighet. Däremot är antalet intervjuer och granskning av diverse forum tillräckligt för att ge statistisk säkerhet men tydliga tendenser har ändå kunnat urskiljas. Det ska även noteras att ingen i projektgruppen är en van moderator vilket kan ha påverkat resultatet av intervjuerna negativt.

Vid framtagandet av de potentiella problem och lösningar valde projektgruppen att primärt använda sig av brainstorming. Det valet gjordes då det var lättare att formulera problemen genom att skriva och rita upp olika scenarion för att sedan diskutera kring ritningen. Metoden genomfördes enbart tillsammans med projektmedlemmarna och var därmed färre än det rekommenderade antalet deltagare. Gruppen ansåg inte detta som ett hinder för kreativiteten utan snarare än fördel eftersom de båda var så införstådda i problemområdet.

Projektgruppen arbetade även utan en utsagd ledare då det ansågs irrelevant eftersom det fanns en ömsesidig respekt för varandra från projektets början. Gruppmedlemmarna hade även ett tydligt och gemensamt mål för projektet.

Konceptframtagning har inte haft en central roll i projektet trots tidiga förhoppningar om ett. Huvuduppgiften var att ta fram ett fordonskoncept för att ge EMTW:s FAS-plattform en stor slagkraft på marknaden för skogsbruksmaskiner och projektgruppen anser att förarstöd är det som slår hårdast.

## Referenser

- Adolfsson, N., Öberg, K., & Torén, A. (2004). *Förebyggande av belastningsskador vid arbete med armstödsburna reglage i mobila arbetsmaskiner*. JTI.
- Björnheden, R., Lundström, H., Rossander, M., & Brunberg, T. (2019). *Arbetsmiljö, prestation och bränsleförbrukning för fem stora skördare*. Uppsala: skogforsk.
- EMTW. (2021). *Teknik*. Hämtat från EMTW.se: <https://www.emtw.se/teknik/> den 4 12 2021
- En historia av att blicka framåt*. (u.d.). Hämtat från volvobuses.com: <https://www.volvobuses.com/se/why-volvo/a-history-of-forward-thinking.html>
- FieldBee*. (2022). Hämtat från <https://www.fieldbee.com/>
- Föreningsresursen. (u.d.). *Brainstorming*. Hämtat från Föreningsresursen.fi: <https://foreningsresursen.fi/inspiration/metoder/brainstorming/> den 11 12 2021
- Hesslow, K., & Kahlaf, R. (06 2016). *Reglering av adaptiv stötdämpare*. Hämtat från chalmers.se: <https://odr.chalmers.se/bitstream/20.500.12380/246652/1/246652.pdf> den 24 12 2021
- Hill, T. (1991). *Production/Operations Management*. Prentice Hall.
- Ismoilov, A. Q. (2016). *Suspended forestry machines for sustainable forestry*. Stockholm: KTH.
- Karlsson, L. (Mars 2022). (M. Dahlström, Intervjuare)
- Komatsu. (u.d.). *Wheeled harvester 951-1*. Hämtat från Komatsu: <https://www.komatsu.com/products/forestry/wheeled-harvesters/951-1/#specifications> den 12 mars 2022
- Lindström, R. O. (2012). Hämtat från [http://www.ointres.se/2012-2\\_BvNy\\_del2.pdf](http://www.ointres.se/2012-2_BvNy_del2.pdf) den 12 12 2021
- Mind Tools Content Team. (u.d.). *SWOT Analysis*. Hämtat från mindtools.com: [https://www.mindtools.com/pages/article/newTMC\\_05.htm](https://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_05.htm) den 29 12 2021

