



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

2017

Miljöprestanda för lastbilskran

EN STUDIE AV OLIKA NYTTJANDESCENARIER

NORA LUNDBLAD

KANDIDATUPPSATS I MILJÖVETENSKAP
EKOTEKNIKPROGRAMMET 2017

MITTUNIVERSITETET

Avdelningen för Ekoteknik och Hållbart Byggande (EHB)

Handledare och Examinator: Morgan Fröling, morgan.froling@miun.se

Författare: Nora Lundblad, nora.lundblad@hotmail.com, nolu1400@student.miun.se

Utbildningsprogram: Ekoteknik, 180 hp

Huvudområde: Miljövetenskap

Termin, år: VT, 2017

Förord

Denna studie och kandidatuppsats skrevs under våren 2017. Ett intensivt, stundom frustrerande men framförallt lärorik och intressant tid har det varit att ta fram materialet och analysera det.

Jag vill tacka min handledare Morgan Fröling vid Mittuniversitetet för all hjälp och stöd under hela processen, med din hjälp fick jag in fler och intressanta vinklar på ämnet.

Stort tack också till Marlene Holm på DRIV Innovation för ditt stöd och hjälp samt till Benny Larsson med kollegor vid Vemservice för era inputs och kunskap som gjorde detta möjligt.

Jag hoppas att hela projektet kommer att ha nytta och glädje av denna studie, jag ser fram emot ett fortsatt samarbete med er kring detta.

Nora Lundblad

Östersund 2017-06-15

Abstract

This bachelor thesis is a study of the environmental performance of a loader crane in relationship to the usage of a mobile crane. The environmental performance of the loader crane is studied and compared to the mobile cranes performance given a set of specific user scenarios. The environmental performance is measured using the following environmental parameters: climate impact, energy consumption, energy efficiency and particle emissions. Realistic and measurable user scenarios were prepared using information from visits and interviews with Vemservice, Jämtlands Mobilkranar and Curt Sillström Åkeri. The thesis is written as a part of the environmental study that is included in the developmental project "*Forskning och utveckling av lastbilers centralram för minskad miljöpåverkan vid tung transport*". The project is managed by Vemservice (Vemdalservice AB) and the purpose of the project is to develop the frame on a loader crane by increasing the capacity for lifting. The goal of the project is to replace mobile cranes with loader cranes to a higher degree than what is currently the case. The projects participants are also made up by the technology consulting DRIV Innovation, SSAB Shape and also Mid Sweden University.

A loader crane is a truck with a crane mounted on its flatbed and also room on the flatbed for the transport of goods. The lifting capabilities of a loader crane is dependent on the strength of the crane and the rigidity of the frame of the truck itself. In this thesis, a loader crane from Curt Sillström Åkeri AB is studied. The main usage of the loader crane in this study is in construction, the moving of work site sheds and in the moving of heavy objects in and out of houses. A mobile crane is a work vehicle with a crane and swing arm mounted on the back of the vehicle. The mobile crane in this study belongs to Jämtlands Mobilkranar and is primary used for heavy lifting in construction and work at a hydro power plant. As opposed to the loader crane, the mobile crane is not used for the transport of goods. The resulting environmental performance was based on three specific user scenarios. The user scenarios consisted of lifting and transporting a given amount of goods for a specified distance and time. When a comparison is made between the loader crane and mobile crane for total emissions and energy consumption in each user scenario, the loader crane has a larger environmental performance. The smallest difference in environmental performance arises when lifting is the only work being done, due to the fact that the full capacity of the loader crane is not utilized since it is not used to transport goods. Likely the most typical user scenario consists of goods being both transported and lifted. In this case the loader crane has a number of advantages because its full capacity is being utilized.

Key words

Loader crane, mobile crane, environmental performance, energy efficiency, carbon dioxide equivalents, particle emissions, capacity of lifting

Sammanfattning

Denna kandidatuppsats är en studie av miljöprestandan hos en lastbilskran satt i relation till användning av en mobilkran. Miljöprestandan hos lastbilskranen studeras och jämförs med mobilkranens givet ett visst nyttjandescenario. Miljöprestandan mäts i miljöparametrarna: klimatpåverkan, energiförbrukning, energieffektivitet samt partikelutsläpp. Realistiska och mätbara nyttjandescenarier har utarbetats utifrån studiebesök och intervjuer med Vemservice, Jämtlands Mobilkranar och Curt Sillström Åkeri. Kandidatuppsatsen är skriven som en del i den miljöstudie som ingår i utvecklingsprojektet *Forskning och utveckling av lastbilars centralram för minskad miljöpåverkan vid tung transport*. Projektet drivs av Vemservice (Vemdalservice AB) och syftar till att utveckla centralramen på en lastbilskran genom att öka dess lyftkapacitet. Projektets mål är att ersätta mobilkranar med lastbilskranar i en högre utsträckning än vad som görs idag. I projektet deltar även teknikkonsultföretaget DRIV Innovation, materialoptimeringstjänsten SSAB Shape samt Mittuniversitetet.

En lastbilskran är en lastbil med en kran påmonterad på flaket, med plats på flaket för att transportera gods. Lyftförmågan hos en lastbilskran beror både av kranens styrka och själva lastbilens vrid- och böjhållfasthet. I denna studie har en lastbilskran från Curt Sillströms Åkeri studerats. Lastbilskranens främsta användningsområden är vid nybyggnationer av bostäder, flytt av containrar och bodar på arbetsplatser samt vid flytt av tunga föremål in och ut ur byggnader. Mobilkran kallas det arbetsfordon som har en lyftkran med svängarm monterad på fordonet, den används inte för transport av gods. Mobilkranen i denna studie tillhör Jämtlands Mobilkranar och används främst i lyftarbeten såsom byggnad av bostäder och arbeten vid vattenkraftverk. Resultatet av den studerade miljöprestandan baseras på tre specifika nyttjandescenarier. Nyttjandescenarierna innefattade att transportera och lyfta en given mängd gods en given sträcka och tid. Lastbilskranen har högre miljöprestanda än mobilkranen vid jämförelse i de tre scenarierna, dvs. lägre utsläpp och mindre energiförbrukning. Den minsta skillnaden i miljöprestanda uppstår när enbart lyftarbete utförs, då lastbilskranens fulla funktion inte nyttjas då den ej transporterar något gods. Det troligtvis mest typiska nyttjandescenariot är att gods både ska transporteras och lyftas. I detta fall har lastbilskranen flera fördelar tack vare att dess fulla funktion utnyttjas.

Nyckelord

Lastbilskran, mobilkran, miljöprestanda, energieffektivitet, koldioxidekvivalenter, partikelutsläpp, lyftkapacitet.

Innehållsförteckning

Förord.....	3
Abstract.....	4
Sammanfattning	5
1 Introduktion.....	7
1.1 Inledning.....	7
1.2 Bakgrund till utvecklingsprojektet denna studie relaterar till.....	7
1.3 Syfte	9
1.4 Miljöprestanda.....	9
2 Denna studies miljöparametrar	10
2.1 Klimatpåverkan	10
2.2 Energiförbrukning.....	10
2.3 Energieffektivitet.....	10
2.4 Partikelutsläpp från avgaser.....	11
2.5 Partikelutsläpp (ej avgaser).....	11
3 Metod.....	12
4 Resultat.....	13
4.1 Lastbilskran	13
4.2 Mobilkran	14
4.3 Miljöprestanda.....	15
5 Diskussion	19
5.1 Nyttjandescenarier	19
5.2 Miljöprestanda.....	19
5.3 Lastbilskranens funktion	20
5.4 Framtida utveckling	20
6 Slutsatser	22
7 Litteraturförteckning.....	23
Bilaga 1	25
Bilaga 2	28

1 Introduktion

1.1 Inledning

En lastbilskran är en lastbil med en påmonterad kran. Lastbilskranar har möjlighet att både transportera och lyfta gods. I vissa lägen ger detta troligen mindre miljöbelastning jämfört med att köra ut gods med lastbil och använda en separat mobilkran. Lyftförmågan hos en lastbilskran beror både av kranens styrka av och själva lastbilens vrid- och böjhållfasthet. En starkare konstruerad kran innebär större lyftförmåga och samtidigt mindre kvarvarande lastvikt.

