

Volvo 2040: Framtidens kylsystem har aldrig varit Coolare

Innovativt kombinerat kylsystem för framtidens lastbil och trailer

Kandidatarbete inom Teknisk Design

Josef Asal
Matilda Ekblad
Axel Feldt
Maja Svärd
Victoria Wallenfeldt
Jacob Walter

KANDIDATARBETE 2024

Volvo 2040: Framtidens kylsystem har aldrig varit Coolare

Ett innovativt kombinerat kylsystem för framtidens lastbil och trailer

Josef Asal
Matilda Ekblad
Axel Feldt
Maja Svärd
Victoria Wallenfeldt
Jacob Walter



CHALMERS

Institutionen för industri- och materialvetenskap
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg 2024

Volvo 2040: Framtidens kylsystem har aldrig varit Coolare
Innovativt kombinerat kylsystem för framtidens lastbil och trailer
Josef Asal
Matilda Ekblad
Axel Feldt
Maja Svärd
Victoria Wallenfeldt
Jacob Walter

© Josef Asal, Matilda Ekblad, Axel Feldt, Maja Svärd, Victoria Wallenfeldt, Jacob Walter, 2024.

Handledare: Siw Eriksson, Doktorand vid Design & Human Factors
Examinator: Lars Ola Bligård, Industrial and Materials Science

Kandidatarbete 2024
Institutionen för industri- och materialvetenskap
Chalmers Tekniska Högskola
SE-412 96 Göteborg
Telefon +46 31 772 1000

Erkännanden, dedikationer och liknande personliga uttalanden återspeglar författarens egna åsikter.

Omslagsbild: En visualisering av kylsystemet i lastbilen.

Skriven i L^AT_EX
Göteborg, Sverige 2024

Förord

På uppdrag av Volvo Group har detta kandidatarbete, under våren 2024 utförts på Chalmers Tekniska Högskola under institutionen industri- och materialvetenskap (Teknisk Design). Arbetet genomfördes av 6 studenter från civilingenjörsprogrammen Automation och Mekatronik, Maskinteknik och Teknisk Design.

Vi skulle vilja uttrycka vår tacksamhet till de som har bidragit till att göra detta arbete möjligt.

Först och främst vill vi tacka vår uppdragsgivare Volvo Group, som har gjort detta arbete möjligt samt våra uppdragsgivare Martin Claesson och Jens Nordberg. Deras engagemang och intresse har varit otroligt stöttande och varje möte med dem har drivit oss framåt under arbetets gång.

Vi vill även tacka vår handledare Siw Eriksson som har bidragit med positiv energi, vägledning och råd på hur vi borde tänka och jobba. Varje möte med Siw fick hon oss att tänka igenom vår process och få en bättre bild över den, detta är vi enormt tacksamma för.

Slutligen vill vi tacka vår examinator, Lars-Ola Bilgård, som har bidragit med hjälpsam information och råd under arbetsprocessen.

Tack så mycket!

Abstract

A major challenge for the company of Volvo Group is the evolving technology, as well as remaining relevant in relation to their competitors' progress and their customers' increasing expectations. As of now more and more new competitors are posing a challenge that Volvo Group previously didn't have to consider. As a result of this, Volvo Group is expressing a desire to widen their market to stay at the forefront and meet both current and future customers' demands. The purpose of the project is to explore new areas where Volvo Group can enhance its competitiveness by creating innovative and sustainable solutions relevant to the year 2040. Volvo Group mainly sought after a solution that has a direct link to their current business, but at the same time isn't a further developed version of something they already offer.

The purpose is to explore new areas where Volvo Group can strengthen its competitiveness by developing innovative and sustainable concepts relevant to the year 2040.

Based on the performed research, it was apparent that within cold chain transportation there's a lot of waste, and there are possibilities within this field for Volvo Group to expand.

The final concept that was created is an integrated cooling system in the truck which is able to control the temperature in both the cab and the trailer. Instead of having a system which controls the cab's temperature, and another, external, system that controls the temperature of the trailer they're merged as one. The energy source for the system would be the trucks' own battery instead of a diesel engine (which is currently in use). Additionally, the system is more lightweight than the current systems which makes it cheaper for the customer in the long run.

This concept isn't fully developed, and would need more development before Volvo Group would be able to offer it as a part of their product.

Sammanfattning

Denna rapport har sammanställts för att, på uppdrag av Volvo Group, analysera och utvärdera olika strategiska möjligheter för företagets framtida tillväxt och hållbarhet. Med fokus på marknadsutveckling, teknologisk innovation och hållbarhet har detta arbete undersökt olika scenarier och rekommendationer för att möta de utmaningar och möjligheter Volvo Group står inför inom den globala fordonsindustrin.

En stor utmaning Volvo Group står inför är att anpassa sig efter den allt snabbare teknologiska utvecklingen och att förbli relevant gentemot konkurrenternas framsteg och kundernas ökade förväntningar. Allt fler konkurrenter dyker upp kontinuerligt, konkurrenter som Volvo Group inte tidigare behövt ta hänsyn till. De nya företagen härstammar främst från länder som Kina där teknikutvecklingen sker snabbt och marknaden är stark.

Utöver detta identifieras de stora tech-bolagen som Google och Microsoft som stora konkurrenter då de sitter på teknologin och resurserna att, likt Amazon, utveckla lastbilar som är bättre anpassade till just deras behov, vilket därmed eliminerar behovet att förlita sig på Volvo Groups lastbilar. Därför behöver Volvo Group bredda sina vyer för att ligga i framkant för att identifiera och uppfylla, inte bara de krav som ställs idag, men även de krav som kan ställas av kunderna i framtiden.

Projektets syfte är att utforska nya områden där Volvo Group kan stärka sin konkurrenskraft genom att utveckla innovativa och hållbara koncept med relevans år 2040. Företaget eftersökte främst ett koncept som har en direkt koppling till deras nuvarande verksamhet, men som inte är en direkt vidareutveckling av deras redan existerande produkter. Istället önskade de bryta ny mark och utforska möjligheterna till att expandera verksamheten med produkter eller tjänster som är relaterade till deras lastbilar.

Resultatet av detta arbete är ett koncept för ett integrerat, elektriskt kylsystem som reglerar temperaturen av trailer, hytt, batteri och motor under transport av temperaturkänsliga varor. Implementeringen av detta system besparar Volvo Groups kunder kostnaden, vikten och tiden som det hade inneburit att installera ett externt kylsystem.

Executive summary

This report has been compiled to analyze and evaluate various strategic opportunities to empower sustainable, economical growth for Volvo Group. With a focus on market development, technological innovations, and sustainability, this project has explored different scenarios and recommendations to address the challenges and opportunities within the global automotive industry and its future. Since its founding in the 1920's, The Volvo Group has developed the company into one of the main actors on the global market regarding trucks, buses and construction equipment.

In recent years, the pace of technological development has increased remarkably and the escalation does not appear to be coming to a halt anytime soon. Alternative energy sources, digitalization and autonomous vehicles are only some of the areas where the prerequisites change daily and keeping up with the new technology as well as competitors is essential for a company to remain relevant as clients' expectations consistently rise. The purpose of this Bachelor Thesis was therefore to explore new areas where Volvo Group can strengthen its competitiveness by developing innovative and sustainable concepts relevant to the year 2040.

The first stage of the project was to research and pinpoint areas in which there was potential for Volvo Group to expand their business. Therefore 17 of the companies most significant industrial verticals were researched. Industrial vertical is what the Volvo Group calls their customer segments, such as agriculture, lumber and forestry, construction. Initially, a superficial research was conducted with the goal to gain an overview of the industrial verticals. This was done to establish which segments arose most interest and appeared to have most potential so that those who did not could be excluded in an early stage.

After this initial stage of research, 12 of the 17 industrial verticals were winnowed out with the remaining ones being Rental and Leasing, Hydrogen energy, Healthcare and Pharmaceuticals, Building and Construction and Logistics. Following this, the five remaining verticals were more thoroughly researched.

The work continued by further narrowing down the amount of relevant verticals until, eventually, the last two verticals remained. These were Hydrogen energy and Healthcare and Pharmaceuticals. Hydrogen energy was eventually ruled out since it didn't spark any new ideas and insufficient available information was found for this vertical.

In the final remaining industrial vertical, Healthcare and Pharmaceuticals, the focus fell on the existing problems within this field. A conspicuous problem within this field turned out to be the transport of products that need to be kept under a certain temperature, mainly cold temperatures. This led the work to zero in on the cold chain.

The cold chain is a system which purpose is to maintain the temperature a product requires while in transportation from where it was produced to where it's going to be consumed. The chain involves refrigerated storages during transit.

After the decision of focusing on cold chains was made, the phase of generating ideas of possible products began. Several ideas were drafted and through discussion with Volvo Group the decision was made to move forward with the concept of an integrated cooling system for the truck. A system that would cool the trailer to desired temperatures as well as regulate the temperature of the drivers' cabin and the mechanical components of the truck.

The cooling system is to be implemented in electric trucks, using the battery of the truck instead of relying on its own energy source as it does today. The concept remains in its conceptual phase and is not yet ready to be produced as further research and calculations are required before and implementation of such a system would be possible to realize.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Syfte och frågeställning	1
2	Slutresultat	3
3	Bakgrund och framtidprognos	5
3.1	Förklaring av industrivertikaler	5
3.2	Spekulativ design	5
3.3	The Futures Cone Model	5
3.4	Brainstorming	6
3.5	6-3-5 Brainwriting	6
3.6	Six Thinking Hats	6
3.7	Framtidens spekulering om lastbilar	7
3.8	Kylkedjor idag och i framtiden	7
3.9	Dagens temperaturregleringssystem i lastbilar	8
3.10	Förklaring av värmepumpssystem	9
4	Genomförande och tillvägagångssätt	11
4.1	Datainsamling	11
4.2	Val av vertikaler	11
4.3	Den definierade kontexten för projektet	12
4.4	Idégenerering	13
4.5	Konceptgenerering	14
4.6	Konceptutveckling	14
5	Resultat	15
5.1	Isolerade smarta förpackningslådor	15
5.2	Solcell-trailer	16
5.3	Justerbart däcktryck	17
5.4	Förbättrad isolering	18
5.5	Slutkoncept: Det integrerade kylsystemet	19
6	Diskussion	23
6.1	Konceptets utmaningar	23
6.2	Samhälleliga och etiska aspekter	24
6.3	Utvärdering av slutkonceptet och arbetsgången	25
6.4	Otillräcklig information	25
7	Slutsatser	27
8	Källförteckning	29
9	Bilagor	31
9.1	Brief från Volvo Group	31
9.2	Problemidentifiering	32
9.3	Kravspecifikation	33
9.4	Fler vyer av CAD-modellen	34
9.5	Frågor som användes vid litteraturstudier	35

1 Inledning

Volvo Group är en framstående aktör inom fordonsindustrin med en stark global närvaro. Detta arbete har genomförts på uppdrag av Volvo Group med fokus på lastbilar. Koncernen Volvo Group inkluderar företag som Renault Trucks, Mack Trucks och Volvo Trucks med flera. Volvo Group, med Volvo Trucks som kärna, har en omfattande produktportfölj som bidrar till företagets framgångar inom fordonsindustrin. Denna portfölj omfattar bland annat grävmaskiner, dumprar, bussar, lastbilar och till och med båtmotorer (Volvo Group, 2023.). Företaget har historia av innovation och teknik, vilket har bidragit till dess marknadsframgång. Volvo Groups expertis inom teknik och forskning ger dem en betydande konkurrensfördel när det gäller att utveckla framtidens fordonslösningar. Trots sina styrkor står företaget inför en rad utmaningar inom den framtida fordonsbranschen, såsom ökade krav på hållbarhet och miljövänlighet. År 2040 förväntas mycket av världen vara elektrifierad, vilket utgör en central utmaning och möjlighet för Volvo Group att utveckla fordon som inte bara är energieffektiva utan också har lång räckvidd (Volvo Group, 2024).

I den snabbt föränderliga affärsvärlden står etablerade företag som Volvo Group inför utmaningen att balansera traditionellt framgångsrika koncept med en strävan efter innovation och anpassning till ny teknologi. Samtidigt som de behöver hantera utmaningen att förbli relevant gentemot konkurrenternas framsteg och kundernas ökade förväntningar. Denna utmaning har lett till att många tidigare marknadsdominerande företag, trots sin erfarenhet, har förlorat sin position på marknaden till nya aktörer. Dessa nya aktörer har inte nödvändigtvis mer resurser eller nyare teknologi, men är ofta bättre på att adaptera sig efter de nya förutsättningarna. Särskilt kommer konkurrenterna från länder som Kina, där teknikutvecklingen är snabb och marknaden är stor. Dessutom identifieras stora teknikföretag som Apple och Google som betydande konkurrenter, eftersom de har resurserna att utveckla lastbilar som är bättre anpassade efter deras behov, som argumenteras i breven från Volvo Group i bilagor under 9.1.

Det finns även möjligheter och en uttryckt önskan från arbetsgivarna att Volvo Group ska expandera sin verksamhet utanför den nuvarande bransch. För företaget är det därför viktigt att forska kring marknadstrender och konkurrerande företags verksamhet och planer för att i ett tidigt stadie identifiera potentiella affärsmöjligheter. För Volvo Group är det relevant att arbeta utifrån ett tekniskt perspektiv då de utforskar den framtida teknologiska innovationen och dess påverkan på transportindustrin, då detta är en betydande del av deras verksamhet. Genom att hitta nya innovativa lösningar för Volvo Group kan de diversifiera sig på marknaden och minska risken för att bli utkonkurrerade på den snabbt föränderliga marknaden. Detta kan uppnås genom att bredda perspektiven och utforska andra potentiella områden som Volvo Group kan engagera sig i.

1.1 Syfte och frågeställning

Syftet med detta projekt är att undersöka vilka nya områden som skulle kunna stödja Volvo Groups konkurrenskraft med framtida, innovativa och hållbara koncept till år 2040. Projektet strävar efter att förstå utmaningarna inom fordonsindustrin och att identifiera möjliga lösningar. Genom att undersöka framtid och dess behov syftar projektet till att vägleda Volvo Group mot en framgångsrik och hållbar framtid.

Målet är att ta del av fordonsindustrins utveckling och att identifiera specifika problemområden och möjligheter för Volvo Group att utvecklas inom. Genom att fokusera på att förstå framtidens utmaningar och behov syftar projektet till att positionera Volvo Group som en ledande aktör inom fordonsindustrin år 2040.

