

# Vätgaselektrifiering av transporterbjudandet för tunga fordon (HydroHaul)

- En analys av praktisk och ekonomisk lämplighet för vätgasdrift hos ett åkeri

Publik rapport



Författare: Gustav Green, RISE Research Institutes of Sweden  
Datum: 2023-09-28  
Projekt inom Accelerera omställningen till Hållbara vägtransporter

**FFI** Fordonsstrategisk  
Forskning och  
Innovation

VINNOVA

Energimyndigheten

TRAFIKVERKET

FKG

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

SCANIA

VOLVO

# Innehållsförteckning

<b>1 Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Executive summary in English</b> .....	<b>6</b>
2.1 Method.....	6
2.2 Results and recommendations .....	6
<b>3 Bakgrund</b> .....	<b>8</b>
<b>4 Syfte, forskningsfrågor och metod</b> .....	<b>9</b>
4.1 Beräkningsmodell.....	9
4.2 Indata, antaganden och verifiering .....	11
<b>5 Mål</b> .....	<b>16</b>
<b>6 Resultat</b> .....	<b>16</b>
6.1 Scenarioanalys .....	17
6.2 Hur förändringarna i scenarierna tas emot .....	19
6.3 Systemeffekter .....	21
6.4 Känslighetsanalys .....	22
<b>7 Diskussion och måluppfyllelse</b> .....	<b>25</b>
7.1 Praktisk möjlighet att ställa om.....	25
7.2 Ekonomi i ett vätgasdrivet transportuppdrag .....	25
7.3 Nyckelparter .....	26
7.4 Positiva systemeffekter kan spela roll.....	26
7.5 Måluppfyllelse gentemot FFI.....	27
<b>8 Spridning och publicering</b> .....	<b>29</b>
8.1 Kunskaps- och resultatspridning .....	29
<b>9 Slutsatser, rekommendationer och vidare forskning</b> .....	<b>30</b>
9.1 Bör Stay Fresh medverka i en pilot med vätgasdrivna lastbilar? .....	30
9.2 Rekommendationer till aktörer i transportbranschen .....	31
9.3 Vidare forskning.....	31
<b>10 Deltagande parter och kontaktpersoner</b> .....	<b>33</b>

#### Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings- och innovationsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Trafiksäkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

Läs mer på [www.vinnova.se/ffi](http://www.vinnova.se/ffi).



# 1 Sammanfattning

Vätgas har tidigare konstaterats vara ett fossilfritt, lågmissions, drivmedel som passar bra för långväga tunga transporter. Detta till följd av dess likheter med dieseldrift gällande främst räckvidd och tanktider. I Värmland och Västra Götaland finns det goda planer och medel beviljade för att etablera tankstationer för vätgas. Med infrastruktur på plats behöver nu åkerier överväga huruvida vätgas är lämpligt för att genomföra sina transportuppdrag.

Stay Fresh Sweden är ett framgångsrikt åkeriföretag som kör livsmedelsgoods och var tidigt ute att köra gasdrivna och batterielektriska lastbilar. För deras distribution i Värmland drivs lastbilarna på uteslutande Hydrogenated Vegetable Oil (HVO). Denna förstudie har således analyserat hur praktiskt och ekonomiskt möjligt det är att övergå från HVO-drift till vätgasdrift för Stay Fresh transportuppdrag i Värmland. Två beräkningsmodeller har tagits fram för att beräkna Stay Fresh vätgasbehov och vilken Total Cost of Ownership (TCO) det skulle innebära med vätgasdrift. Beräkningsmodellerna baseras på verksamhetsspecifika data från Stay Fresh och från tidigare genomförda forskningsstudier inom ämnesområdet.

Resultatet pekar på att det är praktiskt genomförbart för Stay Fresh att driva lastbilar på vätgas. Endast mindre rutinförändringar rörande tankning kan behövas, exempelvis ett extra tankstopp per dag eller tankning på annan plats under transportrutten. Ur ett ekonomiskt perspektiv förväntas övergången från HVO till vätgas ha en marginell påverkan, beroende på val av lastbilsmodell.

Acceptansen och praktiskt utförande av nyckelaktörer såsom serviceföretag, chaufförer, teknikleverantörer och kund anses inte vara ett hinder för omställning till vätgasdrift. Snarare tvärtom, att det finns en entusiasm och få tendenser till oro kring denna typ av lastbilar.