- Nihlén, A. (den 06 12 2014). *Bränslesnåla hjullastare*. Hämtat från lantbruksnytt: <https://lantbruksnytt.se/branslesnala-hjullastare/> den 28 12 2021
- Norén, J., Rosca, C., & Rosengren, P. (2007). *Riktlinjer för presentation av apteringsinformation i skogsskördare*. Linköping: Linköpings universitet. Hämtat den 17 02 2022
- Pengfei, W., Toshiyuki, T., Takanori, T., & Hiroyuki, M. (den 2013 03 28). Hämtat från Elsevier: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0924424713001428?token=CEAF108124F6690900B2E53108EA6D7622A27E5F6A50885EDD802969E15C4625CEB92BC6976E5838E0858C8943945C65&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220502115611>
- Projektledning. (den 02 09 2021). *Agil Projektledning: För projekt som kräver stor flexibilitet & snabbhet*. Hämtat från Projektledning.se: <https://projektledning.se/agil-projektledning/> den 14 12 2021
- Projektmallar. (2019). *scrum*. Hämtat från Projektmallar.se: <https://www.projektmallar.se/scrum/> den 8 12 2021
- Rapp, B., Keller, C., Haftor, D., & Sundberg, K. (2017). *AGIL PROJEKTLEDNING*. Hämtat från imit.se: <https://imit.se/artiklar/agil-projektledning/> den 13 4 2022
- Ström, M., Raudberget, D., & Gustafsson, G. (2016). *Instant Set-Based Design, an Easy Path to Set-Based Design*. Hämtat från sciencedirect.com: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1130089/FULLTEXT01.pdf>
- TechTarget Contributor. (1 2017). *hydraulics*. Hämtat från whatis.com: <https://whatis.techtarget.com/definition/hydraulics> den 1 12 2021
- TechTarget Contributor. (1 2017). *pneumatics*. Hämtat från WhatIS: <https://www.techtarget.com/whatis/definition/pneumatics> den 17 07 2022
- United Nations. (u.d.). *The 17 Goals*. Hämtat från United Nations Department of economic and social affairs: <https://sdgs.un.org/goals>

Wikipedia contributors. (den 25 1 2022). *Loader (equipment)*. (T. F. Wikipedia, Producent)  
Hämtat från wikipedia.org:  
[https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Loader\\_\(equipment\)&oldid=1067921172](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Loader_(equipment)&oldid=1067921172)  
den 27 1 2022

Wikipedia contributors. (den 16 1 2022). *Pneumatics*. (T. F. Wikipedia, Producent) Hämtat från  
wikipedia.org:  
<https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Pneumatics&oldid=1065964579> den 17 1  
2022

Worldwide Hydraulic Professionals. (den 26 December 2020). *Types & Benefits of Sensors in  
Hydraulics*. Hämtat från Worldwide Hydraulic Professionals: [https://whyhs.com/types-  
and-benefits-of-sensors-in-hydraulics](https://whyhs.com/types-and-benefits-of-sensors-in-hydraulics) den 17 Februari 2022

Yasumasa, T., & Toshiro, N. (den 14 07 1989). *Hydraulic steering system for articulated  
vehicle*. Hämtat från patent.google.com:  
<https://patents.google.com/patent/US5269389A/en> den 23 12 2021

# Bilagor

## Bilaga 1 – Intervju Sveaskog

### Frågor

1. Vad belastar föraren idag som anses finnas icke implementerade lösningar på? Vad stjäl produktivitet?
2. Vilka nackdelar finns det med midjestyrd skördare?
3. Har ni maskiner där sensorer, som inte fungerar som de ska, hindrar maskinen mer än vad ett motsvarande mekaniskt fel hade gör?
4. Vilka är de vanligaste mekaniska felen?
5. Vad är totalvikten på era skördare? (I respektive klass)