Projektet utgick från följande frågeställningar:

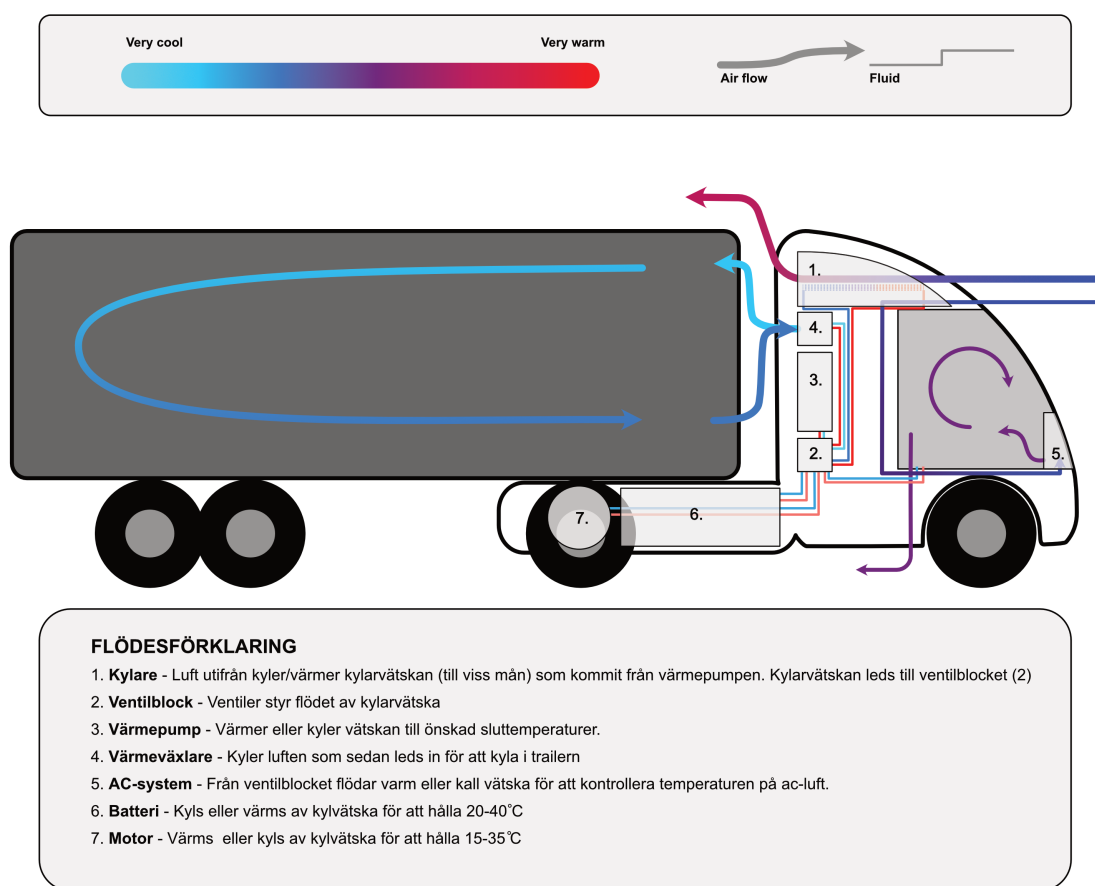
Hur ser framtiden för fordonsindustrin ut år 2040 och hur skiljer den sig från idag?

Vilka affärsområden (s.k industrivertikaler) inom Volvo Group är mest lovande för framtida tillväxt?

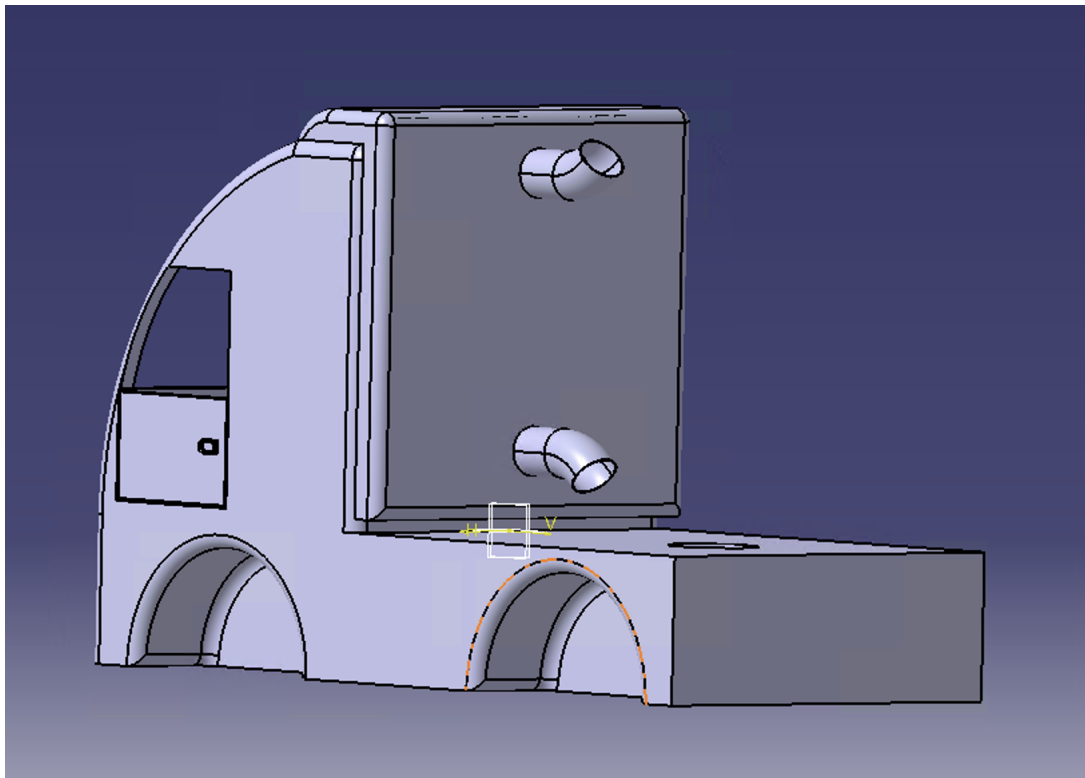
Hur kan ett koncept formuleras som möter de identifierade framtida behoven?

2 Slutresultat

Projektets slutresultat utgörs av en konceptbeskrivning av ett system som reglerar temperatur av en elektrisk lastbilshytt, batteri och motor men även trailer, se figur 13. Kylsystemet som redan finns i lastbilen dimensioneras upp för att kunna hantera kylningsbehoven för både lastbil och trailer och kan därmed utnyttja spillvärme eller kyla. I samband med denna förändring omlokaliseras även hela systemet till ryggen på lastbilens chassi för bättre paketering, enklare montering och för att minimera energiförluster. Effektiviteten ökas genom att varm eller kall kylarvätska transporteras till andra delar av lastbilen och nyttjas där. Till exempel skapas överskottsvarme vid kylning av trailern vilken kan användas för att värma andra komponenter i lastbilen såsom hytt eller maskinella komponenter vars effektivitet optimeras vid olika temperaturer. Kylningen av trailern sker genom att luft kyls i lastbilen och transporteras genom rör och fläktar till trailern. Luften cirkulerar mellan trailer och kylning i ett slutet system som illustreras i figur 1. I figur 14 har hörnen runt hytten och kylsystemet rundats med en 'edgefillet'-funktion i Catia. Detta för att tydligare illustrera var aggregatet kommer att vara positionerat, men, i verkligheten kommer detta inte att vara noterbart utifrån. Systemet och hytten är därmed en och samma modul, ej separata. I trailern placeras temperaturmätningssinstrument som kommunicerar med lastbilen för att kunna övervaka, logga och reglera temperaturen. Systemet förklaras mer utförligt under kapitel 5.5.



Figur 1: 2D visualisering av systemet och dess luftflöden skapad i programmet Affinity.



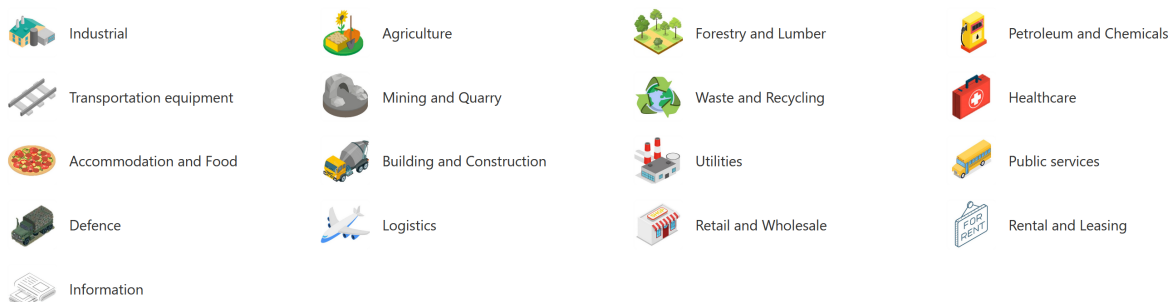
Figur 2: Bakvy av CAD lastbilskonception

3 Bakgrund och framtidprognos

Denna rapport har baserats på framtidsprognoser med en utgångspunkt i år 2040, med avsikt att analysera möjliga trender, utmaningar och möjligheter för Volvo Group att utvidga sin verksamhet. Under arbetets gång identifierades kylkedjor som ett relevant segment för utveckling baserade på nuvarande och förväntade förändringar i teknologi, samhälle, ekonomi och miljö. I detta kapitel förklaras centrala begrepp som är väsentliga för förståelsen av rapporten.

3.1 Förklaring av industrivertikaler

Volvo Group har en omfattande kundbas som sträcker sig över flera branscher och områden. Dessa områden, eller kundsegment, är vad Volvo Group refererar till som "vertikaler" eller "industrivertikaler" och de är menade att återspegla en komplett bild av de olika samhällsområden som på något vis nyttjar Volvo Groups produkter. Detta kan vara produkter som lastbilar, konstruktionsmaskiner eller någon av de andra tjänster som Volvo Group erbjuder. Dessa kunders framtida behov och krav måste tas i beaktning av Volvo Group för att de ska förbli trogna kunder och företaget ska kunna bibehålla den marknadskraft de har idag. Därför har projektet valt att fokusera på de olika vertikaler inom Volvo Group som grundläggande referenspunkter eftersom deras behov och krav starkast påverkar framgången av företagens produkter. De vertikaler som Volvo Group har kartlagt som deras viktigaste kundsegment listas nedan, se Figur 3.



Figur 3: Volvo Groups olika industrivertikaler. (Volvo Group, 2024). Återgiven med tillstånd.

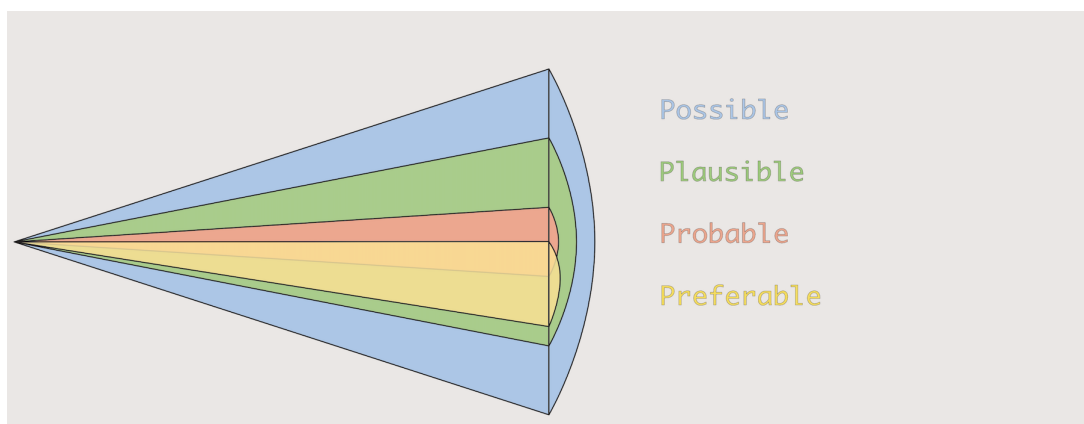
3.2 Spekulativ design

Spekulativ design är en form av design där alternativa framtider och nutider gestaltas och utvärderas genom design. Syftet är sällan att designa en användbar produkt utan snarare att, genom konkreta designförslag, utmana uppfattningar kring vad som är möjligt och önskvärt i en framtid, med avseende på faktorer som kultur, miljö och teknologi. Dessa designförslag ska erbjuda inspiration och uppmana till vidare spekulering och diskussion, som i sin tur kan leda till nya idéer. Eftersom resultatet av spekulativ design inte har som fokus att resultera i en fungerande lösning är gränserna mellan vad som är möjligt och omöjligt inte relevanta. Därför uppmanas designern att lägga dessa åsikter åt sidan för att istället ge utrymme åt kreativitet (Dunne och Raby, 2013).

3.3 The Futures Cone Model

The Futures Cone Model, även kallad "The cone of plausibility", "The plausibility Cone" eller "The four P's" är ett visualiseringsverktyg som ofta används vid spekulativ design och för arbeten med en lång tidsram, se Figur 4. Verktöget används för att formulera ett ramverk kring vad som är "possible, plausible, probable and preferable" inom ett bestämt antal år, med avseende på bland andra ekonomiska, politiska, sociala och teknologiska förändringar. De fyra abstraktionsnivåerna hjälper designern att analysera hur eventuella lösningar förhåller sig till vad som kan antas vara genomförbart. Den vänstra änden av x-axeln återspeglar dagsläget, medan en

ökande position åt höger motsvarar en länge inblick in i framtiden. Utrymmet för vad som är möjligt ökar alltså desto längre in i framtiden som projektet blickar. Den yttersta ramen "Possible" rymmer allt antas vara möjligt. Alla teoretiska framtider och förutsättningar som kan vara möjliga. De behöver inte vara rimliga eller sannolika men de måste anses möjliga i förhållande till de rådande omständigheterna. Inom denna kon omfattas även de mindre konerna som representerar det snävare mängderna framtider som anses "Plausible" och "Probable". Med plausible menas ungefär vad som ligger inom ramen av det som är rimligt, inte nödvändigtvis förväntat men inte orimligt sett till dagsläget. Den innersta konen "Probable", vilket skulle kunna översättas till "sannolik", omfattar de förväntade framtiderna. Förutsatt att inte oväntade händelser inträffar som förändrar förutsättningarna drastiskt, kommer dessa omständigheter med stor sannolikhet att råda. Den önskvärda abstraktionsnivån, "preferable", anses ofta ligga mellan probable och och plausible men detta kan variera beroende på syftet med arbetet (Dunne och Raby, 2013).



Figur 4: The Cone Model

3.4 Brainstorming

Brainstorming är en idégenereringsmetod som används för att på kort tid producera så många idéer som möjligt. En mötesledare öppnar sessionen genom att ställa deltagarna en fråga kring vilken diskussion sedan tillåts flöda fritt. Det är viktigt att samtalet hålls i ett öppet klimat utan kritik för att inte hämma kreativitet. Idéerna antecknas löpande och återbesöks eventuellt i en andra omgång av brainstorming för vidareutveckling (Hjelm-Lidholm och Heber, 2018).