Däremot är inköpspriset för vätgaslastbilar osäkert och kan tänkas vara högre än vad denna studie initialt räknat på. Å andra sidan förväntas priset på vätgas minska över tid, vilket har en markant påverkan på den ekonomiska kalkylen. En känslighetsanalys har därför analyserat inköpspriset på fordon och vätgaspriset vid tankstationen. Slutsatsen är att Stay Fresh kommer vara betydligt mer beroende av priset på vätgas snarare än inköpspriset för en vätgasdriven lastbil.

Med denna förstudie genomförd har nu Stay Fresh ett beslutsunderlag för att avgöra om ett nästa steg är intressant att gå vidare med, nämligen att satsa på ett pilotprojekt med vätgasdrivna lastbilar för deras transportuppdrag.

## 2 Executive summary in English

Hydrogen has previously been identified as a fossil-free fuel suitable for long-distance heavy transport. This is due to its similarities with diesel fuel, especially in terms of range and refueling times. In Värmland and Västra Götaland, there are plans and funding allocated to establish hydrogen refueling stations. With the infrastructure in place, haulage companies now need to consider whether hydrogen is a suitable option for carrying out their transportation missions.

Stay Fresh Sweden is a haulage company that transports food goods and has been an early adopter of gas-powered and battery-electric trucks. For their distribution in Värmland, their trucks run exclusively on Hydrogenated Vegetable Oil (HVO). Therefore, this study has analyzed the practical and economic feasibility of transitioning from HVO to hydrogen for Stay Fresh's transport missions in Värmland.

### 2.1 Method

Two calculation models have been developed to assess Stay Fresh's hydrogen requirements and the Total Cost of Ownership (TCO) associated with hydrogen fuel. The calculation models are based on industry-specific data from Stay Fresh and previous research studies in the field.

The model which calculated fuel consumption takes elevation differences into account for the transportation trip but does not make a deep dive on the different powertrain physics for HVO and hydrogen-driven trucks. The model is verified by comparing fuel consumption with real data from Stay Fresh.

The model which calculates TCO is based on Stay Fresh perspective which means that the main cost driving factors are the truck and its different components, the fuel, the external cooling unit, and cost of the driver. The model is verified by comparing the TCO of an HVO-driven truck with Stay Fresh internal TCO-calculations.

Several hydrogen powered trucks have been considered, three fictive fuel cell electric vehicles (FCEV) of different power output and one fictive hydrogen internal combustion (H<sub>2</sub> ICE). Specifications for each vehicle was based on data from real manufacturers. Each hydrogen truck model was considered for Stay Fresh different vehicles with their own routes on a total of three scenarios;

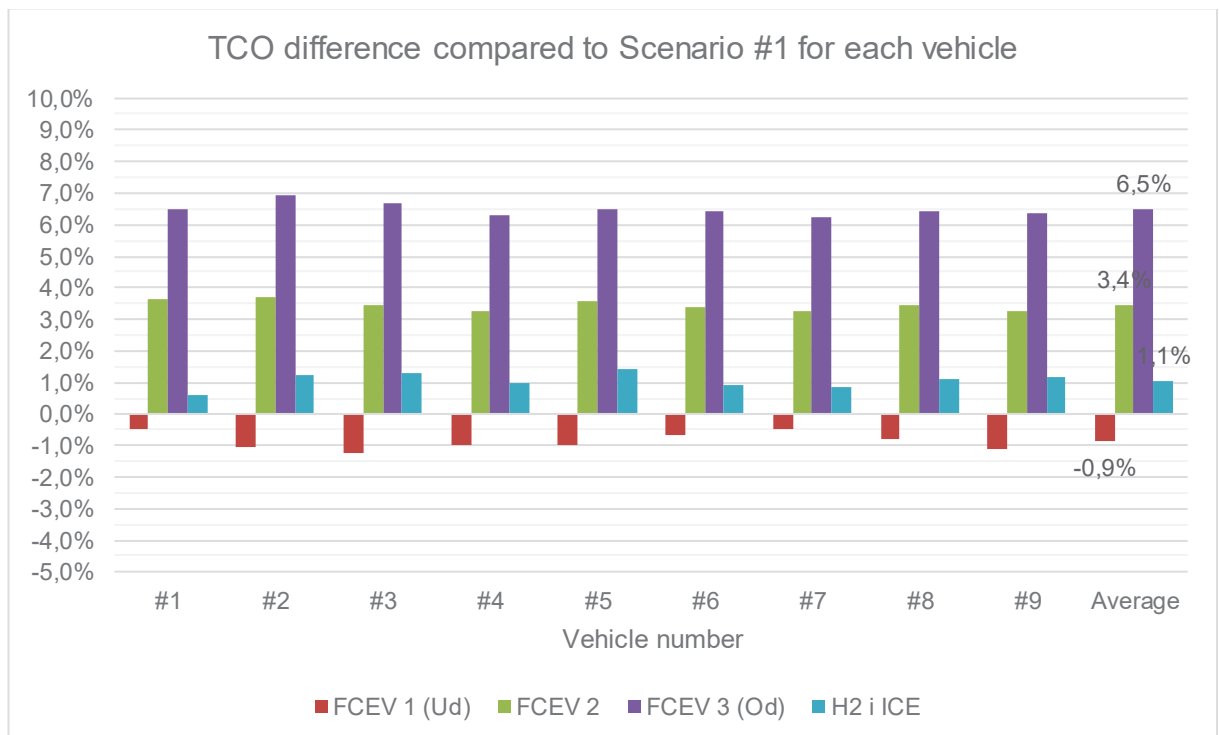
1. A scenario where nothing changed, all trucks were powered by HVO.
2. A scenario where hydrogen powered trucks were used, but only on the transportation routes where there would be no changes in routines, for example for refueling.
3. A scenario where hydrogen powered trucks were used for all routes with changes in routines when needed.