Denna uppsats i miljövetenskap utgör en del av en miljöstudie som ingår i utvecklingsprojektet *Forskning och utveckling av lastbilars centralram för minskad miljöpåverkan vid tung transport*. Projektet drivs av Vemservice (Vemdalservice AB) och finansieras med hjälp av medel från Fordonsstrategisk forskning och innovation (FFI). Utvecklingsprojektet syftar till att utveckla centralramen på lastbilskranar för att möjliggöra en utökad lyftkapacitet från 50 till 125 tonmeter. I styrgruppen för utvecklingsprojektet ingår förutom Vemservice; teknikonsultföretaget DRIV Innovation, materialoptimeringstjänsten SSAB Shape samt Mittuniversitetet. Vemservice ambition och mål är att ersätta mobilkranar med lastbilskranar i större utsträckning genom en ökad lyftkapacitet för lastbilskranar. Miljöstudien som utförs omfattar att studera miljöprestanda för lastbilskran satt i relation till användning av mobilkran i några olika nyttjandescenarier.

1.2 Bakgrund till utvecklingsprojektet denna studie relaterar till

1.2.1 Vinnova och FFI

I regeringens nyindustrialiseringsstrategi uttrycks visionen "Sverige ska vara världsledande inom innovativ och hållbar industriell produktion av varor och tjänster" (Näringsdepartementet, 2016). Inom strategin har man valt ut fyra fokusområden där ett av dem utgör; "Hållbar produktion – ökad resurseffektivitet, miljöhänsyn och en mer hållbar produktion ska bidra till industrins värdeskapande, jobbskapande och konkurrenskraft" (Näringsdepartementet, 2016). Inom detta område är fokus att bland annat genom förbättring och utveckling av existerande tekniker för att kraftigt minska utsläppen, öka energieffektiviteten samt uppnå högre miljöprestanda (Näringsdepartementet, 2016).

Vinnova är Sveriges innovationsmyndighet och ligger under Näringsdepartementet, deras uppgift är "att främja hållbar tillväxt genom att förbättra förutsättningarna för innovation och att finansiera behovsmotiverad forskning" för att möjliggöra för företag och andra i Sverige att arbeta mot visionen om en hållbar produktion (Vinnova, 2017).

Inom Vinnova finns FFI – Fordonsstrategisk forskning och innovation, vilket är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin för att finansiera aktiviteter och projekt inom områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet (Vinnova, 2017).

Projektet *Forskning och utveckling av lastbilers centralram för minskad miljöpåverkan vid tung transport* drivs under perioden 2017-03-01 – 2018-02-28 som ett forsknings- och utvecklingsprojekt med finansiering från FFI inom området Klimat & Miljö och delprogrammet Energi och miljö. Delprogrammets färdplan innehåller bland annat målen;

- 50 % energieffektivisering (kWh/tonkilometer) från kommersiella fordon (lastbilar, bussar och arbetsmaskiner) till år 2030. Dessa 50 % delas ungefär lika mellan fordonsutveckling och ökad transporteffektivitet (referensår 2008) (FFI, 2015).
- Utsläppen av emissioner såsom buller, partiklar, kväveoxider mm. skall minskas så att gränsnivåerna för dessa föroreningar även kan uppfyllas i speciellt känsliga områden och större städer (megacities) (FFI, 2015).

För att färdplanens mål ska kunna uppfyllas är projekt såsom detta en del i det. Styrgruppen för detta projekt eftersträvar att mäta sitt resultat i energieffektivisering, koldioxidutsläpp samt partikelutsläpp när lastbilskranen används istället för en mobilkran.

1.2.2 Vemservice

Vemservice (Vemdalsservice AB) är ett företag i Vemdalen By, Härjedalen som kundanpassar lastbilar. De är specialister inom påbyggnationer på lastbilar, där de bygger specialtillämpade konstruktioner på nya och begagnade lastbilar. Främst byggs svenska lastbilar om, där Scania och Volvo är de dominerande märkena. De senaste åren har Vemservice specialiserat sig inom påbyggnationer till lastbilskranar och är idag deras främsta sysselsättning (Larsson, 2017).

1.3 Syfte

Syftet med denna studie är att studera miljöprestandan hos en lastbilskran för att sedan jämföra denna med användandet av en mobilkran i några olika nyttjandescenarier. Miljöprestandan hos fordonen jämförs för att se i vilken utsträckning miljöpåverkan kan minskas genom att ersätta en mobilkran med en lastbilskran.

1.4 Miljöprestanda

Miljöprestandan kommer att mätas i följande parametrar för både lastbilskran och mobilkran;

- Klimatpåverkan i koldioxidekvivalenter (CO_2e) utifrån bränsleåtgång
- Energiförbrukning (kWh) utifrån bränsleåtgång
- Energieffektivitet som transportarbete (kWh/tonkm) utifrån lastad vikt i ton, antal transporterade kilometer samt energiåtgång
- Partikelutsläpp ($\text{PM}_{2,5}$) från avgaser baserat på motorernas utsläppsstandarder (EU)
- Partikelutsläpp (PM_{10} och $\text{PM}_{2,5}$) från däck, bromsar och vägsitage baserat på fordonsvikt och körsträcka.

2 Denna studies miljöparametrar

2.1 Klimatpåverkan

Genom FN:s ramkonvention kring klimatförändringar (UNFCCC, 1994) och dess senaste tillägg, Parisavtalet (2015) ska Sverige bidra till att minska våra nationella utsläpp av växthusgaser med 17 % till 2020, jämfört med 2005 (Naturvårdsverket, 2017)

Sveriges totala utsläpp av växthusgaser (koldioxidekvivalenter, CO₂e) år 2015 uppgick till 53,7 miljoner ton (Naturvårdsverket, 2017). Detta är en minskning med 25 % mellan år 1990 och 2015. Av de totala utsläppen utgör fossil koldioxid (CO₂) cirka 80 % och energisektorn (inkl. transporter) är den största utsläppskällan och står för 87 % av utsläppen – 43 miljoner ton (2015) (Naturvårdsverket, 2017). Metan (CH₄) och lustgas (N₂O) står för 9 % vardera av utsläppen, dessa kommer till största delen från jordbrukssektorn men även från energisektorn. (Naturvårdsverket, 2017).

Inrikestransporter (järnväg, militärtransport, sjöfart, flyg och vägtrafik) utgör den största delen av de totala utsläppen av växthusgaser i Sverige (Naturvårdsverket, 2017). Totalt stod inrikestransporter för utsläpp av 18 miljoner ton i CO₂e, vilket motsvarar 30 % av de totala utsläppen. Här är vägtrafiken den största källan, som står för nära 17 miljoner ton CO₂e. Inom vägtrafiken mäts utsläpp från personbilar, lätta och tunga lastbilar, bussar samt mc och mopeder. Den största delen av utsläppen från inrikestransporter utgörs av koldioxid (CO₂) och en mindre del av metan (CH₄) (Naturvårdsverket, 2017).

Från vägtrafiken kommer ca 20 % av de totala utsläppen i CO₂e (3,6 miljoner ton) från tunga lastbilar, med totalvikt över 3,5 ton (Statistiska centralbyrån, 2016). Fram till år 2008 ökade utsläppen från tunga lastbilar, och har sedan dess minskat (Naturvårdsverket, 2016). År 2015 var utsläppen 16 % högre än år 1990. Även om utsläppen minskar sker det i en långsammare takt än tidigare, mellan år 2014 och 2015 minskade de med ca 2 %. Denna långsammare minskning beror på att mängden lastbilstrafik har ökat (Naturvårdsverket, 2016).

2.2 Energiförbrukning

Av Sveriges totala energiförbrukning står transportsektorn för cirka en fjärdedel. Den totala energiförbrukningen som inrikestransporter svarade för under 2016 var 95 TWh (Energimyndigheten, 2017). Energianvändningen är omräknad från den totala bränsleförbrukningen som de olika sektorerna inom transporter förbrukar under året. För diesel som används i de flesta lastbilar är energiinnehållet 35,28 GJ/m³, vilket motsvarar 9,8 kWh/liter (Naturvårdsverket, 2017).