3.5 6-3-5 Brainwriting

Även detta är en form av brainstormingsteknik, men istället för att en fri diskussion förs öppet, sitter var och en av deltagarna tysta med ett papper och idégenererar för sig själva. På pappret finns problemställningar formulerade och det är varje deltagares uppgift att på fem minuter nedteckna tre lösningar. Pappret skickas sedan vidare till personen bredvid, som under kommande fem minuter skall vidareutveckla idéerna. Detta upprepas tills papprena roterat ett varv. Efter att varvet avslutas presenteras de olika koncepten och diskuteras öppet i gruppen. Namnet härstammar från att det vanligen är sex deltagare, att tre idéer skall utvecklas per papper och att deltagarna har fem minuter på sig (Hjelm-Lidholm och Heber, 2018).

3.6 Six Thinking Hats

Denna brainstormingsteknik utgår ifrån att deltagarna sätter sig in i olika roller med specifika synvinklar, och under diskussionen argumenterar utifrån sin roll. Metoden syftar till att analysera idéer och koncept på ett sätt som systematiskt säkerställer att alla perspektiv får utrymme genom att tilldela varje perspektiv till en person. Det minskar också potentiella spänningar som kan uppkomma då gruppmedlemmar ifrågasätter varandras idéer eftersom det då är deras specifika uppdrag att ifrågasätta. (Hjelm-Lidholm och Heber, 2018) Metoden utförst genom att alla gruppmedlemmar sätter på sig varsin hatt, eller något som symboliserar dess roll. Varje hatt har

sin egen färg som representerar ett sätt att tänka på. Det finns sex olika hattar, den vita hatten fokuserar på den existerande faktan och vilken fakta som behövs. Den svarta hatten fokuserar på att identifiera eventuella problem och svårigheter. Den röda hatten har individens känslor, magkänsla och intuition i fokus. Den gröna hatten fokuserar på kreativitet, möjligheter och innovativa lösningar. För den gula hatten är positivitet i fokus, individen ska vara så optimistisk som möjligt. Den sista hatten, den blåa, håller koll på processen, på vad som ska göras och vad nästa steg ska vara. Med dessa olika synvinklar på problemområdet stimuleras en grupps innovation och tvingar medlemmarna att tänka i olika spår än vad de vanligtvis inte hade gjort.

3.7 Framtidens spekulering om lastbilar

I den kontinuerliga utvecklingen av lastbilar ligger ständigt fokuset på att förutse och tillgodose framtida trender och behov. En central fråga är hur dessa fordon kan anpassas för att möta framtida krav från både användaren och samhället i stort. Konsekventa önskemål har varit förbättring av förarens arbetsmiljö med avseende på bekvämlighet och ökad säkerhet. Exempelvis skulle detta kunna realiseras genom en förstorad vindruta vilket medför ett utökat synfält och minskade blindområde. Denna åtgärd är avsedd att förbättra förarens medvetenhet om omgivande trafik och därigenom minska risken för olyckor (Volvo Group, 2021).

Utöver synfältet är även lastbilens axeltryck en aspekt som måste tas till hänsyn. Genom att optimera fördelningen vikt på fordonets hjulaxlar kan manövrerbarheten av fordonet förbättras samtidigt som påfrestningen på vägen minskas. Denna strategi strävar inte bara efter att öka lastbilens prestanda, utan även att minska dess negativa påverkan på miljön (Rubulis, 2022).

Även transportsektorn står inför en avgörande förändring. Den globala strävan att minska koldioxidutsläpp och bekämpa klimatförändringarna driver övergången till eldrivna fordon. Lastbilar är en av de största källorna till utsläpp inom transportsektorn varför det är viktigt att övergången sker även i här (Naturvårdsverket, 2019). Drivkrafterna bakom denna övergång kommer bland annat från striktare miljöregler, sjunkande batterikostnader, förbättrad batteriprestanda och snabba teknologiska framsteg (Sandström, J. 2021).

Genom att ta hänsyn till dessa faktorer i den framtida utformningen av lastbilar, kan tillverkare som Volvo Group säkerställa att deras fordon fortsätter att möta både kundernas förväntningar och de nya krav som ställs av en föränderlig värld.

Eftersom hytten utgör förarens hem under färd är det viktigt att även ta förarens behov och välmående i hytten i övervägande. Detta innefattar delvis att säkerställa att hyttens volym inte blir avsevärt mindre men också att ljudföroreningarna hålls till ett minimum. I synnerhet är ljudnivån kritisk under förarens raster och sovtid för att inte orsaka huvudvärk, nedsatt koncentration eller försämrad sömn (Folkhälsomyndigheten, 2019).

Till en början antogs framtidens lastbilar vara autonoma och därmed att lastbilarnas utformning kunde utformas därefter. Senare fattades dock ett beslut i samråd med uppdragsgivarna på Volvo Group, att det är troligt för lastbilarna att inte vara helt autonoma till 2040. Detta antagande gör att samtliga koncept istället anpassades efter förardrivna lastbilar.

3.8 Kylkedjor idag och i framtiden

Inom logistiksektorn och transportsektorn är kylkedjor en väsentlig komponent för transport av temperaturkänsliga varor. Kylkedjor hanterar transporten av produkter som kräver kontrollerade temperaturförhållanden under hela transportprocessen. Dessa varor spänner över flera sektorer och inkluderar livsmedel såsom mejeriprodukter, kött, fisk, frukt, grönsaker, samt läkemedel och andra temperaturkänsliga produkter. Se Figur 5 för en visualisering av kylkedjan.



Figur 5: En visualisering av kylkedjan

Under 2022 var den totala läkemedelsmarknaden värd omkring 1200 miljarder dollar (TLV, 2023), där kylkedjeläkemedel stod för 384 miljarder dollar eller 32 % av den totala summan av läkemedelsindustrin (Lutzmayer, 2023). Några av de vanliga läkemedel som behöver kylas under transport är vacciner, glaukom ögondroppar, aerosolspray för astma, insulin och biologiska produkter såsom blodkomponenter och vävnad. Generellt rekommenderas en förvaringstemperatur på 2° till 8° för dessa läkemedel, men där vissa läkemedel till exempel Pfizers covid-19-vaccin kräver en förvaringstemperatur på -80° . Det är av yttersta vikt att förvara läkemedel vid dess specifika temperatur för att bibehålla dess egenskaper och effektivitet (Warnke, 2019).

Läkemedelsindustrin har på grund av brister i temperaturkontrollerad under transport betydande förluster, som uppskattas till cirka 35 miljarder dollar årligen. Förluster som inte bara negativt påverkar företagets ekonomi, utan även omfattar problem som produktslöseri, ersättningskostnader och misslyckad behandling. (Allianz Care, 2019). Kylkedjelogistik spelar en avgörande roll för att bevara produktkvalité och medför de också miljöutmaningar. Kylning är en energikrävande process och bidrar därför till stora växthusgasutsläpp (Fuchs, 2024).

Det finns flera utmaningar med hanteringen av kylkedjelogistik, bland annat utrustningshaveri, stor värmeexponering, mänskliga fel, höga kostnader och skadade varor. Utmaningar som understryker vikten av investeringar i teknikbaserad logistik för att minska risker och säkerställa snabba ingripanden i realtid (Fortune Business Insights, 2024.). Ytterligare ett exempel på utmaning med kylkedjelogistik är när det gäller att hantera svinn under transport. Globalt sett går ungefär en tredjedel av de livsmedel som transporteras genom kylkedjan förlorade. Detta är betydande förluster och beror på bristen på förmåga att garantera en fulländning kylkedja och där av produkternas kvalitet (Booker and Swift, 2003).

Utöver detta resulterar svinn under transport även i ökat matavfall, vilket i sin tur utgör en belastning på samhället. Matavfall anses bidra med 8-10% av världens totala utsläpp av växthusgaser. Att minska denna förlust är därmed kritiskt för både kunderna samt planetens framtida hållbarhet (Spiske, 2021).

Den Globala marknaden för kylkedjor befinner sig på en stark uppåtgående trend, från \$242.39 miljarder dollar år 2021 till uppskattningsvis 647.5 miljarder år 2028, vilket ger en årlig tillväxt på 15.1%. Ökad efterfrågan förväntas fortsätta växa efter 2028 och fram till 2040 och innebär att betydelsen av kylkedjor kommer att växa fram till 2040. Denna tillväxt drivs av olika faktorer, främst den ökade efterfrågan på livsmedel i samband med en ökad betoning av kvalitét på livsmedel jorden runt (Brimichgroup, 2016.). Kylkedjor förutspås därmed få en växande roll i samhället och med nuvarande metoder skulle det medföra en betydande belastning på miljön. Detta betonar behovet av att utveckla mer hållbara lösningar inom branschen, för att minska framtida förluster (Fortune Business Insights, 2024).

3.9 Dagens temperaturregleringssystem i lastbilar

Temperaturregleringssystem i lastbilen för kylda transporter delas i dagsläget upp i två olika användningsområden, trailerkylning respektive lastbilens värmereglerande system. Detta involverar ofta flera olika system med varierande design för att värma och tillhandahålla luftkonditionering för lastbilshytter, kyla drivenheten samt

för att kyla trailrar.

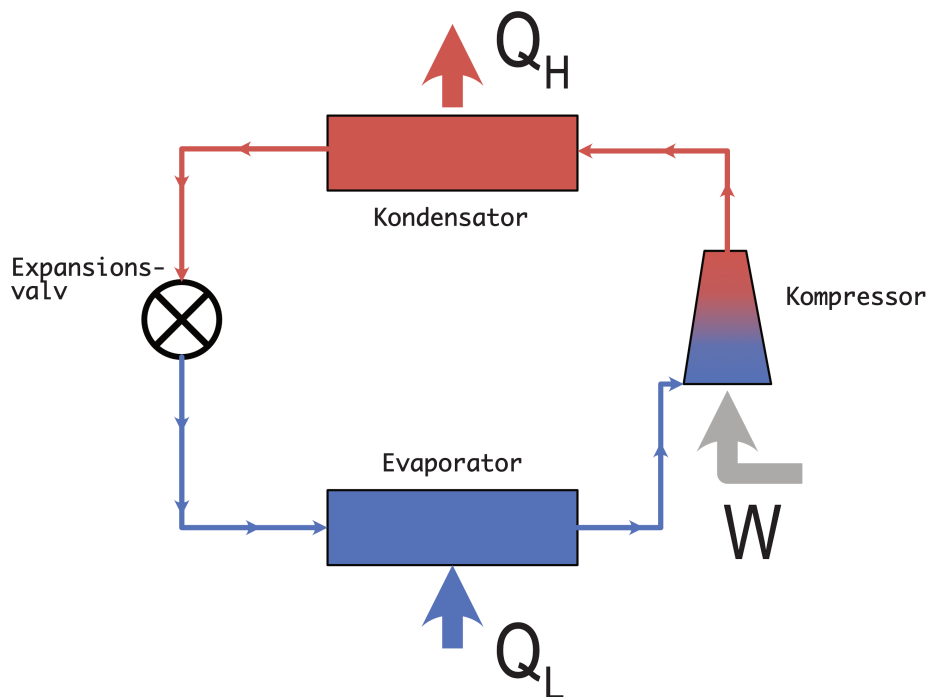
Det temperaturreglerande systemet i dagens elektriska lastbilar varierar mellan företag till företag. Elektriska lastbilar som bygger på konventionella diesel chassin använder sig av ett AC-system och en direktverkande elvärmare för att reglera hytt temperaturen. Batteriet värms på samma sätt med ett el element men motorn och batteriet kyls likt en dieselmotor idag med kylarvätska som kyls av luften i en radiator, enligt Volvo Group (Steele, 2015).

Vissa lastbilar som är designade för el från början byter istället ut AC-systemet och el elementet mot en värmepump som uppfyller syftet mer effektivt, framförallt för att reglera temperaturen i hytten. Kylning av motorn och batteriet sker ofta fortfarande på samma sätt (Weber, 2023).

Ett kylsystem för trailers, fungerar på ett liknande vis, men är konstruerat för att kyla större utrymmen och hantera en större mängd last. Dock lite större, och mer ingående, där kylningen här utförs av ett inbyggt köldmedie (vanligtvis R-404A eller liknande), för att skapa kyla. Vilket görs genom att avlägsna värme från lastutrymmet genom en förångare där köldmediet avdunstar och kyler luften. Följt av en kondensator som istället avlägsnar värme från köldmediet, genom att kondensera vätskan till vätska igen (Thermo King, 2024).

3.10 Förklaring av värmepumpsystem

Systemet för kylning syftar till att reglera temperaturen genom en värmepump. Nedan förklaras systemets funktion, liksom figur som illustreras i Figur 6.



Figur 6: Det termodynamiska Systemet, en egendesigad bild inspirerad av (Karla Martinez, 2018).

Detta system inleds med kompressionen av en kylvätska, vanligtvis ett köldmedium som freon, vars tryck ökar, resulterande i en ökning av mediets temperatur och inre energi, i och med att arbetet tillförts systemet

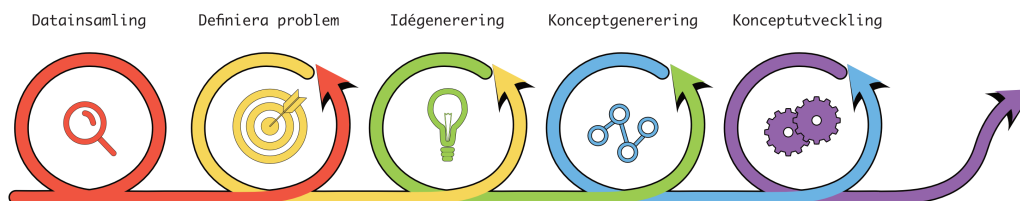
Efter kompressionen leds det högtrycks komprimerade köldmediet genom en kondensor. I detta stadie avger köldmediet värme till omgivningen och kondenserar mediet till en vätska. Under denna process minskar temperaturen på köldmediet, vilket resulterar i en minskning av dess inre energi

Den kondenserade vätskan leds därefter genom en expansionsventil, där dess tryck och temperatur minskar. En expansion som resulterar i att en del av köldmediet förångas till gas återigen. Vid denna expansion absorberar köldmediet värme från omgivningen, vilket sedan kyls av inför cykelns sista skede

Den förångade gasen leds därefter genom en förångare, där den absorberar värme från det kalla utrymmet i behov av kylning. Genom att absorbera värme från det kalla utrymmet förångas köldmediet helt till gasform igen och tar bort värmen från området, resulterande i den önskade kylningseffekten (Karla Martinez, 2018).

4 Genomförande och tillvägagångssätt

I detta kapitel kommer varje fas av arbetets utveckling att beskrivas samt tillvägagångssättet som används. Genomförandet kan visualiseras med hjälp av figur 7, som skildrar arbetets olika faser, datainsamling, definiera problem, idégenerering, konceptgenerering samt konceptutveckling. Genomförandet har bestått av en iterativ process där arbetet har förflyttat sig fram och tillbaka mellan olika faser för att identifiera och utveckla nya lösningar.



