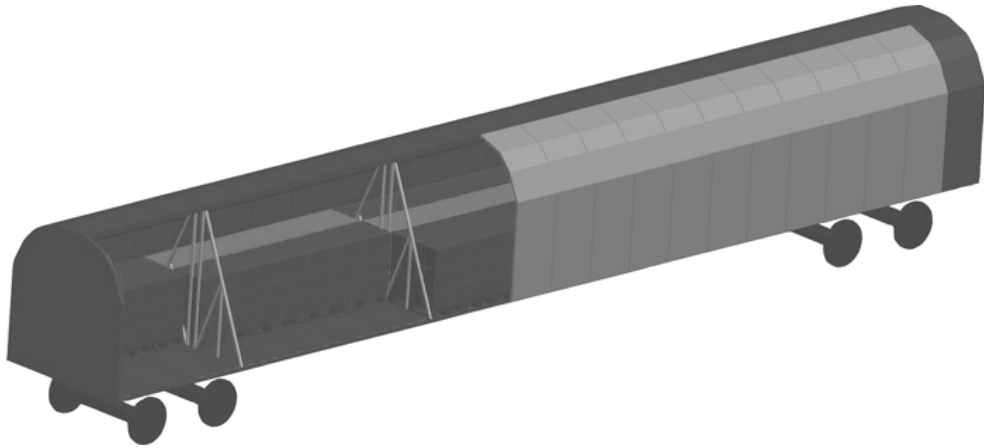


Nyutvecklad lastsäkringsutrustning för järnvägsvagnar

- ökad effektivitet och minskade godsskador



Alexander Jonsson
Henrik Lööv

Förord

Nyutvecklad lastsäkringsutrustning för järnvägsvagnar – ökad effektivitet och minskade godsskador är ett examensarbete som utförts på institutionen för Designvetenskaper på Lunds Tekniska Högskola. Arbetet är den avslutande delen för två studenter i den 4,5 års långa civilingenjörsutbildningen inom maskinteknik. Arbetet har utförts under perioden oktober 2007 till april 2008.

Projektet initierades av Leif Borgemark, Trelleborgs Hamn AB, i samråd med avdelningen för Förpackningslogistik. Problemställningen samt avgränsningar har diskuterats och utformats tillsammans med Göran Engström, DHL Rail AB.

Vi vill särskilt tacka Leif Borgemark som gjort detta projekt möjligt samt inbjudan till den internationella konferensen i Trelleborg i höstas vilken behandlade järnvägstransporter i Europa. Tack går även till Göran Engström som hjälpt oss med insikten i branschen för järnvägstransporter samt med idéer för vår produktutveckling.

Slutligen vill vi också tacka vår handledare Mats Johnsson, universitetslektor vid avdelningen Förpackningslogistik vid institutionen för Designvetenskaper, för all hjälp vi har fått under arbetets gång.

Lund, april 2008

Alexander Jonsson
Henrik Löow

Abstract

- Title:** New developed cargo securing device for railway wagons – improved efficiency and decreased freight damages
- Authors:** Alexander Jonsson and Henrik Lööv
- Supervisor:** Associate professor Mats Johnsson, Packaging Logistics, Lund University.
- Problem statement:** During the last few years the railway transports of cargo has lost large market shares primarily to road transports. Among all the causes there is especially one which can be described as one-way traffic. The one-way traffic is a direct cause of poor securing of the freight inside the wagon.
- Objective:** The objective with this project is to develop a concept for a new securing device for the freight in railway wagons. The device is supposed to be integrated to the existing fleet of cargo wagons and always be a part of the interior. Several different types of product flows are aimed to be handled by the device but the primary use is to secure palletized cargo.
- Apart from basic requirements such as sufficient strength of the construction, one of the main prerequisite of the construction was to affect the loading capacity both weight and volume wise as low as possible.
- Method:** This project is mainly a product development which step by step is made from a model by Ulrich and Eppinger. The study was until the problem was identified a normative study where the authors tried to clarify the cause of the problems. Gathering of information consists mainly of qualitative data of both primary and secondary sources.
- Conclusions:** The authors think a change has to be made in this conservative business to strengthen the position of railway cargo transports. A new developed cargo securing device will lead to improved market shares for the railway as cargo transporter. The securing device, which the authors have developed, consists of pivoted poles in aluminum. This makes the device less heavy compared to the equipment found on the market today. It is also possible to fold the device and place onto the ceiling when not in use for saving capacity. These properties will decrease the one-way traffic because of several different product flows will be able to be transported in the very same wagon. In the same time the strain of the infrastructure will decrease. The cargo will be transported both in a more effective and safer way than before which will result in less breakage.

Sammanfattning

Titel:	Nyutvecklad lastsäkringsutrustning för järnvägsvagnar – ökad effektivitet och minskade godsskador
Författare:	Alexander Jonsson och Henrik Lööv
Handledare:	Universitetslektor Mats Johnsson, Avdelningen för Förpackningslogistik, Lunds Tekniska Högskola.
Problemformulering:	Järnvägstransporter av gods har på senare år tappat stora marknadsandelar till vägtransporterna. Orsakerna är många, en av dem kan konkretiseras till en betydande envägstrafik vilket är en direkt följd av dålig lastsäkringsutrustning i vagnarna.
Målsättning:	<p>Målet med projektet är att utveckla ett koncept för ny typ av lastsäkringsutrustning som kan integreras till befintlig vagnpark. Utrustningen ska alltid finnas i vagnen och ha möjlighet att lastsäkra flera typer av produktflöden men framförallt palleterat gods.</p> <p>Förutom grundläggande krav på hållfasthet för de krafter som uppkommer vid rangering och transport ska utrustningen samtidigt vara så liten som möjligt både vad gäller vikt och volym.</p>
Metod:	Projektet är i grunden en produktutveckling vilken består av en stegvis utarbetad modell av Ulrich och Eppinger när väl problemet hade identifierats. Dessförinnan krävdes dock en normativ studie för att klargöra de problem som åligger och som behöver lösning. Informationsinsamlingen har framförallt bestått av kvalitativ data av både primär och sekundär karaktär.
Slutsatser:	Författarna anser att en förändring i dagens konservativa bransch är önskvärd för att stärka järnvägens konkurrenskraft. Integrering av författarnas lastsäkringsutrustning skulle innebära en stärkt marknadsposition för järnvägens roll som godstransportör. Den utvecklade utrustningen består utav ledade stöttor i aluminium vilket gör den betydligt lättare viktmässigt än dagens utrustningar. Det finns även möjlighet att fälla ihop utrustningen när den inte används för att på så vis inte påverka lastkapaciteten. Utrustningen skulle bidra till minskad envägstrafik i och med att flera olika produktflöden kan transporteras i en och samma vagn samtidigt som infrastrukturens belastning minskar. Godset kan lastsäkras på ett effektivare och säkrare sätt vilket kommer resultera i färre godsskador.

Innehållsförteckning

1. Inledning	1
1.1 Projektets uppkomst	1
1.2 Frågeställning	1
1.3 Syfte	2
1.4 Mål	2
1.5 Avgränsningar	2
1.6 Tidplan	2
1.7 Målgrupp	3
1.8 Disposition	3
2. Metodik	5
2.1 Allmänt om akademiskt arbete	5
2.2 Teori för vetenskaplig metodik	5
2.3 Datainsamling	6
2.3.1 Primär och sekundär data	6
2.3.2 Litteraturstudier	7
2.3.3 Presentationer	7
2.3.4 Intervjuer	7
2.3.5 Enkäter	7
2.3.6 Observationer	7
2.3.7 Experiment	8
2.3.8 Kvantitativ och kvalitativ metodik	8
2.4 Giltighet	8
2.4.1 Validitet	8
2.4.2 Reliabilitet	8
2.4.3 Objektivitet	9
2.5 Val av metodik	9
2.6 Källkritik	9
3. Nuläge	11
3.1 Trelleborgs Hamn AB	11
3.2 Järnvägstransporter i Sverige och övriga Europa	12
4. Teori	13
4.1 Allmänt järnvägstransporter	13
4.2 Förpackningssystem	14
4.3 Lastbärare	15
4.4 Förpackningslogistik	15
4.5 Produktutveckling	16
4.5.1 Allmänt om produktutveckling	16
4.5.2 Ulrichs och Eppingers metod	17
4.5.3 Concept screening	17
4.5.4 Concept scoring	18
5. Empiri	21
5.1 Allmänt om godsvagnar	21
5.2 Habiins	22
5.3 Habbills	24
5.4 Lastprofiler	24
5.5 Lastningsregler	25
5.5.1 Grundregler för lastningsätt och lastsäkring	26

5.6 Lastsäkring	26
5.7 Lastsäkringsutrustning	28
5.7.1 Vagnen	28
5.7.2 Förstängningsstolpar	28
5.7.3 Godsskyddsstöttor	28
5.7.4 Kilar	28
5.7.5 Lastavskiljande skivor	28
5.7.6 Surringsöglor	29
5.7.7 Lastavskiljande väggar	29
5.7.8 Provisoriska skiljeväggar	30
5.8 Lastning av palletterat gods	30
5.9 Godsskador	31
6. Utveckling av ny lastsäkring	33
6.1 Sammanfattning av dagens problem	33
6.2 Utvecklingsförfarandet	33
6.3 Concept screening	33
6.3.1 Kriterier	34
6.3.2 Grundförslag	34
Förslag A – Skiljevägg	35
Förslag B – Nät	35
Förslag C – Stolpnät	36
Förslag D – Stöttor	36
Förslag E – Saxgrind	37
Förslag F – Repstege	37
Förslag G – Metallnät	38
Förslag H – Vikvägg	38
Förslag I – Rullvägg	39
Förslag J – Vajernät	39
6.3.3 Utvärdering av förslagen	40
6.3.4 Resultat av concept screening	40
6.3.5 Sammanfattning av concept screening	41
6.4 Concept scoring	42
6.4.1 Kriterier	42
6.4.2 Utvecklade förslag	43
Koncept A – Skiljeväggen	44
Koncept DJ – Ledade stöttor	46
Koncept I – Rullvägg	49
6.4.3 Utvärdering av förslagen	51
6.4.4 Resultat av concept scoring	51
7. Dimensionering av vinnande koncept	53
8. Analys	57
8.1 Ekonomi	57
8.2 Funktion	58
8.3 Hållfasthet	59
8.4 Godsskador	59
8.5 Habbins vs Habbills	60
8.6 Övrigt	60
9. Slutsatser och rekommendationer	61
10. Fortsatta studier	63
Referenser	65

Tryckta källor	65
Elektroniska källor	65
Muntliga källor	66
Rapporter, broschyrer	66
Bilder, figurer, tabeller etc	66
Bilaga 1	I
Bilaga 2	II
Bilaga 3	III
Bilaga 4	IV
Bilaga 5	V
Bilaga 6	VI
Bilaga 7	VII

1. Inledning

I inledningskapitlet introduceras examensarbetet och den skrivna rapporten för läsaren. Tanken är att läsaren ska få en överblick av hur examensarbetet har utförts samt hur rapporten är uppbyggd. Projektets frågeställning, syfte, mål och avgränsningar presenteras även i detta kapitel.

Den här rapporten är ett examensarbete vid avdelningen för Förpackningslogistik vid Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet är utfört av institutionen i samarbete med Trelleborgs Hamn AB. Trelleborgs hamn i sig är inte verksam som aktör för järnvägstransporter, detta har medfört att problemställningen har utarbetats tillsammans med DHL Rail.

1.1 Projektets uppkomst

De järnvägstransporter som går via Trelleborg är framförallt av typiska svenska exportprodukter från skogs- och stålindustrin. Transporterna är i regel tunga vilket ställer krav på järnvägsvagnens utformning, både öppna och slutna vagnar används beroende på vad som ska transporteras. Produkterna från skogsindustrin kan vara allt från rundvirke och sågat virke till pappersrullar som kräver olika typ av vagn. Detta skapar problem i och med att de sydgående produktflödena och dess vagnar inte är anpassade för produktflödet som sedan går i nordgående riktning. De nordgående flödena består till mestadels av viktmässigt lättare gods som ofta är palleterat och dessa är inte kompatibla till utformningen av de sydgående vagnarna. Detta resulterar att järnvägsvagnarna går tomma tillbaka vilket ger en total beläggning på bara 50 %. Infrastrukturens resurser belastas därmed onödigt hårt.

Till en början bestod examensarbetets huvudfråga av att ta fram en ny typ av lastbärare som kan användas för flöden både i syd- samt nordgående riktning. Viktiga krav var bland annat att lastbärarna enkelt skulle kunna ställas om mellan dessa produktflöden samt att lastbäraren skulle vara kostnadseffektiv. Allt skulle vara integrerat i lastbäraren och inte kräva hantering av extra sidoflöden med omställningskomponenter. En djupare analys av problemet resulterade i en annorlunda vinkling där det huvudsakliga problemet är lastsäkring för framförallt palleterat gods. Palleterat gods som inte fyller upp en hel godsvagn kan inte lastsäkras på ett tillfredställande och säkert sätt. Huvudfrågan blev därför istället att utveckla en lastsäkringsanordning som passar den vanligaste förekommande vagnstypen och som kan uppfylla de krav som finns på lastsäkring idag. Lastsäkringsanordningen ska vara enkel att använda samtidigt som det ska finnas möjlighet att avlägsna den när den inte används, anordningen ska dock alltid medbringas i vagnen.

1.2 Frågeställning

Utifrån ovan beskrivna problem har följande frågeställning utarbetats för att vara anpassat till projektets omfattning och storlek:

Hur kan författarnas nyutvecklade lastsäkringsutrustning bidra till en ökad kapacitet och utnyttjandegrad av järnvägsvagnarna mellan Sverige och kontinenten?

1.3 Syfte

Projektets syfte är främst att utveckla ett koncept för ny lastsäkringsutrustning som kan integreras i befintliga järnvägsvagnar. Utrustningen ska kunna hantera flera olika typer av produktflöden med fokus på palleterat gods. Den modifierade vagnen ska ge upphov till ökad kapacitet mellan Sverige och kontinenten genom framförallt ökad utnyttjandegrad av vagnarna. Utrustningen får inte påverka lastkapaciteten nämnvärt samtidigt som den alltid skall medföras vagnen.

1.4 Mål

Projektets mål är att utveckla en kostnadseffektiv och smart lösning på hur dagens järnvägsvagnar kan utnyttjas till att lastsäkra godset på ett bättre sätt.

Lastsäkringsanordningen ställer följande krav som ska uppfyllas:

- Lastsäkringsutrustningen skall alltid medföras vagnen
- Lastsäkra fler produktflöden, fokus på palleterat gods

1.5 Avgränsningar

För att projektets storlek ska vara anpassat till en rimlig arbetsbörda som motsvarar de högskolepoäng och tiden som ska läggas på examensarbetet behöver en del avgränsningar göras. Avgränsningarna ger även upphov till en mer fokuserad inriktning på det uppsatta problemet tidigare beskrivet i rapporten.

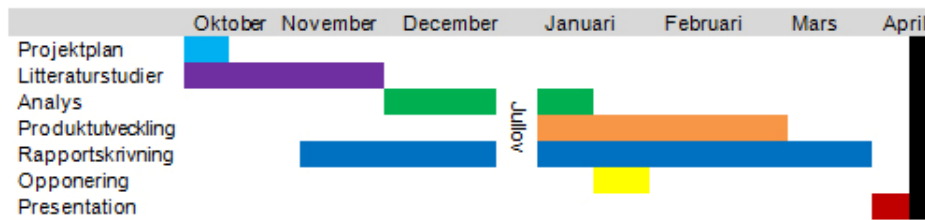
Först och främst avgränsas projektet till att enbart beröra två typer av järnvägsvagnar, Habiins 15 och 16 vilka är beskrivna senare i rapporten. De förändringar som kommer att göras är framförallt anpassade för att passa just dessa vagnar, samma princip kan med fördel även användas till andra liknande vagnar med mindre modifieringar.

Projektet kommer att fokuseras på att modifiera befintliga järnvägsvagnar och modifieringarna kommer bara beröra järnvägsvagnarnas lastkapacitet samt lastsäkring och inte själva uppbyggnaden av underredet. Förändringar av underredet leder till en alltför djup konstruktionsuppgift.

Projektet är framförallt en konceptstudie vilket medför att det inte finns utrymme för en primär konstruktion, som annars hade varit nästa steg i produktutvecklingen. En vanlig marknadsundersökning i form av intervjuer och studier har gjorts för att få en bild på vad som eftersträvas med produktutvecklingen. En produktplanering har dock inte utförts på grund av att den ansågs falla utanför ramen för projektet.

1.6 Tidplan

En grafisk översikt över tidplanen för projektet kan ses nedan figur 1.1. Projektet påbörjades i början på oktober månad efter det att ett inledande samtal med involverade parter i Trelleborg hade gjorts i slutet på september.



Figur 1.1 (Henrik Lööv)

1.7 Målgrupp

Huvudmålgruppen för examensarbetet är givetvis de involverade företagen Trelleborgs Hamm AB samt DHL Rail. Övriga intressenter inom järnvägstransporter samt övrig distribution kan också finna intresse av att läsa rapporten för att erhålla nya idéer om lastsäkringsutrustningar. Examensarbetet riktar sig även till övriga maskiningenjörsstudenter med inriktning mot framförallt förpackningslogistik och produktutveckling.

1.8 Disposition

Det här avsnittet är tänkt att beskriva uppbyggnaden av rapporten för att lättare få en överblick på dess innehåll. Rapporten skiljer sig en del från andra vetenskapliga arbeten i fråga om uppbyggning där innehållet i vanliga fall ska bestå av teori-, empiri- samt analyskapitel som är relativt lika i storlek. I den här rapporten tillkommer ett avsnitt som behandlar själva utvecklingen av en ny typ av lastsäkringsutrustning, denna del kommer vara omfattande och utgöra rapportens största del. Teorin och empirin kommer dock fortfarande utgöra en stor del av rapporten då den är grunden för produktutvecklingen.

Rapporten är uppdelad i fyra olika huvuddelar med tillhörande underkapitel.

Första delen består av det inledande kapitlet vilket introducerar själva examensarbetet och hur det har uppkommit samt vad det kommer att behandla. I kapitel två presenteras först allmänt olika metodval och tillvägagångssätt för olika typer av problemställningar. Därefter presenteras de metoder som valts för att på bästa sätt kunna skapa en lösning till det aktuella problem som satts upp för det här projektet. I det tredje kapitlet presenteras det företag som initierade projektet följt av en beskrivning av hur järnvägstransporterna ser ut i dagsläget i Sverige och Europa.

Andra delen består av teori- och empirikapitel där all ingående information presenteras som krävs för att läsaren ska förstå fortsättningen av rapporten. Teorikapitlet kommer framförallt behandla de generella termerna inom förpackningslogistik och produktutveckling tillsammans med en beskrivning av järnvägstransporter. Detta följs av empirin som beskriver fakta om de aktuella järnvägsvagnarna som används för transporter av olika produktflöden mellan Sverige och kontinenten. Dessutom beskrivs regler för lastsäkring och de utrustningar som säkrar lasten i dagsläget. Kapitlet avslutas med ett avsnitt om godsskador och varför de uppkommer.

Tredje delen utgör själva utvecklingen av lastsäkringsutrustningen som beskriver hur författarna har gått tillväga och vilka metoder som använts. Författarna har valt att arbeta enligt en modell av Ulrich och Eppinger. Rapporten kommer återge alla de steg som modellen innehåller allt från idéskapande till det slutliga valda konceptet.

Fjärde delen består av en analyserande del där rapportförfattarna kommer med sina åsikter om hur situationen ser ut och hur den skulle kunna förändras med den utvecklade lastsäkringsutrustningen. Kapitlet avslutas med en sammanfattande del av hela projektet och rekommendationer på de modifieringar som kan göras för att uppfylla de mål som satts upp med projektet.

2. Metodik

I följande kapitel beskrivs den vetenskapliga metodiken och allmänt tillvägagångssätt vid val av metod vid en specifik studie. Kapitlet beskriver även tillvägagångssättet som rapportförfattarna valt att göra för detta projekt.

2.1 Allmänt om akademiskt arbete

Ett akademiskt arbete är ett arbete som utförs vid en högskola eller universitet med speciella krav som måste uppfyllas. Först och främst bygger arbetet på vetenskaplig grund vilket betyder att det skapas genom vetenskapliga undersökningar. Den kunskap som presenteras i vetenskapliga undersökningarna kallas akademisk kunskap. Kraven som ställs på ett akademiskt arbete är att författarna känner till existerande teori, modeller och data vilka ska beaktas när studien utförs. Studiens resultat förankras genom att författarna diskuterar hur väl resultatet överensstämmer med redan existerande teorier, modeller och data. Studiens uppbyggnad måste på ett logiskt sätt hänga ihop så att rapporten utgör en fungerande helhet. Rapportens olika delar såsom titel, syfte, metod, teori, empiri, analys och resultat måste stämma överens och ha en logisk koppling.¹

2.2 Teori för vetenskaplig metodik

Syftet med studien kan i regel uppnås genom en mängd olika sätt. Vid valet av tillvägagångssätt är det viktigt att visa metodmedvetenhet för att på bästa sätt finna det metodalternativ som passar bäst till den aktuella studien. Metodvalet sker efter det att syftet har fastställts men innan resten av studien genomförs. Nedan följer en beskrivning av de metodalternativ och tillvägagångssätt som finns för akademiska arbeten.²

- *Deskriptiva* – beskrivande studier som huvudsakligen har i syfte att ta reda på och beskriva hur något fungerar eller utförs
- *Explorativa* – undersökande studier som syftar till grundläggande förståelse hur något fungerar eller utförs
- *Explanativa* – förklarande studier som söker orsakssamband och förklaringar till hur något fungerar eller utförs
- *Normativa* – studier som har till syfte att finna en lösning till ett problem som har identifierats

De examensarbeten som utförs vid en teknisk högskola är vanligtvis en problemlösande studie. Följande fyra metoder är de som är mest relevanta för examensarbeten inom tillämpade vetenskapsområden:

Kartläggning är en sammanställning och beskrivning av nuläget för det objekt eller fenomen som studeras. Kartläggningen syftar ofta till att beskriva en företeelse genom stickprovsmässig frågeundersökning.³

¹ Björklund, Maria / Paulsson, Ulf (2003), s. 11-18.

² Ibid, s. 57-58.

³ Höst, Martin / Regnell, Björn / Runeson Per (2006), s. 31.

Fallstudien syftar till att på djupet beskriva ett fenomen eller ett objekt och används framförallt för samtida fenomen särskilt då fenomenet är svårt att urskilja från sin omgivning.⁴ Fallstudier är speciellt tillämpliga i utvärderingar där studieobjekten ofta kan vara komplexa. Fallstudier behöver inte begränsas till ett enda fall utan kan innehålla fler fall i en och samma studie.⁵

Experiment är en metod för att hitta orsakssamband och kunna förklara vad olika fenomen beror på då inte kartläggningar och fallstudier räcker till. Genom experiment kan jämförelser göras för olika tekniska lösningar samtidigt som olika parametrars inverkan på fenomenet studeras genom variation och upprepning.⁶

Aktionsforskning har i syfte att förbättra något samtidigt som det studeras vilket därmed kan karaktäriseras som en problemlösning. Metodiken börjar med att en situation observeras för att identifiera eller tydliggöra det problem som åligger och som kräver en lösning. Detta görs genom antingen kartläggnings- eller fallstudiemetoder vilket följs av nästa steg som är att ta fram ett förslag till lösning. Därefter följer ett utvärderingssteg genom att observera den i sitt sammanhang och analysera samt reflektera över dess funktion. Detta är en iterativ process som upprepas tills dess att problemen är lösta.