Trenden de senaste fem åren är att energiförbrukningen inom transportsektorn ökar, detta beror bland annat på ökningen av godstransport med lastbil samt ökad användning av diesel i personbilar (Energimyndigheten, 2017).

2.3 Energieffektivitet

Det transportarbete som en lastbil utför mäts i tonkilometer (tonkm) (Trafikanalys, 2015). Tonkilometer är lasten i vikt (ton) multiplicerat med antalet körda kilometer (km). Energieffektivitet för vägtransporter redovisas i energiåtgång per utfört transportarbete, kWh/tonkm (Trafikanalys, 2015).

2.4 Partikelutsläpp från avgaser

Transporter har inte bara en hög klimatpåverkan utan bidrar även till problem med luftföroreningar såsom kolväten, kväve- och svaveloxider, marknära ozon, tungmetaller samt partiklar (Naturvårdsverket, 2017). Vid ofullständig förbränning av diesel i fordonens motorer bildas partiklar som släpps ut genom avgaserna och som orsakar både problem för miljön och människors hälsa. Små partiklar som kan ha en miljöpåverkan bildas även från slitage av däck, bromsar och vägar (Naturvårdsverket, 2017).

Partiklar betecknas ofta (PM) och delas in efter storlek, vanligast är PM₁₀ och PM_{2,5}, där 10 innebär att partiklarna är mindre än 10 mikrometer respektive mindre än 2,5 mikrometer. De partiklar som bildas vid förbränning är vanligtvis upp till PM_{2,5} och de från däck, bromsar och vägsnitage upp till PM₁₀, även om de kan också innehålla de mindre partiklarna PM_{2,5} (Timmers & Acthen, 2016).

År 2015 släpptes det ut totalt 258 ton PM_{2,5} från tunga lastbilars avgaser, för hela sektorn inrikestransporter var motsvarande utsläpp 4249 ton (Statistiska Centralbyrån, 2017). De tillåtna utsläppsmängderna för förbränningsmotorerna i lastbilarna regleras genom den europeiska miljöklassen de tillhör, för tunga fordon är det från och med år 2013 euroklass VI som gäller (DieselNet, 2016). Dessa utsläppsgränser/emissionsstandarder regleras enligt ett EU-direktiv och anger högsta tillåtna utsläppsvärde vid förbränningen av bränslet i motorerna för bland annat partiklar (DieselNet, 2016).

2.5 Partikelutsläpp (ej avgaser)

Studier har visat att det finns ett samband mellan fordonets vikt och mängden partiklar som bildas och släpps ut som slitagepartiklar (Timmers & Acthen, 2016). Detta beror på att en högre fordonsvikt genererar en högre friktion mellan däcken och vägen, vilket orsakar större slitage där partiklar kan bildas. Vid högre fordonsvikt bildas en högre friktion vid användning av bromsarna, då det krävs en större friktionsenergi för att bromsa ett tyngre fordon och detta genererar då mer bildande av partiklar (Timmers & Acthen, 2016).

Den tillgängliga data kring utsläpp från vägtrafiken är inte fullständig vilket bidrar till en osäkerhet i kvantifieringen utav utsläppen, andra studier i andra länder tyder däremot på liknande siffror. Tydligt visar det däremot att slitage av däck är en stor källa till mikroplasterna och att det finns ett samband mellan ökad fordonsvikt och ökad mängd slitage av däcken där mikroplasterna bildas. Även slitage av vägbanan och från vägmarkeringarna från vägtrafiken orsaker utsläpp av mikroplaster, kvantifiering av detta är dock osäkra siffror idag (Naturvårdsverket, 2017).

3 Metod

Studiebesök och intervjuer har tillsammans med litteratordata etablerat de nyttjandescenarier av lastbilskran respektive mobilkran som använts i denna studie. Besök och intervjuer har genomförts på Vemservice, Jämtlands Mobilkranar samt i form av en telefonintervju med Curt Sillström Åkeri. Intervjuerna har använts för att ta reda på under vilka förutsättningar en jämförelse kunnat göras mellan lastbilskran och mobilkran. Intervjuerna gav även insyn i hur och när lastbilskranar respektive mobilkranar används vilket använts för att utarbeta olika realistiska och mätbara scenarier.

Miljöprestandan har beräknats för de olika scenarierna baserat på följande:

- Klimatpåverkan och energiförbrukning har beräknats med emissionsfaktorer och värmevärden från "*Naturvårdsverkets Emissionsfaktorer och värmevärden 2017*". För klimatpåverkan (CO₂e) har gaserna: koldioxid (CO₂), metan (CH₄) samt lustgas (N₂O) tagits med. Data från FN:s klimatpanel (IPCC) har använts för beräkning av koldioxidekvivalenter (CO₂e) från koldioxid, metan och lustgas.
- De högsta tillåtna partikel (PM) emissionsvärdena för Euro III- och Euro VI motorer har använts för att beräkna partikelutsläpp från förbränningen av diesel. Detta innebär att resultatet i denna studie är baserat på gränsvärden enligt regelverk och inte de faktiska utsläpp varje motor står för i verkligheten.
- Partikelutsläppen från icke avgaser (däck, bromsar, vägsitage) har beräknats enligt en uppskattning baserat på tidigare studier av Simons (2013) och Timmers & Acthen (2016).

4 Resultat

4.1 Lastbilskran

Lastbilskranars främsta funktion är att lyfta och transportera gods. Lastbilskranen kan både transportera gods, utföra lyftarbeten runt hela bilen samt kan köras in på såväl motorvägar som enskilda vägar (Larsson, 2017). Med en lastbilskran kan man frakta det som ska lyftas och köra in nära platsen dit godset ska lyftas till eller från. Lastbilskranen har även möjlighet att vinkla lyftarmen så att man tex. kan lyfta ut ett föremål från ett rum högt upp eller gripa tag i ett föremål längre bort från lastbilskranens stödben (Larsson, 2017).

En lastbilskran i den storlek, med fyra axlar, som Vemservice levererar har en egenvikt på 26 ton (Larsson, 2017). Den totalvikt (egenvikt + last) som ett fordon i denna viktklass får ha är 32 ton, på de vägar som har bärighetsklass 1 (Transportstyrelsen, 2012). Detta innebär att en lastbilskran från Vemservice kan ha en max last på 6 ton. Lastbilskranen får ha en släpvagn tillkopplat, detta släp får då ha en totalvikt på 38 ton på en BK1 väg (Transportstyrelsen, 2012).

Vid årsskiftet 2016/2017 fanns det 12 176 registrerade lastbilskranar i trafik i Sverige, utav dessa är 2590 st. en totalvikt mellan 26–28 ton och har därför troligtvis en lyftkran i spannet 50–90 tonmeter. Statistiken är enligt utdrag från vägtrafikregistret hos Transportstyrelsen (Myhr, 2017).

4.1.1 Lastbilskranen i denna studie

Lastbilskranen ägs av Curt Sillström Åkeri AB i Östersund och körs av deras chaufför Erik Berglund. Denna lastbilskran är påbyggd hos Vemservice och levererades till åkeriet i mars 2017 (Berglund, 2017). Märket är en Volvo FH540 8*4 med fastflak och en kran från Palfinger, PK92002. Lastbilen är årsmodell 2016, med en egenvikt på 26 ton. Lyftkapaciteten hos kranen är 90 tonmeter, för hela lastbilskranen är lyftkapaciteten ca 60 tonmeter (Larsson, 2017). Lastbilen drivs av en förbränningsmotor för dieselbränsle som uppfyller kravet för miljöklass Euro VI, vid lyftarbetet går motorn på tomgång (Volvo Lastvagnar, 2016).



Bild 1 Volvo FH540 (foto: Vemservice)

Lastbilskranen används framförallt vid nybyggnationer av bostäder, flytt av containrar och bodar på arbetsplatser samt vid flytt av tunga föremål in och ut ur byggnader (Berglund, 2017).

Enligt Erik Berglund varierar bränsleförbrukningen beroende på bland annat körsträcka (stad eller landsväg) och väglag. Vid bränsleförbrukning 3,5 l/mil körs lastbilskranen på större vägar med färre start och stopp, den högre bränsleförbrukningen är framförallt när lastbilskranen körs med full last och när släpet används ökar förbrukningen per mil till cirka 5,5 l/mil (Berglund, 2017).