Figur 7: Egendesignad bild av arbetsgången (Monday Blog, 2023.)

4.1 Datainsamling

Branschen som Volvo Group är verksam inom är både omfattande och tekniskt avancerad. För att identifiera brister och utveckla nya innovativa lösningar krävs därför en bred förståelse av företagets verksamhet och produkter. Således kretsade det initiala arbetet till stor del kring litteraturstudier om Volvo Groups visioner för framtiden, samt konkurrerande företag existerande verksamhet och framtida planer. Litteraturstudien delades upp i två delar, den första delen bestod av formulerade frågor (se bilaga 9.5). Frågor som skickades ut till relevanta företag, som på något vis berör eller kommer i kontakt med kylkedjor, i syfte att konkretisera problemområdena. Den andra delen av litteraturstudien innefattade forskning och sökning efter fakta internt. Vidare gjordes efterforskningar kring nya tekniska trender och framsteg inom såväl lastbilsmarknaden som närliggande branscher som till exempel bilindustrin och energisektorn.

4.2 Val av vertikaler

Med vägledning från Volvo riktade arbetet sig mot att utforska de 17 givna industrivertikalerna 3.1, för att bedöma vilka områden som kan vara relevanta för Volvo Group att utvidga sin verksamhet inom. I detta skede tillhandahölls material från Volvo för att erhålla en översikt inom ämnet, samt ge en inblick på Volvo Groups framtidsvision utifrån dessa vertikaler. Utöver detta används även internt sökningar och kontakter med företag relevanta för diverse vertikal för att bredda kunskapen.

I det inledande skedet granskades varje vertikals relevans för forskningsämnet. I detta skede uteslöts flera vertikaler baserat på en rad olika kriterier. Kriterier som grundade sig i bland annat begränsad framtidspotential, tack vare exempelvis den pågående digitaliseringen som minskar behovet av fysisk media (tidningar), eller rådande samhällstrender som det minskade beroendet av fossila bränslen. Andra kriterier som nyttjades för urval, inkluderade utmaningar med tillgång till information, komplexa etiska ställningstagande eller ekonomiska/logistiska utmaningar. Slutligen ansågs vissa sektorer enligt uppdragsgivarna på Volvo Group redan vara föremål för pågående arbete internt på företaget och ansågs därför ej fördelaktiga för fortsatt forskning.

Den initiala sällningen resulterade i 6 kvarstående vertikaler; sjukvård, uthyrning och leasing, avfall och återvinning, byggnad och konstruktion, vätgas som drivmedel och slutligen logistik. Logistik ansågs vara en såpass bred vertikal som hanteras av resterande vertikaler och ansågs därför som ett övergripande arbete att analysera.

Anledningen till valet av dessa vertikaler i detta skede var att det ansågs att dessa vertikaler har mest potential för Volvo Group att utvecklas inom.

Sållningens andra skede genomfördes i samråd med Volvo Group, för att säkerställa att valt område är i enlighet med Volvo Groups vision för arbetet. Volvo Group meddelade i detta skede vilka vertikaler företaget redan aktivt jobbar med, samt vilka vertikaler dem ansåg mindre relevanta för fortsatt forskning. Denna slutliga sållning resulterade i två kvarstående vertikaler; sjukvård med huvudfokus på kylkedjan, samt vätgas som drivmedel, båda dessa gick vidare till projektets nästa skede.

För att hitta hållbara innovativa lösningar krävdes det att det fanns grundliga kunskaper inom de valda vertikaler. Litteraturstudier som 9.5 användes för att samla information från företag relaterade till de valda vertikaler. Artificiell intelligens nyttjades för att generera och hitta olika problem kring de två valda vertikaler. AI nyttjades även i samråd med utomstående källor för en mer omfattande bild av valda vertikaler.

Delar av arbetet utfördes på Volvo Groups kontor där genom kontinuerliga veckomöten prövades idéer som tagits fram under veckornas arbete. Detta bidrog till givande diskussioner vid sållningen av vertikaler, vilket slutligen ledde fram till den slutgiltiga vertikalen som blev det centrala fokuset för projektet.

4.2.1 Kontakt av företag

Efter beslutet att fokusera på de två industrivertikalerna; väte och kylkedjan, kontaktades upp till 50 företag för att få information kring hur det ser ut angående dessa i dagsläget. Kontakten var i form av mejl som skickades till de företag som hade mejladresser och de som kvarstod ringdes. Ett tiotal av mejlen besvarades. När det kom till vätgasindustrin var inget av de insamlade svaren till någon vidare betydande insikt eller användbarhet för projektets syfte. De allra flesta kontaktförsöken förblev obesvarade. I de få fall med svar, var svaren väldigt korta och informationslösa och bidrog därför inte till rapporten.

Kontakten med kylkedjan resulterade i fler svar än den med väte. Samtliga svar grundade sig i att företaget inte alls kände igen sig i siffrorna på kylkedje förlusterna uppemot en tredjedel. Företagen menade istället att de knappt upplevde några problem eller förluster alls med kylkedjan, och att de förluster som uppkommer är minimala och inte alls i närheten av en tredjedel.

De företag som svarade med mer än att det inte fanns några problem fick ett flertal frågor ämnade att hjälpa till vid identifieringen av problemområdet. Dessa frågor kan hittas i bilagorna under 9.5.

4.2.2 Beslutet att fokusera på kylkedjan

Beslutet att välja en vertikal att fokusera på baserades på vad gruppen och Volvo Group såg som mest intressant, samt hur mycket information som fanns att tillgå. Efter svårigheter att kontakta företag inom vätgas industrin och att omfattade forskning redan görs på Volvo Group, kunde det konstateras att inga nya idéer kunde genereras för att främja Volvos integrering av vätgasmarknaden.

Inom kylkedjan fanns redan ett större intresse från både gruppen såväl som Volvo Group, samt att det fanns mer information från företag. En analys av dagsläget och förväntade framtida betydelse inom kylkedjan (detta diskuteras närmare i avsnitt 3.8) utfördes. Efter detta kunde det konstateras att omfattningen av kylkedjor förväntas öka och därmed även de ekonomiska intresset. På grund av detta togs beslutet att endast fortsätta arbeta vidare med vertikalen kylkedjor.

4.3 Den definierade kontexten för projektet

Produkten är ämnad att brukas år 2040 och vilka omständigheter som kommer råda då kan inte preciseras med säkerhet. Likväl, även om kontexten inte kan fastställas med säkerhet måste en kontext definieras för att beslut kring produkten ska kunna fattas. För detta användes The Futures Cone Model 3.3. Besluten baserades på en blandning av information kring Volvo Groups framtidsvisioner för sina lastbilar som erhöles av uppdragsgivarna

och information från datainsamlingsfasen. Datainsamlingen skedde, liksom arbetet i helhet, iterativt och ny data samlades in löpande under projektet.

Beslutet att utgå från att produkten ska designas för att interagera med elektriska lastbilar fattades framförallt baserat på insikt från uppdragsgivarna på Volvo Group. Detsamma gäller för bilden av hur lastbilarna kommer vara utformade i övrigt såsom den droppformade hytten och förstörade vindrutan.

Visionen för hur Volvo Groups lastbilar kommer vara konstruerade år 2040 innefattar omplacering av batteri och övriga driftkomponenter till chassits botten. Således frigörs utrymme i hytten vilket konceptet utnyttjar till att rymma flertalet av kylsystemets beståndsdelar. Vidare har projektet förmodat att majoriteten av lastbilarna år 2040 kommer vara förardrivna vilket har medfört att människan tagits i beaktning vad gäller utformning och placering på kylsystemet.

Vidare förväntades tillväxten av kylda transporter följa de prognoser som studerades under datainsamlingen. Dessa visade på en lovande tillväxt vilket medförde att arbetet upplevdes vara relevant och ha stor potential att bli framgångsrikt. Även eventuella lagar diskuterades såsom begränsningar för större fordons framkomlighet i tätorter och förbud mot drivmedel som diesel. Dock ansågs lagarna generellt ha liten negativ inverkan, eller rent av en positiv inverkan på projektets framgång. Därför beslutades det att förbise eventuella lagändringar.

Flertalet av besluten kring vad som är possible, plausible, probable och preferable har justerats under arbetets gång då ny information uppdragats men de huvudsakliga punkterna har förblivit permanenta under arbetets gång. Även om det funnits en medvetenhet att förutsättningarna inte nödvändigtvis kommer stämma med de förväntade omständigheterna har modellen tjänat sitt syfte i att fastställa ett ramverk och en gemensam utgångspunkt för arbetet.

4.4 Idégenerering

Uppdraget var att finna innovativa lösningar som skulle kunna resultera i affärsmöjligheter för år 2040 och använda ett spekulativt förhållningssätt till uppdraget och idéer. Vilka behov och tekniker som kommer vara aktuella så långt in i framtiden går enbart att spekulera kring och idérymden kunde därför inte begränsas till den teknologi som finns tillgängligt i dagsläget, då detta hade kunnat innebära att lösningen skulle hinna bli utdaterad innan den nått marknaden. Idéer som i dagsläget framstår som orealiserbara tilläts därför ta större plats i diskussioner och vid idégenerering än vad de hade fått om den avsedda kontexten varit dagens marknad och inte marknaden år 2040.

Innan idégenereringen för koncept påbörjades utfördes en problemgenerering. Denna syftade till att identifiera vilka problem som kylkedjetransporter har i dagsläget och troligen kommer stå inför i framtiden för att ge en tydlig bild av vilka problem konceptet ska syfta till att lösa. Problemgenereringen utfördes som en brainstorming där möjliga problem antecknades på en whiteboard och en öppen diskussion fördes kring dessa problem. En karta över de olika identifierade problemen kan hittas i bilagor under 9.2 Flertalet av svårigheterna som diskuterades hade sitt ursprung i de föregående idégenereringsfaserna medan andra identifierades av gruppen. Under processen nyttjades även AI-verktyget ChatGPT med frågor likt "Vilka möjliga problem finns med kylkedjetransporter?". Den information som anskaffades denna väg granskades genom ny informationssökning och för att säkerställa att uppgifterna stämde.

De identifierade problemen användes sedan som grund till den efterföljande idégenereringsfasen för att generera lösningsförslag. Under denna fas utnyttjades ännu en gång brainstorming och ChatGPT på liknande vis som i problemgenereringen. Denna gång användes dock också metoden 6-3-5 Brainwriting. Frågeställningarna som användes var bland annat hur energiförluster relaterade till kylda transporter kunde minskas, vilka alternativa kylmetoder som kunde användas och hur logistik för kylda transporter kunde förbättras.

Sedan projektets start hade spontana idéer organsikt dykt upp kring hur Volvo Group skulle kunna behålla sin konkurrenskraft på marknaden och dessa återbesöktes i denna fas. Vissa hade uppkommit i ett tidigt skede då få riktlinjer för arbetet hade etablerats och var därför inte kopplade till kylkedjetransporter. Även dessa

diskuterades dock på nytt för att undersöka huruvida de kunde kombineras med de lösningar som tagits fram under idégenereringsfasen. Bland dessa hörde idén med att kunna justera däcktrycket under färd för att anpassa friktion efter väglag. Även om många av lösningarna till viss del hade förlorat sin relevans då projektets riktat in sig på kylkedjor, gav diskussionen kring dem möjligheten att öppna upp för annorlunda förslag och höja idérymden. Exempelvis diskuterades även idéer som uthyrningstjänster, skåpbilar och hur lastbilarnas yttre kunde designas om.

Ideérna som genererats presenterades och diskuterades sedan med uppdragsgivarna på Volvo Group. Under diskussionens gång utvecklades även en ny lösning som tidigare enbart diskuterats kortfattat. Idén var att kombinera kylsystemet för trailer och lastbil och var de som senare skulle visa sig leda till den slutgiltiga lösningen. Uppdragsgivarna uppgav att detta koncept var mest intressant och relevant för Volvo Group men handledaren upplyste om att det för kandidatarbetets syfte var viktigt att sökningen efter fler koncept fortgick. Av denna anledning gick arbetet vidare in i nästa fas, syntesen, med målet att både vidareutveckla det integrerade kylsystemet och övriga lösningsförslag.

4.5 Konceptgenerering

I konceptgenereringsfasen sammanställdes resultatet från idéereringen och enskilda idéer kombinerades och vidareutvecklades för att forma koncept. Genom att kombinera idéerna med varandra på diverse olika sätt skapades ett flertal olika konceptidéer.

Dessa jämfördes och värderades sedan utifrån parametrar såsom styrkor, svagheter, nytta, nytänkande och relevans för uppdraget. Syftet med detta var att hitta vilka koncept som hade mest potential och identifiera behov för vidareutveckling. De valda parametrarna som koncepten utvärderades utifrån var inspirerade från de olika rollerna i six thinking hats men istället för varje deltagare hade en roll diskuterades varje synvinkel av alla deltagare.

Koncepten sammanställdes sedan och enkla, fysiska skisser producerades för att konkretisera koncepten och upptäcka samt reda ut eventuella oklarheter. Snart efter detta presenterades de fyra starkaste koncepten för övriga projektgrupper i delredovisning två. De koncept som prioriterades var det kombinerade kylsystemet för lastbil och trailer, att placera solceller på ovansidan av trailern, en bättre isolerad trailer som nyttjar samma teknik som termosar och, slutligen, isolerade och smartaförpackningslådor. Presentationen resulterade framförallt i feedback angående de smarta lådorna som visade sig generera mest intresse bland åhörarna.

4.6 Konceptutveckling

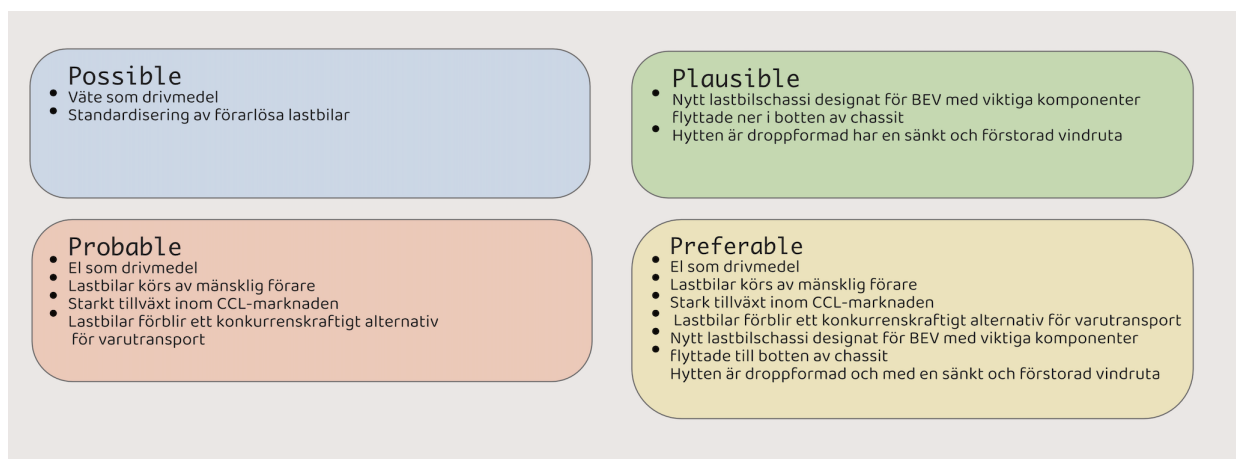
I detta skede diskuterades koncepten med uppdragsgivarna på Volvo Group, varje koncept utvärderades kort och tills slut gjordes valet att endast fortsätta med konceptet med ett integrerat kylsystem i lastbilen. Anledningen till detta var att uppdragsgivarna såg stor potential i detta koncept för framtida fordon. Efter detta möte lades all fokus på att utveckla konceptet och definiera de parametrar som var möjliga att definiera inom den aktuella tidsramen.