Sammanfattningsvis består aktionsforskningsmetoden av följande steg:

- *Planera* – identifiera problemet och dess orsaker
- *Gör* – föreslå och genomför förbättringar som löser problemet
- *Studera* – kontrollera att de utförda åtgärderna lett till förbättring
- *Lär* – om åtgärderna var lyckade ska den nya lösningen permanentas

I tekniska examensarbete kan den slutgiltiga lösningen av problemet bestå av en prototyp som används för utvärdering av de föreslagna åtgärderna som utförts. För användning av lösningen permanent i en organisation krävs dock en produktifiering vilket innebär högre krav på användarvänlighet, robusthet, effektivitet, integration med andra system samt dokumentation. I många fall krävs dessutom omfattande test- eller certifieringsprocedur för att en produkt ska få användas i kommersiell drift. Detta ligger ofta utanför ramarna för examensarbetet och får därmed utföras i efterhand om prototypen ska göras kommersiellt användbar.⁷

2.3 Datainsamling

2.3.1 Primär och sekundär data

Insamling av information består framförallt av två typer av data, primär och sekundär data. Primär data är information insamlad direkt från vetenskapligt arbete antingen gjord av dig själv eller någon annan till skillnad från sekundär data där information redan har blivit insamlad av någon annan i ett tidigare skede. Det är viktigt att veta att sekundär information

⁴ Höst, Martin / Regnell, Björn / Runeson Per (2006), s. 32.

⁵ Backman, Jarl (1998), s. 49.

⁶ Höst, Martin / Regnell, Björn / Runeson Per (2006), s. 36-39.

⁷ Ibid, s. 39-41.

kan vara insamlad för ett annat ändamål än den aktuella studien man själv utför vilket också betyder att reliabiliteten kan vara svår att uppskatta i den här typen av information. Trovärdigheten hos primär data kan även den vara svår att avgöra, det gäller framförallt objektiviteten då observatören kan påverka informationen efter personligt tyckande.⁸ Nedan beskrivs olika metoder på hur datainsamling kan ske.

2.3.2 Litteraturstudier

All form av skrivet material till exempel böcker, broschyrer och tidskrifter räknas till litteraturstudier. Informationen från litteraturstudier kallas sekundärdata vilket betyder att uppgifterna oftast har tagits fram i ett annat syfte än det som gäller för den aktuella studien. Informationen kan därför vara vinklad och inte heltäckande vilket författaren måste vara medveten om.⁹

2.3.3 Presentationer

Deltagande vid presentationer i form av föreläsningar och konferenser kan bidra med viss information som kan vara av intresse för studien. Dessa kan vara utformade på olika sätt vilka mer eller mindre passar den aktuella studien. Informationen som sprids är av sekundärdata vilket medför att det är av stor vikt att fundera över till vem informationen primärt riktats och hur den utformats.¹⁰

2.3.4 Intervjuer

Intervjuer kan ske på en mängd olika sätt och innebära direkt personlig kontakt, telefonkontakt, e-post eller sms. Data som erhålls är av primär karaktär på grund av att syftet är att den ska användas just för den aktuella studien. Det finns många olika former på hur en intervju kan utföras och formen kan varieras för att passa respondenten. Alla frågor kan vara bestämda i förväg och tas upp i en bestämd ordning, så kallad strukturerad intervju, eller kan ämnesområdena vara bestämda och frågorna formuleras efterhand som respondenten svarar, så kallad semistrukturerad intervju. Ett tredje sätt är att frågorna uppkommer efterhand som intervjun fortlöper så kallad ostrukturerad intervju. Det är viktigt att undersökaren är medveten om hur ledande frågorna är och i största mån undvika den typen av frågor.¹¹

2.3.5 Enkäter

Enkäter består av ett antal standardiserade frågor och svarsalternativ som bestämts på förhand. Svarsalternativen kan vara graderade på en skala, vara av ja/nej alternativ men kan även ge möjlighet till mer öppna och beskrivande svar.¹²

2.3.6 Observationer

Observationer kan utföras på mängd olika sätt där observatören kan delta i den undersökta aktiviteten eller iaktta observationen utifrån. Metodens för- och nackdelar är svåra att avgöra beroende på mångfalden av utföringssätt. Metoden får även anses vara tidskrävande men kan ge en objektiv information som kan styrka studien.¹³

⁸ Arbnor, Ingemar / Bjerke, Björn (1995), s. 241-245.

⁹ Björklund, Maria / Paulsson, Ulf (2003), s. 67.

¹⁰ Ibid, s. 67.

¹¹ Ibid, s. 68.

¹² Ibid, s. 68.

¹³ Björklund, Maria / Paulsson, Ulf (2003), s. 69.

2.3.7 Experiment

Experiment baseras på en konstgjord verklighet med användning av givna variabler som kan varieras för varje enskilt test. Testerna görs på den aktuella modellen för att erhålla olika typer av mätresultat.¹⁴

2.3.8 Kvantitativ och kvalitativ metodik

Insamling av data kan vara av två typer, antingen kvantitativ eller kvalitativ. Kvantitativ data är klassificerad data, det vill säga metoder som utmynnar i numeriska observationer. Till de kvantitativa metoderna hör experiment, test, prov, enkäter och frågeformulär. Kvalitativ data kännetecknas av att inte bestå utav siffror och tal, istället innefattar kvalitativ data av verbala formuleringar, skrivna eller talade.¹⁵ En kombination av de två metoderna är ofta ett tänkbart och naturligt resultat vilket gör att de bådas starka respektive svaga sidor tar ut varandra. Det finns därmed en hel del att vinna genom att kombinera kvantitativa och kvalitativa metoder.¹⁶

2.4 Giltighet

Validitet, reliabilitet och objektivitet är tre olika mått på hur trovärdig studien kan anses vara. I vetenskapliga sammanhang måste alltid dessa tre aspekter beaktas vilket anses behövas av flertalet författare för att skapa en trovärdig studie.¹⁷

2.4.1 Validitet

Validitet definieras som mätinstrumentets förmåga att mäta det som avses att mäta. Det är viktigt att utredningen ger besked om vad som ska mätas på grund av mätobjektets olika aspekter. Validitet delas upp mellan två aspekter, inre och yttre validitet. Inre validitet avser överensstämmelsen mellan begrepp och de mätbara definitionerna av dem. Detta kan göras utan att samla in empiriska data. Yttre validitet är överensstämmelsen mellan det mätvärde som erhålles när en operationell definition och verkligheten används.¹⁸ Studiens validitet kan ökas genom användandet av flera olika perspektiv. Vid enkätundersökningar och intervjuer kan validiteten ökas genom välformulerade och ej vinklade frågor.¹⁹

2.4.2 Reliabilitet

Utöver validitet som är det viktigaste kravet på mätinstrumentet finns även reliabilitet. Reliabiliteten innebär att mätinstrumentet ska ge tillförlitliga och stabila resultat. För att reliabiliteten ska bli hög ska samma resultat uppnås även vid användning av ett annat angreppssätt och på ett annat urval.²⁰ Genom att använda kontrollfrågor i enkäter och intervjuer undersöks aspekterna ännu en gång vilket leder till ökad reliabilitet av studien.²¹

¹⁴ Björklund, Maria / Paulsson, Ulf (2003), s. 69.

¹⁵ Backman, Jarl (1998), s. 31.

¹⁶ Mange, Idar / Krohn, Bernt (1997), s. 85.

¹⁷ Björklund, Maria / Paulsson, Ulf (2003), s. 59.

¹⁸ Eriksson, Lars Torsten / Wiedersheim-Paul, Finn (2001), s. 38-39.

¹⁹ Björklund, Maria / Paulsson, Ulf (2003), s. 60.

²⁰ Eriksson, Lars Torsten / Wiedersheim-Paul, Finn (2001), s. 40.

²¹ Björklund, Maria / Paulsson, Ulf (2003), s. 60.

2.4.3 Objektivitet

Objektiviteten bestäms av i vilken utsträckning värderingar påverkar den aktuella studien som gjorts. Läsaren ges en möjlighet att själv ta ställning till studiens resultat genom att tydliggöra och motivera de val som gjorts vilket ökar studiens objektivitet.²²

2.5 Val av metodik

Tillvägagångssättet med den aktuella studien visade sig tidigt bli en normativ studie där ett problem hade identifierats och författarna skulle åstadkomma en lösning. I och med att en produktutveckling skulle ske föll valet naturligt på aktionsforskning som metod med de tillhörande arbetsmomenten; planera, göra, studera och lära av utvecklingen som åstadkommit. Rapporten innehåller alla dessa steg där planeringen får ses som den inledande beskrivningen av teorin och empirin som behövs för att förstå problemet samt hur det kan åtgärdas. Arbetsmomenten som berör själva utvecklingen av författarnas förslag på ny typ av lastsäkringsanordning beskrivs i kapitlet som följer efter teori- och empirikapitlet.

Författarna har valt att använda både primära och sekundära källor till rapporten. En del rapporter som ligger till grund för problemställningen har redan gjorts av olika branschorganisationer och dessa har varit bra underlag till förståelsen för problemet i fråga. Den bakomliggande problematiken har även belysts under en konferensdag i Trelleborg i höstas liksom samtal med de berörda parterna, Trelleborgs Hamn AB samt DHL Rail. De teoretiska kunskaperna har i största del hämtats från skriven litteratur som tidigare under utbildningen har studerats av författarna.

Rapporten är till största del en kvalitativ studie där problemen har beskrivits genom att de berörda parterna förklarat problemen för författarna. Problemet i sig har med största sannolikhet upptäckts genom numeriska observationer då problemet i grunden är ett dåligt utnyttjande av godsvagnarna. Studiebesök på Trelleborg Hamns Logistikcenter har gjorts för att på så vis skapa oss en egen uppfattning av hur lastning och säkring av gods fungerar i praktiken.

2.6 Källkritik

De involverade företagen i projektet, Trelleborgs Hamn AB och DHL Rail, var måna om att författarna skulle hemlighålla de slutsatser och resultat som gjordes mot övriga aktörer i branschen. På så vis skulle Trelleborgs Hamn AB och DHL Rail ha möjlighet att på ett tidigt stadium kunna ta fördel av de förändringar som är möjliga och påverka både tillverkare samt uthyrare av vagnarna i högre grad. I det långa loppet skulle dock hela branschen gynnas av användning av ett gemensamt system, men ur den ekonomiska synvinkeln är det viktigt att vara först på marknaden.

Författarna har därmed inte haft möjlighet att kontakta exempelvis godsvagnstillverkaren K-Industrier eller Transwaggon, som hyr ut godsvagnar, för information utan att avslöja allt för mycket. Ett nära samarbete med dessa två företag hade säkerligen kunnat förbättra utvecklingen av lastsäkringsanordningen betydligt både i fråga om funktion och om integrationsmöjligheterna till den befintliga vagnsparken.

²² Björklund, Maria / Paulsson, Ulf (2003), s. 59-61.

Det är svårt att uppskatta hur stor effekt en bättre lastsäkringsanordning skulle få i realiteten i och med att de personer som är involverade i järnvägsbranschen naturligtvis är stora förespråkare för just järnvägen och att det är framtidens transportsätt. Möjligheterna och framtiden för järnvägen kanske därför överskattas en aning. En mer objektiv syn på framtiden för godstransporter kanske hade visat ett helt annorlunda resultat.

3. Nuläge

I följande kapitel presenteras Trelleborgs Hamn AB och vad orsakerna är till att de initierat projektet. Utöver företagspresentationen ges även en överblick hur järnvägstransporterna ser ut i dagsläget mellan Sverige och övriga Europa samt varför en förändring är önskvärd.

3.1 Trelleborgs Hamn AB

Trelleborgs Hamn AB bedriver hamn- och terminalverksamhet i Trelleborgs hamn och sedan 2005 äger företaget hamnanläggningen med tillhörande fastigheter. Trelleborgs hamn räknas som en av Skandinaviens största RoRo- (Roll on Roll off) och färjehamnar med färjelinjer till Rostock, Travemünde, Sassnitz och Swinoujscie. RoRo-trafik står för godshantering som sker horisontellt med rullande utrustning.²³ Idag har hamnen tio RoRo-lägen och två spåranslutningar vilket gör Trelleborgs hamn till en hub i trafiken mellan Skandinavien och Kontinentaleuropa med flera kombinerade transportslag.²⁴

Mängden gods som hanterades 2006 var 11,2 miljoner ton vilket är en ökning med 5,9 % jämfört med 2005. Det är framförallt lastbilstrafiken som har ökat medan järnvägstrafiken går tillbaka, totalt hanterades 8,7 miljoner ton lastbilsgods vilket var en ökning med 8,7 % medan järnvägsgodset stod för 2,4 miljoner ton med en minskning på 3,1 %.²⁵ Trots nergången i järnvägstransporterna ser VD Leif Borgemark ett stort framtida behov samt potential i denna typ av transporter vilket medför att fortsatta investeringar för järnvägen i hamnområdet kommer göras framöver.²⁶



Figur 3.1: En TT-Linefärja i Trelleborgs hamn. (Alexander Jonsson)

En visionsplan utarbetades 2005 för den fortsatta utbyggnaden av Trelleborgs hamn där ett nytt spårbundet färjeläge stod klart i mitten på 2007. Utöver detta är det nya logistikcentret

²³ www.trelleborgshamn.se/?id=196 (2007-11-01)

²⁴ www.trelleborgshamn.se/?id=197 (2007-11-01)

²⁵ www.trelleborgshamn.se/?id=210 (2007-11-01)

²⁶ Borgemark, Leif (2007-09-28)

på plats och den första fasen av en ny kombiterminal är avslutad där flera olika transportslag hanteras. Inom några år kommer Trelleborgs hamn disponera 10 RoRo-lägen som alla kommer kunna hantera järnvägsfordon. Utbyggnaden kommer att möjliggöra en femtioprocentig trafiktillväxt och beräknas vara klar år 2008-2009.²⁷

3.2 Järnvägstransporter i Sverige och övriga Europa

Transporten av gods på järnväg har under de senaste åren tappat stora marknadsandelar till vägbundna lastbilstransporter trots att marknaden varit mycket expansiv. Detta gäller såväl högvärdigt som lågvärdigt gods och beror till stora delar på att järnvägens ställning på internationella transporter är svag trots långa avstånd samt stora volymer.²⁸ Europa är hopplöst efter i jämförelse med USA och det beror till stor del på politiska och organisatoriska problem. I Europa används relativt små järnvägsvagnar där axellasten är låg vilket inte leder till den storskalighet som de fasta kostnaderna med järnväg kräver.²⁹ USA har lyckats kombinera storskalighet med småskalighet tack vare tekniska prestanda som är överlägsna Europas. Den gemensamma marknaden i USA är betydligt större än i Europa och järnvägarna är inte nationella eller delstatliga.³⁰ I det stora hela är axellasten denna enda likheten inom Europa medan exempelvis den elektriska spänningen, spårbredden och signalsystemet skiljer sig mellan länderna.³¹

I Sverige har järnvägen en marknadsandel som är dubbelt så hög som i övriga Europa. Den svenska järnvägen är också den mest effektiva mätt i produktivitet trots att Sverige även har de största lastbilarna. Andelen utrikestransporter som sker via järnväg utgör dock bara hälften av vad inrikestransporterna gör trots långa avstånd och stora volymer.³²

Samtidigt som marknadsandelarna för järnvägen minskar återfinns dock problem med bankapacitet vid vissa sträckor och tidpunkter. Detta beror dels på att både passagerar- och fraktrafik utförs på samma spår. Genom att utnyttja dagens system bättre och använda existerande infrastruktur på ett smidigare och mer planerat sätt i väntan på utbyggnad kan dessa problem i dagsläget undgås. Ett annat bidragande problem som är speciellt påtagligt vid internationella transporter är envägstrafik, det vill säga järnvägsvagnarna är bara lastade i ena riktningen.³³

En höjd utnyttjandegrad av lastkapaciteten på järnvägsvagnarna skulle bidra till mindre belastning på infrastrukturen och skulle det samtidigt finnas möjlighet att undgå flaskhalsen runt Hamburg-området skulle de internationella järnvägstransporterna bli betydligt effektivare. Genom att använda Trelleborg som utgångspunkt för de internationella järnvägstransporterna samt låta transporterna gå vidare från Rostock och Sassnitz där järnvägen är mindre belastad utnyttjas bankapaciteten på ett bättre sätt.³⁴

²⁷ www.trelleborgshamn.se/?id=206 (2007-11-01)

²⁸ KTH - Effektiva tågssystem för godstransporter (2005)

²⁹ Burkhardt, Ed (2007-11-13)

³⁰ KTH - Effektiva tågssystem för godstransporter (2005)

³¹ Siefer, Thomas (2007-11-13)

³² KTH - Effektiva tågssystem för godstransporter (2005)

³³ Belin, Sören (2007-11-13)

³⁴ Siefer, Thomas (2007-11-13)

4. Teori

I följande kapitel beskrivs bakomliggande teorier som krävs för fortsatt förståelse av rapporten. Teorikapitlet ligger till grund för rapportförfattarnas analyser och slutsatser senare i rapporten samt till den gjorda produktutvecklingen.

4.1 Allmänt järnvägstransporter

Ur transportteknisk synvinkel bygger järnvägens grundidé på att utnyttja den ringa friktion mellan stålhjul och stålräls vilket ger en mycket liten deformation av kontaktytorna. Rullmotståndet blir betydligt mindre i jämförelse med friktionen mellan asfalt och gummihjul som har betydligt högre deformationsgrad. Den spårbundna trafiken är speciellt lämplig för stora och tunga flöden där lastbärarna kan kopplas ihop till långa transportenheter medan de fortfarande kan frambringas med minimal dragkraft och personalbehov.³⁵

Järnvägstrafiken skiljer sig markant vad gäller person- och godstransporter, persontrafiken är framförallt lagd under dagtid av naturliga orsaker medan godstrafiken framförallt är förlagd under nattetid då ingen produktion eller konsumtion sker. Detta leder till en dygnsberoende separation mellan de båda transporterna. Ytterligare separation förekommer i form av järnvägsvagnarnas konstruktion. Personvagnar är konstruerade för högre hastigheter än vad godsvagnar är konstruerade för, detta gör att de båda vagnstyperna inte kan kopplas ihop på ett effektivt sätt. Även axeltrycket skiljer mellan de båda transporterna där passagerartrafiken har lägre krav på spårets bärighet. Nya spår som byggs är framförallt avsedda för dagens snabbtåg vilket frigör kapacitet på de gamla spåren och därmed ökar bankapaciteten för godstrafiken.³⁶

Det finns olika typer av godstrafik på järnväg och dessa delas upp i följande fem befraktningssätt; expressgods, vagnlastgods, enhetslaster, blocktåg och heltåg. Val av befraktningssätt beror framförallt på godsvolymen och frekvensen av det gods som transporteras. Stora godsflöden är framförallt lämpade för transport på järnväg och heltåglaster står för en ökande del av de svenska järnvägstransporterna.³⁷

Järnvägens infrastruktur är både nationellt och internationellt sett glesare utbyggt än vägnätet vilket skapar en nackdel i konkurrenssituationen i jämförelse med lastbil. Järnvägsnätet byggdes upp för många hundra år sedan och på grund av bristande lönsamhet har många mindre bandelar därför lagts ner. Detta har medfört att i dagens läge består järnvägsnätet av i huvudsak ett stomnät mellan de större orterna. I och med att järnvägen kräver stora godsflöden innebär detta att järnvägslinjer endast kan bli lönsamma på sträckor där dessa godsflöden transporteras emellan. Järnvägens användbarhet kan dock ökas genom att kombinera flera transportslag med järnvägen för att på så vis öka godsvolymerna. Detta kan göras genom att lastbilar samlar upp gods från flera avsändare i ett visst område som sedan transporteras vidare på järnväg för den längre transporten. I mottagarområdet sprids sedan godset av lastbilar.³⁸

³⁵ Lumsden, Kenth (2006), s. 129-130.

³⁶ Ibid, s. 130-132.

³⁷ Ibid, s. 133-134.

³⁸ Ibid, s. 135-136.

4.2 Förpackningssystem

En förpackning har i uppgift att innehålla, skydda, hantera, leverera och presentera en framställd produkt från råmaterial till slutlig produkt eller från producent till användare/konsument.³⁹ Förpackningen utgör alltid en del av ett större logistiksystem med olika krav och önskemål från samtliga förflyttningar samt hanteringar som förpackningen kommer utsättas för i kedjan.⁴⁰



Figur 4.1: Förpackningssystemets olika nivåer. (Packforsk)

Förpackningsdefinitionen, se figur 4.1, omfattar tre olika förpackningsnivåer; primär-, sekundär- och tertiärförpackning. Primärförpackningen är utformad för att utgöra en säljenhet på försäljningsstället för den slutliga användaren eller konsumenten och kallas även för konsumentförpackning. Sekundärförpackningen eller gruppförpackningen omfattar en grupp av ett visst antal säljenheter och säljs antingen i grupp till den slutliga användaren eller används som komplement till hyllorna i försäljningsstället. Tertiärförpackningen utgör den förpackning som underlättar transporten samt förhindrar skador vid den fysiska hanteringen. Transportförpackningen som den också kallas består av ett antal säljenheter eller gruppförpackningar. Tillsammans utgör dessa tre förpackningsnivåer tillsammans med en lastbärare ett förpackningssystem där olika krav på funktionalitet och effektivitet anpassas för de olika nivåerna. Det är viktigt att förpackningssystemet är anpassat till de lastbärare som används i distributionen av varorna. Lastbäraren är gemensam benämning på hjälpmedel som utnyttjas för att underlätta hantering och stapling av flera förpackningar och genom att använda lastbärare undviks många hanteringsskador. Lastbäraren finns i många olika utförande och kan utgöras av flera nivåer. En stor del av dem är standardiserade såsom lastpallar av typ EUR och IND samt 20-fots-containern.⁴¹ Beroende på hur systemet ses kan även olika transportslag anses som lastbärare vilket exempelvis järnvägsvagnarna kommer att anses i den här studien.

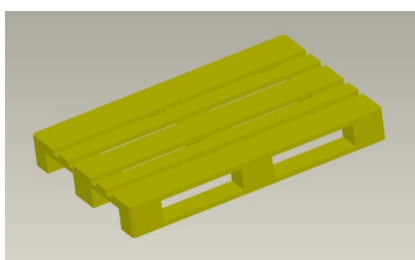
³⁹ Packforsk - Förpackningslogistik (2000), s. 24.

⁴⁰ Lumsden, Kenth (2006), s. 482-483.

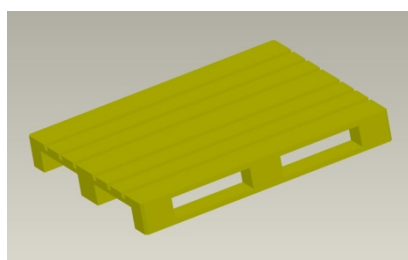
⁴¹ Packforsk - Förpackningslogistik (2000), s. 23-28.

4.3 Lastbärare

Det vanligaste sättet att bygga upp transportenheter av styckegods är att placera godset på lastpallar, vilket även är den vanligaste lastbäraren.⁴² Lastpallen utvecklades under 1940-talet och har kommit att bli grunden för all rationell materialhantering.⁴³ I Europa är de vanligast förekommande storlekarna på pallar EUR-pallen med måtten 800 x 1200 mm, se figur 4.2, och IND-pallen 1000 x 1200 mm, se figur 4.3. En annan förekommande pall är sjöfartspallen 1200 x 1600 mm. EUR-pallen används främst i Sverige, Norge, Belgien, Danmark, Finland, Schweiz och Tyskland. Medan 1000 x 1200 mm pallen används i övriga Europa i samma utsträckning som EUR-pallen. Förutom dessa finns det fler mått som är standardiserade enligt ISO. I länder som USA, Japan och Storbritannien används vanligen pallar som har måttet 1100 mm istället för 1200 mm.⁴⁴ På en EUR-pall får det lastas 1000 kg vid godtycklig last eller 1500 kg om lasten är jämnt fördelad över ytan.⁴⁵



Figur 4.2: EUR-pall. (Henrik Lööv)



Figur 4.3: IND-pall. (Henrik Lööv)

Lastning av Europapallar ska göras utefter generella regler vilket medför att lasten ska vara stabilt och kompakt placerad på pallen. Godset får inte hänga över pallens sidor och ska vara placerat i självlåsand lav eller sick-sack formation.⁴⁶ Hela Europa, förutom Storbritannien, har enats om ett gemensamt modulsystem som bygger på måtten 400 x 600 mm. Modulerna kan läggas i mönster över pallarna för att på bästa sätt utnyttja ytan. De flesta europeiska förpackningar bygger på dessa modulmått, vilka antingen kan vara större eller mindre än formatet 400 x 600 mm så länge de bygger på samma förhållande. För att öka pallens stabilitet används pallkragar, krympplast, band, kantlister etc. Pallkragarna är till stor fördel då godset består av oformlig och icke stapelbart gods.⁴⁷

4.4 Förpackningslogistik

Förpackningens betydelse som en viktig del av logistikkedjan har ökat under senare år både ur ekonomisk som logistisk synvinkel. Området som behandlar förpackningslogistik är ett relativt nytt område inom logistiken där förpackningen betraktas som en del av logistikkedjan och inte bara som ett skyddande objekt för själva produkten.⁴⁸ Enligt definition är förpackningslogistik ett synsätt som syftar till att utveckla förpackningar och förpackningssystem som stödjer den logistiska processen och möter användarens krav.