Vid en uppskattning tror Erik Berglund att lastbilskranen drar 3 l/h när kranen utför lyftarbeten, då går motorn på tomgång. Tiden för lyftarbetena varierar men förbrukningen per timme är relativt lika och hamnar nära 3 l/h oavsett tid för lyftarbetet samt vilken vikt det är på godset (Berglund, 2017).

Då lastbilskranens egenvikt är 26 ton finns det 6 ton kvar till den maximala totalvikten (32 ton). I de flesta fall används även ett tillkopplat släp vid transport av gods till och från arbetsplatser, exempelvis delar till ett prefabricerat hus som ska lyftas på plats. Släpet väger 6 ton och får därmed en totalvikt på 38 ton, detta innebär att det finns lastutrymme för 32 ton på släpet. Totalt kan lastbilskranen med ett släp transportera 38 ton gods (Berglund, 2017).

4.2 Mobilkran

Mobilkranar (Allterrängkranar) kallas de lyftkranar med svängarm som är placerade på ett motordrivet fordon (Lindgren, 2017). Mobilkranar har inget flak avsett för att lasta och transportera gods på (Lindgren, 2017). De är klassade som Mobilkran – motorredskap klass 1 och får därmed framföras på vägar i en maxhastighet av 50 km/h (Trafikförordning (1998:1276)).

Vid årsskiftet 2016/2017 fanns det 804 st. mobilkranar – motorredskap klass 1 registrerade i trafik i Sverige, enligt utdrag från vägtrafikregistret (Transportstyrelsen) (Myhr, 2017).

4.2.1 Mobilkranen i denna studie

Mobilkranen tillhör Jämtlands Mobilkranar (Ånge Mobilkranar AB) i Östersund. Jämtlands Mobilkranar hyr ut mobilkranar i varierande storlek beroende på vad kunden behöver för lyftkapacitet. Mobilkranen är en Tadano Faun ATF 65G-4, årsmodell 2009, totalvikten är 48 ton och den har en maximal lyftkapacitet på 65 tonmeter (Lindgren, 2017).

Mobilkranen drivs av en dieselmotor när den transport körs, och en annan dieselmotor när den utför lyftarbetena (Lindgren, 2017). Båda motorerna är miljöklassade enligt Euro III (Tadano Faun, 2005).

Denna mobilkran används främst i lyftarbeten såsom byggande av bostäder och arbeten vid vattenkraftverk (Lindgren, 2017).

Kent Lindgren, chaufför av mobilkran hos Jämtlands Mobilkranar, uppgav att mobilkranen som används i denna studie har en bränsleförbrukning på 7 l/mil när mobilkranen körs i sin max. tillåtna hastighet. Mobilkranen används främst i området kring Östersund med omnejd, inom ca 10–20 mils radie (Lindgren, 2017).

När mobilkranen utför lyft drar motorn 2 l/h, detta är enligt Kent oberoende av vikten på godset som ska lyftas samt vilken tid det tar att utföra lyftarbetet (Lindgren, 2017).



Bild 2 Jämtlands Mobilkranar (foto: Lundblad, Nora)

4.3 Miljöprestanda

Fem scenarier togs fram baserat på intervjuer, varav tre valdes ut att ligga till grund för miljöprestandaberäkningarna. Resonemanget runt framtagande av de fem scenarierna och val av scenarier att använda för beräkningar finns beskrivet i bilaga 1.

Förutsättningar för tidsåtgång, bränsleförbrukning etc. som används vid miljöprestandaberäkningar, baserade intervjuerna och avstämda med projektets styrgrupp framgår av Tabell 1. Dessa värden har använts i alla tre scenarierna. Ytterligare information om resonemang runt dessa förutsättningar finns i Bilaga 1.

Förutsättningar	Lastbilskran	Mobilkran	Lastbil
Körsträcka (antal mil)	10	10	10
Lyftarbete (h)	8	8	
Lastutrymme (ton)	6		26
Lastutrymme (ton) med släp	38		38
Bränsleförbrukning vid lyftarbete (l/h)	3	2	
Bränsleförbrukning (l/mil) med last	4		3
Bränsleförbrukning (l/mil) utan last	4	7	4
Bränsleförbrukning (l/mil) med släp	4,5		4
Bränsleförbrukning (l/mil) med släp + last	5,5		5,5

Tabell 1 Förutsättningar för nyttjandescenarier som används för beräkningar av miljöprestanda

4.3.1 Nyttjandescenario 1

I följande avsnitt redovisas det beräknade resultatet av miljöprestandan för de utvalda nyttjandescenarierna. Fullständiga beräkningar finns i bilaga 2.

Lastbilskran: Godset transporteras på lastbilskranens flak, lastbilskranen transporterar godset samt utför lyftarbetet.

Mobilkran: Lastbil transporterar godset, mobilkranen kör till arbetsplatsen och utför lyftet.

Scenario 1	CO ₂ e [kg]	Energiåtgång [kWh]	Energieffektivitet [kWh/tonkm]	PM 10 - avgaser [g]	PM 10 - icke avgaser [g]	PM 2,5 - icke avgaser [g]
Transportkörning						
Lastbilskran	177	784	0,65	7,8	75,1	42,0
Mobilkran	465	2058	1,80	144,1	178,6	99,9
Lyftarbete						
Lastbilskran	53	235		2,35		
Mobilkran	35	157		15,68		
Totalt						
Lastbilskran	230	1019	0,65	10,19	75,1	42,0
Mobilkran	500	2215	1,80	159,74	178,6	99,9

Tabell 2 Nyttjandescenario 1

4.3.2 Nyttjandescenario 2

Lastbilskran: Lastbilskran transporterar allt gods på flaket och med släp samt utför lyftarbetet.

Mobilkran: Godset transporteras av lastbil med släp, mobilkranen kör till arbetsplatsen och utför lyftet.

Scenario 2	CO ₂ e [kg]	Energiåtgång [kWh]	Energieffektivitet [kWh/tonkm]	PM 10 - avgaser [g]	PM 10 - icke avgaser [g]	PM 2,5 - icke avgaser [g]
Transportkörning						
Lastbilskran	221	980	0,17	9,8	124,2	69,5
Mobilkran	520	2303	0,38	146,5	238,1	133,2
Lyftarbete						
Lastbilskran	53	235,2		2,352		
Mobilkran	35	156,8		15,68		
Totalt						
Lastbilskran	274	1215,2	0,17	12,152	124,2	69,5
Mobilkran	555	2459,8	0,38	162,19	238,1	133,2

Tabell 3 Nyttjandescenario 2

4.3.3 Nyttjandescenario 3

Godset som ska lyftas finns redan på arbetsplatsen.

Lastbilskran: Lastbilskran körs till arbetsplatsen och utför lyftet.

Mobilkran: Mobilkran körs till arbetsplatsen och utför lyftet.

Energieffektivitet (kWh/tonkm) redovisas inte för scenario 3 då ingen last transporteras och därmed utförs inget transportarbete.

Scenario 3	CO ₂ e [kg]	Energiåtgång [kWh]	Energieffektivitet [kWh/tonkm]	PM 10 - avgaser [g]	PM 10 - icke avgaser [g]	PM 2,5 - icke avgaser [g]
Transportkörning						
Lastbilskran	177	784		7,8	67,3	37,6
Mobilkran	310	1372		137,2	124,2	69,5
Lyftarbete						
Lastbilskran	53	235,2		2,4		
Mobilkran	35	156,8		15,7		
Totalt						
Lastbilskran	230	1019,2		10,192	67,3	37,6
Mobilkran	345	1528,8		152,88	124,2	69,5

Tabell 4 Nyttjandescenario 3

5 Diskussion

5.1 Nyttjandescenarier

Av de scenarier som valdes ut representerar scenario 2 det troligtvis mest typiska fallet. Det är också inom detta scenario som den största konkurrensen mellan lastbilskran och mobilkran finns, där det både ska flyttas och lyftas en större mängd gods. Att använda en lastbilskran istället för en mobilkran i detta scenario kan förutom minskad miljöpåverkan även minska den faktiska arbetstiden som läggs ned, då det går snabbare att transportera 1 lastbilskran med släp till arbetsplatsen än 1 mobilkran och lastbil med släp.