En anställd på Volvo Group med expertis inom kylsystemet och driftkomponenterna kontaktades för att få bättre insikt i hur Volvo Group jobbar med detta i dagsläget. Efter detta steg skapades en kravspecifikation, där olika krav och önskemål definierades utefter lagar och behoven hos både driftkomponenterna, hytt och trailern. Utefter kravspecifikationen gjordes enkla beräkningar för att få en uppfattning om trailerns termodynamik. En examinerator inom termodynamik kontaktades även för att diskutera de beräkningar som genomfördes.

Efter detta analyserades existerande lastbilskarosser för att enklare visualisera hur kylsystemet fysiskt kan implementeras i eller på lastbilen. Med hjälp av detta skissades systemet upp i kombination med lastbilen och de olika beståndsdelarna av systemet placerades ut. Det undersöktes även om det fanns ett värde att använda systemet för att kyla fler komponenter i lastbilen, såsom bromsar, men det ansågs inte värt ur ett kostnadsperspektiv. Slutligen diskuterades isoleringsmaterial för slangar och om det eventuellt kunde erbjudas ett komplementerande "isoleringskit" som enkelt kan appliceras på trailerns tak och väggar.

5 Resultat

Genom de tidigare presenterade idégenereringsmetoderna, utforskades flera olika infallsvinklar på problemet. Ett flertal potentiella lösningar framfördes som alla på ett eller annat vis adresserade kärnproblemet, att förbättra kylkedjan. Dessa lösningar krävde därefter en sällning, där de mest realiserbara och effektiva alternativen identifierades. Denna process inkluderade en bedömning av varje lösning utifrån dess tekniska genomförbarhet, kostnadseffektivitet och överensstämmelse med Volvo Groups strategiska mål. Liknande alternativ ställdes mot varandra, för att undvika dubletter. I detta skede nyttjades även konmodellen för bedömningen av koncept, visualiserat i figur 8.



Figur 8: Results från konmodellen

Efter denna utvärdering fastställdes slutligen fem konkreta koncept var och en med sin unika förmåga att effektivt hantera problemet på ett framgångsrikt sätt. Nedan presenteras en översikt över samtliga koncept: Isolerade smarta förpackningslådor, solcell-trailer, justerbart däcktryck, förbättrad isolering och integrerat kylsystem.

Av de fem framtagna koncepten krävdes återigen ett beslut om vilket koncept som ansågs mest fördelaktigt för vidare utveckling av Volvo Group. Varje koncept medför sina för- och nackdelar, och diskussion inom gruppen såväl som med handledare och uppdragsgivarna på Volvo Group utfördes för att säkerställa att det mest fördelaktiga alternativet valdes. Nedan presenteras samtliga koncept, följt av en inblick i diskussionen av varje koncept, och varför utvecklingen av varje koncept avslutades eller gick vidare till nästa skede.

5.1 Isolerade smarta förpackningslådor

Isolerade smarta förpackningslådor, är kylbara och isolerade behållare med temperaturövervakning och spårbarhet som är ideala för transport av känsligare varor. Det integrerade konceptet erbjuder flera funktioner som är avgörande för förbättringen av kyllogistiken inom transportindustrin. Det inkluderar möjligheten att kyla innehållet, isolera produkten, dokumentera temperaturnivåer och anpassa efter europallar för lätt transport. Produkten är även avsedd att erbjuda GPS-spårning för ökad kontroll och spårbarhet. Fördelarna med detta koncept är främst att den möjliggör för specifik kylning av enbart lådan, istället för hela trailern och därav minska energiförbrukningen. Förpackningslådan kan erbjuda kontinuerlig övervakning av plats och temperatur, samtidigt som den kan öka garantin av bibehållen produktkvalité genom hela färden. Dess flexibilitet sträcker sig inte endast ut över flera olika typer av trailers och lastbilar, men även andra fordon utan isoleringsförmåga, samtidigt som den möjliggör en stressfri på- och avlastning till följd av den kvarhållna temperaturen i lådan. Dessa aspekter gör lådan till en mångsidig lösning med flera fördelar för förbättringen av kyllogistiken. En AI genererad visualisering på hur konceptet skulle kunna se ut syns i figur 9.



Figur 9: AI genererad bild på isolerad smart låda. (Gencraft, 2024).

En fördel med konceptet är att dess funktionalitet inte är beroende av själva fordonet och blir således kompatibel med samtliga fordonstyper. Därmed möjliggörs användningen av konceptet även för last mile transporter i områden med bristfällig infrastruktur där mindre fordon såsom motorcyklar och mindre bilar är vanliga. Dock är denna fördel också en nackdel när det kommer till projektets syfte. Volvo Group eftersöker ett koncept nära relaterat till deras nuvarande produkter, och konceptet med isolerade smarta förpackningslådor ligger för långt bort från Volvo Groups nuvarande arbetsområde. Av dessa skäl ansågs inte konceptet lämpligt att vidareutveckling.

5.2 Solcell-trailer

Detta koncept grundar sig i att placera solceller på trailerns översida, för att generera energi som kan nyttjas i trailern för kyltransport. Konceptet erbjuder flera fördelar för kyllogistiken inom transportindustrin. Systemet funkar även bra under principen att under den varmaste tiden på dygnet kräver kylningen mer energi. Då det vanligtvis är sol när det är som varmast, genererar solpanelerna då störst mängd energi. Solcellerna kan även kopplas till lastbilens batteri för att lagra energi om det genereras mer energi än vad som går åt, vilket ger lastbilen en längre räckvidd. I samband med det ständigt ökade inflytandet av solceller på samhället och dess konstanta förbättring i effektivitet, kan detta vara en fördelaktig lösning till år 2040. I figur 10 visas hur en sådan idé skulle kunna se ut.



Figur 10: Solceller på trailer. Hämtad 2024-05-7, från Sunswap, återgiven med tillåtelse från Sunswap (Sunswap, 2024.).

Detta koncept kräver en omstrukturering av trailern snarare än lastbilen. Volvo Group har inte begränsat till endast lastbilen men har inte heller aktivt uppmuntrat till arbete med trailerkonceptet, eftersom det inte är en bransch som Volvo Group vill utforska i detta skede. Volvo Group har istället uppmuntrat till utvidgning av nuvarande produktion direkt kopplat till själva lastbilen, istället för skapandet av en ny bransch. På grund av detta avfärdas detta koncept.

5.3 Justerbart däcktryck

Justerbart däcktryck är en idé som möjliggör automatisk justering av däcktrycket för att förbättra bränsleeffektiviteten, öka säkerhet och minska risken för däckrelaterade problem under transport. Systemet möjliggörs av att många lastbilar redan har en kompressor för luftfjädringen som ofta står oanvänd. Tidigare har däcktrycket varit ett balans mellan säkerhet och bränsleförbrukning som även varierar relativt mycket beroende på utomhustemperatur och last, se figur 11. Vid motorvägskörning skulle däcken kunna överpumpas något för att minska slitbanan och därmed minska rullmotståndet. Detta hade i ett elfordon ökat räckvidden. Vid kraftig inbromsning skulle däcken tömmas något för att öka friktionen vilket ger en kortare bromssträcka. En annan fördel är att vid potentiell punktering skulle lastbilen kunna fortsätta färd ett tag istället för behöva stanna på vägen.

Detta koncept erbjuder en annorlunda infallsvinkel på problemet. Den längre räckvidden och möjligheten att kunna fortsätta färd efter en punktering kan indirekt förbättra kylkedjeaspekten. Genom längre räckvidd som kan kompensera för ökad energiförbrukning av kylsystemet och öka driftsäkerhet ökar även chansen att lasten klarar sig.



Figur 11: Däcktryckets påverkan på däck, en egendesignad bild inspirerad av (Continental, 2024.)

Detta koncept valdes bort trots dess potential, på grund av att även detta koncept ansågs ligga bortom Volvo Groups nuvarande marknad och produktion. Volvo Group tillverkar för tillfället inte sina egna däck, utan köper in dem från externa företag. Vidare har denna lösning inte en direkt påverkan på det valda problemområdet, kyltransport, utan mer av en indirekt påverkan. Därför sällades även denna lösning bort.

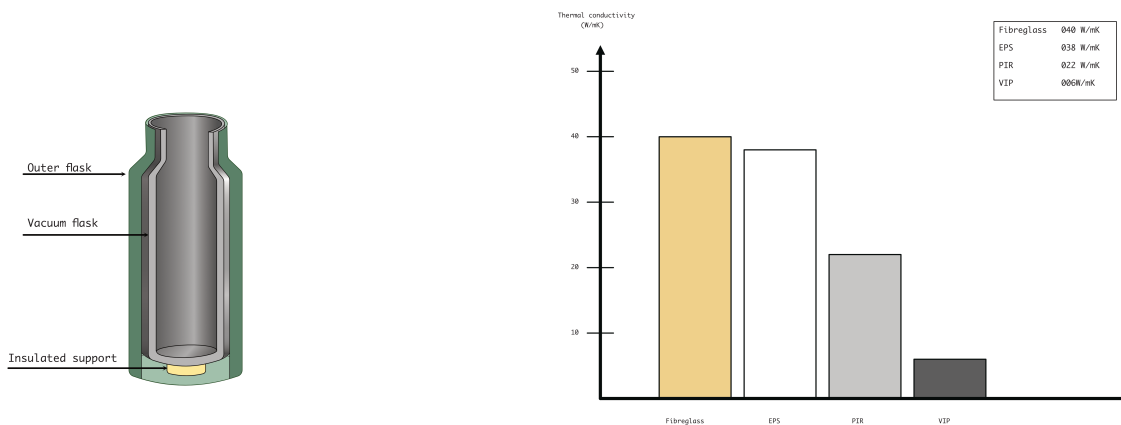
5.4 Förbättrad isolering

För dagens dieseldrivna kylsystem har effektivitet och miljö inte varit en prioritet, men framtiden ställer nya krav på lösningarna. En potentiell lösning på problemet är förbättra isoleringen för att i sin tur minska energiförbrukningen. Lösningen kommer förbättra både miljöaspekten och minska driftkostnader. En annan aspekt är räckvidden hos elektriska lastbilar som kommer att förbättras. Lösningen utnyttjar vakuum som isolering antingen genom vakuumpaneler, som är en porös skiva där luften har sugits ur eller en trailer som byggts likt en termos. En generell fördel med vakuum förutom dess isoleringsförmåga jämfört med andra isoleringsmaterial är dess låga vikt, vilket ökar lastkapaciteten.

Den största fördelen med en trailer lik en termos är den höga isoleringsförmågan som i teorin är oslagbar. En av nackdelarna med lösningen är att formen på trailern måste vara något rundad eller helt cylindrisk för att klara av det höga undertycket. Detta leder till en mindre lastvolym och med största sannolikhet en högre produktionskostnad. En genomskärningsbild på en vanlig termos visar hur väggarna på trailern skulle kunna se ut i figur 12a.

En fördel med vakuumpanelerna är dess goda isoleringsförmåga för dess storlek vilket ger en större lastvolym. Detta visualiseras i figur 12b där vakuumpaneler jämförs med vanliga isoleringsmaterial där alla högar har samma isolerande förmåga men har en drastisk tjockleksskillnad. Nackdelen är att panelerna är relativt dyra och att beroende på konstruktionen av trailern kan glipor uppkomma mellan panelerna.

Även detta koncept riktar sig in på trailer-industrin och inte lastbilen. Därför valdes det bort med samma anledning som konceptet med solceller på trailern.



((a)) Tvärsnitt av en termos, en egendesignad bild inspirerad av (Marshall, B. 2024.)

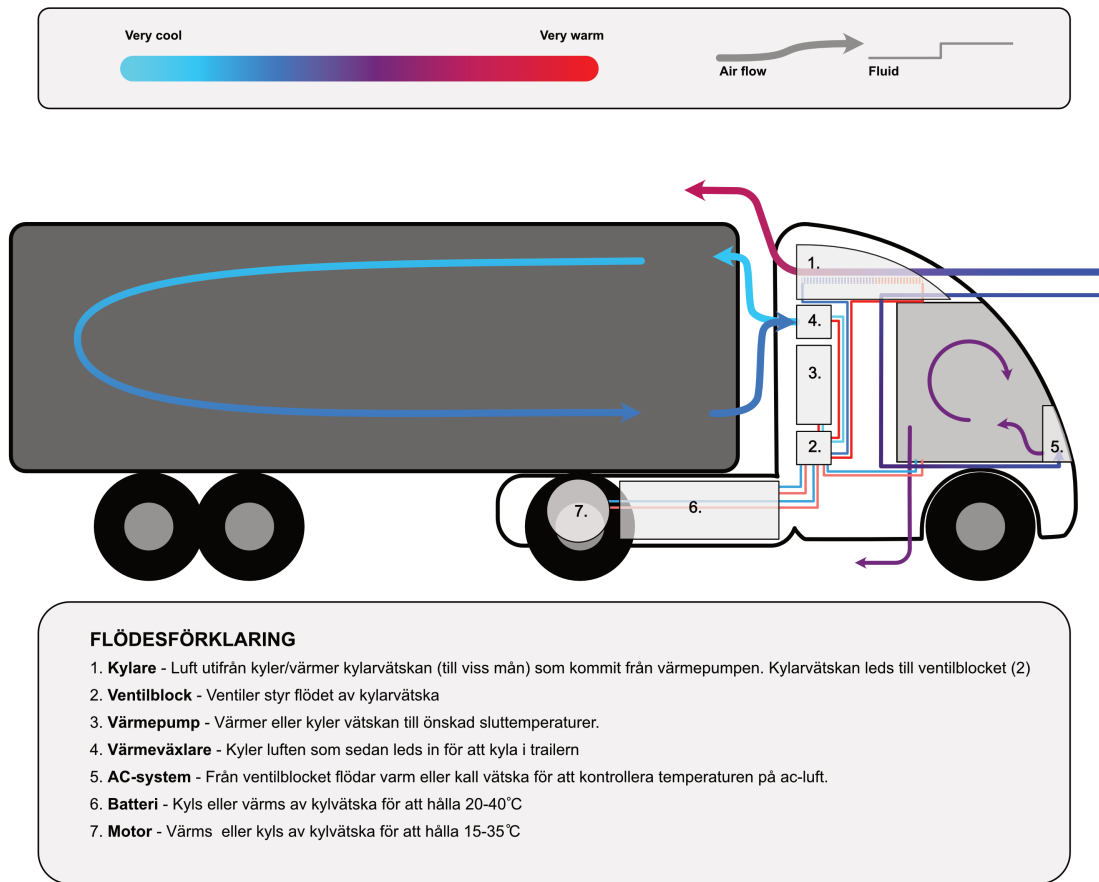
((b)) Värmeledningsförmåga av olika isoleringsmaterial, en egendesignad bild inspirerad av (Accuroof, 2020.)