⁴² Lumsden, Kenth (2006), s. 520.

⁴³ Transportforsk - Tunga tåg (2007)

⁴⁴ Lumsden, Kenth (2006), s. 520-526.

⁴⁵ Transportforsk - Tunga tåg (2007)

⁴⁶ MariTerm – Equipment for rational securing of cargo railway wagons (2004)

⁴⁷ Lumsden, Kenth (2006), s. 520-526.

⁴⁸ Ibid, s. 481.

Förpackningslogistikens väsentligaste bidrag till logistiken är att skapa formnyttan som är viktig för alla användare i distributionskedjan, formnyttan innebär oskadade produkter, lätthanterliga förpackningar och förpackningar som lätt kan avyttras.⁴⁹ Det är viktigt att på ett tidigt stadium av en produktutveckling även utveckla dess förpackning, dessa två moment ska helst löpa parallellt. Detta medför att produkten och dess förpackning kan anpassas till ett effektivt förpackningssystem redan under ett tidigt skede för att passa så bra som möjligt till dagens logistik- och distributionssystem.⁵⁰

4.5 Produktutveckling

4.5.1 Allmänt om produktutveckling⁵¹

Produktutveckling kan förekomma i många olika skepnader och innehåller många olika verksamhetsbegrepp och modeller för förnyelsen. I en produktförnyelse används följande begrepp och definitioner (nedan följer en kort beskrivning av varje begrepp, produktförnyelseprojektet beskrivs dock mer i detalj i och med detta speglar det här projektet i hög grad):

Produktplanläggning avser utarbetande och vidmakthållande av lämplig produktpolitik och lämpligt produktsortiment. Produktplanlägningsarbetet är viktigt för ett företags långsiktiga och strategiska planering vilket inkluderar produktpolitik samt produktsortiment. Produktpolitiken är en del av företagets målsättning och strategi medan produktsortimentet behandlas mer operativt än produktpolitiken.

Produktförnyelseprojekt innefattar att på kort tid få fram förslag till ett utvecklingsprojekt och upprätta förnyelseprogram för ett företag. Under denna korta tidsperiod intensifieras nyprodukttänkandet i ett företag och för att skapa bättre beredskap inför framtiden. Uppslag till nya produkter som efter förverkligande kan bilda underlag för start av nya företag och som ger ny sysselsättning är det som eftersträvas.

Följande arbetssteg ska utföras för ett produktförnyelseprojekt:

- Klarläggande av syfte, resurser, förutsättningar, styrka och svagheter
- Studium av eventuellt existerande produkthistorik, produktsortiment samt marknads- och teknikläge
- Upprättande av produktpolitik samt målsättning och kriterier för produktsökning och produktval

Arbetet kan struktureras genom att använda sig av relevanta frågeställningar som utreder situationen för produkten, marknaden, framställningen, ekonomin samt personalen som är knuten till utvecklingen. Vad gäller produkten är frågor som verksamhetens mål, styrka och svagheter hos nuvarande produkter, företagets produktpolicy och framtida förändringar av stor vikt. Marknaden berör bland annat kunder, geografiska marknader, livscurvor för olika produkter och konkurrens. Tillverkningsmetoder och tillverkningsutrustning är huvudfrågor inom framställning medan ekonomin berör investeringar, lån och likviditet. Personaldelen

⁴⁹ Packforsk – Förpackningslogistik (2000), s. 33.

⁵⁰ Jönsson, Gunilla (2007-03-12)

⁵¹ Olsson, Fredy (1995)

är en annan viktig faktor att beröra där antal anställda, sysselsättningsgrad, omsättning och frånvaro är viktiga frågor.

Produktframtagning och *produktutveckling* är båda tidsbegränsade verksamheter där produktutveckling normalt har en mindre omfattning än själva produktframtagningen. I produktutvecklingen ingår normalt sett inte tillverkningsförberedelser och fullständig lansering av produkten. Produktframtagningen kan beskrivas som fyra tidsmässigt parallellöpande verksamheter. Dessa är inriktade på olika segment som behöver tas i beaktning vid en produktframtagning, den första är marknadsinriktad och består av marknadsstudier och försäljningsförberedelser. Den andra inriktar sig mot teknikutveckling och konstruktion direkt knuten till produkten. Den tredje är produktionsinriktad och avser produktionsöverväganden och produktionsförberedelser. Den fjärde är slutligen affärs- och ekonomiinriktad och avser den affärsmässiga sidan av produktens tillkomst.

4.5.2 Ulrichs och Eppingers metod⁵²

Inom produktutveckling finns det mängder med olika angreppssätt och metoder för att stegvis utveckla en ny produkt inom önskat område. Den metod som utgör detta examensarbets produktutveckling är baserad på Ulrichs och Eppingers metod. Detta är en tvåstegs modell som delas upp i *concept screening* och *concept scoring*. Båda stegen utgör en beslutsmatris vilken används för att uppskatta, ranka och välja det eller de bästa koncepten. Det är viktigt med insikt från flera parter för att eventuellt kombinera förslag och få ut det bästa av varje koncept. Valet av koncept sker oftast genom två olika utvärderingar som beskrivs mer utförligt nedan.

4.5.3 Concept screening⁵³

Screening är en snabb och approximativ utvärdering för att välja ut ett fåtal av alternativen som är lämpliga att studera närmare. Under screeningen sätts ett fåtal övergripande kriterier upp i en så kallad screening matris där sedan alternativen jämförs med ett referensalternativ. I detta tidiga stadium är det svårt att få en detaljerad och rättvisande jämförelse mellan förslagen vilket gör att ett utvärderingssystem används där ett referensalternativ utgör ett neutralt jämförelseförslag. Förslagen ska helst innehålla både en skriftlig samt grafisk beskrivning för att på bästa sätt utvärdera förslaget. Om förslaget anses dåligt utifrån kriterierna får den betyget minus, om den varken är bra eller dålig får den betyget noll och om den är bättre än referensen får den plus. På detta sätt elimineras de sämst lämpade alternativen och nästa steg kan påbörjas.

Concept screening är uppdelat i sex understeg:

Förbered urvalsmatrisen

Detta görs genom att välja ut kriterier baserat på företagets och kundernas identifierade behov. Kriterierna är på den här nivån relativt abstrakta och innehåller 5-10 dimensioner. Kriterierna ska vara valda på ett sådant sätt att det skapar olikheter mellan förslagen.

⁵² Eppinger, Steven D. / Ulrich, Karl T. (2003), s. 130-139.

⁵³ Ibid

Bedömning av förslagen utifrån kriterierna

Förslagen bedöms i jämförelse med referensalternativet och ges betygen *bättre än (+)*, *lika (0)* samt *sämre än (-)* utifrån de kriterier som satts upp i föregående steg.

Rangordna förslagen

Rangordningen sker genom summering av de plus och minus som varje förslag har erhållit. De kriterier som erhåller betyget, 0, har ingen inverkan på summeringen.

Kombinera och utveckla förslagen

Efter rankingen verifieras resultaten och därefter görs överväganden om förslagen ska förbättras eller kombineras med ett eller flera andra förslag.

Välj ett eller flera alternativ

När förslagen är accepterade samt förstådda bestäms vilka som ska gå vidare till ytterligare justeringar och fortsatta analyser.

Reflektion av resultatet och processen

Detta steg innebär att de involverade ska vara nöjda och komfortabla med resultatet. Om inte kanske fler kriterier måste läggas till i matrisen eller har rankingen blivit fel eller varit oklar.

4.5.4 Concept scoring⁵⁴

Scoring är en djupare analys av de få återstående alternativen från föregående steg för att utvärdera vilket alternativt som har bäst förutsättningar att leda till produktframgång. I detta steg används en scoring matris som innehåller fler och mer detaljerade kriterier som ska utvärderas än vad screening matrisen innehåller. De förslag som gick vidare från concept screening har till detta steg utvecklats och eventuellt kombinerats med flertalet förslag för att erhålla så bra alternativ som möjligt.

Concept scoring är liksom concept screening uppdelat i sex understeg:

Förbered urvalsmatrisen

Matrisen är i stort sett uppbyggd på samma sätt som i concept screening där ett av förslagen väljs som referensalternativ. Förslagen kommer att utvärderas grundligare vilket gör att kriterierna är mer detaljerade i scoring matrisen. Matrisen innehåller ytterligare en faktor i form av en viktning mellan kriterierna till skillnad från screening matrisen.

Bedömning av förslagen utifrån kriterierna

I detta steg bedöms varje förslag utifrån de uppsatta kriterierna på en noggrannare skala än föregående bedömning. Skalan bestäms utefter noggrannheten, vanligtvis 1-5 där varje siffra har följande betydelse:

Mycket sämre än referensen	1
Sämre än referensen	2
Lika som referensen	3
Bättre än referensen	4
Mycket bättre än referensen	5

⁵⁴ Eppinger, Steven D. / Ulrich, Karl T. (2003), s. 130-139.

Rangordna förslagen

När rangordningen är gjord för varje förslag räknas viktningen ut genom att multiplicera kriterieviktningen med dess bedömning för att erhålla en totalpoäng. Denna totalpoäng adderas sedan ihop från alla kriterier och en slutlig poängsumma erhålls.

Kombinera och utveckla förslagen

I detta steg kombineras och förbättras förslagen ytterligare ifall det skulle behövas. För det mesta är utveckling så pass långt kommen att förslagen redan har blivit kombinerade samt förbättrade i den utsträckning som kan göras.

Välj ett eller flera alternativ

Val av slutgiltigt förslag är inte bara beslut om att välja det förslag som erhållit den högsta rankingen. Ytterligare analyser och undersökningar helst med datorstöd skulle lättare försäkra vilket av förslagen som är bäst lämpade. Nästa steg blir att välja ett eller två förslag som blir fortsatt utvecklade, prototypiserade samt testade för att erhålla feedback från eventuella kunder.

Reflektion av resultatet och processen

Detta steg är ”point of no return” vilket betyder att de involverade ska vara försäkrade om att alla de relevanta frågeställningarna har diskuterats och att det valda förslaget har den största potentialen att tillgodose kunden samt bli ekonomiskt framgångsrikt.

Om resultatet av concept scoring inte känns tillfredställande finns kanske koncept som borde haft bättre resultat än vad det erhöll. Uppkommer det här scenariot är det viktigt att identifiera inkonsekvenserna och studera om det är någon viktig kriterie som saknats eller om viktningen har blivit felaktig.

5. Empiri

I följande kapitel beskrivs empirin som ligger till grund för examensarbetets problemställning och produktutveckling. Empirin är en av huvuddelarna i arbetet och utgör tillsammans med teorikapitlet grunden till de analyser och slutsatser som följer senare i rapporten.

5.1 Allmänt om godsvagnar

Godstrafiken som utförs på järnväg sker av många olika typer av vagnar beroende på vilket gods som ska transporteras. Godsvagnarna delas in två huvudkategorier, slutna och öppna vagnar, det vill säga vagnar med eller utan sidor och tak. Namngivningen av vagnar utgörs av ett enhetligt litterasystem som är utformat av UIC, International Union of Railways. Reglerna gäller framförallt de europeiska länder som har normalspåriga järnvägar. Systemet består först av en huvudlittera som skrivs med versal, därefter följer underlittera som skrivs med gemener. Underlittera klargör vagnens egenskaper i form av antal axlar, lastgräns, hastighet etc.⁵⁵ Nedan följer en lista på underlittera som gäller för de aktuella vagnarna i denna rapport.

H - Slutna vagnar med öppningsbar vagnssida

- a - med 4 axlar
- aa - med 6 axlar eller fler
- b - med 2 axlar lastytelängd < 14 m
- b - med 4 axlar eller fler lastytelängd < 22 m
- bb - med 2 axlar lastytelängd \geq 14 m
- bb - med 4 axlar eller fler lastytelängd \geq 22 m
- c - vagnen har gaveldörrar
- cc - vagnen har gaveldörrar och inredning för biltransport
- d - vagnen har bottenluckor
- e - vagnen har 2 lastplan
- ee - vagnen har 3 lastplan eller fler
- f - vagnen är lämplig för trafik i Storbritannien
- g - avsedd för spannmål
- h - avsedd för färska grönsaker
- i - vagnen har öppningsbara sidoväggar
- k - med 2 axlar högsta lastgräns < 20t
- k - med 4 axlar högsta lastgräns < 40t
- k - med 6 axlar eller fler högsta lastgräns < 50t
- kk - med 2 axlar högsta lastgräns < 25t
- kk - med 4 axlar högsta lastgräns < 50t
- kk - med 6 axlar eller fler högsta lastgräns < 60t
- l - vagnen har skjutbara lastavskiljande mellanväggar
- ll - vagnen har förreglingsbara skjutbara lastavskiljande mellanväggar
- m - med 2 axlar lastytelängd < 9 m
- m - med 2 axlar eller fler lastytelängd < 15 m
- n - med 2 axlar högsta lastgräns > 28t

⁵⁵ www.jarnvag.net (2007-12-02)

- n - med 4 axlar högsta lastgräns > 60t
- n - med 6 axlar eller fler högsta lastgräns > 75t
- o - med 2 axlar lastytelängd < 12 m
- s - lämplig för trafik i 100 km/h

I Europa uppgår idag den tillåtna axellasten till 22,5 ton på de flesta bandelar men bland annat i Sverige pågår en upprustning av banorna för att kunna klara 25 tons axellaster. Ur en marknadssynpunkt skulle en högre axellast hos godsvagnarna innebära en stor fördel i konkurrensen med vägbundna transporter. Transportkostnaden för tungt gods påverkas av högre axellaster och skulle en framtida uppgradering äga rum av banorna skulle kostnader markant sjunka för varje transporterat ton. För att ha möjlighet att lasta godsvagnarna med de laster som är aktuella krävs nykonstruktion av vagnar. Vagnarna behöver konstrueras av lättare material medan de yttre måtten bibehålls.⁵⁶

Många av dagens vagnar är gamla med föråldrad teknik i fråga om hjulupphängning, lastsäkring och användarvänlighet. Detta medför bland annat en stötig gång som sätter högre krav på lastsäkringen av godset för att på så vis minimera skadorna på det transporterade godset. Nykonstruktion av godsvagnar för att på ett bättre sätt tillgodose dessa aspekter är dock både tidskrävande och medför höga utvecklingskostnader. Med tanke på den stora mängd godsvagnar som redan används och som fortfarande har lång livslängd kvar blir införandet av nykonstruerade vagnar inte ekonomiskt försvarbart.⁵⁷

Järnvägstrafiken ska transportera tunga flöden vilket betyder att lastbärarna, vagnarna, behöver fyllas i så hög grad som möjligt. Trafik med fyllda vagnlaster är järnvägens centrala arbetsområde vilket medför att begränsade godsflöden som inte fyller en hel vagnlast skapar komplikationer för järnvägen och i sin tur högre kostnader. Kostnaderna uppstår i form av flera växlingar, omkopplingar och rangeringar.⁵⁸ Problem uppstår även inne i vagnar om de inte är fullastade i form av komplicerad lastsäkring eller i vissa fall att möjlighet till lastsäkring helt försvinner.⁵⁹

De godsvagnar som denna studie berör är framförallt två typer av den stängda vagnen, Habbiins. Nedan följer detaljerad information om de aktuella Habbiins-vagnarna samt Habbilns-vagnen som är den vagn som redan är utrustad med lastsäkringsutrustning i form av skiljeväggar.

5.2 Habbiins⁶⁰

Habbiins-vagnar med beteckning 15 alternativt 16 är moderna och mycket flexibelt användbara boggivagnar, se figur 5.1. Lastförmågan är stor med en lastkapacitet på hela 64 ton och vagnen rymmer 63 EUR-pallar. De stora aluminiumskjutdörrarna ger stor öppningsbredd som underlättar lastning och lossning. De godstyper som vagnen framförallt används till är pappersrullar, virkesprodukter samt palleterat gods. Vagnstypen har internationell profil och kan därför gå i trafik i hela Europa. Ur utrustningssynpunkt finns

⁵⁶ KTH - Effektiva tågssystem för godstransporter (2005)

⁵⁷ Engström, Göran (2007-11-20)

⁵⁸ Lumsden, Kenth (2006), s. 139.

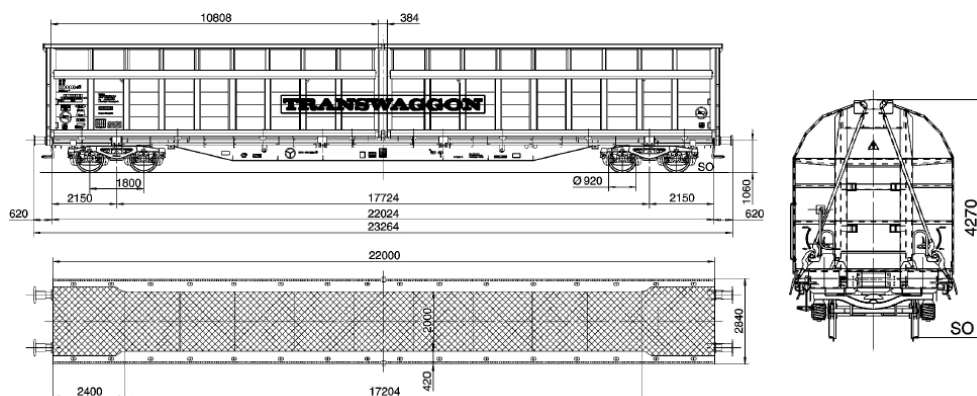
⁵⁹ Engström, Göran (2007-11-20)

⁶⁰ www.transwaggon.se (2007-12-07)

fästpunkter både i golvets ytterkanter och i taket för att säkra godset som transporteras. Se figur 5.2 och tabellen för vagndata för tekniska specifikationer.



Figur 5.1: Habbiins 15/16. (Alexander Jonsson)



Figur 5.2: Måttbeskrivning av Habbiins 15/16. (Transwaggon)

Lastlängd	22.000 mm	Antal dörrar	2
Lastbredd	2.840 mm	Dörlängd	10.808 mm
Lastyta	62,5 m ²	Dörrhöjd	2.800 mm
Lastvolym	167,4 m ³	Golvhöjd	1.200 mm
Max. lastvikt	63,5 t	Antal EUR pallplatser	63
Egenvikt	26,5 t	Antal IND pallplatser	42
Max. golvbelastning	50 kN	Minsta kurvradie	60 m

Tabell 5.1: Vagndata Habbiins 15/16. (Transwaggon)

5.3 Habbillns⁶¹

Habbillns är grunden samma vagn som Habbiins 15/16, undantaget är att vagnen är utrustad med kraftiga skiljeväggar i lastutrymmet. Vagnen används framförallt på det tyska järnvägsnätet och skiljer sig från de svenska skiljeväggsutrustade vagnarna genom att vara säkrad både i golv samt tak. Vagnen är speciellt lämplig för papper och cellulosa, pallat gods, vitvaror, bildelar etc. Den är dock inte tillåten för löst gods som exempelvis skrot, sand, foder eller tidningsbuntar.

Lastlängd	21.400 mm	Antal dörrar	2
Lastbredd	2.840 mm	Dörrlängd	10.808 mm
Lastyta	60,7 m ²	Dörrhöjd	2.800 mm
Lastvolym	162,8 m ³	Golvhöjd	1.200 mm
Max. lastvikt	62,0 t	Antal EUR pallplatser	60
Egenvikt	28,0 t	Antal IND pallplatser	42
Max. golvbelastning	50 kN	Minsta kurvradie	60 m

Tabell 5.2: Vagndata Habbillns. (SBB Cargo)

5.4 Lastprofiler

Järnvägsvagnarnas storlek och lastkapacitet avgörs av lastprofilen, i Europa domineras järnvägsnätet av två lastprofiler, den internationella och den stora profilen. Den internationella profilen, se figur 5.3, kan framföras i hela Europa medan den stora profilen är begränsad till ett fåtal länder på grund av dess fysiska tvärsnitt.⁶² Lastprofilen begränsar godsflödet i form av det fysiska tvärsnitt som innefattar järnvägssträckningen. I Europa begränsas tvärsnittet av framförallt elektrifieringen men även tunnlar och nationella bestämmelser påverkar lasterna. För att effektivisera järnvägen krävs en anpassning mellan de europeiska ländernas lastprofiler. För att öka järnvägens konkurrenskraft är det viktigt att öka möjligheterna till att ta stora lastbärare. Detta innebär dock höga kostnader i form av tunnelbreddning etc. Investeringarna kan begränsas genom att skapa speciella godsstråk med bred lastprofil inom Europa. Det är ofta lastprofilen som blir järnvägens trånga sektor rent fysiskt för dess transportkedjor som för det mesta kan inkludera fler transportslag.⁶³ Den internationella lastprofilen är tillåten i alla europeiska länder förutom Storbritannien.⁶⁴ Specialtillstånd krävs i Sverige om tågets profil överstiger dessa tekniska normer eller den högst tillåtna tåglängden på 630 meter.⁶⁵

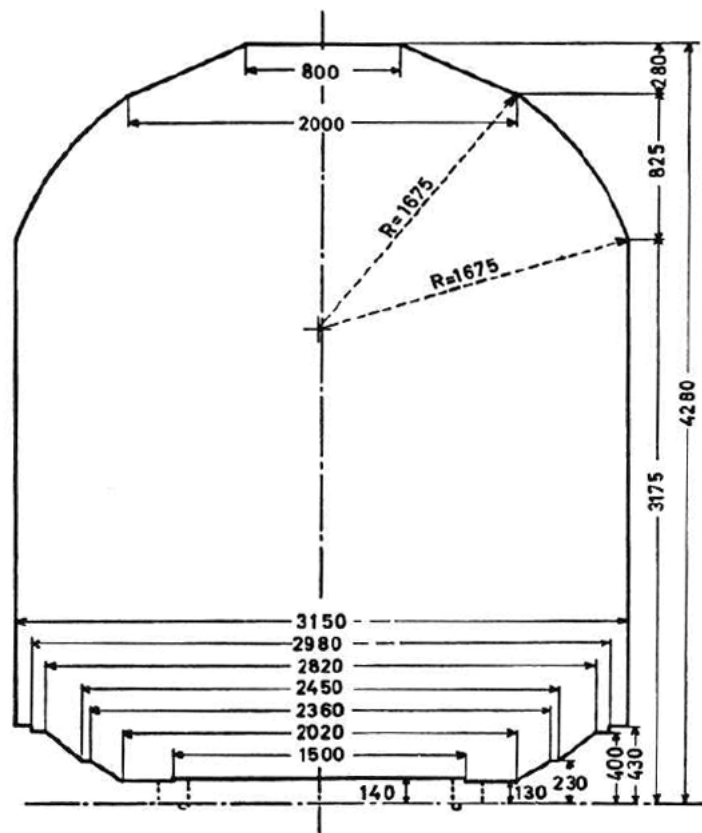
⁶¹ www.sbbcargo.com/habbilln_d.pdf (2008-02-20)

⁶² www.transwaggon.se (2007-12-04)

⁶³ Lumsden, Kenth (2006), s. 137.