Detta resonemang går även att applicera på både scenario 1 och 3, där tid kan sparas i alla tre scenarier genom att använda lastbilskran istället för mobilkran. För samtliga scenarier gäller även antalet personer som behöver arbeta, i alla fall då lastbilskranen används i scenario 1, 2 och 3 behövs endast chauffören till att utföra arbetet (transportera fordonet och lyfta godset), jämfört med mobilkranen som behöver en förare till mobilkranen och en till lastbilen.

I scenario 1 bör lastbilskranen redan vara stor konkurrent till mobilkranen då lyftet som ska utföras väger max 6 ton och det känns därför redan här orimligt att istället använda en mobilkran. Scenario 3 togs som tidigare nämnt med endast för att kunna jämföra lastbilskran och mobilkran utan att lastvikten var inräknad. Detta scenario kan däremot rimligtvis inträffa i verkligheten, särskilt för mobilkranen, då det kan handla om att förflytta något på en befintlig arbetsplats utan att transportera det till eller från platsen (ex. vid rensningsarbeten vid vattenkraftstationer som mobilkranen utför). Om detta scenario inträffar i verkligheten bör man därför säkerställa vilken lyftkapacitet som behövs och välja fordon därefter.

5.2 Miljöprestanda

Vid jämförelse av de totala utsläppen och energiförbrukningen mellan lastbilskran och mobilkran för varje scenario är det en tydlig fördel för lastbilskranen. Störst skillnad är det i scenario 1, där lastbilskranen har 61 % lägre klimatpåverkan och energiförbrukning jämfört med att använda mobilkran. Här syns därför tydligt att det ger en lägre miljöpåverkan då lastbilskranen utnyttjas för att även transportera godset. Minst skillnad mellan lastbilskran och mobilkran är det i scenario 3 där det skiljer 42 % i klimatpåverkan och energiåtgång. När lastbilskranens fulla kapacitet, att även transportera gods, ej utnyttjas bidrar det till en mindre skillnad mellan de båda fordonen, om än fortfarande relativt stor. Vid scenario 2 skiljer det 57 % mellan fordonen, här är lastbilskranen fullt utnyttjad och det blir en klar fördel utifrån lägre miljöpåverkan att använda lastbilskran istället. Att använda lastbilskran istället för mobilkran vid långa körsträckor är en viktig faktor för att nå en lägre miljöpåverkan.

En viktig aspekt att ta i beaktning i denna studie är bränsleförbrukningarna för de olika fordonen, då dessa har uppskattats och antagits. Då förbrukningen per mil varierar beroende på flera olika faktorer så gäller resultaten i miljöprestanda i denna studie just för dessa bränsleförbrukningar. Skillnaden mellan lastbilskran och mobilkran kan därför skilja sig ganska mycket beroende på vilken bränsleförbrukning som används. För ett resultat som bättre skulle spegla verkligheten behöver noggrannare utredning om bränsleförbrukningarna för fordonen göras, alternativt att utföra en känslighetsanalys med de spannet för bränsleförbrukningen.

Utsläppen av partiklar visar en stor fördel för lastbilskranen i mindre utsläpp från både förbränningen av diesel som för icke avgaser. För partikelutsläppen från avgaser är den stora anledningen att Euro VI gränsen är 90 % lägre än för Euro III. Så länge som motorredskap/arbetsredskap får fortsätta säljas med Euro III motorer kommer skillnaden mellan lastbilskran och mobilkran i partikelutsläpp vara fortsatt stor.

Om en mängd gods ska transporteras är det en fördel ur miljösynpunkt att använda så få fordon till detta som möjligt. Då både lastbilskran och mobilkran ofta används i centrala stadsmiljöer där luftföroreningar är ett stort och växande miljö- och hälsoproblem är det en viktig aspekt att ta med sig för framtida utveckling. Hittills har fokus inom tunga transporter legat på utsläpp från förbränning av de fossila bränslena och hur dessa ska kunna minska, men nya tekniker behövs även för att åstadkomma en minskning av utsläpp av partiklar till luft och vatten. Att både energieffektivisera och minska utsläpp från icke avgaser från tungtransport kommer att ge en högre miljöprestanda som är nödvändig för framtida konkurrens och framförallt miljön och klimatet.

5.3 Lastbilskranens funktion

Lastbilskranen stora fördel gentemot mobilkranen är att den både kan transportera och lyfta gods. Mobilkranarna är konstruerade för att lyfta väldigt tungt gods och endast detta, lastbilskranen är däremot konstruerad för att kunna utföra relativt tunga lyft men framförallt att även ta med sig last på flaket. Därmed behöver inte lyftkapaciteten för lastbilskranen vara det mest centrala, utan hela dess funktion bör tas i beaktande. Detta innebär också att den lastkapacitet som finns hos lastbilskranen är viktig för att inte minska för mycket vid byte till en lastkran som har högre lyftkapacitet (för att nå målet med 125 tonmeter). Skillnaden i miljöprestanda mellan mobilkran och lastbilskran ökar när lastbilskranen kan utnyttjas för mer last.

5.4 Framtida utveckling

För att höja miljöprestandan för lastbilskranen är lyftmomentet en avgörande faktor. Vid utveckling av lastbilskranen behöver framförallt utsläppen vid lyftarbetet minska, detta dels för att få en högre miljöprestanda totalt sett men också för att lastbilskranen används ofta i närheten av bostäder och i centrala stadsmiljöer. Särskilt viktigt kommer det att vara att minska utsläppen av partiklar från icke avgaser (däck, bromsar, vägsitage) och att därför satsa på ett lättare fordon. En minskning av utsläppen när lastbilskranen står stilla och utför lyftarbetet skulle kunna bidra ytterligare till konkurrensfördelar gentemot mobilkranen.

En potentiell utveckling av lastbilskranen kan exempelvis vara att använda sig av en nyutvecklad elektrisk kran kallad ePOT (elektriskt driven Power Take Off) (Cederstav, 2017). Utvecklingen av denna kran var ett projekt finansierat av FFI och drevs under 2014 av Volvo Truck Center tillsammans med krantillverkaren HIAB. ePOT är en eldriven kran som drivs av lithium-jon batterier som ger 40 kWh och klarar cirka en arbetsdags lyftarbete (3 h). Resultatet från detta projekt visar att det är möjligt att använda den eldrivna kranen på ett lastbilschassi och därmed minska energiförbrukningen, emissioner och buller. Slutsatser och reflektioner från projektet är att en eldriven kran är mest lämpad för lättare lyft upp till 30 tonmeter. Vid högre lyftkapaciteter krävs större batteri som väger betydligt mycket mer och minskar därmed lastkapaciteten.

Ett förslag som framkommit i samtal med projektledaren Fredrik Cederstav är att även kunna koppla in kranen till ett kraftuttag vid arbetsplatsen, detta skulle kunna innebära att en större kran (med högre lyftkapacitet) kan användas då tillgången till el för kranen säkras utan att batteristorleken måste öka (Cederstav, 2017). Att välja en eldriven kran framför den som drivs av förbränningsmotorn idag skulle innebära en högre miljöprestanda vid användning av lastbilskranen. Miljöprestandan för lastbilskranens hela livscykel är något som bör utredas närmare om intresse finns för att byta ut nuvarande kran till en eldriven kran.

6 Slutsatser

För de tre scenarier som studerats hade lastbilskranen en lägre miljöpåverkan än mobilkranen. Detta innebär att användning av en lastbilskran för dessa scenarier ger en bättre miljöprestanda än att använda en mobilkran för samma arbete. Vid användning av mobilkran för endast lyftarbetet uppstår den minsta skillnaden i miljöprestanda jämfört med lastbilskranen.

En viktig aspekt för lastbilskranen är dess helhetsfunktion. Lastbilskranens primära funktion är att kunna både transportera gods och lyfta det, vilket ger den en fördel i miljöprestanda gentemot mobilkranen. Utifrån miljöprestanda och minskad miljöpåverkan är effektiviseringen viktigare än att öka lyftkapaciteten för hela lastbilskranen.