Figur 12: Olika isoleringsmetoder

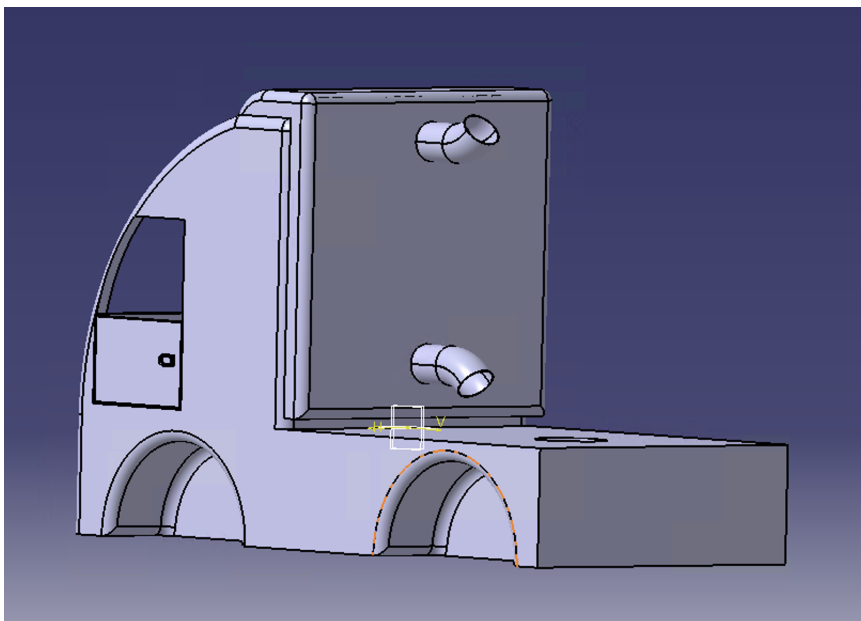
5.5 Slutkoncept: Det integrerade kylsystemet

Det koncept som valdes att gå vidare med är ett integrerat kylsystem som grundar sig i att nyttja det redan befintliga kylsystemet på lastbilen, och integrera ett trailer-kylsystem med detta, så både hytt och trailer kyls av ett och samma system. Ett system med mål att skapa en integrerande och somlös kylkedja från lastbil till leveransdestinationen. Fördelarna med detta koncept är många, och inkluderar möjligheten att göra avtryck på kylmarknaden genom att erbjuda innovativ och omfattande lösning för temperaturkontroll och kyllogistik. Det integrerade systemet siktar på att vara mindre energikrävande och lättare än dagens nyttjande av två separata system. Samtidigt med hjälp av användningen av nyare kylsystem, även optimerad temperaturreglering.

De tidigare koncepten hanterar problemet genom ett försök till att revolutionera marknaden medan konceptet med det integrerade kylsystemet optimerar redan befintliga koncept. Det integrerade kylsystemet erbjuder en pragmatisk vinkel, som tar två redan befintliga system, och i mån om energi- samt kostnadseffektivitet slår ihop dessa. Denna lösning blir därmed mer hanterbar för Volvo Group, och ansågs därför ha störst framtidspotential. Detta system ansågs även kunna erbjuda stor chans för optimerad energieffektivitet, till skillnad från vissa andra koncept. I och med att de andra koncepten erbjöd nya lösningar på problemet, medför det ökad osäkerhet i deras energikrav, medan det föreslagna konceptet helt enkelt slår ihop två redan befintliga koncept och kommer därför med en större säkerhet i dess energinyttjande. Denna lösning var dessutom, till skillnad från flera andra koncept, direkt kopplad till Volvo Groups befintliga verksamhet och har en direkt verkan på problemet. Lösningen har faktorer som gör att det inte krävs en särskild stor utvidgning av företaget, utan mer av en utveckling av redan befintlig produktion. På grund av dessa faktorer anses det integrerade kylsystemet vara det mest gynnsamma alternativet och blir därför det valda slutliga konceptet.



Figur 13: 2D visualisering av systemet och dess luftflöden skapad i programmet Affinity.



Figur 14: Bakvy av CAD lastbilskonception

5.5.1 Designbeslut

För en bättre överblick av konceptet, upprättades en kravspecifikation utifrån olika uppskattningar och beräkningar. De olika kriterierna delades in i olika kategorier för bättre överblick. Därav uppskattas kriteriets vikt och ambitionsnivå i detta skede för att därefter målsättas. Tabellen för kravspecifikationen finns under bilagor 9.3. Ytterligare en faktor som togs till hänsyn vid designen av konceptet, är att fordonsindustrin går emot elektrifiering. Samtidigt som det spekulerades kring alternativa drivmedel såsom väte drogs slutsatsen att det var mest realistiskt att utgå från eldrivna fordon. Beslutet att utgå från att produkten ska designas för att interagera med elektriska lastbilar fattades framförallt baserat på insikt från uppdragsgivarna på Volvo Group. Detsamma gäller för bilden av hur lastbilarna kommer vara utformade i övrigt såsom den droppformade hytten och förstora vindrutan.

Ett problem med det framtagna konceptet är att det ej kan implementeras i dagens lastbilar. I och med att dagens lastbilar är dimensionerade utefter ett mindre kylaggregat kan inte ett större kylaggregat implementeras utan att flera delar av lastbilen designas om. Det som möjliggör användningen av konceptet är dock att konceptet är utvecklat för år 2040. Enligt den kontaktade anställda från Volvo Group med expertis inom kylsystemet och driftkomponenterna ansågs lastbilarna hinna ändras tillräcklig mycket till 2040 för att ge plats för implementeringen av det gemensamma kylaggregatet.

5.5.2 Placering av de olika luftintagen

Placeringen av luftintag för själva kylsystemet är baserad på var den renaste luften förekommer. Då avgaser och vägdamm förekommer vid själva vägen valdes det att luftintaget för lastbilen ska vara längst upp på hytten för att få in så lite orenheter som möjligt. Samt att detta görs för att möjliggöra att hytten flyttas ner närmare marken. Att flytta ner hytten är önskvärt för att underlätta tillträde och förbättra sikten.

Vid själva kylningen av trailern, placeras luftintaget längst upp, längst fram. Det placeras längst upp för att den kylda luften rör sig neråt, medan den varmare luften stiger. Returluften tas sen tillbaka in i lastbilens kylsystem med ett rör längre ner på trailern. Genom detta sker ett kontinuerligt luftflöde. Luftintaget placeras även längst fram på trailern för att undvika att ha en lång slang som leder luften till luftintaget. En lång slang hade lett till att systemet tar upp mer plats och större möjlighet för läckage av kallluft genom slangen.

5.5.3 Komponenter till konceptidéen

Nedan listas de komponenter som behövs på den befintliga lastbilen, för att konceptet ska fungera. En enklare dimensionering av komponenterna har gjorts genom att jämföra dagens existerande produkter från exempelvis Thermo king (Thermo King, 2024) samt enklare uträkningar.

En radiator är likt ett element som används för att avleda och sprida värmeenergi genom konvektion och strålning från ett uppvärmt medium, så som vatten eller kylvätska, till det omgivande utrymmet. I konceptet används radiatoren för att ta eller ge värme från luften till värmepumpen. Komponenten placeras högst upp i fronten på lastbilen. Radiatorn skalas upp jämfört med dagens elektriska lastbilar för att ha kapacitet att föra bort den extra värmen som skapas vid kylning av trailern.

En värmepump är en apparat som överför värme från en källa till en destination med hjälp av en kompressions- eller absorptionscykel för att effektivt värma upp eller kyla ner ett utrymme. I detta koncept använd denna komponent för att kunna kyla luft kallare än omgivningstemperaturen eller i de få scenarion det behövs, effektivt skapa värme. Värmepumpen samt övriga komponenter placeras på "ryggen" av lastbilen. Systemet behöver en maxeffekt på ca 25 kW och en köldmedium vikt på ca 5500 g, för att klara av kylningsbehovet för både trailern och hytten.

Ett ventilblock är en anordning som används för att styra flödet av vätskor eller gaser genom att reglera öppning och stängning av ventiler för att uppnå önskad processkontroll eller systemfunktion. Här sköter blocket vilka komponenter så som hyttens värmeväxlare, trailerns värmeväxlare eller batteriet kylvätskan ska gå till. Det enklaste sättet att förklara värmeblockets funktion är att beskriva olika scenarion där utomhustemperaturen

och lasten temperatur varierar. Hyttemperaturen (ca 22 grader) och batteritemperaturen (ca 30 grader) kan anses vara relativt konstanta

Scenario 1: 10° inomhustemperatur och -10° i trailern: trailern måste kontinuerligt kylas med värmepumpen, värmes som “förs bort” från trailern används för att värma batteriet och kupén

Scenario 2: -10° utomhustemperatur och -10° i trailern: trailern har ungefär samma temperatur som utomhustemperaturen. Istället används värmepumpen för att skapa värme till hytten och batteriet effektivare än direktverkande el.

Scenario 3: 25° utomhus temperatur och 0° i trailern: Både trailern och kupén måste kylas. Batteriet och motorn behöver oftast ingen kylning eller värmning i detta scenario. All överskottsvärme från trailern och hytten skickas till radiatorn.

En värmeväxlare är en apparat som möjliggör överföring av värmeenergi mellan två medier utan att de blandas, vanligtvis genom att låta dem passera genom separata kanaler med en hög värmeöverföringsyta för att uppnå effektiv värmeöverföring. Här kyler värmeväxlaren för trailern ner luften i trailern med den kylda vätskan. Luften i trailern cirkuleras runt för att minska energianvändningen. Luften transporteras mellan lastbilen till trailern med två isolerade slangar, en för tilluft och en för returluft. Slangarna behöver ha en innerdiameter på ca 30 cm för att uppnå en tillräckligt hög luft flödesvolym. Luftflödet uppskattades till 5000 m³/h. Med en utblåsningshastighet på 16 m/s (Thermo King, 2024). Det finns även en värmeväxlare för att reglera hyttens temperatur men denna komponent är oförändrad från lastbilar utan detta system.

Ett interface är en yta där två olika system eller enheter möts och interagerar med varandra för att utbyta information, data eller signaler. Här syftar interface på den fysiska kopplingen mellan trailer och lastbil. Två hål borrar i framsidan på trailern, ett högre och ett lägre. Placeringen på framsidan gjordes på grund av att det ger kortast väg från lastbilen till trailern vilket minskar energianvändningen. Anledningen till att luften placeras högre än returluften beror på den kylda luften har högre densitet vilket ger ett naturligt luftflöde. I varje hål skruvas ett fäste fast. Fästet tillåter byte av slangarna med en typ av bajonettkoppling likt ett som används till släpvagnars elkoppling.

5.5.4 Kombination av avslutade koncept

Det finns delar från de andra framtagna koncepten som kan användas för att vidareutveckla de slutgiltiga konceptet, till exempel att förbättrad isolering kan användas på rören mellan lastbilen och trailern för att minska energianvändningen ytterligare, och erbjudandet av ett isoleringskit. Ett annat koncept som kan vävas in med den integrerade kylningen är dokumentationen av temperaturer från dem isolerade smarta förpackningslådorna. Eftersom lastbilen har tillgång till temperaturen i trailern och är uppkopplad mot internet kan temperaturen loggas och garantera kylkedjan. Genom att utnyttja de tidigare framtagna konceptidéerna kan det slutgiltiga konceptet bli ännu mer robust och effektivt.

6 Diskussion

Syftet med detta kapitel är att diskutera de olika beslut som tagits under arbetets gång, olika utmaningar och potentiella problem som kan förekomma med det framtagna konceptet.

6.1 Konceptets utmaningar

Som med alla nya lösningar kommer även detta koncept troligtvis att ge upphov till nya problem. Genom att identifiera potentiella utmaningar redan nu kan de åtgärdas i ett tidigt stadie och således bespara företaget tid och resurser jämfört med om problemen skulle upptäckas i ett senare utvecklingsstadie. För att kunna bemöta utmaningarna så tidigt som möjligt har konceptets potentiella problem listats och diskuterats nedan. Problem som berör allt från konceptets vikt, pris, hållbarhet, komplexitet samt energikälla. Utöver dessa problem är det rimligt att anta att andra, oförutsägbara utmaningar sannolikt kommer att uppstå då konceptet vidareutvecklas och realiserar.

Det framtagna konceptets vikt, dimension och pris är väsentliga faktorer som kan påverka dess framgång. Ett integrerat kylsystem anses kunna vara lättare än dagens lösning med två separata system, dock vid transport där kylsystemet ej nyttjas, blir det utökade kylsystemet istället en belastning i avseende på både tyngd och storlek. Dessutom är det mer kostsamt för miljö och kund att montera detta omfattande kylsystem på lastbilar som kommer köra icke-temperaturreglerade transporter.

Att utveckla nya produkter innebär också ofta stora investeringar. Delvis på grund av kylsystemets storlek och påverkan på lastbilens element. Konceptets placering förväntas även den öka kostnaden av konceptet, då redan existerande kylsystem har färdigutvecklade komponenter, men för att realisera detta system krävs det eventuellt att nya komponenter utformas.

Gällande komplexitet, i och med att produkten berör flera olika områden av lastbilen skulle vidareutveckling av produkten kräva expertis från flera avdelningar, vilket ökar produktens komplexitet. Själva kylsystemet anses dessutom ha en högre komplexitet, då det kombinerar funktionalitet och ingående delar av vad som tidigare var flera separata kylsystem. Den ökade komplexiteten medför troligtvis en mer avancerad, och därmed mer kostsam montering och försvårar potentiellt reparation och utbyte av trasiga komponenter.