⁶⁴ Green Cargo – Lastprofiler och breddbegränsningar (2007)

⁶⁵ Transportforsk- Tunga tåg (2007)



Figur 5.3: Internationell lastprofil med dess standardiserade mått.(Green Cargo)

5.5 Lastningsregler

UIC har fastställt världsomfattande lastningsregler gällande dess medlemsländer för transporter på järnväg. De regler som används i Sverige gäller i hela Europa. Reglerna är generella, men för de vanligaste godsslagen finns specifika regler.⁶⁶

Vid lastning och säkring av gods för järnvägstransporter måste hänsyn tas till de stora krafterna som uppkommer framförallt vid rangerstötter, uppstår när vagnarna kopplas ihop på bangården. Dessa krafter kan uppgå till fyra gånger lastvikten. Rangerstötarna ger upphov till stora accelerationskrafter men de verkar bara under ett kort tidsintervall. Den korta varaktigheten gör att kraften inte hinner påverka godset i den mån att det skulle tippa eller glida i den omfattningen som den annars skulle göra om kraften hade längre varaktighet.⁶⁷ Under transport utsätts godset också för stora krafter men under en längre tidsperiod vilket gör att enhetslasterna måste vara väl uppbyggda och i sin tur väl förankrade i vagnen. Enligt UIC utsätts godset för följande påkänningar som bör beaktas.⁶⁸

⁶⁶ Green Cargo – Riktlinjer för lastning av järnvägsfordon (2007)

⁶⁷ Vinnova – Utrustning för rationell säkring av last (2001)

⁶⁸ Green Cargo – Riktlinjer för lastning av järnvägsfordon (2007)

Vagnens längdriktning:

- upp till 4 ggr godsets tyngd (4 g) vid stumt förankrad last
- upp till 1 ggr godsets tyngd (1 g) för gods som kan glida i vagnens längdriktning

Vagnens tvärriktning:

- upp till 0,5 ggr godsets tyngd (0,5 g)

Lodrät riktning:

- upp till 0,3 ggr godsets tyngd (0,3 g) De uppåtriktade krafterna minskar friktionen och underlättar därför förskjutning av lasten.

5.5.1 Grundregler för lastningssätt och lastsäkring⁶⁹

Vid lastning av gods måste dess egenskaper, vagnens tekniska märkning och den aktuella sträckans förutsättningar beaktas. Någon fara för trafiksäkerheten får inte uppstå på grund av förskjutning av lasten, inte heller genom tyngdpunktens läge, eller genom påverkan av vind samt inte heller på grund av snö och is på lastytan. Godset måste ligga eller stå stabilt och säkras så att det inte kan lyftas av fartvinden, falla av, förskjutas, rulla eller tippa, varken i vagnens längd- eller tvärriktning. Godset får inte heller skadas på grund av själva lastningssättet eller lastsäkringen. Väggar, lämningar, stolpar och vagnens integrerade fastsättningsanordningar räknas som lastsäkring. Lämningar och stolpar ska därför placeras så att de verkar som säkring.

Lastenheterna ska vara uppbyggda och säkrade på något av följande sätt.

- bindningar av stålband, ståltråd, plastband eller vävda band, som måste vara väl spända runt godset.
- krymp eller sträckfolie för gods på pall upp till cirka 1000 kg, pallfötterna måste omslutas av folien. Vid användning av krympfolie räcker i allmänhet en tjocklek av cirka 0,15 mm.

5.6 Lastsäkring⁷⁰

Under transport är det av hög vikt att säkra godset på ett tillfredställande sätt. Bristfällig säkring av gods är en riskfaktor både vad gäller skador på gods och fordon men även för personal som arbetar med godset inom transportkedjan. Utöver att höga godsvärden sätts på spel kan en lastförskjutning leda till fordonshaveri med dödlig utgång för personalen. En effektiv och säker lastsäkring innebär att alla delar i kedjan måste fungera, allt från emballering och packning av godset i transportförpackningar, säkring av lasten på lastbäraren och slutligen säkring av lastbäraren i järnvägsvagnen.

⁶⁹ Green Cargo – Riktlinjer för lastning av järnvägsfordon (2007)

⁷⁰ Vinnova – Utrustning för rationell säkring av last (2001)

Följande utrustning är accepterad för lastsäkring enligt UIC riktlinjer:

- Godsvagnens väggar, sidor, dörrar samt skjutdörrar med tillräcklig styrka
- Stolpar, stöttor
- Fästanordningar
 - Ringar
 - Krok
 - Snörhål
 - Andra användbara delar av vagnen
- Inbyggda lastsäkringsanordningar
 - Mellanväggar
 - Lastvagg
 - Indirekta fästanordningar
- Virke och spik
- Friktionshöjande inlägg

För att förhindra godset från att tippa, rulla samt glida antingen longitudinellt eller tvärgående har UIC tagit fram metoder för att förhindra detta i så hög grad som möjligt. Följande metoder anses som godkända och ska ses som riktlinjer för att förhindra rörelser av godset.

Longitudinell glidning förebyggs genom någon av följande metoder:

- Stängning mot en gavel, mellanvägg eller stöttor/stolpar. Godset ska vara kompakt lastat alternativt ska ledigt utrymme fyllas med tompallar, stag, luftkuddar.
- Spikat virke
- Direkta surringar - raka eller korsade
- Indirekta surringar – överliggande

Tvärglidning förebyggs genom någon av följande metoder:

- Stängning mot en gavel, mellanvägg eller stöttor/stolpar. Godset anses som stängt när avståndet mellan godset och stängningsanordningen är maximalt 10 cm på varje sida. Luckor med avstånd större än 10 cm ska vara fyllda med tompallar, luftkuddar etc.
- Spikat virke – speciella bestämmelser för viktillåtelser
- Direkta surringar - raka eller korsade
- Friktionshöjande inlägg med friktionskoefficient på minst 0,7 μm , inläggen kräver dock en kombination med antingen väggar, sidor eller stöttor/stolpar.

Tippning

Gods med höjd större än $1,4 \times$ längden eller större än $2 \times$ bredden måste enligt uträkningar säkras för att förhindra tippning, detta kan göras med någon av följande metoder:

- Godset behöver ligga an mot en vägg eller sida åtminstone upptill dess tyngdpunkt.
- Lastat kompakt utan luckor samt genom att binda ihop lasten till större enheter
- Direkt surringar – raka eller korsade
- Stöd antingen från sidan eller underifrån

Rullning förhindras genom att använda: fixa väggar, sidor, stöttor/stolpar, tejp, bockar och vaggor. Speciella regler gäller för vilken riktning som den rullande axeln placeras åt.

5.7 Lastsäkringsutrustning⁷¹

De lastsäkringsmöjligheter som järnvägsvagnar i dagsläget är utrustade med är antingen utrustning som alltid finns tillgänglig på vagnen eller lös utrustning som används och medbringas vagnen när speciellt gods kräver detta. Nedan följer en överblick av lastsäkringsanordningar som används för slutna godsvagnar.

5.7.1 Vagnen

Det förespråkas en hög friktionskoefficient mellan vagnens golv och last, utöver golvet som till mesta dels består av formplywood kan friktionen ökas med remsor som placeras på golvet. Remsorna kan vara tillverkade av gummi eller granulerad kompositgummi och har även i uppgift att dämpa vibrationerna från vagnen när den är i rörelse. Övriga delar av vagnen såsom sidoväggarna samt gavlarna måste vara tillräckligt starka för att kunna säkra vanligt förekommande gods emot dessa. Gods får dock inte säkras mot sidorna hos Habbiins vagnen då dessa sidor är öppningsbara.

5.7.2 Förstängningsstolpar

Stolparna är tillverkade av galvaniserad plåt och är försedda med tappar vilka är fjädrande och passar i hål som finns i både golv och tak hos stängda vagnar. Stolparna är flyttbara för att vara anpassningsbara till det aktuella godset som transporteras.

5.7.3 Godsskyddsstöttor

Expanderbara stöttor används framförallt i distributionsbilar med skåp för att stötta staplat gods, se figur 5.4. Stöttorna placeras antingen direkt mot golv/tak eller i speciella fästpunkter och expanderas därefter för att skapa en erforderlig kraft mellan ytorna. Stöttorna är lätta viktmässigt vilket skapar en god hanterbarhet vid lastsäkringen.



Figur 5.4: Godsskyddsstötta.(Vinnova)

5.7.4 Kilar

Kilar tillverkade av kraftig plåt med tappar som passar i de hål som återfinns i golvet. Kilarna är liksom förstängningsstolparna flyttbara för att anpassas till godset.

5.7.5 Lastavskiljande skivor

Lastavskiljande skivor är jämfört med lastavskiljande väggar av en klenare konstruktion och går inte att låsa fast i golvet. De lastavskiljande skivorna har som namnet förklarar i uppgift att dela upp godset inuti vagnen. Skivorna är oftast tillverkade av plywood.

⁷¹ MariTerm – Equipment for rational securing of cargo on railway wagons (2004)

5.7.6 Surrningsöglor

Surrningsöglor är en vanligt förekommande lastsäkringsutrustning men det finns dock inga krav på att godsvagnar ska vara utrustade med dessa. Fästena används för att surra fast lasten, det vill säga i de flesta fall pressas lasten ner mot golvet med spännband.

Följande gäller för spännbandets brottkraft:

- För nedbindning och för sammanbindning av motstående sidostolpar 10 kN

För fastbindning av lastenhet per 100 kg:

- 32 kN för vagnar med normal rangering
- 10 kN för vagnar i slutna heltåg och tåg i kombitrafik, växelflak, påhängsvagnar och lastbilar

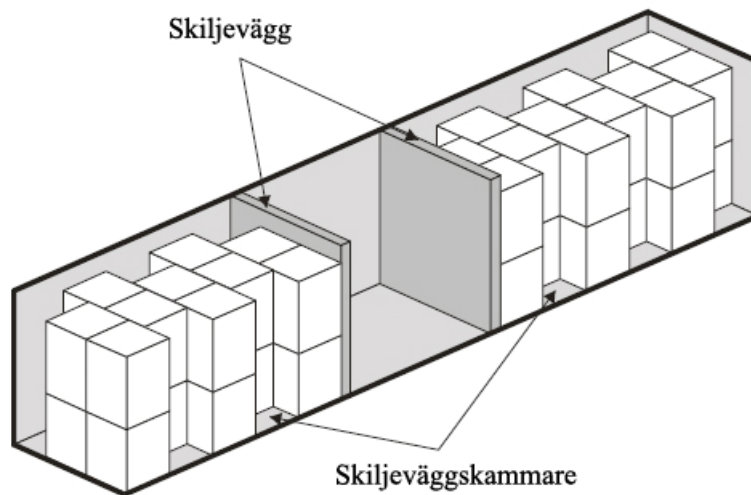
5.7.7 Lastavskiljande väggar

En del av dagens godsvagnar, till exempel Habbills-vagnen, är utrustad med skjutbara väggar i längdled som kan användas som förstängningsanordning i vagnens längdriktning, se figur 5.5. Skiljeväggarna är tillverkade av en metallram försedda med plywood på båda sidor vilket ger väggen relativt stor tjocklek. Väggarna är placerade vid vagnens gavlar när det inte används vilket medför att lastkapaciteten försämras.

Skiljeväggarnas belastningstålighet ska enligt bestämmelser vara:

- 50 kN för en förreklad skiljevägg
- 70 kN för två förreklade skiljeväggar stående omedelbart intill varandra

Belastning kräver att godset fördelas över en bredd på minst 2400 mm och en höjd på 700 mm mot skiljeväggen.



Figur 5.5: Skiljeväggens funktion som uppdelare och lastsäkrare. (MariTerm)

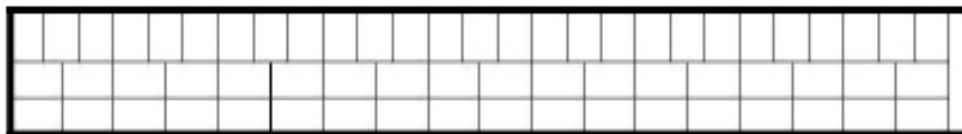
5.7.8 Provisoriska skiljeväggar

Gods som transporteras från Sverige består i hög grad av produkter från trä- och stålindustrin vilka för det mesta inte kräver någon lastsäkring i form av en skiljevägg. Detta medför att palleterat gods som sedan ska transporteras till Sverige saknar möjlighet att bli säkrat av en skiljevägg, detta medför att provisoriska skiljeväggar behöver tillverkas. Dessa provisoriska väggar byggs ihop av regler med spik och hammare vilket innebär både ett personal- såsom tidskrävande moment i lastningen. Väggar kan dessutom bara användas en gång och kräver nermontage samt återvinning av material vid mottagarorten.⁷²

5.8 Lastning av palleterat gods

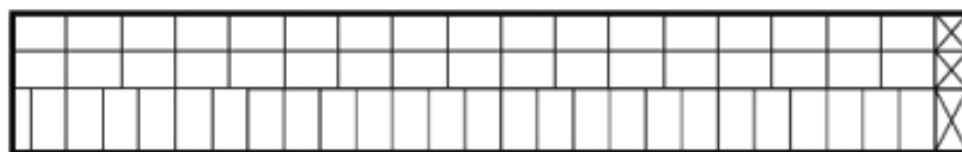
Huvudprincipen för att bygga upp transportenheter med lastpallar är att med minsta möjliga tillbehör åstadkomma en transportsäker enhet. Vid lastning i järnvägsvagn finns i regel olika system på hur lastpallarna ska placeras inuti vagnen beroende på dess egenmått för att erhålla bästa möjliga utfyllnad.⁷³ Genom detta system erhålls transportsäkra enheter i form av block vilka kan säkras mot en skiljevägg om inte en hel vagnlast skulle fyllas. Problem uppstår dock när godsvagnar inte är utrustade med skiljevägg vilket medför komplicerad lastsäkring av provisorisk karaktär, om den alls skulle vara möjlig.⁷⁴

Den vanliga Europapallen ger god fyllnadsgrad i Habbiins om den placeras i ett system med två på längden och en på tvären vilket ger en lastkapacitet på 63 stycken pallar, se figur 5.5. Antalet IND-pallar som kan lastas i Habbiins uppgår till 42 stycken placerade två i bredd.⁷⁵



Figur 5.6: Lastkapaciteten av Europapallar inuti en Habbiins. (SBB Cargo)

I Habbillns finns möjlighet att lasta 60 stycken Europapallar, tre stycken pallplatser bortfaller på grund av det utrymme som de sex skiljeväggarna upptar inuti vagnen, se figur 5.6. Det finns dock fortfarande plats för 42 stycken IND-pallar i och med denna typ inte fyller ut vagnens kapacitet även utan skiljeväggar.⁷⁶



Figur 5.7: Lastkapaciteten av Europapallar inuti en Habbillns med kryssmarkering för det utrymme som skiljeväggarna upptar. (SBB Cargo)

⁷² Engström, Göran (2007-11-20)

⁷³ Lumsden, Kenth (2006), s. 520-526.

⁷⁴ Engström, Göran (2007-11-20)

⁷⁵ www.transwaggon.se (2007-12-07)

⁷⁶ www.sbbcargo.com/habbilln_d.pdf (2008-02-20)

5.9 Godsskador

Statistik från försäkringsbolag visar på ökade kostnader för skadat högvärdesgodis under transport, vilket kan vara en bidragande orsak till att järnvägen har tappat mark i konkurrensen med vägbundna transporter. Orsaken till godsskador är framförallt krafterna som uppstår vid rangering men även de långverkande krafterna under transporten. Om problemen med godsskador kan reduceras hos järnvägen skulle en stor del av högvärdesgodiset kunna flyttas från vägbundna transporter till järnvägen.⁷⁷



Figur 5.8: Pallaster som gett vika under rangering. (Vinnova)

Inspektioner har visat en alltför stor omfattning fordon där lasten är bristfälligt säkrad. Detta gäller alla typer av gods såsom stycke- och partigods men även farligt gods. Bristfälligheterna beror till stor del på att det är svårt och kostsamt med den medförda utrustningen att åstadkomma en bra lastsäkring. Trots att krav och bestämmelser för lastsäkring är relativt klara saknas de praktiska förutsättningarna för att inom rimliga kostnader uppfylla kraven. Alltför tidspressade scheman är också en bidragande orsak till att lasten inte säkras i det avseende som det egentligen ska göras.⁷⁸

Även om statistiken visar på en ökning av skadat gods hos järnvägen finns det inga bevis på att andelen godsskador skulle vara högre för järnvägen jämfört med andra transportslag. De skador som är av typisk karaktär för det gods som transporterats på järnväg är en direkt följd av vibrationer samt tvärkrafter vid rangeringar och spårbyte. Palleterat gods är ofta inte tillräckligt säkrat på lastpallen med krympfilm eller spännband vilket gör att lasten ger vika med vält gods som följd.⁷⁹

⁷⁷ MariTerm – Transport quality on railway regarding breakage (2006)

⁷⁸ Vinnova – Utrustning för rationell säkring av last (2001)

⁷⁹ MariTerm – Transport quality on railway regarding breakage (2006)



*Figur 5.9: Skiljeväggar saknar i regel fästpunkter upptill vilket ger upphov till följande scenario.
(Vinnova)*

Krafterna som uppkommer är dock inte i den stora omfattningen att de inte skulle gå att finna en lösning på problemen, speciellt inte för vanligt förekommande transporterat gods. Problem uppstår framförallt när nya typer av gods ska transporteras där erfarenhet och kunskap saknas. Resultatet av detta kan bli att kunder väljer andra transportmedel för att minimera godsskadorna innan lastsäkringsmetoder har blivit utvecklade för järnvägstransporten.⁸⁰

⁸⁰ MariTerm – Transport quality on railway regarding breakage (2006)

6. Utveckling av ny lastsäkring

I följande kapitel beskrivs utvecklingen och det tillvägagångssätt författarna har använt sig av vid utvecklingen av den nya lastsäkringsutrustningen. Inledningsvis sammanfattas huvudproblemet om varför en produktutveckling är önskvärd och därefter följer stegvis utvecklingen av en ny lastsäkringsutrustning.

6.1 Sammanfattning av dagens problem

Det huvudsakliga problemet som ligger till grund till det här examensarbetets existens är att det i stor grad är envägstrafik mellan Sverige och Europa. Godsvagnarna med svenska industrivaror är inte kompatibla med de varor som sedan ska transporteras tillbaka från kontinenten vilket till mestadels består av palleterat gods. Den bristande kompbiliteten beror till största delen av att det norrgående godset inte går att säkra inuti vagnarna på ett tillfredställande sätt. Skiljeväggarna fyller bara delvis den funktionen, för det första är inte alla vagnar utrustade med väggar och för det andra tar väggarna alldeles för stor plats inuti vagnen när de inte används. Om skiljeväggar saknas krävs det en fullast av palleterat gods för att åstadkomma självsäkring av godset, om vagnen inte kan fyllas helt med gods kan godset inte lastsäkras vilket medför att vagnen istället får gå tom i nordgående riktning. Även om skiljevägg återfinns i vagnen garanterar den inte att godsskador ej uppstår, de svenska vagnarna som är utrustade med skiljevägg har bara två fästpunkter i golvet medan den i taket endast ligger an mot en glidskena.

Författarnas främsta uppgift är att utveckla ett koncept för en ny typ av lastsäkringsutrustning som både storleks- och viktmässigt ska vara så liten som möjligt. Utrustningen ska inte heller påverka varken lastkapaciteten eller volymutnyttjandet inuti vagnen på ett påtagligt sätt. Samtidigt ska lastsäkringsutrustningen alltid medtagas på vagnen för att på ett flexibelt sätt kunna hantera fler produktflöden med snabba omställningar. Kan godsskador sedan minskas eller helt elimineras med följande anordning är detta givetvis en bidragande orsak till att detta kan vara en lösning att studera närmare för att införa.

6.2 Utvecklingsförfarandet

Författarna har valt att arbeta utifrån en produktutvecklingsmetod av Ulrich och Eppinger som är beskrivet i närmare detalj i teorikapitlet. Följande kapitel innehåller beskrivningar av alla steg som författarna har gjort vid utvecklingen och framtagningen av de aktuella förslagen till de involverade företagen. Grundtanken med merparten av förslagen är att anordningen ska vara undanfälld vid transporter i sydgående riktning när den inte behövs. Vid nordgående transporter fälls anordningen fram och säkrar godset på den position som godset upptar i vagnen.

6.3 Concept screening

Enligt metoden som är utarbetat av Ulrich och Eppinger börjar produktutvecklingen med att arbeta fram ett flertal olika förslag genom brainstorming. Dessa förslag ska sedan jämföras med varandra i den så kallade screening matrisen där de övergripande egenskaperna satts upp som kriterier för ett utvärderingssyfte. Författarna arbetade fram tio stycken grundförslag till ny typ av lastsäkringsanordning med så stor skillnad mellan förslagen som

möjligt. Kriterierna är valda med tanke på det som anses vara de viktigaste faktorerna för att den nya lastsäkringen ska fungera på ett tillfredställande sätt, allt från själva tillverkningen till dess funktion att säkra lasten.

6.3.1 Kriterier

Kriterierna för vad som anses vara de viktigaste egenskaperna, som utrustningen behöver uppfylla, bestämdes i samspråk med berörda parter i Trelleborg. Nedan följer en kort beskrivning om varför följande kriterier har valts som utgångspunkt.

Användarvänlighet

Användarvänligheten med en ny lastsäkringsanordning är en viktig faktor då det ska vara möjligt att på ett snabbt och effektivt sätt kunna lastsäkra godset med minimalt personalbehov. Användarvänligheten bör vara bättre för den nya lastsäkringen i jämförelse med dagens utrustningar.

Motståndskraft

Lastsäkringen måste uppfylla de krav som ställs i fråga om hållfasthet då godset kommer utsättas för stora krafter under transport men framförallt vid rangering. Materialets motståndskraft är därmed en väsentlig faktor för att lastsäkringen ska fungera på ett tillfredsställande sätt.

Tillverkning

Tillverkningen syftar på graden av komplexitet vid tillverkning av själva lastsäkringsanordningen. Det är en fördel om tillverkningen kan ske på ett standardiserat sätt för att på så sätt minimera kostnaderna. Kostnaderna för att införa den nya lastsäkringen måste vara rimliga samtidigt som pay-backtiden inte får vara för lång för att aktörerna ska visa intresse.

Funktion

Funktionen är av väsentlig betydelse då utrustningen både ska kunna säkra godset under transport om så behövs samtidigt som den ska kunna avlägsnas när den inte används. Det är viktigt att konstruktionen gör att funktionen bibehålls även om den skulle skadas och slitas med tiden.

Kompabilitet

Kompabiliteten är tänkt att spegla hur enkelt den nya lastsäkringen kan integreras i en nuvarande vagn utan att modifiera vagnen i någon större skala. Modifieringar kan vara allt från att skapa nya fästpunkter i golv och tak till att förändra skjutdörrarna. Den aktuella vagnen har fästpunkter i både golv och tak längs med hela vagnens lastutrymme.

Utrymmeskrävande

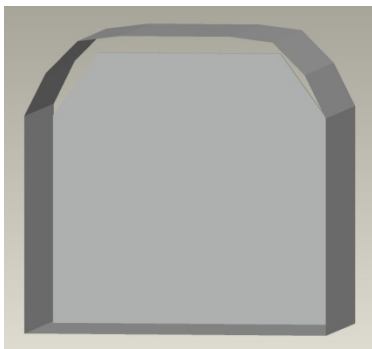
När lastsäkringen inte används är grundkravet att den ska påverka både lastkapaciteten och volymutnyttjandet i vagnen i så liten grad som möjligt. Detta är ett led av utrustningens konstruktion och materialval.

6.3.2 Grundförslag

På de efterföljande sidorna kommer beskrivningar av de tio olika grundförslag som författarna utarbetade i produktutvecklingens första steg. Dessa förslag har med hjälp av screening matrisen utvärderats mot varandra. På så sätt kommer en del av förslagen falla bort och bara de bäst lämpade förslagen gå vidare till nästa steg i produktutvecklingen.