7 Litteraturförteckning

- Berglund, Erik. (den 20 april 2017). Chaufför Curt Sillströms Åkeri, Vallvägen 15 83148 Östersund. *Telefonintervju*. (N. Lundblad, Intervjuare) Östersund.
- Cederstav, Fredrik. (den 1 juni 2017). Projektledare Volvo Truck Center AB, Göteborg *Telefonintervju*. (N. Lundblad, Intervjuare)
- DieselNet. (november 2016). *Emission standards EU: Heavy-Duty Truck and Bus Engines*. Hämtat från DieselNet: <https://www.dieselnat.com/standards/eu/hd.php> den 1 juni 2017
- Energimyndigheten. (2017). *Transportsektorns energianvändning 2016*. Eskilstuna: Statens energimyndighet. Hämtat från Energimyndigheten.
- FFI. (den 27 oktober 2015). *Strategisk färdplan Energi och Miljö*. Stockholm: Fordonsstrategisk forskning och innovation (FFI). Hämtat från Vinnova / FFI: Energi och miljö den 24 april 2017
- IPCC. (2007). *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. Hämtat från IPCC: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html den 15 maj 2017
- Larsson, Benny. (den 5 maj 2017). VD Vemservice, Östgärdegatan 188 40 92 Vemdalen *Besöksintervju*. (N. Lundblad, Intervjuare) Vemdalen.
- Lindgren, Kent. (den 28 april 2017). Jämtlands Mobilkranar, Trådvägen 17 831 52 Östersund, *Besöksintervju*. (N. Lundblad, Intervjuare) Östersund.
- Myhr, Anette. (den 31 maj 2017). Statistiker Trafikanalys. *Personlig kontakt*. (N. Lundblad, Intervjuare)
- Näringsdepartementet. (2016). *Smart industri - en nyindustrialiseringsstrategi för Sverige*. Stockholm: Näringsdepartementet.
- Nationalencyklopedin. (2007). *Växthuseffekten*. Hämtat från Nationalencyklopedin: <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/växthuseffekten> den 13 april 2017
- Naturvårdsverket. (den 12 december 2016). *Utsläpp av växthusgaser från inrikes transporter*. Hämtat från Naturvårdsverket: <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Statistik-A-O/Vaxthusgaser-utslapp-fran-inrikes-transporter/> den 13 april 2017
- Naturvårdsverket. (den 9 februari 2017). *Genomsnittliga emissionsfaktorer för växthusgaser och värmevärden för Sveriges bränsleanvändning*. Hämtat från Naturvårdsverket: <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledning/Luft-och-klimat/Berakna-dina-klimatutslapp/> den 11 maj 2017
- Naturvårdsverket. (den 15 februari 2017). *Luftföroreningar och dess effekter*. Hämtat från Naturvårdsverket: <http://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Klimat-och-luft/Luftfororeningar/> den 17 maj 2017
- Naturvårdsverket. (2017). *Mikroplatser, Redovisning av regeringsuppdrag om källor till mikroplaster och förslag på åtgärder för minskade utsläpp i Sverige*. Stockholm: Naturvårdsverket.

- Naturvårdsverket. (2017). *National Inventory Report Sweden 2017, Greenhouse Gas Emission Inventories 1990-2015*. Stockholm: Naturvårdsverket.
- Simons, A. (den 27 augusti 2013). Road transport: new life cycle inventories for fossil-fuelled passenger cars and non-exhaust emissions in ecoinvent v3. *The International Journal of Life Cycle Assessment*.
- Statistiska centralbyrån. (den 12 december 2016). *Utsläpp och upptag av växthusgaser*. Hämtat från Statistikdatabasen: <http://www.scb.se/mio107/> den 13 april 2017
- Statistiska Centralbyrån. (den 15 februari 2017). *Utsläpp av luftföroreningar från inrikes transporter efter luftförorening, transportslag och år*. Hämtat från Statistikdatabasen: <http://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/utslapp/utslapp-av-luftfororeningar/> den 30 maj 2017
- Tadano Faun. (2005). ALL-TERRAIN ATF 65G-4. Lauf, Tyskland: TADANO FAUN GmbH.
- Timmers, V. R., & Acthen, P. A. (den 17 oktober 2016). Non-exhaust PM emissions from electric vehicles. *Atmospheric Environment*.
- Trafikanalys. (den 11 juni 2015). *Lastbilars klimateffektivitet och utsläpp*. Hämtat från Trafikanalys: http://www.trafa.se/globalassets/rapporter/rapport-2015_12-lastbilars-klimateffektivitet-och-utslapp.pdf den 11 april 2017
- Trafikförordning (1998:1276). (u.d.). *Motorredskap*. Hämtat från Transportstyrelsen: <https://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Fordon/Fordonsregler/Motorredskap/> den 1 maj 2017
- Transportstyrelsen. (2012). *Bruttovikter för fordon*. Hämtat från Transportstyrelsen: <http://www.transportstyrelsen.se/sv/vagtrafik/Yrkestrafik/Gods-och-buss/Matt-och-vikt/Bruttovikter-for-fordon/> den 4 april 2017
- Vemservice. (u.d.). Hämtat från Vemdalservice AB: <http://vemservice.se> den 27 april 2017
- Vinnova. (den 20 april 2017). *Om FFI*. Hämtat från Vinnova: <http://www.vinnova.se/sv/ffi/Om-FFI/> den 24 april 2017
- Vinnova. (den 24 februari 2017). *Vinnova stärker Sveriges innovationskraft*. Hämtat från Vinnova: <http://www.vinnova.se/sv/Om-Vinnova/> den 24 april 2017
- Volvo Lastvagnar. (2016). *Specifikationer Volvo FH*. Hämtat från Volvo Trucks: <http://www.volvotrucks.se/sv-se/trucks/volvo-fh-series/specifications/driveline.html> den 30 maj 2017

Bilaga 1

I denna bilaga beskrivs de fem scenarier som tagits fram med hjälp av de intervjuer som genomfördes. Med hjälp av insynen och kunskapen från dem har dessa scenarier tagits fram som ska representera rimliga scenarier som sker i verkligheten för lastbilskranar och mobilkranar. Detta har gjorts för att kunna jämföra miljöprestandan både mellan lastbilskran och mobilkran samt mellan de olika scenarierna.

Scenarierna innefattar att lastbilskranen respektive mobilkranen ska transport köras en bestämd sträcka (mätt i antal mil), en bestämd mängd gods ska transporteras och lyftas (mätt i ton) samt en bestämd tid för lyftarbete (mätt i timmar) då lastbilskranen respektive mobilkranen står stilla på arbetsplatsen och använder lyftkranen).

I samtliga scenarier som beskrivs sker en avgränsning vid last av godset till lastbilskransflak, släp eller lastbil, alltså scenarierna utgår från att godset redan är lastat på transporten. Scenarierna utgår också från att lastbilskran, mobilkran och lastbil utgår från samma plats, alltså har samma avstånd till och från arbetsplatsen.

7.1.1 Beskrivning av scenarier

Scenario 1. *Lastbilskran:* Godset transporteras på lastbilskranens flak, lastbilskranen transporterar godset samt utför lyftarbetet.

Mobilkran: Lastbil transporterar godset, mobilkranen kör till arbetsplatsen och utför lyftet.

Scenario 2. *Lastbilskran:* Lastbilskran transporterar allt gods på flaket och med släp samt utför lyftarbetet.

Mobilkran: Godset transporteras med lastbil med släp, mobilkranen kör till arbetsplatsen och utför lyftet.

Scenario 3. Godset som ska lyftas finns redan på arbetsplatsen.
Lastbilskran: Lastbilskran körs till arbetsplatsen och utför lyftet.

Mobilkran: Mobilkran körs till arbetsplatsen och utför lyftet.

Scenario 4. Flera lyft ska utföras under en längre period på en och samma arbetsplats. Gods transporteras till arbetsplatsen varje dag.

Lastbilskran: Lastbilskranen körs fram och tillbaka mellan utgångspunkten (där godset lastas) och arbetsplatsen (där lyften utförs) för att transportera godset och utföra lyftarbetet.

Mobilkran: Mobilkranen körs till arbetsplatsen där den står still och utför lyften, lastbilar transporterar godset till och från arbetsplatsen från utgångspunkten.