I samband med att systemet delar energikälla med lastbilen, medför det både fördelar och nackdelar. I och med att systemet slipper ha en separat energikälla, minskar i sin tur totalvikten för systemet, men sträckan som lastbilen kan köra mellan laddningar minskar. Det dyker även upp en risk att om batteriet skulle få problem, vilket skulle kunna påverka både lastbil och kylsystem. I dagsläget då systemet för att kyla trailer har en egen energikälla skulle problem med lastbilens energikälla endast påverka lastbilen. Detta gör så att ett problem med energikällan därmed skulle ha större negativ verkan, vilket betonar vikten av regelbundet underhåll av komponenten. Ett mer regelbundet underhåll, som i sin tur kan leda till en ökad total kostnad av produkten.

Ett indirekt problem till komponenten, är att det kan kräva ett annat användarsätt. Trailern nyttjas för tillfället ofta som ett lager. I dagsläget, befinner det sig ett modulärt kylaggregat i lastbilen, som ständigt kan kyla en potentiell last. Detta möjliggör att företaget direkt kan lagra sina produkter in i trailern där dem kyls, i väntan på att trailern blir upphämtad av en lastbil. Med det presenterade konceptet kan trailers inte längre kylas utan lastbilen, och därför kan kylvaror inte längre lagras i dessa trailers, på samma vis.

Konceptet genomfördes med forskning och undersökning av kylsystem. När det blev dags för dimensionering och beräkningar av systemet var tiden begränsad och mer detaljerade beräkningar var därför inte genomförbara. Det genomförda beräkningarna visade sig vara otillräckliga och ansågs orimliga vid jämförelse med andra befintliga kylsystem. Därav valdes beräkningarna att inte användas som belägg i rapporten.

6.1.1 Var uppstår förluster

Ett stort problem till varför förlusterna i kylkedjan ej kan hanteras och i sin tur minskas, är att det inte är tydligt var i kylkedjan förlusterna uppstår. Det kan vara allt från transporten över vatten, lastbilar eller sista milen transport som är den största orsaken till de stora förlusterna, se kylkedjan i figur 5. Beroende på var i kylkedjan majoriteten av förlusterna uppstår, påverkas valet av lämplig lösning. Om den primära orsaken till förlusterna i kylkedjan identifieras, kan en lösning utformas för att hantera just det problemet. Tyvärr kunde inte denna punkt identifieras med de tillgängliga resurserna, så den framförda lösningen syftar istället till att förbättra kylkedjan som helhet.

Att identifiera just var i kedjan förlusterna uppstår är någonting ett av de alternativa koncepten skulle kunna hjälpa till med, nämligen de smarta förpackningslådorna. De smarta förpackningslådorna ämnar i första hand till optimal isolering och reglering av temperatur. I samband med att varorna ständigt regleras av samma system från början till slut, kan detta system identifiera var i kedjan varorna går till spillo. En identifiering som i sin tur kan ge upphov till en optimal lösning för att underlätta just det skedet av kylkedjan där majoriteten av förlusterna uppstår. Även om denna lösning inte var lämplig för det aktuella arbetet, har den betydande potential för framtida projekt.

6.2 Samhälleliga och etiska aspekter

Riktlinjerna för detta kandidatarbete har haft utgångspunkt i samhälleliga och etiska överväganden med syftet att generera positiv samhällspåverkan och minimera negativa konsekvenser. Etiska aspekter som identifierad vara relevans för projektet inkluderar klimatförändringar och hållbarhet och teknisk innovation. Genom analys utifrån dessa parametrar strävar projektet efter att maximera nytta och minimera skada.

Den tekniska innovation som har arbetats fram har haft ett tydligt fokus på hållbar utveckling, där det nya konceptets syfte är att främja effektivitet och en mer hållbar energianvändning vid kyltransporter. Trots konceptets syfte kan detta leda till en ökad energiförbrukning i hela transporten och som leder till ökade utsläpp och negativa miljökonsekvenser.

Batteriteknologin som förväntas vara en central del i framtiden fordonsindustrin har en stor påverkan i kobolt- och litiumindustrin. Den växande efterfrågan på batterier har ökat pressen på att utvinna dessa råvaror i stor skala.

Kobolt som är en viktig del av litiumbatterier kommer från gruvor som förknippas med extrem fattigdom, barnarbete och farliga arbetsförhållanden. Dessutom har många rapporter dokumenterat att koboltbrytning i länder som Kongo har kopplingar till väpnade konflikter och exploatering av lokalbefolkningen (ABC News. 2022). Liknande problem finns även hos litium utvinningen där stora mängder vatten krävs och gruv verksamheten leda till förstörelse av ekosystem och vattenföroreningar (MIT, 2024).

Forskning på alternativa batterimaterial pågår i dagsläget men övergången kommer att ta tid. Genom att använda hållbara material och resurser vid tillverkningen av koncept kan den totala miljöpåverkan minimeras. Detta inkluderar att minska utsläpp av växthusgaser, minskad användning av icke förnybara resurser och minskad avfallshantering vid produktion. Det är också viktigt att se konceptet ur ett långsiktigt perspektiv. Genom att använda hållbara material och resurser vid tillverkningen av kylsystemet och lastbilen och använda sig av cirkulär ekonomi för att bidra till en mer hållbar framtid.

Resultatet av studien förväntas inte innebära några etiska dilemma då ingen enskild individ riskerar att skadas. Istället förväntas studiens resultat bidra med ny teknisk innovation med hållbarhet i fokus, och samtidigt möjliggöra för nya affärsmöjligheter. Nyttan av denna studie är att skapa ett nytt koncept för grönare och mer energi effektiv transport av kylvaror. En transport som i dagsläget innefattar stora materiella förluster, och nyttjar icke förnybar energi.

En djupare analys hos Volvo Group hade varit av relevans om konceptet realiserats för att identifiera etiska kon-

sekvenser, såsom arbetsvillkor och mänskliga rättigheter vid tillverkning, miljöpåverkan och sociala aspekter. Detta inkluderar även en granskning av produkt livscykeln och en omfattande bedömning av konceptet samhällspåverkan. Med de begränsade insikten i Volvo Groups verksamhet och det långsiktiga målet för projektet år 2040, finns svårigheter med att genomföra en grundlig analys av de etiska och samhällsliga konsekvenserna i dagsläget. Med detta förväntas en fördjupad framtida granskning av projektets potentiella effekter bidra till en mer holistisk förståelse av dess långsiktiga konsekvenser.

6.3 Utvärdering av slutkonceptet och arbetsgången

Det slutgiltiga konceptet som har utvecklats genom arbetets gång är menat för att implementeras i lastbilar 16 år framåt i tiden. Därför är teknologin i konceptet inte helt utvecklad då mycket kan förändras inför år 2040. För att konceptet ska kunna förverkligas och implementeras i en lastbil krävs mycket mer forskning och vidareutveckling av konceptet.

Som identifierat tidigare är ett av de stora problemen inom kylkedjan att mycket av lasten blir förstörd på grund av felaktig hantering, utrustning och kunskap. Det framtagna konceptet är inte en direkt lösning på detta problemet, utan mer hur kylningen av trailern kan effektiviseras och hur Volvo Group kan ta sig in på denna delen av marknaden. För att bättre kunna lösa problemet med lastsvinn behövs mer information kring just hur och vad som sker när lasten blir förstörd. Det kan spekuleras om att det största svinet sker vid slutet av transporten, där lasten flyttas från större fordon till mindre, men utan någon riktig statistik förblir detta endast spekulationer.

6.4 Otillräcklig information

Under arbetet med kontakten med företag inom kylkedjan uppstod flera utmaningar och hinder som påverkade informationsinsamlingen under projektets gång. En central utmaning var svårigheten att erhålla information från företagen då majoritet av företagen inte svarade på mejl/telefon eller inte tillhandahöll den information som söktes. Detta resulterade i en betydande begränsning av tillgång till data för projektets utveckling.

En observation från de kontaktade företagen var att de inte ansåg sig uppleva några som helst problem med sin kylkedja, trots att de holistiska siffrorna indikerade på motsatsen. En möjlig förklaring till detta är de kontaktade företagen främst var lokaliserade i Norden, medan de största bristerna inom kylkedjan kanske förekommer på andra platser i världen. Andra platser i världen med potentiellt mycket sämre infrastruktur, eller andra tydliga hål i deras kylkedje-hantering som företagen inte i Norden har. Detta kontrast gör det näst in till omöjligt att från Nordiska företag få ut önskad information, utan ett samtal med utomstående parter från ett stort antal olika länder hade nog i detta skede varit fördelaktigt för att finna orsaken bakom de stora förlusterna. Tyvärr fastställdes detta först i ett sent skede av projektet, vilket innebar att det inte fanns någon återstående tid att undersöka utländska marknader för kontakt.

Ytterligare en orsak till den bristfälliga information kan vara omedvetenhet hos den tillfrågade kontaktperson om specifika problemen inom kylkedjan. De personer som faktiskt besitter den eftertraktade informationen kan ha varit otillgängliga för kontakt, och kan eventuellt inte öppet tala om problemen. Till följd av de bristfälliga svaren upplevdes det svårt att erhålla den eftertraktade informationen. Informationen fick istället hämtas från de uppgifter tillgängliga online, via Volvo Group samt de fåtal företag som svarade på mejlen.

Under projektets gång har arbetet utgått ifrån att besvara de frågeställning som introducerades i inledningen. Genom spekulativ design och kommunikation med Volvo Group har rapporten resulterat i att fått insikter om hur fordonsindustrins framtid kommer se ut år 2040. Genom granskning och analys av olika industrivertikaler har vertikal sållats för att finna den vertikal med mest potential.

Arbete har kulminerat i utvecklingen av ett koncept som är avsett att implementeras i framtidens elektriska lastbilar med integrerat kylsystem. Detta koncept har utformats med hållbarhet i fokus och har förhoppningen att kunna vara ett mer miljövänlig lösning jämfört med dagens existerande lösningar. Genom detta projekt har de initiala frågeställningarna besvarat och har även lagts en grund för framtida innovation inom fordonsbranschen.

Forskning och utvärdering av koncept har möjliggjort identifieringen av nya möjligheter för Volvo Group att forma sin framtid.

7 Slutsatser

Genom projektets gång har det blivit tydligt att kylkedjan, som är kritisk när det kommer till frakt av temperaturkänsliga varor, är ett område som Volvo Group har potential att expandera sig inom. Med den ökade efterfrågan på kyllda transporter, har även behovet av pålitliga och effektiva kylsystem ökat och att hitta en effektiv metod till kylkedjan blir därmed allt viktigare. Med konceptet att utveckla och integrera ett kylsystem som kan kyla både trailern och hytten på lastbilen kan Volvo Group ta del av den växande marknaden, bredda sig in på kyltransporter. Det framtagna konceptet möjliggör en förbättrad prestanda och effektivitet och erbjuder även kunderna en mer komplett och enkel lösning för deras transportbehov.

Genom att stärka sin expertis inom temperaturkontrollerade transporter stärker Volvo Group sin position som en pålitlig partner för sina kunder och öppnar samtidigt upp nya affärsmöjligheter inom detta växande segment av transportindustrin.

8 Källförteckning

Referenser

ABC News. (2022). *Blood cobolt*.

<https://www.abc.net.au/news/2022-02-24/cobalt-mining-in-the-congo-green-energy/100802588>

Accuroof. (2020, 8 oktober). *When to use VIP Insulation – Vacuum Insulated Panels* .

<https://www.singleply.co.uk/vacuum-insulated-panel-insulation/>

Allianz Care. (2019). *5 Ways Healthcare Will change in 20 Years*

<https://www.allianzcare.com/en/about-us/news/2019/07/future-health-care-wellbeing.html>

Booker J.D. Swift K.G, (2003). *Process selection: From design to manufacture*.

Brimichgroup. (2016). *The Logistics of Keeping your cool*.

<https://www.thebrimichgroup.com/cold-chain-management-the-logistics-of-keeping-your-cool/>: :text=Size

Contintental. (2024). *Continental*

<https://www.continental-tires.com/se/sv/b2c/tire-knowledge/tire-pressure/>

Dunne, A., Raby, F. (2013). *Speculative everything: Design, fiction, and social dreaming*. The MIT Press. *Spekulativ design*.

Folkhälsomyndigheten. (2019). *Hälsoeffekter av buller och höga ljudnivåer*

<https://www.folkhalsomyndigheten.se/pubreader/pdfview/60532?browserprint=1>

Fuchs. (2024). *Bättre kyla med minskad klimatpåverkan*.

<https://www.fuchs.com/se/sv/produkter/download-center/artiklar/baettre-kyla-med-minskad-klimatpaaverkan/>

Fortune Business Insights. (2024). *Cold chain logistics market size (April, 2024)*.

<https://www.fortunebusinessinsights.com/cold-chain-logistics-market-106305>

Gencraft. (2024). *Ord som användes för att generera bilden: The refrigeration boxes with screens that can be stacked on top of each other, The future, Year 2040*". *Gencraft* <https://gencraft.com/>

Herman, H. (2024). *Brainwriting: The silent brainstorming technique for getting ideas on paper*. *Zapier*. (s.f.). <https://zapier.com/blog/brainwriting/>

Hjelm-Lidholm, S., Heber, L. (2018). *Design process och metod*. Studentlitteratur AB. *Brainstorming*.

Lutzmayer, S. (2023). *Pharma's Frozen Assets: Cold chain medicines*. *IQVIA*.

https://www.iqvia.com/-/media/iqvia/pdfs/library/white-papers/iqvia-pharmas-frozen-assets_final.pdf

Martinez, K. (2018). *Steemit*.

<https://steemit.com/steemstem/@martinezkarla/thermodynamic-model-refrigeration/>

Marshall, B. (2024). *HowStuffWorks* <https://home.howstuffworks.com/thermos2.htm>

MIT. (2024). *Environmental Solutions Initiative. How is lithium mined?*
<https://climate.mit.edu/ask-mit/how-lithium-mined>

Monday Blog. (2023). *Monday Blog*. <https://monday.com/blog/project-management/design-process/>

Naturvårdsverket. (2019). *Klimatet och transporterna*. <https://bit.ly/4bI6egF>

Rubulis, M. 2022. Why is truck axle weight distribution important *optioryx (Okt, 2022)*
<https://blog.optioryx.com/axle-weight-distribution>

Sandström, J. 2021. Volvo Trucks. (05-02-2024) *Volvo Trucks. Electromobility*.
<https://www.volvotrucks.com/en-en/about-us/electromobility.html>

Spiske, M. (2021). *Food Waste Index Report (Mars, 2021)*.
<https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>

Sunswap. (2024). *Sunswap* <https://sunswap.co.uk>

Steele, A. (2015). *How Your Truck's Air Conditioner (AC) Works*. Motortrend.
<https://www.motortrend.com/features/1511-how-your-trucks-air-conditioner-ac-works/>

TLV. (2023). *Tandvårds- och läkemedelsförmånsverket*. <https://www.tlv.se>

Thermo King. (2024). *Thermo king*. <https://thermoking.se/aggregat/tung-lastbil/singeltemp/t-serien>

Volvo Group. (2021). Top 7 features for improved visibility in the Volvo FM *volvotrucks (Dec, 2021)*.
<https://www.volvotrucks.com/en-en/news-stories/stories/2021/nov/top-7-features-for-improved-visibility-in-the-volvo-fm.html>

Volvo Group. (2024). *Volvokoncernens mål är att minska klimatpåverkan. (s.f.). Hämtat: 03-14-2024*).
<https://www.volvogroup.com/se/sustainable-transportation/responsible-business.html>

Volvo Group. (2023). *Vår organisation*. <https://www.volvogroup.com/se/about-us/organization.html>

Warnke, R. (2019). *tec4med (2019)*. <https://www.tec4med.com/5-most-common-cold-chain-drugs/>

Weber, A. (2023). Weber state university. (05-23-2023) *Weber state university*.
<https://www.youtube.com/watch?v=Dujr3DRkpDU&t=728s>

9 Bilagor

9.1 Brief från Volvo Group

Följande text är briefen, alltså uppdragsbeskrivandet från Volvo Group.