Förslag A – Skiljevägg

Dagens skiljevägg som en del vagnar är utrustade med är framförallt tunga och har en relativt stor tjocklek vilket gör dem både utrymmeskrävande och svårhanterliga. Skiljeväggen löper på skenor som går i vagnens längdriktning, dessa är placerade längst upp på vagnens väggar. Skiljeväggen säkras genom att man för ner tappor i golvet. Författarnas tanke är att den nytvecklade skiljeväggen även ska få tappor som låser skiljeväggen i vagnens tak. Det finns redan fästpunkter som kan utnyttjas för detta i Habbiins-vagnen. Själva principen med skiljevägg ska bestå men materialvalet ska ändras till ett lättviktigt material, vilket skulle underlätta förflyttningen inuti vagnen. Dagens lättviktsmaterial har hög hållfasthet och detta skulle säkerligen innebära en reducering av tjockleken som i sin tur utökar lastkapaciteten i vagnen.



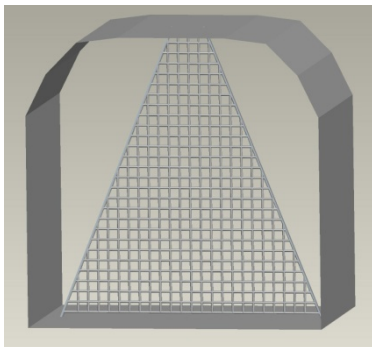
Figur 6.1: Skiljevägg.

Tänkta specifikationer:

Materialval: kompositmaterial med lättmetallram
Fästpunkter: tak/golvets ytterkanter

Förslag B – Nät

I flygplan används en speciell typ av lastnät för att säkra samt hålla ihop lasten under flygning. Detta nät är kraftigt och tål stora krafter av frakt som kan komma i rörelse. Tanken är att använda den här typen av lastnät till att bilda en skiljevägg som spänns upp mellan vagnens golv och tak i en trekantsprofil. Fästpunkter bli de redan existerande öglorna som finns i både golv och tak.



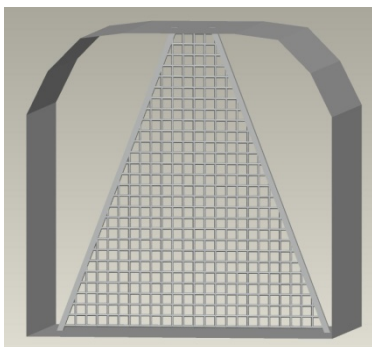
Figur 6.2: Nät.

Tänkta specifikationer:

Materialval: textil
Fästpunkter: tak/golvets ytterkanter

Förslag C – Stolpnät

Detta förslag liksom det föregående består av ett lastnät. Den största skillnaden är dock att lastnätet spänns upp av stolpar som sedan är den del av lastsäkringsutrustningen som förankras i golvet respektive taket. Stolparna löper längs en skena i taket likt skiljeväggen, men när de inte används fälls de ihop emot mitten och nätet snurras runt stolparna. Hela paketet fälls sedan upp i den ränna som finns i taket, lastsäkringsutrustningen kommer därmed inte påverka lastkapaciteten då anordningen inte används.



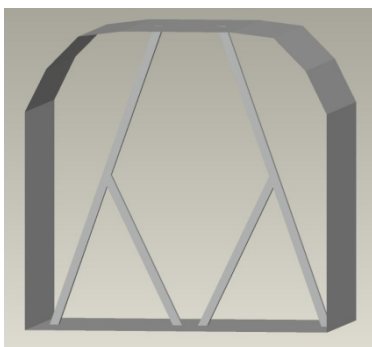
Tänkta specifikationer:

Materialval: lättmetall/textil
Fästpunkter: tak/golvets ytterkanter

Figur 6.3: Stolpnät.

Förslag D – Stöttor

Stöttorna är tänkta att vara helt flexibla i fråga om placering i vagnen, det vill säga de kommer inte löpa längs någon skena uppe i taket. Förankringen kommer ske dels i golvets samt takets fästpunkter för förslaget långa stöttor. De mindre stöttorna är fastmonterade i de längre stöttorna och fälls ut innan anordningen säkras i fästpunkterna. Detta medför att stöttorna kommer bilda en typ av fackverkskonstruktion. I och med att fästpunkter saknas i vagnens mitt finns ingen möjlighet att fästa de mindre stöttorna, de kommer därför att fungera som stöd utan fast inspänning. Anordningen kommer vara helt flexibel i fråga om position då den inte löper längs en skena. Denna lösa utrustning placeras i ett fack uppe i takerännan när den inte används.



Tänkta specifikationer:

Materialval: lättmetall
Fästpunkter: tak/golvets ytterkanter

Figur 6.4: Stöttor.

Förslag E – Saxgrind

Detta förslag liknar till en hög grad ett fackverk som ska kunna tryckas ihop och fällas upp i vagnens taktärna. Konstruktionen är av samma typ som en saxgrind men då den trycks ihop är det mot mitten av vagnen. Lastsäkringsanordningen är tänkt att inte ta mer utrymme i uppfällt läge än att det får plats i rännan. I nerfällt läge förankras huvudstolparna i taket och i golvet mitt vilket kräver efterinstallation av en fästpunktskena. Fackverket dras därefter ut i horisontell led och förankras i golvet yttre fästpunkter.



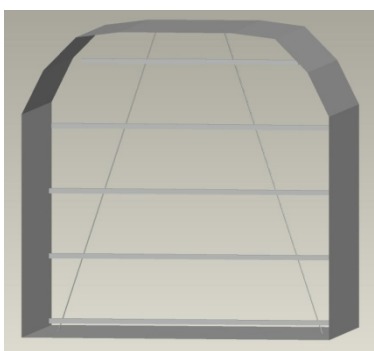
Tänkta specifikationer:

Materialval: lättmetall
Fästpunkter: tak/golvets ytterkanter och mitt

Figur 6.5: Saxgrind.

Förslag F – Repstege

Detta förslag är tänkt att bestå av två vajrar som går från takets fästpunkter ner till golvet yttre fästpunkter. På vajrarna finns ett antal stänger monterade i horisontell riktning som förs ner över vajrarna och placeras på de höjder i lastprofilen som de är anpassade för. Detta stabiliserar konstruktionen samtidigt som profilens utfyllnad blir relativt stor.



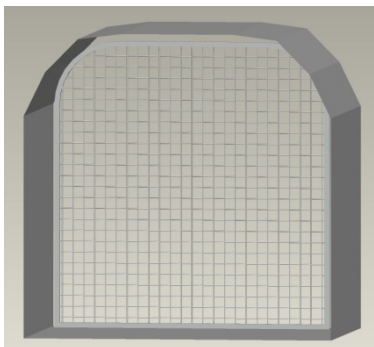
Tänkta specifikationer:

Materialval: aluminium
stålvajer
Fästpunkter: tak/golvets ytterkanter

Figur 6.6: Repstege.

Förslag G – Metallnät

Metallnätet är en variant av dagens existerande skiljevägg men är tänkt att vara tunnare och lättare viktmissigt. Uppbyggnaden liknar i övrigt förslag A och kommer löpa längs en skena från taket. Fästpunkterna kommer dels vara i taket och dels i golvets yttre fästpunkter. Lastprofilens yta kommer att täckas helt av metallnätet vilket håller löst ovanpåliggande gods bättre på plats under transport.



Tänkta specifikationer:

Materialval: lättmetall
Fästpunkter: tak/golvets ytterkanter

Figur 6.7: Metallnät.

Förslag H – Vikvägg

Vikväggen är tänkt att bestå av ett lättviktigt material som ska vikas ihop mot två stolpar placerade i mitten av vagnen. Väggens kommer i likhet med en del av de föregående förslagen att löpa längs en skena i taket. När väggen inte används ska den fällas upp och ligga an mot rännan. Ytterligare fästpunkter i golvets mitt krävs för att inte väggen ska bukta vid belastning, detta gör att en efterinstallation av en fästpunktsskena behövs.



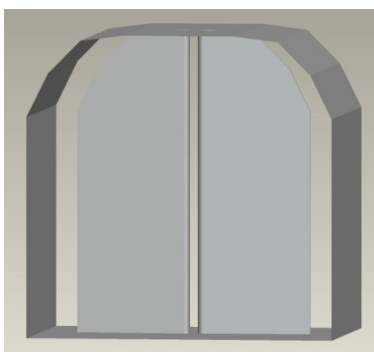
Tänkta specifikationer:

Materialval: lättmetall
Fästpunkter: tak/golvets ytterkanter och mitt

Figur 6.8: Vikvägg.

Förslag I – Rullvägg

Detta förslag är tänkt att fungera som många av dagens säkerhetsgardiner för skyltfönster gör, det vill säga som en lättmetalljalusi. I detta fall består anordningen av två stycken lättmetalljalusier som förankras i taket samt golvet mitt, detta kräver dock efterinstallation av en fästpunktsskena. Rullväggen dras därefter ut i horisontell riktning och förankras även i de yttre fästpunkterna. När väggen är ihoprullad ska den kunna fällas upp och förvaras anliggande mot takerännan. Väggen behöver vara hållfast samt av ett lättviktigt material för att ha möjlighet att uppta stora krafter.



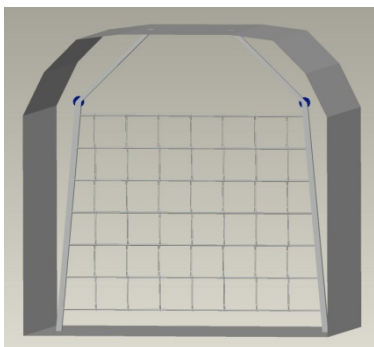
Tänkta specifikationer:

Materialval: lättmetall
Fästpunkter: tak/golvets ytterkanter och mitt

Figur 6.9: Rullvägg.

Förslag J – Vajernät

Konstruktionen bygger på stöttor som är ledade för att kunna få en större täckning av lastprofilen. Dessa förankras i taket samt i golvets ytterkanter. Mellan stöttorna finns ett fastmonterat nät av vajrar som ska fungera som den avskiljande enheten mellan godsslagen. Vajernätet kräver en spänningsanordning på ett eller flera ställen för att få det tillräckligt sträckt. Anordningen fälls ihop och skjuts upp i taket när den inte används.



Tänkta specifikationer:

Materialval: lättmetall
Fästpunkter: tak/golvets ytterkanter

Figur 6.10: Vajernät.

6.3.3 Utvärdering av förslagen

De tio olika förslagen på lösning till lastsäkringsproblemet utvärderas i concept screening matrisen, se bilaga 1, med de tidigare beskrivna kriterierna. Skiljeväggen, förslag A, har valts som referens vid jämförelsen mellan de olika förslagen. Alla förslagens egenskaper är jämförda med skiljeväggens egenskaper som anses som neutrala, antingen klassas egenskaperna som sämre, likvärdiga eller bättre.

Förslagens utvärdering baseras framförallt på författarnas egna erfarenheter och kunskaper som erhållits under utbildningens gång men även av synpunkter från involverade personer från Trelleborgs Hamn AB och DHL Rail. Utan någon djupare analys kommer detta första steg sortera bort de förslag som författarna tidigt kan avgöra inte kommer fungera på det sätt som är önskvärt. Detta medför att fokuseringen istället kan göras på de förslag som verkligen har förutsättningar till att fungera på det sätt som eftersträvas.

6.3.4 Resultat av concept screening

Resultatet av utvärderingen visar på en relativt jämn ranking av de förslag som bearbetats, det vill säga där är många förslag på varje ranking nivå. Två förslag har emellertid blivit rankade högst, fem förslag på mellannivån och slutligen tre förslag på lägst nivå.

Rank 1 - Förslag B och D

Nätet har erhållit ett bra resultat i fråga om användarvänlighet, tillverkning, kompatibilitet och utrymmeskrav som antingen är bättre eller lika med referensens resultat. Motståndskraften på nätet kommer dock inte kunna stå emot att godset förflyttas vid exempelvis rängering, funktionen i sin helhet kommer därför inte fylla sitt syfte vilket gör att dessa två kriterier erhållit sämre resultat än referensen. Kriterierna anses av författarna vara av så stor betydelse för lastsäkringens huvudsakliga funktion och har därför valt att bortse från detta förslag.

Stöttorna har bara erhållit sämre resultat i ett av kriterierna i jämförelse med referensen och denna är användarvänligheten som anses lite mer komplex än skiljeväggens användarvänlighet. Detta beror dels på att stöttorna består av flera delar som kan försvåra och ta mer tid i anspråk vid lastsäkringsmomentet. Resten av kriterierna har förslaget erhållit minst lika bra resultat som referensen där kompatibiliteten och utrymmeskravet till och med anses bli bättre med detta förslag.

Rank 2 – Förslag A, C, G, I och J

Skiljeväggen klarar konkurrensen med övriga förslag bra i utvärderingen och placerade sig i mellanskiktet på rankingen. I grunden är skiljeväggen en bra lösning i de flesta avseenden och har i realiteten bara en svaghet, utrymmeskravet. I och med att skiljeväggen är referens påverkar inte utrymmeskravet denna utvärdering. Författarna anser att det finns goda förutsättningar att vidareutveckla skiljeväggen till att både bli tunnare och lättare.

Stolpnätet lider av samma problem som nätet (förslag B) i fråga om motståndskraft. Stolparna som spänner upp nätet kommer inte att kunna bidra i den grad som önskas för att hålla godset på plats inuti vagnen. Författarna har därför beslutat sig för att bortse från detta förslag och inte utveckla det djupare.

Metallnätet är i grunden mycket likt skiljeväggen, skillnaden är framförallt val av material. I och med detta har författarna valt att istället fokusera på den ursprungliga skiljeväggsförslaget (förslag A) som anses uppfylla kriterierna på ett bättre sätt.

Rullväggen anses bli en komplex och förmodligen dyr konstruktion tillverkningsmässigt. Utrymmeskravet erhöll bättre resultat än referensen i och med den inte påverkar lastkapaciteten vid transport av icke palleterat gods. Förslaget kan anses innehålla ny teknik med nya idéer för denna typ av bransch och författarna har därför beslutat sig för att arbeta vidare med detta förslag trots dess förmodade komplexitet.

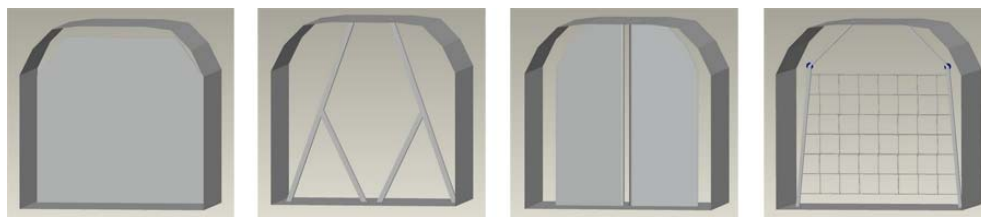
Vajernätet erhöll ett sämre resultat än referensen i fråga om användarvänligheten som anses innehålla fler moment vid själva lastsäkringsförfarandet. Förslaget har dock erhållit bättre resultat utrymmesmässigt vilket beror på att den fälls ihop och upp i taket vilket gör att den inte påverkar lastkapaciteten när utrustningen inte behövs. Författarna anser att detta förslag är intressant och kan förbättras ytterligare i nästa steg av produktutvecklingen.

Rank 3 – Förslag E, F och H

Saxgrinden, repstegen och vikväggen erhöll sämst resultat vid den tidiga utvärderingen. Detta ger ändå ett tydligt svar på att dessa förslag inte kommer att fungera i praktiken, även om en del av kriterierna uppfylls inom den ram som satts upp förlorar framförallt saxgrinden och vikväggen på en komplicerad och förmodad dyr tillverkning. Repstegen kommer antagligen inte uppfylla kriterier som funktion, motståndskraft och användarvänlighet. Författarna har därför valt att inte gå vidare med dessa tre förslag.

6.3.5 Sammanfattning av concept screening

Resultatet från concept screening blir att fyra förslag går vidare till nästa steg i utvecklingsmodellen. Förslagen kommer antingen förbättras, kombineras eller helt enkelt vara som de ursprungligen var tänkta. Följande förslag går vidare till concept scoring:



Figur 6.11: Förslag A-skiljevägg, förslag D-stöttor, förslag I-rullvägg och förslag J -vajernät.

6.4 Concept scoring

Nästa steg i produktutvecklingsmetodikerna av Ulrich och Eppinger är att göra en djupare analys av de förslag som gick vidare från concept screening. Den djupare analysen består liksom föregående av en utvärderingsmatris som går in mer detaljerat på de huvudkriterier som sattes upp i screeningmatrisen tidigare. Övriga kriterier som anses viktiga för att kunna utvärdera de olika förslagen ska också utvärderas i denna matris. Författarna har valt att utvärdera de kriterier som är beskrivna nedan.

6.4.1 Kriterier

Användarvänlighet

Antal moment

Antalet moment som är involverat och som behöver utföras av personal för att montera/nermontera lastsäkringsutrustningen.

Arbetsbelastning

Syftar på personalens belastning vid montering/nermontering av lastsäkringsutrustningen.

Hanterbarhet

Syftar på det personalbehov som behövs vid montering/nermontering av lastsäkringsutrustningen.

Tidskrävande

Tidsåtgång vid montering/nermontering av lastsäkringsutrustningen.

Dimensioner

Utrymmeskrav nermonterad

Upptagen lastkapacitet när lastsäkringsutrustningen inte används vilket bidrar till försämrad lastkapacitet.

Utrymmeskrav monterad

Upptagen lastkapacitet när lastsäkringsutrustningen används vilket bidrar till försämrad lastkapacitet.

Vikt

Lastsäkringsutrustningens egenvikt vilket bidrar till försämrad lastkapacitet.

Funktion

Blockering av last

Lastsäkringsanordningens förmåga att blockera gods trots att profilfyllnad inte uppgår till 100 %.

Montering/nermontering

Komplexitetsgrad vid nerfällning och uppfällning av utrustningen.

Lastprofilsfyllnad

Ytan som lastsäkringsutrustningen upptar i lastprofilen.

Hållbarhet

Hållfasthet

Materialets hållfasthet i lastsäkringsutrustningen.

Infästning

Materialets hållbarhet i infästningen.

Livslängd

Lastsäkringsutrustningens livslängd vilket påverkas av komplexitetsgraden, val av material, hållfasthet etc.

Kompabilitet

Användning av befintlig lastsäkringsutrustning

Syftar på att lastsäkringsutrustningen kan användas till befintliga hjälpmedel i vagnen exempelvis redan existerande fästpunkter.

Efterinstallation av lastsäkringsutrustning

Syftar på om lastsäkringsutrustningen kräver ytterligare installation av hjälpmedel för lastsäkringen än den som redan finns i vagnen.

Tillverkning

Komplexitet

Lastsäkringsutrustningens grad av komplexitet vilket kan försvåra tillverkning.

Produktionsekonomi

Ekonomisk aspekt av tillverkningskostnaden av lastsäkringsutrustningen.

Standardkomponenter

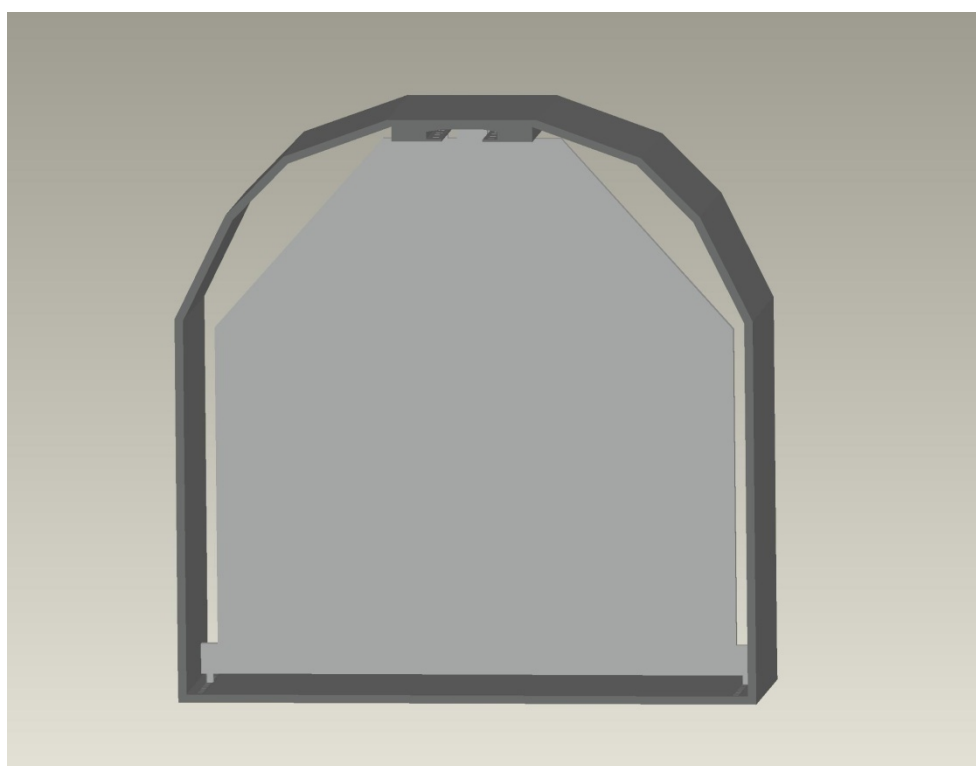
Användning av standardkomponenter vid tillverkning av lastsäkringsutrustningen.

6.4.2 Utvecklade förslag

De förslag som ansågs ha bra utvecklingspotential från concept screening har till concept scoring utvecklats vidare var för sig eller så har två förslag kombinerats för att få ut de bästa egenskaperna av varje förslag. Nedan följer mer detaljerade beskrivningar av de förslag som omvandlats till koncept och som utvärderas i scoringmatrisen.

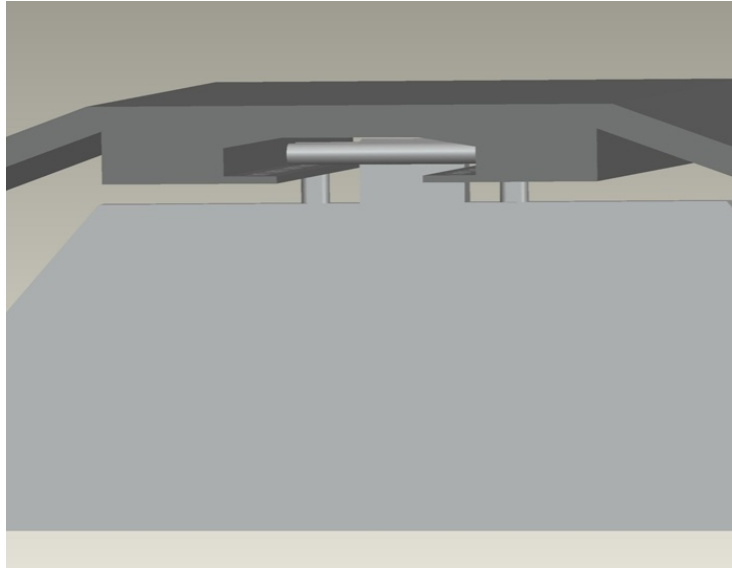
Koncept A – Skiljeväggen

Koncept A var redan i första utvecklingssteget bestämt i stora drag speciellt i fråga om konstruktionens utformning. Skiljeväggen ska som beskrivits tidigare bestå av en metallram i aluminium med sidor täckta av komposit för att erhålla en god lastprofilsfyllnad. Kompositen kommer medföra lägre vikt än om väggen enbart skulle bestå av aluminium eller vara täckt med plywood. Skiljeväggen kommer löpa i en rullande upphängning i vagnens takränna. Upphängningen består av två hjulförsedda stöd som rullar över fästpunkterna, tappen som säkrar väggen går upp och låser i den fästpunkt som är belägen mellan de två stöden. Säkringsanordningen för golvets ytterkanter är belägna längst ut på skiljeväggen och säkras genom en tapp som går ner i golvets fästpunkter. Det möjliggör en flexibel lastsäkring som inte är låst till en speciell palltyp, tack vare att fästpunkterna löper längs med hela vagnen kan väggen säkras på just den position som godset kräver.