For each scenario, TCO and fuel demand were calculated.

### 2.2 Results and recommendations

The results indicate that it is practically feasible for Stay Fresh to operate hydrogen-powered trucks. In scenario #2 a FCEV could be used for 8 of the 9 different vehicles and their routes without changing any routines. This scenario would cause an increase in TCO by 3,1 % compared to scenario #1. However, in scenario #3 a FCEV, albeit a weaker model than in scenario #2, could be used for all the vehicles and their routes, but it would require the drives to make an extra refueling stop somewhere at a hydrogen refueling station on the route. In scenario #3 the TCO would decrease by 0,8 % compared to scenario #1.

If all trucks would be hydrogen powered instead of Stay Fresh current vehicles, then the TCO for each vehicle would change as presented in the figure below. "Ud" and "Od" are annotations for an underdimensioned and overdimensioned FCEV in regards to Stay Fresh needs.



Depending on what trucks are chosen the TCO will increase or decrease. Using a weaker FCEV compared to the engine power Stay Fresh uses today, then the TCO will decrease (FCEV 1). Using a similar or more powerful FCEV than used today would cause an increase in TCO (FCEV 2 and 3). Using a similar H2 ICE would cause an increase in TCO.

The acceptance and practical implementation by key stakeholders, such as service companies, drivers, technology providers, and customers, are not considered obstacles to the transition to hydrogen powered trucks. There is enthusiasm and few tendencies of concern surrounding this type of trucks. An interviewed customer also states that there is possibly interest in paying a little bit extra for transports driver by zero emissions vehicles, which currently is only battery- or fuel cell electric vehicles.

However, the purchase price of hydrogen trucks is uncertain and may be higher than initially estimated in this study. In a sensitivity analysis it is found that increasing the price of a hydrogen truck by 30 % would make for an increase in TCO for all hydrogen truck models compared to scenario #1 (HVO). Ranging from 1,2 % (FCEV 1) to 10,0 % (FCEV 3) increase in TCO.

On the other hand, the price of hydrogen is expected to decrease over time, which has shown to have a significant impact on the economic calculation. Therefore, a sensitivity analysis has examined the hydrogen price at the refueling station by reducing the hydrogen price from 80 kr/kg to 58 kr/kg, corresponding to approximately 5 €/kg. This change would make all the hydrogen powered trucks to cause a reduced TCO compared to scenario #1 (HVO). Ranging from 11,8 % to 6,0 % decrease in TCO. A reduced hydrogen price has therefore a much larger impact on the TCO compared to an increase in price of the hydrogen truck.

The conclusion is therefore that Stay Fresh will experience an increased or decreased TCO depending on what hydrogen truck model is chosen. However, even if the price of hydrogen trucks will be higher than what's assumed in this analysis, then the price of hydrogen will be the most important factor to achieve an economically feasible transport offer for Stay Fresh.

With this study completed, Stay Fresh now has a foundation for decision-making to determine if the next step is of interest, namely, investing in a pilot project with hydrogen-powered trucks for their transport missions.