Volvo Group 2040: utforska nya affärsmöjligheter

I boken "Om arternas uppkomst" (1859) använde den brittiske forskaren Charles Darwin det bevingade uttrycket Survival of the fittest. Ibland felaktigt översatt som "den starkes överlevnad". Den korrekta tolkningen är "den bäst anpassades överlevnad". Vilket är, om man tänker på det, en markant skillnad.

Det mogna och väletablerade företags största utmaning är att fortsätta kapitalisera på historiskt framgångsrika koncept, samtidigt som man vill ligga i framkant avseende innovation, nya typer av produkter och nya kundsegment.

Ofta manifesteras denna utmaning genom att de traditionella företagen, trots sin storlek och samlade kunskap, blir omkörda av nya aktörer och går under.

Listan på de senare kan skrivas bland andra Blockbuster, Enron, Blackberry, Kodak, Pan-Am, MySpace, Yahoo och Polaroid. Bara på mobiltelefonsidan kan vi räkna in Ericsson, Siemens och Nokia. En gång hyllade, i flera fall marknadsledande företag som av endera anledningen upphört att existera. Det är en lista inget friskt, väl fungerande och idag lönsamt svenskt företag vill hamna på.

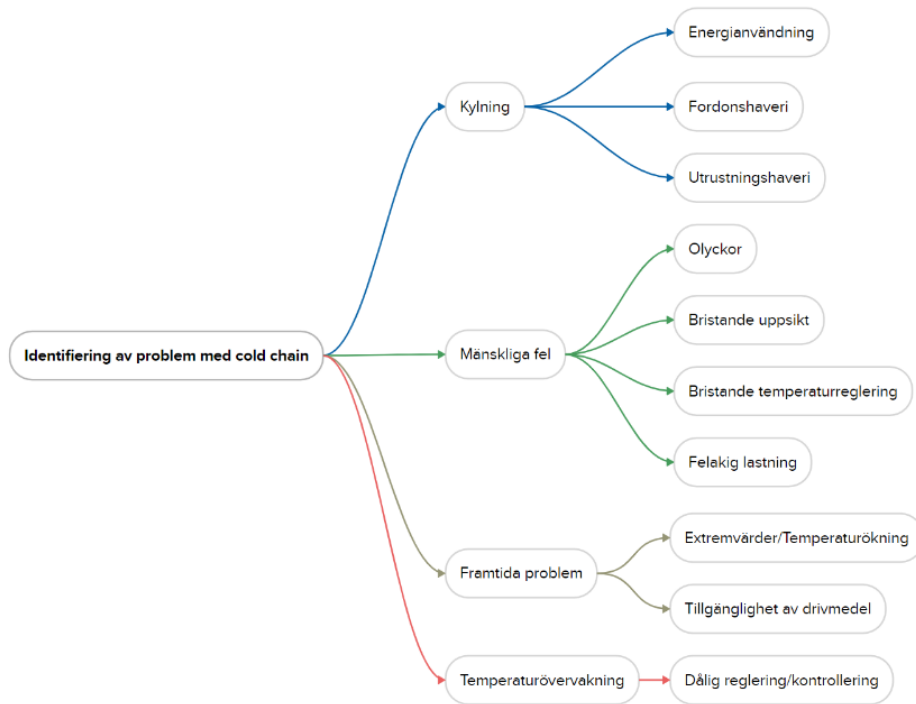
Netflix, Apple, IBM, Amazon, Lego, Marvel, Slack, Starbucks, Nintendo och Adobe är exempel på motsatsen: genom innovation och omfokusering av erbjudandet, har dessa företag lyckats växa bortom sin initiala premiss.

En hypotes är att de företag som lyckats växa har gjort det genom att de lyckats utveckla nya friska affärer inom närliggande områden till deras nuvarande affär. Steget in i framtiden har därför blivit möjligt att ta.

Vi vill därför tillsammans med er, hitta nya affärs och användningsmöjligheter i för oss närliggande områden. Vi har redan nu olika tankar om vad det skulle kunna vara: kan våra lastbilar köra rakt in i butiken och automatiskt lasta av mat rakt in i hyllan? Kan våra elektriska lastbilar sälja ström till Göteborg Energi? Kan Volvos lastbilar vara en framtida plattform för Van Life-rörelsen?

Framtagning av konkreta exempel med fysiska och/eller virtuella koncept i nära samarbete med handledare på Volvo Group produktplanering!

9.2 Problemidentifiering



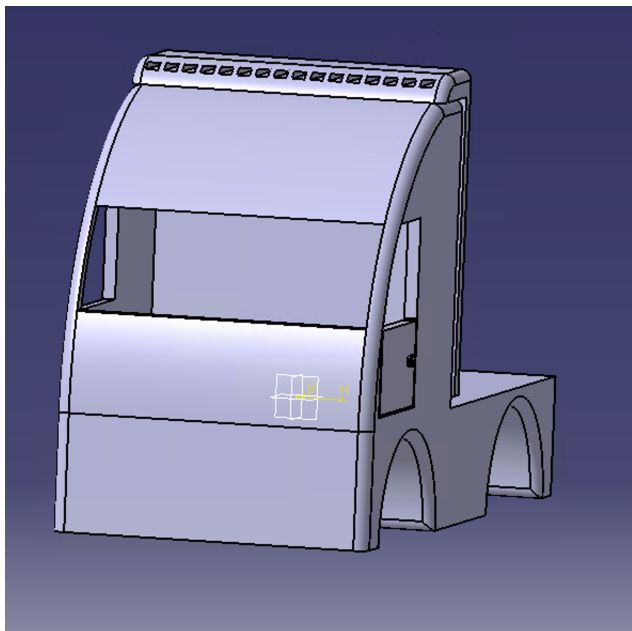
Tabell 15: Problemidentifiering

9.3 Kravspecifikation

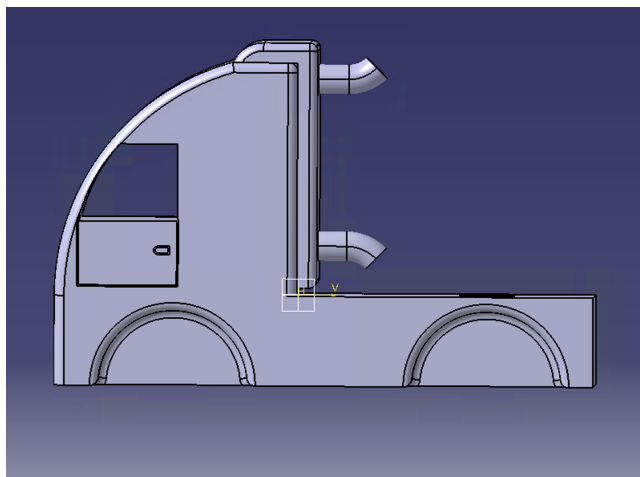
Tabell 2: Kravspecifikation för det valda konceptet

Kriterium	Krav/Önskemål	Målvärde	Enhet	Verifiering	Kommentar
1 Livslängd					
1.1 Livslängd	Krav	8	Ar	Uppskattning	
2 Miljö					
2.1 Elförbrukning	Krav	<25	kW	Analys	
3 Underhåll					
3.1 Minimalt underhåll av system	Önskemål	Ytterst sällan		Uppskattning	
4 Ergonomi					
4.1 Enkel temperaturinställning i hytten	Krav	Minimera misstag		Inspektion	
4.2 Ljudnivå	Krav	<50	dB		
4.3 Ljudnivå	Önskemål	<30	dB	Mätning	
5 Säkerhet					
5.1 Säkerhet	Krav	0	Antal olyckor	Inspektion	
6 Prestanda					
6.1 Temperatur batteri	Krav	20 till 40	°C		
6.2 Temperatur motor	krav	30 till 60	°C		
6.3 Temperatur hytt	Krav	15 till 25	°C		
6.4 Temperatur trailer	Krav	- 20 till 25	°C		
6.5 Luftflöde in	Krav	5000	m ³ /h		
6.6 Vikt	Krav	400	Kg		
6.7 Volym	Krav	2.4	m ³		Baserat på strolek av lastbilsryggen
6.8 Datainsamling	Krav	Temperaturloggning	°C		
7 Övrigt					
7.1 Enkel användning	Önskemål	Lätt att förstå och hantera		Inspektion	
7.3 Miljövänlig produktion	Krav	Följa EU-regulationer			
7.5 Effektivitet vid olika klimatförhållanden	Krav	Fungera året runt			

9.4 Fler vyer av CAD-modellen

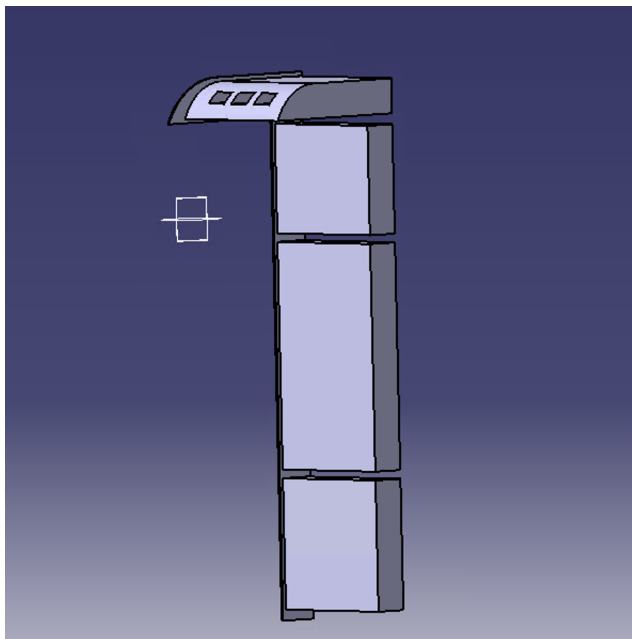


((a)) Framvy av CAD-modellen

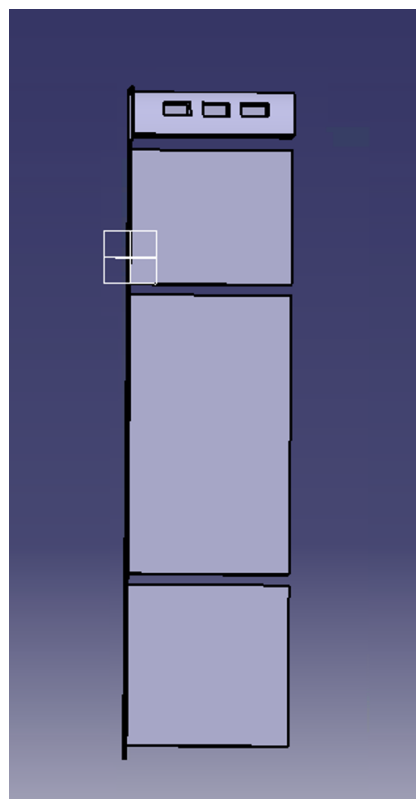


((b)) Sidvy av CAD-modellen

Figur 16: Olika vyer av CAD-modellen



((a)) Sidvy av en genomskärning av kylsystemet i CAD



((b)) Framvy av en genomskärning av kylsystemet i CAD

Figur 17: Genomskärning av kylsystemet med visualisering av komponenterna

9.5 Frågor som användes vid litteraturstudier

9.5.1 Frågor till företag angående kylkedjan

- Har ni själva hand om frakten för temperaturkänsliga varor?
 - Om inte: Vilka gör det?
 - Om det är ett samarbete mellan er och annat/andra bolag; hur fungerar det samarbetet? Finns det brister, vad är bra?
- Är det något problem som ni vanligtvis stöter på när det gäller att hålla temperaturen?
- Vet ni hur stora förluster som sker under transporten av temperaturkänsliga varor?
- Hur mycket kostar dessa förluster för er (produktionsvis)
- Har ni kylda lastbilar?
 - Är de något ni upplever som frustrerande eller jobbigt vid användning av dessa? Vad gillar/ogillar ni
- Hur fungerar det under själva transportsträckan?
- Generell utrustning:
 - Vilka kylsystem använder ni?
- Förekommer det längre perioder av förvaring mellan transporter?
 - Varför?
 - Effektivt?
 - Var?
- Kvalitékontroll, hur och när? Hur sker beslutet att en vara inte är “bra” längre?
- Är det några ni ser som är extra duktiga när det gäller transport av kylda varor?
- Var sker de flesta transportererna?
- Var och hur sket eventuella förluster?
- Vilka typer av transporter används? (båt, flyg, lastbil, skåpbil)
- Hur arbetar ni för att förbättra era kylda transporter?

9.5.2 Frågor till företag angående väteindustrin

- Hur mycket låter er vätgasproduktion?
- Hur stor kompressor använder ni för detta?
- Vad använder ni för olika typer av vätgastillverkning?
- Varför används inte vätgas som bränsle idag?
- Varför är det inte mer integrerat i dagens samhälle?
- Finns det någon mer alternativ energikälla?
- Hur ser det ut med er förvaring av vätgasen?
- Hur ser det ut med säkerheten kring detta?
 - Vad finns det för möjliga risker?
- Vad ser ni för potentiella möjligheter inom vätgasindustrin?

9.5.3 Frågor till Volvo Group angående väteindustrin

- Har ni någon tanke på hur ska vi få kontinuerlig tillgång till grön vätgas?
- Hur fungerar tankningen idag?
 - Ser ni någon potential till förbättring?
- Går det att kolla på tankarna för att t.ex. kunna tanka i alla temperaturer?
- Hur ser det ut med de olika riskerna som tillkommer med vätgas?
- Var är bäst att placera tankstationer?
- Ser ni något potentiellt användarproblem?
- Hur hade övergångsfasen mellan diesel/bensin och väte sett ut?

INSTITUTIONEN FÖR INDUSTRI- OCH MATERIALVETENSKAP
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2024
www.chalmers.se



CHALMERS