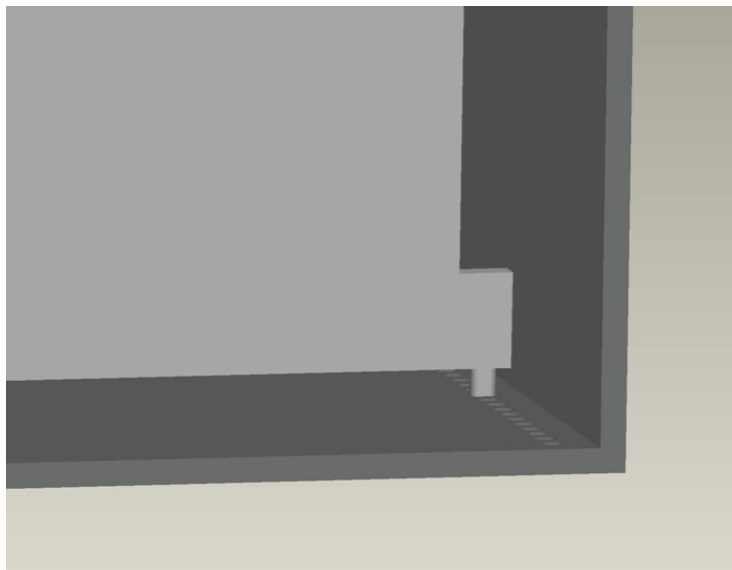
Figur 6.12: Skiljevägg.

För att möta konkurrensen från dagens Habbills-vagnar som är utrustade med 6 stycken skiljeväggar krävs minst sex stycken av författarnas utvecklade skiljevägg. Detta skulle innebära att när skiljeväggarna inte används förs de ihop och säkras i vagnens ena gavel. Den tjocklek som väggarna upptar är den lastkapacitet som går förlorad.



Figur 6.13: Upphängning i takrännan.

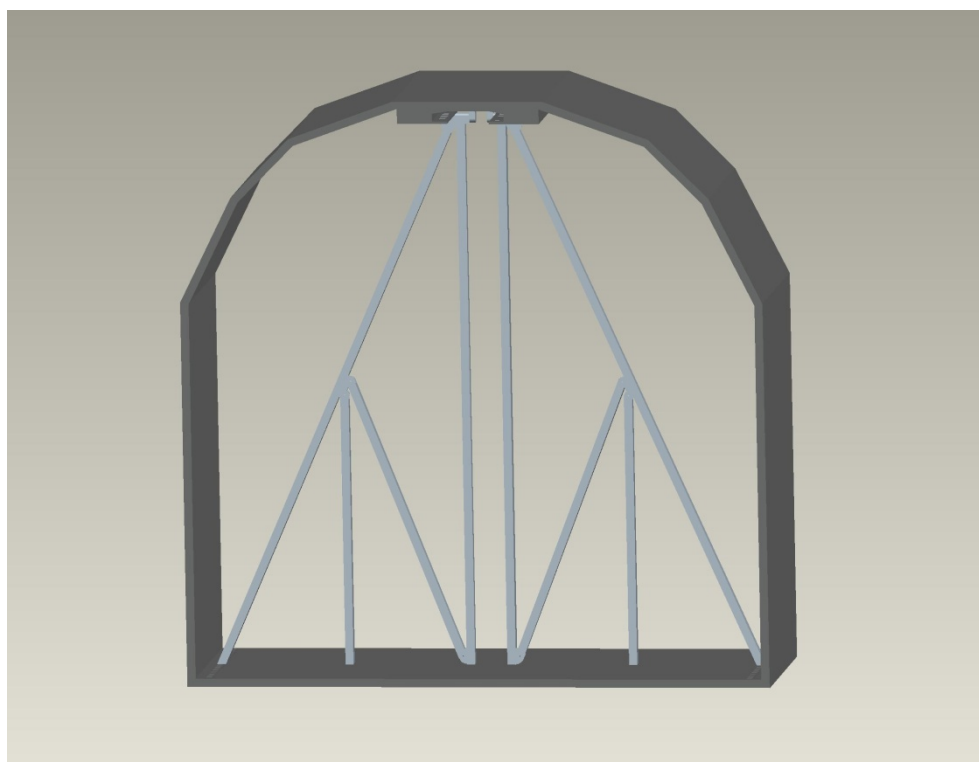
Skiljeväggens upphängning underlättar både hanterbarheten och förflyttningen inuti vagnen. Personalbehovet kan hållas nere till en ensam person samtidigt som arbetsbelastningen är låg. Skiljeväggen säkras enkelt både i golv och tak när den är i position på uppskattningsvis ett fåtal sekunder.



Figur 6.14: Fästpunkt i golvets ytterkant.

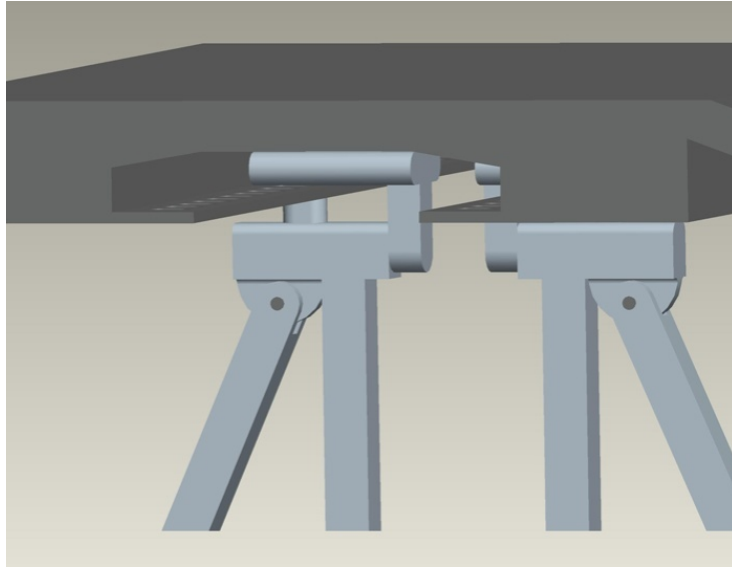
Koncept DJ – Ledade stöttor

Koncept DJ är en vidarebearbetning av förslag D och J. Tanken med kombinationen är att utnyttja stöttornas bästa egenskaper i fråga om litet utrymmeskrav och stabilitet samtidigt som man utnyttjar vajernätets bättre lastprofilsfyllnad i och med dess ledade konstruktion. Kombinationen kommer dock inte bestå av ett vajernät som av författarna anses bli för komplext och inte tillräckligt användarvänligt i praktiken. Istället kommer stöttorna vara ledade för att erhålla en bättre lastprofilsfyllnad inom trekantsprofilen. Konstruktionen kommer bestå av två huvudstöttor som är fastmonterade i en hjulförsedd upphängning, samma typ som föregående koncept.



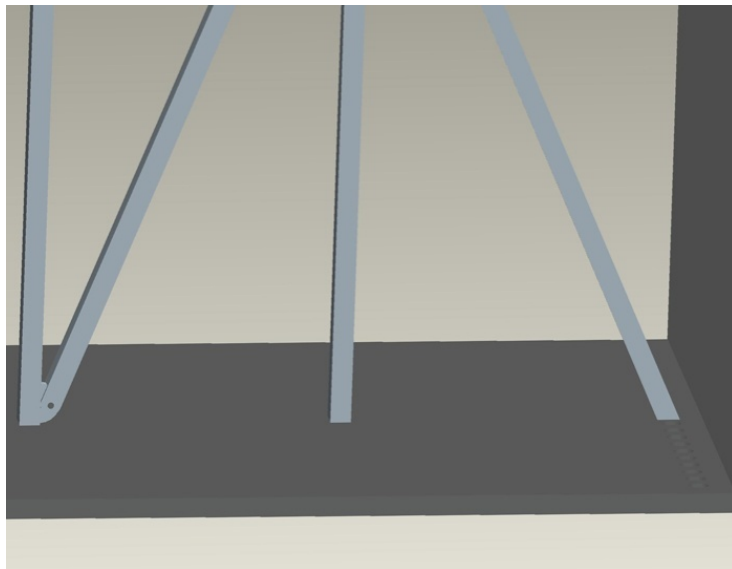
Figur 6.15: Ledade stöttor.

De två huvudstöttorna ska i praktiken fungera som godsskyddsstöttor som expanderas i den del som är placerat mot vagnens golv, för säkring i tak går en tapp upp i den aktuella fästpunkten. Längs med huvudstöttorna finns två långa snedställda stöttor av typ förstängningsstolpar fastmonterade i leder, den ena ska löpa från taket till golvets fästpunkt medan den andra ska stabilisera hela konstruktionen genom att fästa den i en led mitt på den långa snedställda stötten. För att fylla lastprofilen än mer finns ytterligare en stötta monterad från denna led som löper vertikalt ner till golvet.



Figur 6.16: Upphängningen i takrännan.

Funktionen vid säkringen i de olika lederna är tänkt att bestå av en sprint som gör den både användarvänlig och snabb att använda. Avståndet mellan dessa stöttor kommer inte möjliggöra att en lastpall kan glida igenom, det vill säga avståndet mellan varje stötta vid golvet ska inte överstiga 600 mm.

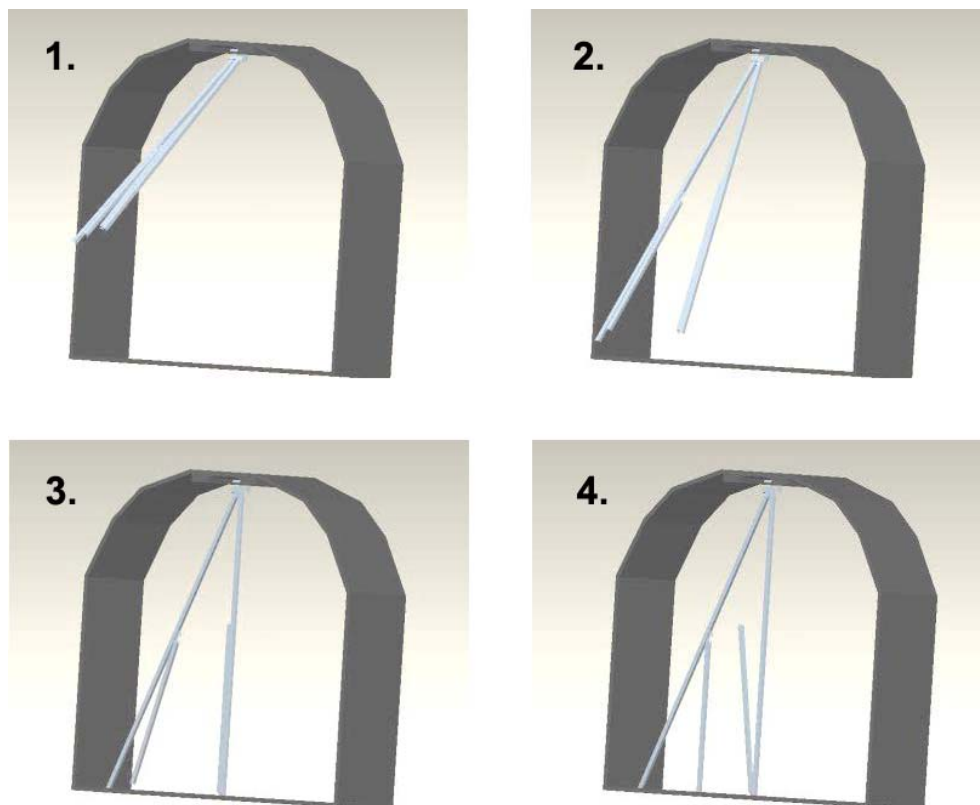


Figur 6.17: Fästpunkt i golvets ytterkant.

Lastsäkringsanordningen kan fällas ihop när annan typ av gods som inte kräver lastsäkring i den här formen ska transporteras. De fyra stöttorna som bygger upp varje halvsida av lastprofilen fälls då ihop till ett stöttpaket och hissas därefter upp anliggande mot takrännan. Ur konkurrenssynpunkt krävs sex stycken lastsäkringsutrustningar per vagn och alla dessa

ska utan problem kunna placeras anliggande takrännan utan att överlappa varandra. Lastkapaciteten försämras därmed inte för det gods som inte behöver lastsäkras i form av skiljeväggsprincipen.

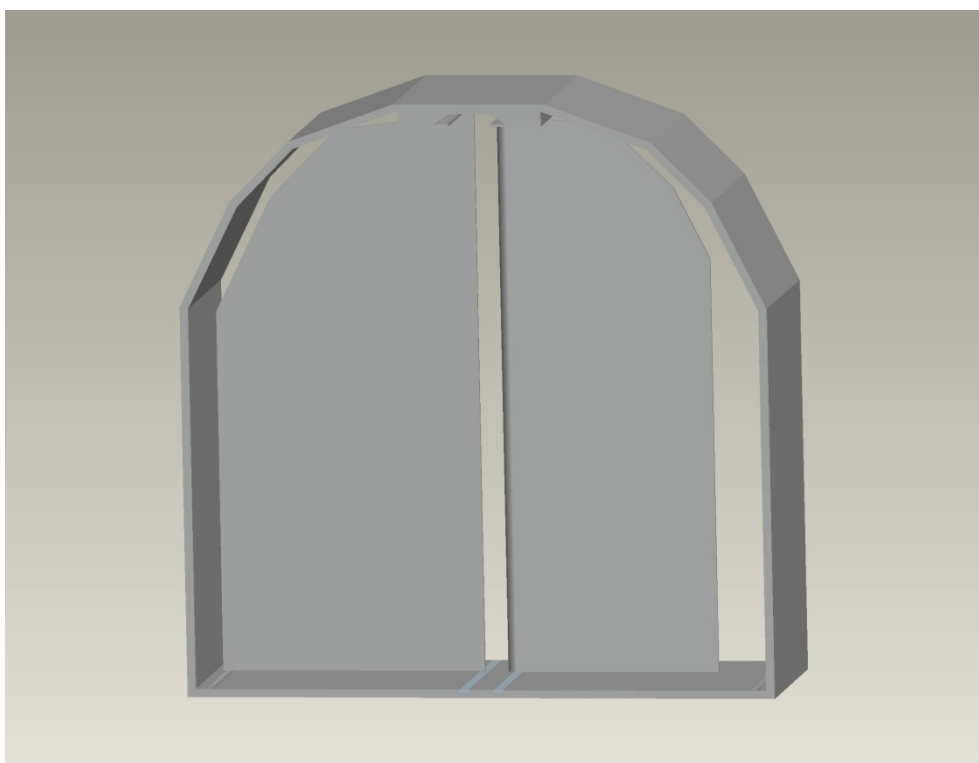
Tillvägagångssättet, se figur 6.18, för säkring av utrustningen kräver först nerfällning av anordningen från taket, därefter förflyttas den till önskad position och säkras först genom de två långa snedställda stöttorna i taket samt golvet ytterkanter. De två huvudstöttorna säkras därefter i vagnens tak och golv. Ett mellanliggande stag fälls ner mellan huvudstötten och den snedställda för att stabilisera konstruktionen. Ur personalbehovs synpunkt krävs bara en person för att utföra momenten, antalet moment är dock fler än för föregående koncept och tar uppskattningsvis längre tid i fråga. Konstruktionen får anses som relativt lätt viktmissigt vilket inte kommer medföra några tyngre lyft för personalen. Tidsåtgången för säkring kommer av naturliga skäl vara längre än för skiljeväggen då fler moment är involverade, uppskattningsvis tar säkring av utrustningen två min.



Figur 6.18: Bildserie av koncept DJ:s nerfällning och säkring.

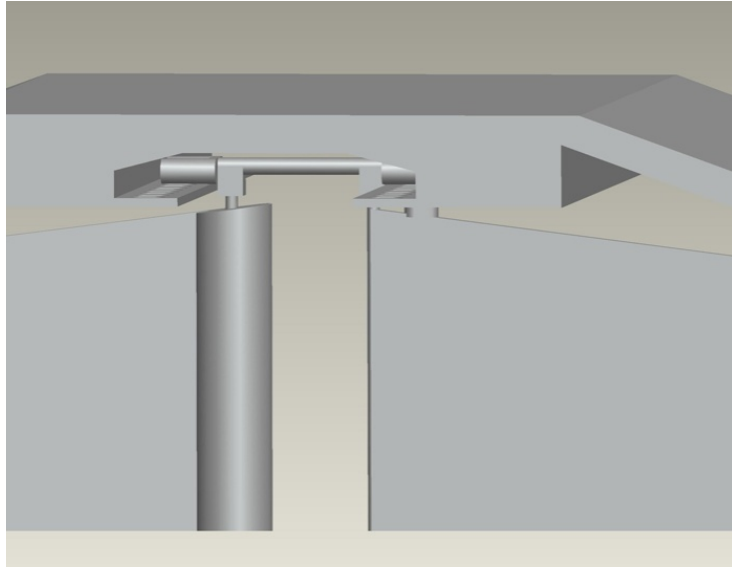
Koncept I – Rullvägg

Koncept I var i grunden redan färdigutvecklat i den första utvärderingen. Några små förändringar har dock gjorts för att bättre tillgodose de kriterier som satts upp i scoringmatrisen. Rullväggen kommer kräva ytterligare fästpunkter utöver de som redan finns placerade i vagnens tak samt golvet ytterkanter. De extra fästpunkterna kommer att bestå av två fästpunktskenor som löper i golvet mitt längs med hela vagnen. Denna modifiering som krävs inuti vagnarna kommer givetvis innebära en merkostnad för detta koncept i jämförelse med de övriga. För att väggen ska uppfylla sitt syfte ser författarna dock det nödvändigt med extra fästpunkter för att erhålla tillräcklig stabilitet och för att minimera utbuktning på väggen. Upphängningen är tänkt att vara konstruerad som de övriga koncepten vilket gör rullväggen lätt att förflytta till rätt position.



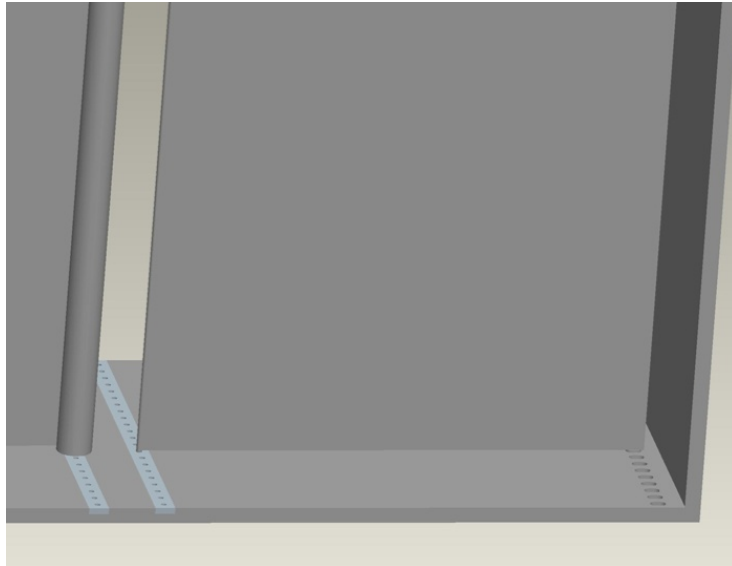
Figur 6.19 Rullvägg.

När väggen befinner sig i rätt position säkras den dels genom en tapp i takets fästpunkter och dels i golvet fästpunktskena. Därefter dras själva rullväggen ut till golvet ytterkant och säkras även där genom en tapp som går ner i fästpunkten. När rullväggen inte används fälls den ihoprullad upp anliggande mot takrännan vilket inte kommer påverka lastkapaciteten för annat gods avsevärt.



Figur 6.20: Upphängningen i takrännan.

Rullväggen kommer uppskattningsvis vara tyngre än övriga koncept i och med den även ska fällas upp/ner från taket vilket kan kräva ett större personalbehov. Antalet moment för att säkra rullväggen är i paritet med föregående beskrivit koncept. Uppskattad tidsåtgång är cirka två minuter men på grund av konstruktionens tyngd behövs säkerligen två personer för positioneringen.



Figur 6.21: Fästpunkter både i golvets mitt och ytterkanter.

6.4.3 Utvärdering av förslagen

De tre utvecklade koncepten på lösning till lastsäkringsproblemet kommer med concept scoringmatrisen att utvärderas på ett djupare plan för att med ett säkrare underlag kunna välja det koncept som anses ha bäst förutsättningar att lyckas. Skiljeväggen, koncept A, har liksom föregående utvärdering valts som referens på grund av att det redan finns liknande varianter på marknaden. Dessutom har författarna fått en demonstration av hur en variant av skiljeväggen fungerar i praktiken under ett studiebesök i Logistikcentret i Trelleborgs hamn. Detta har gjort att det är enklare att skapa sig en bild av hur de andra koncepten är tänkta att fungera. Koncepten erhåller antingen ett bättre, sämre eller lika betyg på en skala från 1-5 där 3 är referensens riktbetyg. Se bilaga 2.

Konceptens utvärdering baseras som sagts tidigare på författarnas egna erfarenheter och kunskaper som erhållits under utbildningens gång. Kurser inom framförallt förpackningslogistik, produktionsledning, hållfasthetslära och materialteknik har gett författarna en bra grund att göra motiverade val och bedömningar. Författarna har även tagit synpunkter från de involverade företagen i Trelleborg och institutionerna på Tekniska Högskolan i Lund i beaktning vid bedömningen av de olika koncepten.

6.4.4 Resultat av concept scoring

Tankegången vid betygsättning av de olika kriterierna för vart och ett av koncepten beskrivs nedan.

Koncept A – Skiljevägg

I och med att skiljeväggen valdes som referens erhöll alla kriterierna för detta koncept betyget 3 vilket då blir riktvärdet för de andra koncepten. Skiljeväggens användarvänlighet är mycket bra för alla kriterierna. Antal moment för att flytta och säkra väggen är få och tidsåtgången är inte speciellt lång utan kan göras på ett fåtal sekunder. Arbetsbelastning får också anses som låg då inga tunga lyft behöver göras i och med väggen löper längs en skena samtidigt som personalbehovet inte ska behöva vara mer än en person. Skiljeväggens egenvikt uppskattas bli betydligt lägre än dagens väggar i och med viktmässigt lättare material samtidigt som väggen kommer bli tunnare. Funktionen är antagligen överlägsen alla de andras i och med det är en hel vägg som blockerar allt gods från att röra sig. Skiljeväggens stora nackdel är hopfällningen som snarare skulle beskrivas som en hopbuntning av flera väggar. De hopbuntade väggarna placeras i en av gavlarna när de inte används vilket försämrar lastkapaciteten. Skiljeväggens hållfasthet i framförallt ramen och dess fästpunkter får anses som hög, dock kan ett kompositmaterial vara en aning känsligt mot slag och stötar om inte rätt mix kan utvecklas. Livslängden måste i det stora hela dock anses som relativt hög. Skiljeväggen är tänkt att använda de existerande fästpunkterna i takrännan och golvet hos vagnen vilket då inte kräver någon efterinstallation i den bemärkelsen. Tillverkningsmässigt borde inte skiljevägg vara en komplex konstruktion att tillverka och ramen kan säkerligen bestå mestadels av standardprofiler. Det täckande materialet, det vill säga kompositen, kan dock bli den dyra posten tillverkningsmässigt, speciellt om materialet behöver nyutvecklas.

Koncept DJ – Ledade stöttor

De ledade stöttornas användarvänlighet kommer av naturliga skäl bli sämre än skiljeväggens då både antal moment är fler och tidsåtgången blir längre. Arbetsbelastningen kan dock inte anses som speciellt hög då stöttorna är tillverkade av lättmetall och konstruktionen är fastmonterad i taket vilket även gör den hanterbar för en person. Konstruktionens dimensioner kommer i utfällt läge vara i det närmaste det som en

skiljevägg kräver då aluminiumprofilerna behöver vara av en viss tjocklek. I hopfällt läge placeras konstruktionen i taket och kommer därmed inte påverka lastkapaciteten i någon högre grad vilket är betydligt bättre än skiljeväggen. Vikten kommer även den vara mindre än för skiljeväggen på grund av mindre materialåtgång. Funktionen är att blockera alla de vanliga palltyperna som finns på marknaden trots att lastprofilsfyllnaden inte är lika utfylld som hos de andra koncepten. Stöttornas konstruktion med aluminiumprofiler får anses som rejäl med väl tilltagna dimensioner på profiler, infästningen är likväl den rejäl och förväntas få en lång livslängd. Konstruktionen kräver i det närmaste ingen efterinstallation av komponenter och de fästpunkter som redan finns i vagnen kommer utnyttjas för att säkra anordningen. Tillverkningsmässigt är konstruktionen lättillverkad med raka profiler och endast ett fåtal leder behöver påsvetsas.