### Svar

- Trycket i hydraulsystemet är idag manuellt reglerat och övervakat.
- Gå utanför fordonet för att säkerställa längd på timmer 2–3 gånger per dag
- Vid gallring behövs enskilda mätningar göras av stickvägar och dess storlek (spår från maskin)
- I norr fälls 100 - 120 träd i timmen högsta ligger på 150 träd i timmen. I syd är det större träd och det fälls ca 70 träd i timmen
- Automatisering av träslags inställningar hade underlättat. Röststyrning är inte en lösning
- Maskinen får inte vara bredare på grund av fordon på väg. Längden viktig för stabiliteten i skogen.
- Automatisering av nivåreglering hade underlättat för föraren, även aktiv fjädring hade höjt stabiliteten.
- Motorsensorer är oftast de som varnar i onödan, framför allt avgasreningen
- De vanligaste mekaniska felen är kopplat till hydraulsystemet där till exempel pump går sönder. Sensor för oljenivå finns.
- Andra mekaniska fel är utnötning av kran och bogey
- De maskiner som används är Ecolog 590, 580 och vid gallring 560. Komatsu 950, 951 och vid gallring 901

Intervju av Linnéa Karlsson på Sveaskog

## **Bilaga - Projektplan**

### **Projektplan**

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| <b>Projektägare</b>  | EMTW AB                        |
| <b>Projektledare</b> | Adam Mellin & Marcus Dahlström |
| <b>Projektperiod</b> | [2021-10-13 – 2022-04-30]      |

### **Beställare**

Bakgrunden är till för att skapa en grund att stödja projektets syfte och mål på, att ge en mer heltäckande bild av behovet av projektet.

EMTW AB skapar i dagsläget en prototyp av en maskin som skall kunna utföra arbeten runt omkring en körbana (väg). Detta för att inte uppta ett körfält som dagens lösning gör. Dagens lösning innebär också en hastighetsnedsättning, som EMTW AB:s maskin skall göra obehövlig.

Anledningen till att EMTW AB har valt att satsa på denna utveckling härstammar från en studie utförd 2014 som visar på att en betydande del av olyckor som sker vid vägarbeten sker i samband med arbeten som sker på grund av körfältsavstängning.

EMTW AB har idag en fungerande prototyp som visar på “proof-of-concept”. Denna maskin är komplex men där företaget har innoverat är hjulupphängningen. Företagets hjulupphängning integrerar stötdämpning, styrning, drivning samt höj- och sänk-funktion. Drivning görs av en hub-motor som inte EMTW AB har patent på utan det är konceptet med att kombinera en hydraulisk cylinder och kolv med styrning. Detta medför många andra aspekter jämfört med traditionell hjulupphängning samt styrning. Några fördelar är att varje hjul kan styras individuellt i 360 grader, de kan även höjas och sänkas individuellt.

EMTW AB är ett företag som än inte genererar intäkter genom produktion, utan uppnår balans genom investerare.

## **Bakgrund**

Idag har EMTW AB en prototyp som är gjord för att utföra gräsklippning jäms med vägarna. Denna prototyp bygger på deras konceptplattform FAS (Free Axis Steering). Plattformen är upphängd med sex av deras hjulupphängning. Styrning, stötdämpning och drivning utförs idag genom hydraulik men styrs elektroniskt. Därför krävs det en hydraulpump som är kopplad till en dieselmotor.

EMTW AB är intresserade av vilka marknader, utöver den som företaget startades av, skulle se värde av en sådan teknisk lösning som de utvecklar. Ett exempel som framförts är terränggående räddningsfordon, såsom en brandbil till skogsbränder för att få fram allt materiel hela vägen fram till där det behövs. Företaget är också intresserade om någon typ av förändring i deras plattform eller hjulupphängning behöver utveckling i en viss riktning, för att kunna fånga en marknad. En marknad som skulle kunna se mycket värde i en sådan typ av hjulupphängning. EMTW AB har även några tankar kring hur deras intäktsgenerering skall utföras.

Med detta som utgångspunkt finns många vägar att gå och en del av projektet kommer bli att avgränsa arbetet.

## **Syfte**

Syftet med projektet är att framställa ett nytt fordonskoncept av EMTW:s FAS-plattform som kommer att underlätta mobilitet av räddningspersonal i tuff terräng vid exempelvis naturkatastrofer. Med ett sådant fordon kommer räddningstjänster fram till de platser ett vanligt räddningsfordon vanligtvis inte skulle kunnat nå samtidigt som det bär med sig samma räddningsförmåga som ett vanligt räddningsfordon.