Scenario 5. *Lastbilskran:* Godset lastas på 1 lastbil, lastbilskranen körs till arbetsplatsen och utför lyftarbetet.

Mobilkran: Godset lastas på 1 lastbil, mobilkranen körs till arbetsplatsen och utför lyftarbetet.

För beräkning av miljöprestandan för scenarierna har scenario 1, 2 och 3 valts ut till detta. Dessa tre scenarier bedöms särskilt intressanta då dessa är rimliga att de sker i verkligheten. Scenario 1 och 2 är intressanta att bedöma då dessa beskriver de händelser som Vemservice ser som största möjligheten för konkurrens mellan lastbilskran och mobilkran, i aspekten att lastbilskranen både kan transportera gods samt utföra lyftarbetet. Scenario 3 tas med för att kunna se vilken skillnad det är mellan lastbilskran och mobilkran då man inte transporterar något gods, även om det redan kan utläsas att det blir en uppenbar fördel för lastbilskranen.

Scenario 4 tas inte med då detta scenario inte speglar den ambition från Vemservice sida att konkurrera med mobilkranar. För scenario 4 är marknaden för mobilkranar redan stor inom detta område och det är dess primära funktion (att utföra många lyft i varierande storlek under längre tid), detta gör att det inte bedöms vara inom detta scenario som lastbilskranar kan konkurrera med mobilkranar och tas därför inte med.

Scenario 5 bedöms vara väldigt likt scenario 3, med enda tillägget 1 lastbil för vardera lastbilskranen och mobilkranen. Detta scenario tas därför inte med då det inte bedöms tillföra någon ny aspekt och inte heller motsvarar lastbilskranens primära funktion (att både transportera gods och utföra lyftarbeten).

För scenario 1, 2 och 3 som valdes ut för beräkning av miljöprestandan hos lastbilskranen och mobilkranen beräknas koldioxidutsläppsekvivalenter (CO₂e), energiåtgång (kWh), energieffektivitet som transportarbete (kWh/tonkm) samt partikelutsläpp (PM_{2,5}) från avgaser.

Miljöprestandan beräknas för transportkörningen för alla fordon (lastbilskran, mobilkran, lastbil), lyftarbetet för lastbilskranen och mobilkranen samt en total för både körningen och lyften.

För att miljöprestandan ska vara jämförbar mellan scenarierna valdes olika förutsättningar som är lika för varje scenario. För sträckan som fordonen ska transporteras valdes 10 mil som enkel resa då

man per 10 mils radie med utgångspunkt från Östersund når flertalet orter/platser i Jämtland där lastbilskranar och mobilkranar används som har sin depå/station i Östersund. I scenarierna har jag utgått från att alla fordon körs tur och retur till samma plats.

Bränsleförbrukningen för lastbilskranen när den transport körs sattes till 4 l/mil, både när lastbilskranen kör med och utan last (max 6 ton). 4 l/mil är lite mer än vad chauffören uppgav att lastbilskranen drar när den transport körs på större vägar, förbrukningen antas vara lite högre vid körning på mer blandade vägar i Jämtland. När ett släp är tillkopplat antas förbrukningen vara 5,5 l/mil med max last (32 ton) och 4,5 l/mil när släpet är tomt. Enligt chauffören drar lastbilskran med släp max 5,5 l/mil med fullastat släp och lite mindre (uppskattat till 1 l/mil mindre) när släpet är tomt.

För lastbilen antas förbrukningen vid transport körning vara 3 l/mil utan last och 4 l/mil med last (26 ton). Med tillkopplat släp antas förbrukningen vara 4 l/mil utan last och 5,5 l/mil med last. Dessa förbrukningar har uppskattats efter vad lastbilskranen drar. Lastbilen antas ha en egenvikt på 12 ton och kan därför lasta max 20 ton, med tillkopplat släp som väger 6 ton kan den maximala lasten utökas till 52 ton. För att jämföra lastbilskranens lastkapacitet med lastbilen antas lastbilen med släp lasta samma mängd gods som lastbilskranen – 38 ton, utrymme för mer last finns alltså för lastbilen.

Tiden för lyftarbetet har antagits till 8h vardera för lastbilskran och mobilkran, lyftarbetet är antalet timmar som fordonen står stilla och utför lyftarbetet. Tiden 8 h har antagits som en vanlig arbetsdag.

Förutsättningarna har granskats och godkänts av styrgruppen för projektet.

Förutsättningar	Lastbilskran	Mobilkran	Lastbil
Körsträcka (antal mil)	10	10	10
Lyftarbete (h)	8	8	
Lastutrymme (ton)	6		26
Lastutrymme (ton) med släp	38		38
Bränsleförbrukning vid lyftarbete (l/h)	3	2	
Bränsleförbrukning (l/mil) med last	4		3
Bränsleförbrukning (l/mil) utan last	4	7	4
Bränsleförbrukning (l/mil) med släp	4,5		4
Bränsleförbrukning (l/mil) med släp + last	5,5		5,5

Tabell 1 Förutsättningar för nyttjandescenarier som används för beräkningar av miljöprestanda

Bilaga 2 - Beräkningar

Bränsleåtgång								
		Körsträcka (mil)	10		Lyftarbete (h)	8		
	Transportkörning				Lyftarbete			Totalt
	Totalvikt (ton)	Körsträcka (mil)	Bränsleförbrukning körning (l/mil)	Bränsleåtgång körning (m ³)	Bränsleförbrukning lyft (l/h)	Lyftarbete (h)	Bränsleåtgång lyft (m ³)	Bränsleåtgång (m ³)
Scenario 1								
<i>Till arbetsplatsen</i>								
Lastbilskran	32	10	4	0,04	3	8	0,024	
Mobilkran	48	10	7	0,07	2	8	0,016	
Lastbil	24	10	4	0,04				
<i>Från arbetsplatsen</i>								
Lastbilskran	26	10	4	0,04				
Mobilkran	48	10	7	0,07				
Lastbil	18	10	3	0,03				
<i>Totalt</i>								
Lastbilskran		20		0,08				0,104
Mobilkran		40		0,21				0,226
Differens		20		0,13				0,122
Scenario 2								
<i>Till arbetsplatsen</i>								
Lastbilskran m. släp	64	10	5,5	0,055	3	8	0,024	
Mobilkran	48	10	7	0,07	2	8	0,016	
Lastbil m. släp	64	10	5,5	0,055				
<i>Från arbetsplatsen</i>								
Lastbilskran m. släp	32	10	4,5	0,045				
Mobilkran	48	10	7	0,07				
Lastbil m. släp	24	10	4	0,04				
<i>Totalt</i>								
Lastbilskran		20		0,1				0,124
Mobilkran		40		0,235				0,251
Differens		20		0,135				0,127
Scenario 3								
<i>Till arbetsplatsen</i>								
Lastbilskran	26	10	4	0,04	3	8	0,024	
Mobilkran	48	10	7	0,07	2	8	0,016	
<i>Från arbetsplatsen</i>								
Lastbilskran	26	10	4	0,04				
Mobilkran	48	10	7	0,07				
<i>Totalt</i>								
Lastbilskran		20		0,08			0,024	0,08
Mobilkran		20		0,14			0,016	0,164
Differens		0		0,06			-0,008	0,084

Klimatpåverkan

$$Utsläpp (kg) = Bränsleförbrukning (m^3) \times Värmevärde \left(\frac{GJ}{m^3}\right) \times Emissionsfaktor \left(\frac{kg}{GJ}\right)$$