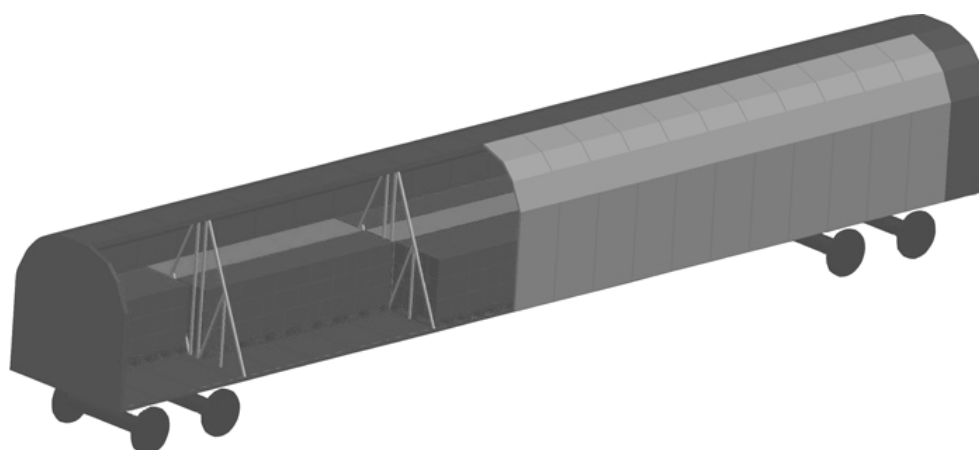
Koncept I – Rullvägg

Rullväggens användarvänlighet är mer komplex än övriga koncept, dels krävs fler moment med större tidsåtgång vid säkring och dels är konstruktionen tung vilket kan medföra extra personalbehov samt försvårad hanterbarhet. När rullväggen inte används och är uppfälld påverkas inte lastkapaciteten i någon större skala. Tanken är att väggarnas tjocklek ska vara tunnare än övriga koncept vid användning, tjockleken är dock svår att uppskatta då stora krafter ska upptas. Detta medför att hela konstruktionens funktion är relativt osäker då väggarna inte kan vara alltför tjocka när de ska rullas ihop. Arbetsmomenten blir många för säkring av konstruktionen, det krävs säkring på tre olika ställen för varje väggsida samtidigt som den även ska rullas ut. I och med att det krävs extra fästpunkter för väggen behövs en efterinstallation av två fästpunktsskenor i golvet, vilket givetvis medför merkostnader. Rullväggen får anses relativt komplex även tillverkningsmässigt, bestående av icke standardiserade komponenter vilket kommer medföra dyrare tillverkning i jämförelse med de andra koncepten.

7. Dimensionering av vinnande koncept

I följande kapitel beskrivs konceptet i detalj som författarna valt att gå vidare med och presentera för de involverade parterna i projektet. Kapitlet behandlar mer ingående valet av material samt konstruktionens dimensioner och hållfasthet.

Författarna har efter concept scoring utvärderingen beslutat sig för att gå vidare med koncept DJ. Konceptet anses vara det koncept som har störst chans att lyckas när alla kriterierna nu har utvärderats, se figur 7.1.



Figur 7.1: Koncept DJ i praktiken. (Henrik Lööv)

För att få en uppfattning om hur kraftig konstruktionen behöver vara för att uppfylla de grundläggande hållfasthetskrav som bestämts av branschorganisationer har författarna valt att analysera de CAD modeller som gjorts i föregående kapitel. Analysen av konstruktionens hållfasthet är gjord med en programvara som heter Ansys vilken bygger på finita elementmetoden.

Konstruktionen av koncept DJ var tänkt att bestå av solida aluminiumbalkar i dimensionerna 40×80 mm. Kraften på 50 kN som är riktvärde på vad konstruktionen ska tåla är fördelad på den area av balkarna som ligger inom bredden 2 400 mm och höjden 700 mm. Resultatet av detta ger ett tryck på $2,2 \times 10^5$ Pa. Beräkningarna är gjorda på att konstruktionen är fast inspänd dels kring de fyra tapparna men också att det är fast inspänning mellan de två vertikala stöttorna och golvet. De högst förekommande spänningarna uppmättes i fästpunkterna och var 160 MPa, i övrigt var spänningarna i konstruktionen låga vilket bilaga 4 visar. Materialet har en sträckgräns på över 270 MPa vilket ger en viss säkerhetsmarginal.

Beräkningarna för deformationen i materialet vid de ansatta krafterna visar en maximal utböjning på cirka 3 mm på den snedställda balken i den punkt som förbinder mellanstaget och den korta stödbalken. Den maximala utböjningen får anses acceptabelt då det inte kommer att bli bestående deformationer i materialet när belastningen tas bort. Utböjningens påverkan på konstruktionen kan ses i bilaga 5.

Konstruktionens dimensioner beror på lastprofilens storlek vilket hos Habbiins är en höjd på 2800 mm och en bredd på 2840 mm. Profilernas längder blir därmed följande, se bilaga 3 för fullständig ritning:

Huvudbalken:	2725 mm
Snedställda balken:	2962 mm
Mellanstaget:	1485 mm
Stödbenet:	1355 mm

Den snedställda balken är den profil som är längst och blir den bestämmande längden vid uppfällt läge. Konstruktionen blir vid uppfällt läge cirka 3 m vilket ger möjlighet att placera sex stycken utrustningar på totalt 18 m efter varandra då vagnen har en invändig lastlängd på 22 m.

Den totala längden profil som behövs för varje stödbensvägg blir ca 17 meter vilket ger upphov till följande beräkningar av konstruktionens egenvikt nedan. Materialet avser aluminium SS 4425-06 som används för profiler med höga hållfasthetskrav med en densitet på 2800 kg/m³.

Beräkningarna är baserade på KTH's handbok och formelsamling för hållfasthetslära.⁸¹

Balk 40x80

$$b = 40 \text{ mm}$$

$$h = 80 \text{ mm}$$

$$A = bh = 3\,200 \text{ mm}^2$$

$$M = Al\rho = 153 \text{ kg}$$

$$I_y = \frac{bh^3}{12} = 170 \times 10^4 \text{ mm}^4$$

Variablerna står för följande storheter:

b = bredd

h = höjd

A = area

l = längd

ρ = densitet

M = massa

I_y = böjmotstånd

Konstruktionens egenvikt blev alltså 153 kg vilket ger en totalvikt på 918 kg för sex stycken lastsäkringsutrustningar.

Ett alternativ för att få ner vikten på konstruktionen är att istället använda sig av en I-balk. För att erhålla samma böjmotstånd som en solid balk krävs en I-balk av typ IPE 100 vilken har böjmotståndet $170 \times 10^4 \text{ mm}^4$. Följande storheter gäller för I-balken för att erhålla egenvikten.

⁸¹ Sundström, Bengt (1998), s. 332, 339.

IPE 100

$$b = 55 \text{ mm}$$

$$h = 100 \text{ mm}$$

$$A = 1\,032 \text{ mm}^2$$

$$M = A\rho = 50 \text{ kg}$$

Då tanken är att ha sex stycken lastsäkringsutrustningar i varje vagn kommer egenvikten att uppgå till totalt 300 kg. Detta är mer än 600 kg i besparing i jämförelse med solida balkar. Nackdelen blir framförallt att de bygger mer i vagnens längdriktning och skulle därmed påverka lastkapaciteten volymmässigt. Det handlar dock bara om 20 mm per utrustning och den viktbesparing som görs är att föredra anser författarna.

Koncept jämförelse

Författarna valde att även göra en analys av den föreslagna skiljeväggen. Här är kraften också fördelad över måtten 2 400 mm i bredd och 700 mm i höjd från golvet. Beräkningarna är gjorda på en vägg som är 40 mm tjock och helt i aluminium vilket resulterar i ett tryck på $3,0 \times 10^4$ Pa. Precis som för koncept DJ uppkommer de största spänningarna i fästpunkterna vilket kan utläsas i bilaga 6, här blir dock maximum värdena 350 MPa vilket är större än materials sträckgräns på 270 MPa.

Materiallets utböjning blir hela 18 mm på väggens nedre mitt vilket får anses som relativt kraftigt. För att få en stabil vägg krävs som tidigare föreslagits en vägg som är byggd som en ram med breda profiler som därefter är täckta med skivor av exempelvis plywood eller komposit. Detta gör att det kommer att bli svårt att få en tunn vägg som inte kommer att inskränka nämnvärt på lastkapaciteten. Detta betyder att de erhållna dimensionerna för koncept DJ får anses som helt acceptabla. Utböjningen på väggen finns illustrerad i bilaga 7.

Med tanke på att profiltjockleken för väggarna i båda koncepten blir relativt stor medför detta att koncept I – rullväggen inte kommer fungera i praktiken i och med att dessa väggar ska rullas ihop. Inga analyser av detta koncepts hållfasthet har därför känts meningsfullt att göra. Sammanfattningsvis får koncept DJ som författarna valt att gå vidare med som slutligt val anses som det bäst lämpliga då alla aspekter tas i anspråk.

Koncept A är i och för sig inte helt likvärdigt i de tankar som författarna haft vid analysen för spänningar och utböjningar. Väggen ska vara uppbyggd på en ram i grunden och sedan täck med ett lättviktsmaterial, detta var dock svårt att framkalla och därför gjordes en förenklad modell. Detsamma gäller analysen av koncept DJ där alla stöttornas angringspunkt vid golvet beräknades som fasta inspänningar. Detta medför en missvisning för detta koncept då två av stöttorna bara ligger an som stöd mot golvet. Det viktigaste var dock att få fram en jämförelse mellan de två koncepten i stora drag. Ytterligare beräkningar och analyser av konstruktionen samt slutligt val av material får komma i ett senare skede om en kommersialisering av konceptet kommer att ske.

8. Analys

I följande kapitel kommer författarna att analysera den egna produktutvecklingen och vad en integrering av densamma skulle innebära och få för betydelse för järnvägstransporter i Sverige och Europa.

Järnvägstransporter kräver stora volymer och långa avstånd för att täcka de fasta kostnader som följer detta transportsätt. Ur konkurrenssynpunkt är detta en stor nackdel i jämförelse med vägbundna transporter, en annan är envägstrafiken där vagnarna bara är lastade i en riktning med bortfallna intäkter som följd. Envägstrafiken beror till stor del som tidigare nämnts i rapporten på bristfällig lastsäkringsutrustning, antingen krävs fulla vagnslaster vilket gör att godset självsäkras eller så krävs lastsäkringsutrustning i form av exempelvis skiljeväggar när lasterna inte upptar en hel vagn. Skiljeväggar finns dock inte i alla vagnar som trafikerar de aktuella sträckorna mellan Sverige och Europa vilket då försvårar lastsäkringen om den alls skulle vara möjlig att utföra. Anledningen till att skiljeväggar inte finns i alla vagnar beror på att inte alla typer av gods kräver det och dels att lastkapaciteten både volym- samt viktmässigt påverkas negativt. Allt som oftast är det även en ekonomisk fråga.

Författarnas nyutvecklade lastsäkringsanordning skulle kunna bidra först och främst med möjlighet att lastsäkra de flesta typer av gods som transporteras mellan Sverige och Europa. Samtidigt skulle järnvägstransporterna bli effektivare och smidigare att utföra då inte vagnarna är speciellt bundna till en speciell typ av gods. Det finns dock både fördelar och nackdelar med en sådan här investering och dessa har författarna försökt att reda ut nedan.

8.1 Ekonomi

Lastsäkringsutrustningen är utvecklad för att användas i nuvarande godsvagnar, dessa skulle på så sätt användas effektivare med en högre utnyttjandegrad som följd. Samtidigt är investeringskostnaderna betydligt lägre än för anskaffning av nykonstruerade vagnar. Lastsäkringsutrustningen är framförallt konstruerad för att kunna integreras i Habbiins 15 och 16 utan några modifieringar på vagnens inre design. Dessa två vagnar är relativt moderna och vanligt förekommande på Europas järnvägsnät. Det finns givetvis möjlighet att integrera utrustningen i merparten av de godsvagnar som går i trafik vid förutsättning att mindre modifieringar görs antingen i vagnens inre design eller i upphängningen av lastsäkringsutrustningen. Utvecklingen av godsvagnar har i praktiken varit relativt långsam och inga större innovationer har gjorts sedan merparten av vagnarna tillverkades. Konstruktionen tjänar dock fortfarande sitt syfte och de vagnar som går i trafik idag har fortfarande en lång livslängd kvar, detta förespråkar givetvis att det kan vara värt att integrera lastsäkringsutrustningen även i äldre vagnar då det kan förlänga livslängden ytterligare.

För att den nya lastsäkringsutrustningen ska nå sin fulla effekt är det givetvis önskvärt att alla godsvagnar inom vagnparken som trafikerar de aktuella sträckorna utrustas med anordningen. På så sätt blir inga vagnar bundna till ett speciellt produktflöde vilket underlättar både planering och utnyttjandet av vagnarna. Att integrera lastsäkringsutrustningen till hela vagnparken är förstas en enorm kostnad men skulle samtidigt innebära stora fördelar. Det stora problemet är att godsvagnarna i regel inte ägs av de operatörer som utför transporterna utan dessa hyrs istället in av exempelvis

Transvagn. Detta medför att operatörerna inte har tillgång till en och samma godsvagn hela tiden för att utföra transporter. Att utrusta en del vagnar med lastsäkringsutrustningen ger ingen garanti att det alltid är den vagn som operatörerna kommer använda vid transporter vilket då istället skulle gagna konkurrenterna. Författarna anser att storskalighet är väsentligt och att det är framförallt upp till uthyrningsföretagen att kunna erbjuda denna tjänst för sina kunder. Fördelen för kunderna i det här avseendet, vilket också var anledningen till att projektet initierades, är att de kan trycka på med nya krav på vad morgondagens vagnar behöver vara utrustade med då en färdig modell kan presenteras.

Tillverkningsmässigt är utrustningen bestående av standardprofiler vilket både underlättar tillverkningen samt sänker kostnaderna i jämförelse med en konstruktion som skulle vara helt specialanpassad både i fråga om material samt utformning av profilerna. Utöver profilerna tillkommer kostnader för upphängning i taket samt fästordningar för golvet. Huvudfrågan är inte att finna den billigaste lösningen för just dessa komponenter då det är av stor vikt att konstruktionen får en lång livslängd och fungerar pålitligt dagligen år efter år. Service kommer givetvis förekomma med jämna mellanrum ifall inte funktionen skulle uppfylla sitt syfte men konstruktionen är utformad för att i så hög grad som möjligt undvika detta. Uppskattning av styckkostnaden för utrustningen är svår då en slutlig prototyp inte har gjorts och vilket för övrigt inte var med i projektets omfattning heller för den delen. Man kan dock avgöra att i det stora hela kommer detta inte bli en särskilt stor investering utslaget på hur mycket utrustningen kommer att användas och hur den kommer att öka utnyttjandegraden för vagnarna. Det är inte ekonomiskt försvarbart att ha stillastående alternativt tomgående vagnar i dagens samhälle där redan nu infrastrukturen är hårt belastad, samt där ett stort fokus ligger på miljöfrågor.

8.2 Funktion

I sydgående riktning när framförallt stål- och virkesprodukter transporteras finns i regel inget behov för lastsäkringsutrustningen i och med att pappersrullar självsäkras alternativt säkras genom kilar eller spännband. Utrustningen kommer då vara uppfälld i taket vilket inte kommer att påverka själva volymutnyttjandet i vagnen påtagligt och inte heller lastkapaciteten viktligt då konstruktionens egenvikt får anses låg i jämförelse till vagnens totala lastkapacitet. Om det skulle behövas ser författarna ingen anledning varför inte utrustningen även skulle kunna användas till just dessa produktflöden, i alla fall som uppdelare inuti vagnen då flera olika typer av produktflöden transporteras i en och samma vagn. Lastsäkring av andra produktflöden från skogsindustrin som exempelvis träskivor är också möjligt, dock krävs det en lastavskiljande skiva mot anordningen så att inte träskivorna glider igenom hålrummen i konstruktionen samt för att förhindra kantstötning.

Konstruktionens nackdel är just dessa hålrum som uppkommer mellan stöttorna i lastprofilen. De är dock konstruerade på ett sådant sätt att de vanligaste förekommande EUR- samt IND-pallarna inte har möjlighet att glida igenom dessa hålrum. Används mindre pallar finns det givetvis möjlighet att de skulle kunna glida igenom hålrummen, dock krävs det en pallstorlek som är mindre än 600 mm vilket är väldigt ovanligt förekommande. Lösning på detta problem är att placera en lastavskiljande skiva mot konstruktionen.

Ur ett användarvänligt perspektiv är lastsäkringsutrustningen konstruerad för att en ensam person ska kunna hantera både ner- och uppfällning av utrustningen. Konstruktionen medför fler moment i jämförelse med skiljeväggen som bara är att förflytta och säkra.

Momenten som ska utföras får dock anses som relativt enkla att utföra och någon längre tidsåtgång ska inte behövas varken vid ner- eller uppfällning. Den egenvikt som personen i fråga kommer arbeta med blir cirka 25 kg och då är övre delen av konstruktionen fast vilket underlättar hanteringen samtidigt som arbetsbelastningen minskar.

8.3 Hållfasthet

Konstruktionens hållfasthet i fråga om böjspänningar och deformationer är beräknade genom programvaran Ansys som i föregående kapitel beskrivits. Beräkningsmodellen är aningen förenklad vilket gjorde att det inte var möjligt att exakt beräkna på det sätt som författarna utformat konstruktionen. De fasta punkter som utrustningen har är dels i taket samt golvs ytterkanter medan huvudstötten är pressad mot golvet och stödbenet som namnet säger bara är ett mellanliggande stöd för att minska hålrummen i konstruktionen. Vid beräkningarna gjordes en förenkling där alla stötar var fast inspända vilket gör att resultatet inte helt speglar författarnas konstruktion. Resultatet blir givetvis sämre för hela konstruktionen när inte alla profiler är fast inspända vilket medför att konstruktionens förmåga att uppta krafter kan anses sämre än det som Ansys beräknat. Närmare granskning av konstruktionen samt detaljerade beräkningar krävs dock för att avgöra om konstruktionen håller för förutsättningarna, detta får utföras om konstruktionen ska kommersialiseras och får därmed inte utrymme i denna rapport.

Skulle inte konstruktionen hålla för de krafter som förespråkas hos branschorganisationerna finns olika alternativ att utföra. Till att börja med kan man förse kontaktytan mellan huvudstötten och det mellanliggande stödet till golv med ett material med hög friktionskoefficient. Detta skulle kunna bidra till att konstruktionen kan ta upp de föreskrivna belastningarna. Det finns även möjlighet att placera två stycken lastsäkringsutrustningar intill varandra för att på så sätt öka motståndskraften. Ett annat alternativ till lösning skulle vara att installera totalt fyra fästpunktskenor längsgående i hela vagnen för att erhålla fast inspänning även för huvudstötten samt det mellanliggande stödet. Detta ökar givetvis kostnaderna för investeringen samtidigt som man behöver förändra vagnens ursprungliga design. Möjlighet att efterinstallera fästpunktskenor är dock goda i och med att golvet till största del består av formplywood.

8.4 Godsskador

Godsskador är som tidigare beskrivit vanligt förekommande hos järnvägstransporter vilket är en direkt konsekvens av den bristfälliga lastsäkring. Författarnas utvecklade lastsäkringsutrustning skulle bidra till att skapa säkrare godslaster samtidigt som det skulle finnas möjlighet att lastsäkra gods i alla godsvagnar oavsett vilket gods som transporterats i vagnen tidigare. Detta kräver dock att investeringar införs för hela vagnparken så att vagnarna är utrustade på ett likartat sätt.

Utrustningen skulle med stor sannolikhet minska godsskadorna radikalt då det i nuläget ofta inte lastsäkras inuti vagnen överhuvudtaget. De gånger det lastsäkras görs det ofta bristfälligt eller så är inte utrustningen den rätta. De vagnar som är utrustade med skiljeväggar och som går i trafik inom Sverige har bara fästpunkter i golvs ytterkanter och saknar således säkring i taket. Skiljeväggen ligger bara an mot en skena i taket vilket gör att den inte kan stå emot de krafter som uppkommer vilket figur 5.9 tydligt visar. De tyska Habbilns vagnarna har säkring både i golv och tak vilket bidrar till en högre säkerhet för godset samtidigt som väggen kan belastas mer än en vägg med enkelsäkring i golvet.

Författarnas konstruktion har också som tidigare beskrivits fästpunkter både i golv och tak vilket kommer bidra till att godset är stabiliserat på ett säkrare sätt. Nackdelen med denna konstruktion är lastprofilens utfyllnad vilken är sämre vilket kan bidra till att gods som kommer i förflyttning kan passera konstruktionens hålrum. Samtidigt kan man ställa sig frågande om pallen i så fall har blivit lastad på de sätt som föreskrivs. Förpackningssystemet i sin helhet måste fungera och ha ett balanserat samspel från konsumentförpackning till lastbärare för att distributionen av varor ska fungera på bästa sätt.

8.5 Habbiins vs Habbillns

Författarnas lastsäkringsutrustning är utarbetad för Habbiins 15/16 och får ses som en direkt konkurrent till de skiljeväggar som återfinns i Habbillns. Detta avsnitt är tänkt att jämföra de båda vagntyperna eller närmare bestämt dess olika lastsäkringsutrustningar för att få en bild av hur bra författarnas produktutveckling står sig i konkurrensen.

En full last av europapallar uppgår till 63 stycken hos Habbiins medan Habbillns lastkapacitet uppgår till 60 stycken. Skillnaden beror på det utrymmeskrav som skiljeväggarna upptar av lastkapaciteten när de är hopförda mot gavlarna. Denna skillnad kan ju anses relativt marginell för varje enstaka transport men i långa loppet kommer dessa tre extra pallplatser utgöra en stor ekonomisk besparing alternativt intäkt.

Lastkapaciteten rent viktmässigt kommer bli en aning högre hos Habbiins med den nya lastsäkringsutrustningen installerad. Enligt författarnas beräkningar kommer sex stycken utrustningar totalt väga cirka 300 kg vilket är betydligt lägre än sex skiljeväggar hos Habbillns som uppgår till 1500 kg. Detta bidrar till att Habbiins kan lasta viktmässigt tyngre gods vilket inom branschen är av hög prioritet enligt Göran Engström, DHL Rail.

Habbillns skiljeväggar har en större fyllnadsgrad av lastprofilen än författarnas konstruktion vilket beror av konstruktionsmässiga skäl. Detta bidrar givetvis till att avskilja gods på ett effektivare sätt, speciellt om lasten består av löst liggande gods ovanpå det palletrade godset än vad den nyutvecklade konstruktionen klarar av. Allt får dock ställas i paritet till vad som ska uppnås, lastkapaciteten anses vara av högsta prioritet både vikt- som volymmässigt vilket då skulle gagna författarnas konstruktion.

8.6 Övrigt

Även om lastsäkringsutrustningen är tänkt att säkra godset på ett tillfredställande sätt löser den inte alla problem. Det är fortfarande viktigt att godset lastas på de föreskrivna regler som finns för att skapa en så effektiv och säker transport som möjligt utan godsskador. Godsskador kommer alltid existera men skillnaden kommer bli i hur hög grad de förekommer, lastsäkringsutrustningen kommer bidra till minskade godsskador då det används på rätt sätt. Den är framförallt till för att stoppa longitudinell glidning inuti vagnen men för att även exempelvis förhindra tvärglidning bör lastsäkringen kompletteras med spännband eller liknande utrustning. Förpackningssystemet i sin helhet kräver ett samspel mellan alla nivåer på ett sådant sätt att distributionen fungerar på ett tillfredställande sätt från producent till användare.