## **Mål**

Business Case som beskriver potentiella marknader och lösningar för det fordonskoncept som skall framställas

Tekniska lösningar som bygger på business caset vilket ska möjliggöra för ett sådant fordon som beskrivs i stycket ovan

Prototyp av fordon i skala 1:15



## Omfattning

Undersökning av marknader → Definiera värde på marknad → Generella lösningar för att nå attraktiva marknader → skapa en teknisk lösning

## Strategi

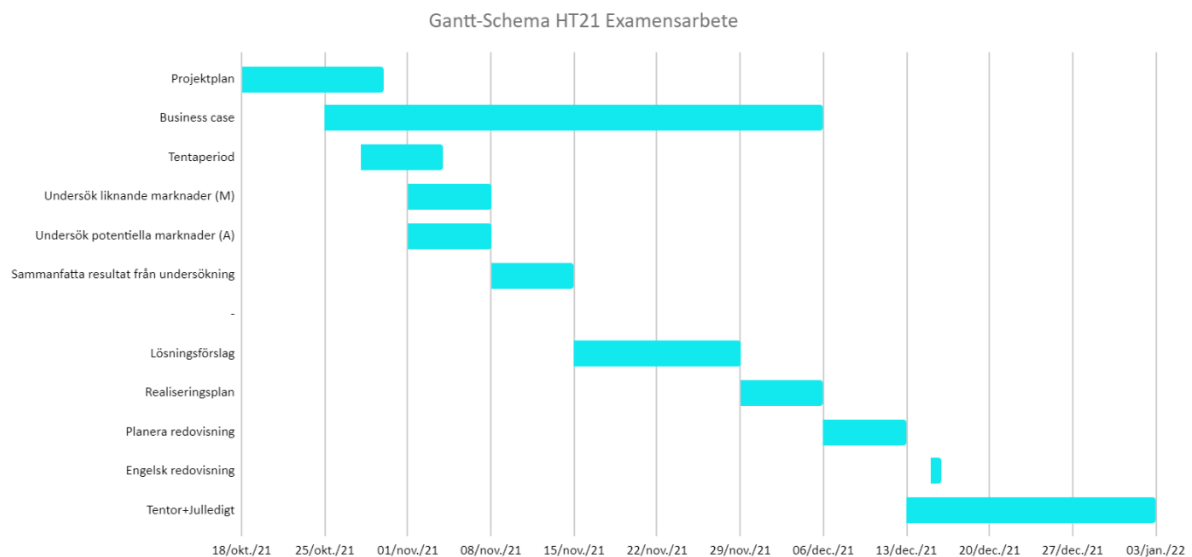
Projektet kommer att börja med att skapa ett business case. Detta för att få en bild över vilka marknader som skulle se värde av de lösningar som EMTW AB äger idag.

Utifrån den kunskap som samlats in under business caset kommer ett utvecklingsområde att väljas för att skapa tekniska lösningar anpassat till den marknad projektet valt att fortsätta med.

Genom hela projektet är tanken att beslut ska fattas på kunskap. Därav väljer projektgruppen att börja med ett brett område och inte sätta avgränsningar innan kunskapen finns för att göra ett sådant beslut.

## Tidsplan

Översiktlig tidsplan för projektet under HT21



**OBS!** Schemat kan komma att ändras under terminens gång.

## Kravspecifikation

Rapportering där lägesrapporter kontinuerligt kommer delas med EMTW för att säkerställa att projektet rör sig i rätt riktning.

Det kommer även anordnas möten utifrån de olika situationer vi befinner oss i. Exempelvis:

- Informationsmöten för att dela med sig av nyanskaffad information.
- Arbetsmöten för att lösa exempelvis tekniska problem.
- Beslutsmöten för att bestämma vad som skall prioriteras alternativt vilka design/tekniska lösningar som skall användas.
- Granskningsmöten för att säkerställa att projektet når upp till de krav som ställs.