	Transportkörning			Lyftarbete			Totalt		
	Utsläpp Co2 (kg)	Utsläpp CH4 (kg)	Utsläpp N2o (kg)	CO2 ekv. (kg)	Utsläpp Co2 (kg)	Utsläpp CH4 (kg)	Utsläpp N2o (kg)	CO2 ekv. (kg) (GWP)	CO2 ekv. (kg) (GWP)
Scenario 1									
<i>Till arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran	87,142	0,00026	0,00462	88,525	52,28496	0,00016	0,00277	53,115	
Mobilkran	152,498	0,00046	0,00809	154,919	34,85664	0,00010	0,00185	35,410	
Lastbil	87,142	0,00026	0,00462	88,525					
<i>Från arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran	87,142	0,00026	0,00462	88,525					
Mobilkran	152,498	0,00046	0,00809	154,919					
Lastbil	65,356	0,00020	0,00347	66,394					
<i>Totalt</i>									
Lastbilskran	174,283	0,00052	0,009	177,1	52,285	0,000157	0,003	53,115	230,165
Mobilkran	457,493	1,37E-03	0,024259	464,8	34,857	0,000104	0,00185	35,410	500,166799
Differens	283,210	8,5E-04	0,0150	287,71	-17,428	-0,000052	-0,00092	-17,705	270,001546
Scenario 2									
<i>Till arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran m. släp	119,820	0,00036	0,00635	121,722	52,28496	0,00016	0,00277	53,115	
Mobilkran	152,498	0,00046	0,00809	154,919	34,85664	0,00010	0,00185	35,410	
Lastbil m. släp	119,820	0,00036	0,00635	121,722					
<i>Från arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran m. släp	98,034	0,00029	0,00520	99,591					
Mobilkran	152,498	0,00046	0,00809	154,919					
Lastbil m. släp	87,142	0,00026	0,00462	88,525					
<i>Totalt</i>									
Lastbilskran	217,854	0,000652531	0,012	221,313	52,285	0,000157	0,002772	53,115	274,428
Mobilkran	511,957	1,53345E-03	0,027147	514,77	34,857	0,000104	0,00185	35,410	555,49
Differens	294,103	8,80917E-04	0,0156	298,77	-17,428	-0,000052	-0,00092	-17,705	281,1
Scenario 3									
<i>Till arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran	87,142	0,00026	0,00462	88,525	52,28496	0,00016	0,00277	53,115	
Mobilkran	152,498	0,00046	0,00809	154,919	34,85664	0,00010	0,00185	35,410	
<i>Från arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran	87,142	0,00026	0,00462	88,525					
Mobilkran	152,498	0,00046	0,00809	154,919					
<i>Totalt</i>									
Lastbilskran	174,2832	0,00052	0,009	177,050	52,2850	0,000157	0,0028	53,1151	230,165
Mobilkran	304,996	9,1E-04	0,016172	309,837840	34,8566	0,000104	0,0018	35,4100	345,247879
Differens	130,712	3,9E-04	0,0069	132,79	-17,4283	-0,000052	-0,0009	-17,7050	115,082626
Värmevärde diesel (GJ/m3)	35,28								
Emissionsfaktorer									
Källa: Naturvårdsverkets värmevärden och emissionsfaktorer 2017									
Koldioxid CO2	61,75								
Metan CH4	0,0002								
Lustgas N2o	0,0033								
Uppvärmningspotential (GWP) 100 år									
Källa: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html									
CO2	1								
CH4	25								
N2O	298								

Energiförbrukning & Transportarbete

	Transportköring			Lyftarbete		Totalt	Transportarbete		
	Bränsleåtgång körning (dm3)	Energiförbrukning (kWh/mil)	Energiåtgång (kWh)	Bränsleåtgång lyft (dm3)	Energiåtgång (kWh)	Energiåtgång (kWh)	Lastton (ton)	Körsträcka (km)	Transportarbete (kWh/tonkm)
Scenario 1									
<i>Till arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran	40		392	24	235,2		6	100	0,653
Mobilkran	70		686	16	156,8				
Lastbil	40		392				6	100	1,797
<i>Från arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran	40		392						
Mobilkran	70		686						
Lastbil	30		294						
<i>Totalt</i>									
Lastbilskran	80		784	24	235,2	1019,2			0,653
Mobilkran	210		2058	16	156,8	2214,8			1,797
Differens	130		1274	-8	-78,4	1195,6			1,143
Scenario 2									
<i>Till arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran m. släp	55		539	24	235,2		32	100	0,168
Mobilkran	70		686	16	156,8		32	100	0,383
Lastbil m. släp	55		539						
<i>Från arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran m. släp	45		441					100	
Mobilkran	70		686					100	
Lastbil m. släp	40		392					100	
<i>Totalt</i>									
Lastbilskran	100		980	24	235,2	1215,2	32	100	0,168
Mobilkran	235		2303	16	156,8	2459,8	32	100	0,383
Differens	135		1323		-78,4	1244,6			0,214
Scenario 3									
<i>Till arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran	40		392	24	235,2				
Mobilkran	70		686	16	156,8				
<i>Från arbetsplatsen</i>									
Lastbilskran	40		392						
Mobilkran	70		686						
<i>Totalt</i>									
Lastbilskran	80		784	24	235,2	1019,2			
Mobilkran	140		1372	16	156,8	1528,8			
Differens	60		588		-78,4	509,6			
	GJ/m3		kWh/dm3						
Värmevärde diesel	35,28		9,8						
			dm3/mil						
			5						
			kwh/mil						
			49						

Partikelutsläpp

	Transportkörning		Avgaser		Icke avgaser		Lyftarbete		Avgaser		Totalt (avgaser)
	Totalvikt (kg)	Körsträcka (km)	Energiåtgång (kWh)	PM (g)	PM 10 (g)	PM 2,5 (g)	Lyftarbete (h)	Energiåtgång (kWh)	PM (g)		PM (g)
Scenario 1											
Till arbetsplatsen											
Lastbilskran	32000	100	392	3,92	41,4	23,2	8	235,2	2,352		6,272
Mobilkran	48000	100	686	68,6	62,1	34,8	8	156,8	15,68		84,28
Lastbil	24000	100	392	3,92	31,1	17,4					3,92
Från arbetsplatsen											
Lastbilskran	26000	100	392	3,92	33,6	18,8					3,92
Mobilkran	48000	100	686	68,6	62,1	34,8					68,6
Lastbil	18000	100	294	2,94	23,3	13,0					2,94
Totalt											
Lastbilskran		200	784	7,84	75,1	42,0			2,352		10,192
Mobilkran		400	2058	144,06	178,6	99,9			15,68		159,74
Differens		200	1274	136,22	103,5	57,9			13,328		149,548
Scenario 2											
Till arbetsplatsen											
Lastbilskran m. släp	64000	100	539	5,39	82,8	46,3	5	235,2	2,352		7,742
Mobilkran	48000	100	686	68,6	62,1	34,8	5	156,8	15,68		84,28
Lastbil m. släp	64000	100	539	5,39	82,8	46,3					5,39
Från arbetsplatsen											
Lastbilskran m. släp	32000	100	441	4,41	41,4	23,2					4,41
Mobilkran	48000	100	686	68,6	62,1	34,8					68,6
Lastbil m. släp	24000	100	392	3,92	31,1	17,4					3,92
Totalt											
Lastbilskran		200	980	9,8	124,2	69,5			2,352		12,152
Mobilkran		400	2303	146,51	238,1	133,2			15,68		162,19
Differens		200	1323	136,71	113,9	63,7			13,328		150,038
Scenario 3											
Till arbetsplatsen											
Lastbilskran	26000	100	392	3,92	33,6	18,8	5	235,2	2,352		6,272
Mobilkran	48000	100	686	68,6	62,1	34,8	5	156,8	15,68		84,28
Från arbetsplatsen											
Lastbilskran	26000	100	392	3,92	33,6	18,8					3,92
Mobilkran	48000	100	686	68,6	62,1	34,8					68,6
Totalt											
Lastbilskran		100	784	7,84	67,3	37,6			2,352		10,192
Mobilkran		200	1372	137,2	124,2	69,5			15,68		152,88
Differens		100	588	129,36	56,9	31,9			13,328		142,688
	Emissionsgränser (Euro) vid förbränning										
		g/kWh									
	Euro 3	0,1									
	Euro 6	0,01									
	Emissionsvärden vid icke förbränning										
	PM10	mg/km	g/km								
	Däck	0,00408	0,00000408								
	Bromsar	0,00396	0,00000396								
	Vägslitage	0,0049	0,0000049								
	Totalt	0,01294	0,00001294								
	PM2,5										
	Däck	0,00286	0,00000286								
	Bromsar	0,00174	0,00000174								
	Vägslitage	0,00264	0,00000264								
	Totalt	0,00724	0,00000724								