9. Slutsatser och rekommendationer

I följande kapitel summeras rapporten i sin helhet samtidigt som författarnas slutsatser och rekommendationer presenteras. Slutligen besvaras även examensarbetets uppsatta frågeställning.

Det är tydligt att utvecklingen i denna konservativa bransch har stått still eller inte utvecklats i den takt som man borde tycka. I takt med ökad konkurrens från framförallt vägtransporter och minskade marknadsandelar är det märkligt att inget har gjorts tidigare för att stärka järnvägens konkurrenskraft. Om nu järnvägen som ofta sägs vara framtidens och det miljövänligaste transportsättet även ska bli det i realiteten, krävs en förändring.

För godstransporter verkar det huvudsakliga problemet vara godsets lastsäkring vilken i många fall är bristfällig eller rent av saknas. Författarnas uppgift med detta examensarbete var att ta fram ett koncept för en ny typ av lastsäkringsutrustning för att på så sätt stärka järnvägens roll som transportör av gods.

Författarna anser sig ha lyckats med att komma fram till en lösning som svarar upp mot de kriterier som sattes upp vid projektets början. Syftet var att utveckla en lastsäkringsutrustning som skulle kunna integreras i befintlig vagnpark och hantera framförallt palleterat gods. Med koncept DJ finns möjlighet att säkra palleterat gods när så behövs samtidigt som utrustningen kan avlägsnas när den inte behövs. På så vis påverkas inte lastkapaciteten i någon större grad vilket var de huvudsakliga målen med projektet.

Författarnas rekommendationer är att på ett eller annat sätt förbättra situationen för godstransporter på järnväg. Varken godsskador eller envägstrafik är ekonomiskt försvarbart för järnvägen. En integrerad lastsäkringsutrustning av författarnas typ är ett relativt enkelt sätt att förändra och förbättra järnvägens godstransporter. Om hela vagnparken skulle integreras med utrustningen skulle effekterna bli än större med många positiva följder i hela distributionskedjan.

Produktutvecklingen är av den karaktären att de kan bli aktuellt att kommersialisera det slutliga förslaget. Det är en av orsakerna till att författarna och uppdragsgivarna valt att hålla ämnet internt om eventuella patent skulle bli verklighet.

Hur kan författarnas nyutvecklade lastsäkringsutrustning bidra till en ökad kapacitet och utnyttjandegrad av järnvägsvagnarna mellan Sverige och kontinenten?

Det vinnande konceptet DJ - ledade stötter, kan leda till följande förbättringar:

- Hantering av flera produktflöden
- Ökad lastkapacitet både vikt- och volymmässigt i jämförelse med Habbillns
- Minskad envägstrafik medför minskad belastning på infrastrukturen
- Ökad utnyttjandegrad på hela turen Sverige-Europa-Sverige

10. Fortsatta studier

Författarnas ambition med detta projekt har varit att ta fram ett koncept som kan förbättra lastsäkringen och utnyttjandegraden av godsvagnar av typen Habbiins som är vanligt förekommande på Europas järnvägsnät. Ambitionen var inte att ta fram en slutlig produkt då detta hade sträckt sig utanför examensarbetets tidsram. För att kunna gå vidare och eventuellt göra en lansering krävs först en del fortsatta studier. Författarna anser att följande områden behöver studeras djupare:

- **Upphängningen**
Hitta lämpliga hjul/rullar för att den ska kunna rulla smidigt i taket samt titta på hur konstruktionen ska fästas så att den inte drar snett när den ska förflyttas.
- **Dimensionering**
Göra noggrannare analyser med I-balkarnas dimensionering samt hur sammankoppling mellan de olika stängerna kan utföras. Analys av materialval för tapparna, om de exempelvis behöver vara i annat material än aluminium för att kunna uppta krafterna.
- **Kostnader för tillverkning och implementering**
Dels rena produktionskostnader för utrustningen, men även hur stor arbetsinsats som krävs för att installera utrustningen i vagnen och under hur lång tid vagnen måste tas ur bruk på grund av installationen.
- **Vagnpark**
Hur stor är vagnparken som utrustningen direkt kan installeras i och hur stor del av dessa vagnar som går i trafik där utrustningen kan hjälpa till att minska envägstrafik och godsskador.
- **Prototyp**
Ta fram en prototyp som kan testas i verklig miljö där alla kritiska moment såsom rangering ingår.
- **Vidareutveckling**
Hur konceptet kan utvecklas för att även passa andra typer av vagnar än de typer som denna rapport innehöll.

Referenser

Tryckta källor

Arbner, Ingeman och Bjerke, Björn. *Företagsekonomisk metodlära*. Lund: Studentlitteratur, 1995.

Backman, Jarl. *Rapporter och uppsatser*. Lund: Studentlitteratur, 1998.

Björklund, Maria och Paulsson, Ulf. *Seminarieboken – att skriva, presentera och opponera*. Lund: Studentlitteratur, 2003.

Eppinger, Steven D. och Ulrich, Karl T. *Product Design and Development, 3:e upplagan*. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2003.

Eriksson, Lars Torsten och Wiedersheim-Paul, Finn. *Att utreda, forska och rapportera, 7:e upplagan*. Karlshamn:Liber Ekonomi, 2001.

Holme, Idar Magne och Krohn Solvang, Bernt. *Forskningsmetodik – Om kvalitativa och kvantitativa metoder*. Lund: Studentlitteratur, 1997

Höst, Martin, Regnell, Björn och Runeson, Per. *Att genomföra examensarbete*. Lund: Studentlitteratur, 2006.

Lumsden, Kenth. *Logistikens grunder, 2:a upplagan*. Lund: Studentlitteratur, 2006.

Olsson, Fredy. *Förnyelseplanläggning Integrerad produktutveckling*. Lund: Studentlitteratur, 1995.

Packforsk. *Förpackningslogistik, 2:a utgåvan*. Kista, 2000.

Sundström, Bengt. *Handbok och formelsamling i hållfasthetslära*. Stockholm:KTH Institutionen för hållfasthetslära, 1998.

Elektroniska källor

Järnväg.net
<http://www.jarnvag.net> (2007-12-02)

SBB Cargo
http://www.sbbcargo.com/habbilln_d.pdf (2008-02-20)

Transwaggon
<http://www.transwaggon.se> (2007-12-04, 2007-12-07)

Trelleborgs Hamn AB
<http://www.trelleborgshamn.se> (2007-11-01)

Muntliga källor

Sören Belin, VD Green Cargo (2007-11-13)

Leif Borgemark, VD, Trelleborgs Hamn AB, Trelleborg (2007-09-28)

Ed Burkhardt, President Rail World (2007-11-13)

Göran Engström, Marketing Manager, DHL Rail AB, Trelleborg (2007-11-20)

Gunilla Jönsson, Professor Förpackningslogistik (2007-03-12)

Thomas Siefer, Professor Hannover Universitet (2007-11-13)

Rapporter, broschyrer

Green Cargo - *Lastprofiler och breddbegränsningar – dokumentnr: A 83-02* (2005)

Green Cargo – *Riktlinjer för lastning av järnvägsfordon – dokumentnr: A 83-01* (2007)

KTH Järnvägsgruppen – *Effektiva tågssystem för godstransporter* (2005)

MariTerm AB – *Equipment for rational securing of cargo on railway wagons* (2004)

MariTerm AB – *Transport quality on railway regarding breakage* (2006)

TransportForsK – *Tunga tåg – Studie för skogstransportskommittén* (2007)

Vinnova – *Utrustning för rationell säkring av last* (2001)

Bilder, figurer, tabeller etc.

Figur 1.1: Henrik Lööw
Figur 3.1: Alexander Jonsson
Figur 4.1: Packforsk
Figur 4.2-3: Henrik Lööw
Figur 5.1: Alexander Jonsson
Figur 5.2: Transwaggon
Figur 5.3: Greencargo
Figur 5.4: Vinnova
Figur 5.5: MariTerm
Figur 5.6-7: SBB Cargo
Figur 5.8-9: Vinnova
Figur 6.1-21: Henrik Lööw
Figur 7.1: Henrik Lööw
Tabell 5.1: Transwaggon
Tabell 5.2: SBB Cargo

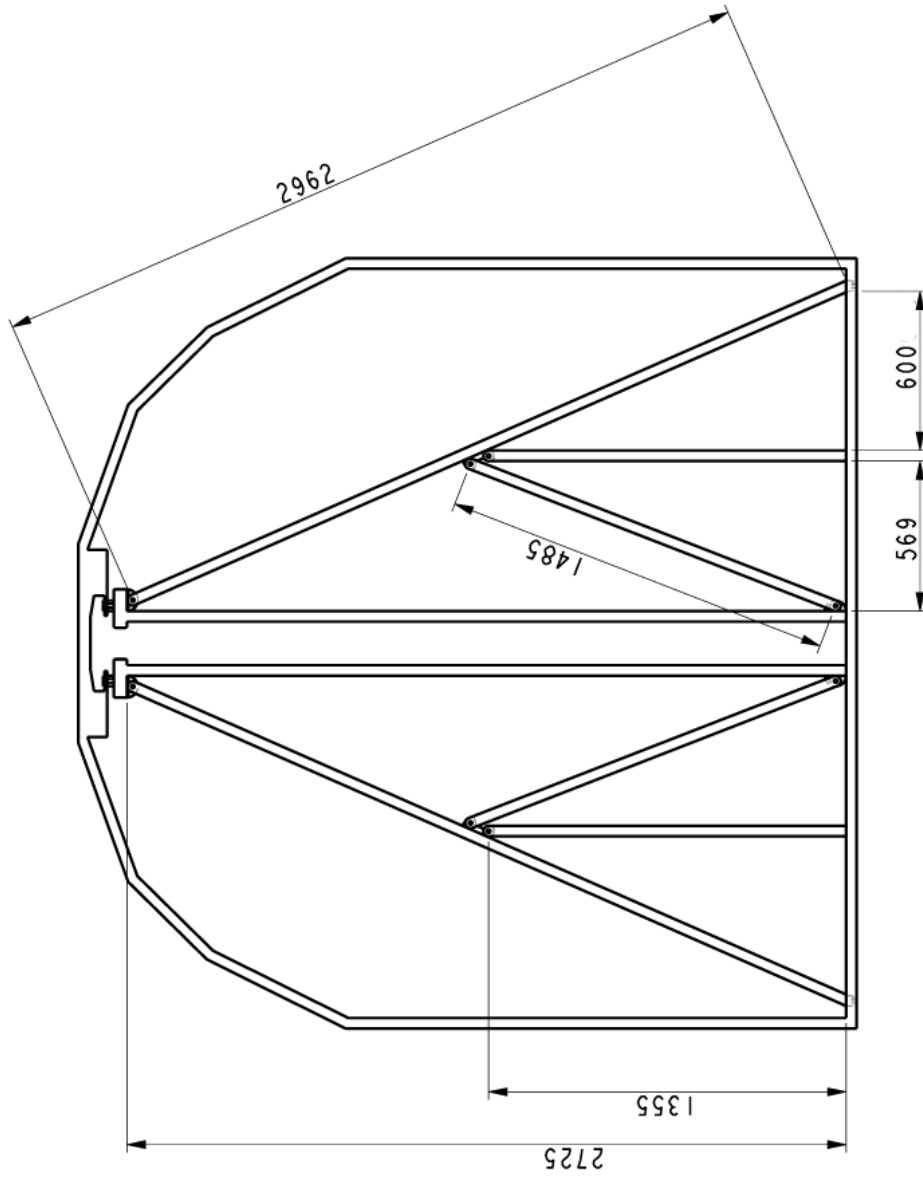
Bilaga 1

Kriterier	Förslag									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Användarvänlighet	0	0	0	-	0	-	0	-	0	-
Funktion	0	-	-	0	0	-	0	0	0	0
Kompabilitet	0	+	0	+	0	+	0	0	0	0
Motståndskraft	0	-	-	0	0	-	0	0	0	0
Tillverkning	0	+	+	0	-	0	0	-	-	0
Uttrymeskrav	0	+	+	+	0	+	0	+	+	+
Summa	0	1	0	1	-1	-1	0	-1	0	0
Rank	2	1	2	1	3	3	2	3	2	2

Bilaga 2

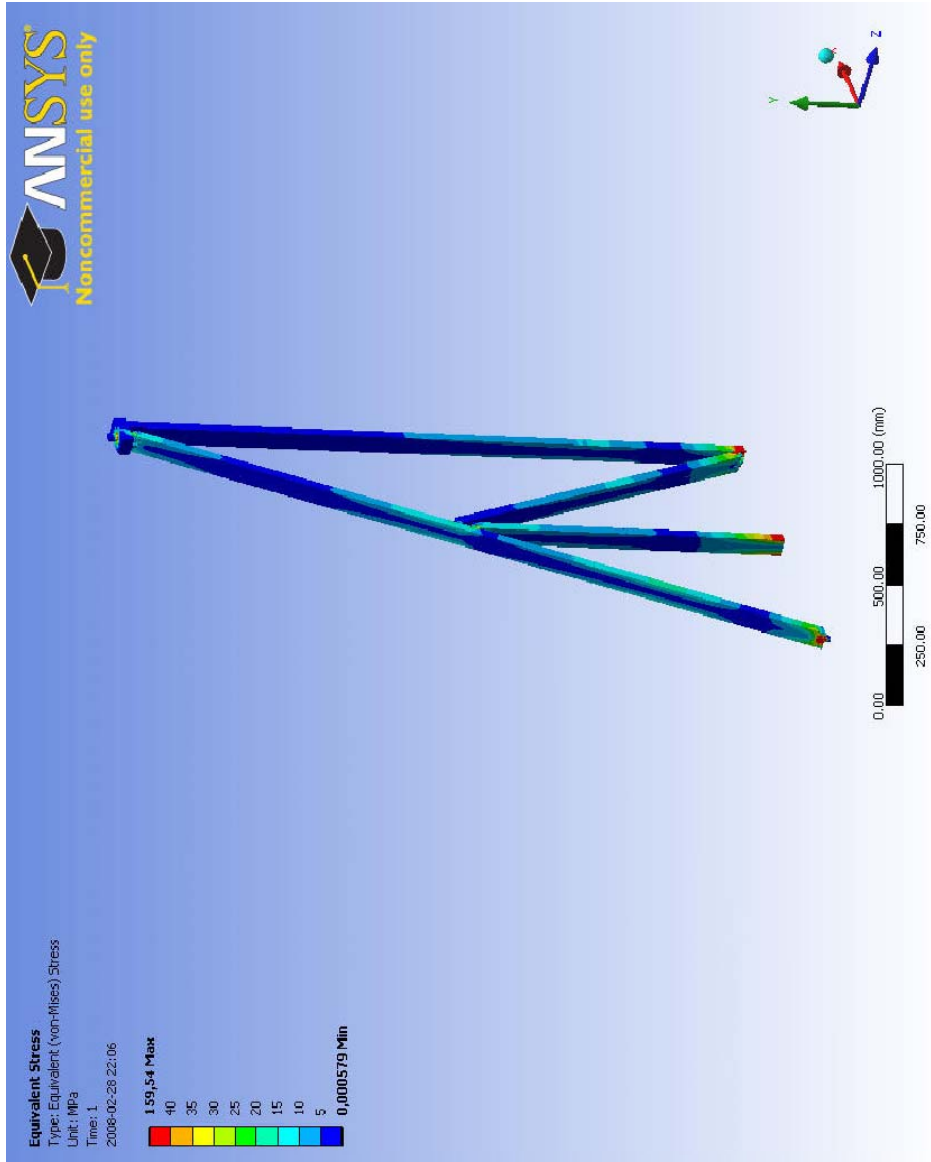
Kriterier	Vikt	Koncept					
		A - Skiljevägg		DJ - Ledade stötor		I - Rullvägg	
		Betyg	Viktat resultat	Betyg	Viktat resultat	Betyg	Viktat resultat
Användarvänlighet							
Antal moment	4%	3	0,12	2	0,08	2	0,08
Arbetsbelastning	4%	3	0,12	3	0,12	2	0,08
Hanterbarhet	4%	3	0,12	3	0,12	2	0,08
Tidsåtgång	4%	3	0,12	2	0,08	2	0,08
Dimensioner							
Utrymneskrav (inaktiv)	12%	3	0,36	5	0,6	4	0,48
Utrymneskrav (aktiv)	6%	3	0,18	3	0,18	4	0,24
Vikt	12%	3	0,36	4	0,48	2	0,24
Funktion							
Blockering av last	10%	3	0,3	2	0,2	3	0,3
Höpfällning	10%	3	0,3	5	0,5	4	0,4
Lastprofilsfyllnad	5%	3	0,15	2	0,1	3	0,15
Hållbarhet							
Hållfasthet	5%	3	0,15	3	0,15	3	0,15
Infästning	5%	3	0,15	2	0,1	4	0,2
Livslängd	5%	3	0,15	4	0,2	2	0,1
Kompatibilitet							
Efterinstallation i befintlig utrustning	4%	3	0,12	3	0,12	2	0,08
Användning av redan existerande utrustning	4%	3	0,12	3	0,12	2	0,08
Tillverkning							
Komplexitet	3%	3	0,09	4	0,12	2	0,06
Standardkomponenter	3%	3	0,09	4	0,12	2	0,06
Total poäng							
			3		3,39		2,86
Ranking							
			2		1		3

Bilaga 3

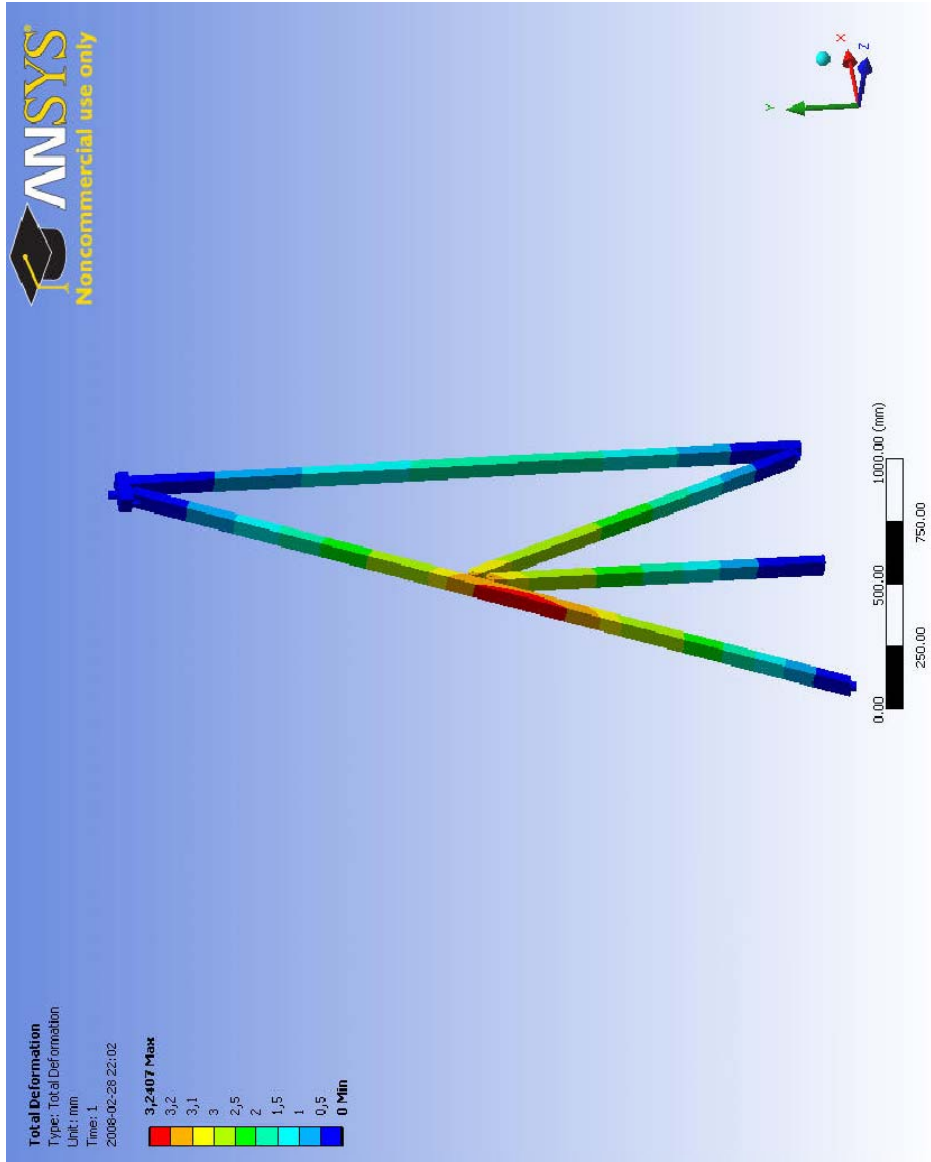


(Mått i millimeter)

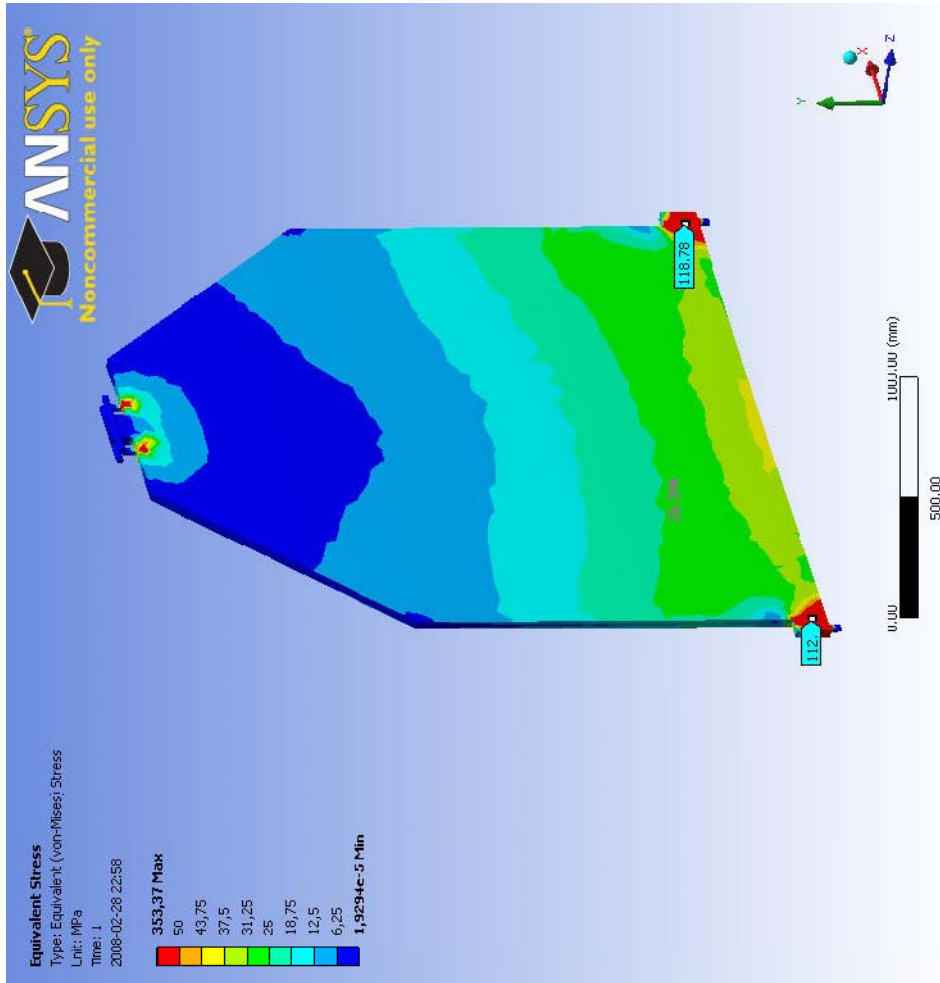
Bilaga 4



Bilaga 5



Bilaga 6



Bilaga 7