### 3 Bakgrund

RISE Research Institutes of Sweden har i tidigare förstudie om fossilfria transporter i Värmland konstaterat att elektrifiering är den mest lämpliga fossilfria framdriften av tunga transporter<sup>1</sup>. Vätgaselektrifiering (genom bränslecellselektriska fordon) anses vara ett relevant elektrifieringsalternativ för långväga tunga transporter. I Värmland pågår det projekt för att få i gång vätgaselektrifierade transporter och i slutet av år 2025 planeras 5 tankstationer för vätgas stå klara i Värmland.

I ett annat separat projekt analyseras även möjligheterna att producera vätgas vid Karlstad s Energis kraftvärmeanläggning i Karlstad genom sektorkoppling vilket inkluderar även nyttiggörande av värme och syrgas från elektrolysören<sup>2</sup>. Denna potentiella produktionsanläggning kommer delvis förse ovan nämnda tankstationer med vätgas. Det finns även enstaka åtaganden från organisationer och företag inom Värmland att köpa in vätgasdrivna fordon när tankmöjligheter finns, men antalet åtaganden och skarpa pilotprojekt kring vätgaselektrifierade fordon behöver öka generellt för att vätgas ska bli en del av det värmländska transportsystemet. Särskilt inom den tunga transportsektorn där potentialen bedöms vara som störst.

Trafikverket har tidigare gjort en analys om vätgasens förutsättningar i Region Örebro och Blekinge<sup>3</sup> där det konstateras att det behövs tre olika system behöver finnas realiserade i en region för att vätgasdrivna transporter ska bli aktuellt; tankstationer, tillgång på vätgas och företag som investerar i vätgasdrivna fordon. I Värmland är de två första systemet på god väg att realiseras, med tankstationerna allra närmst i tid, vilket gör att den stora pusselbiten som nu saknas är att företaget börjar investera i vätgasdrivna fordon.

Stay Fresh Sweden AB är ett dotterbolag till Börje Jönsson Åkeri AB och är behovsägare tillika projektpart till detta projekt. Företaget bedriver transportverksamhet i Sverige med utgångspunkt från tre huvudsakliga noder – Karlstad, Göteborg och Helsingborg. Samtliga av dessa platser planerar ha möjlighet att tanka vätgas inom ett fåtal år. Nämnvärt är att i Karlstad är Stay Fresh lastbilscentral beläget precis intill den planerade produktionsanläggningen och tankstationen för vätgas, samt även andra stora lastbilscentraler i ett närliggande industriområde; Örsholmen.

Stay Fresh har tidigare erfarenhet av fossilfria transporter drivna på biogas och el och önskar se på möjligheterna att även inkludera vätgaselektrifierade fordon som del av deras fordonsflotta och transporterbidande. För att Stay Fresh ska kunna ta ett beslut om att utföra transportuppdrag drivna på vätgas, behövs ett tydligt underlag som kan ligga till grund för ett potentiellt pilotprojekt. Därför genomförs denna förstudie för att analysera lämplighet att integrera vätgaselektrifierade transporter inom Stay Fresh verksamhet i Värmland.

---

<sup>1</sup> Piehl, H., Green, G., Gerdin, L., 2022, *Fossilfria tunga transporter i Värmland*

<sup>2</sup> Wickström, A., Lindborg, J., 2023, *Systemperspektiv för effektiv vätgasproduktion via koppling till fjärrvärme*

<sup>3</sup> Malmberg, A., Falenius, E., 2021, *Förutsättningar för vätgas som drivmedel för tunga vägtransporter - Med fallstudier över Region Örebro län och Region Blekinge*



## 4 Syfte, forskningsfrågor och metod

Syftet med förstudien är att ta fram ny kunskap och undersöka hur tunga vätgaselektrifierade transporter kan genomföras i praktiken, baserat på systemanalys, intervjuer och verksamhetsspecifika data. Samt med hänsyn till ekonomi.

Den huvudsakliga forskningsfrågan är om det är praktiskt och ekonomiskt möjligt att integrera vätgaselektrifierade transporter i ett åkeriföretags befintliga verksamhet. Om inte, vad krävs för att det ska kunna ske?

Projektet genomförs genom främst en scenarioanalys baserat på Stay Fresh verksamhet inom Värmland. För respektive scenario beräknas ett vätgasbehov och den totala kostnaden för ägarskap, även kallat Total Cost of Ownership (TCO), för transportuppdraget ur Stay Fresh perspektiv. Hänsyn tas till Stay Fresh fordonsspecifikationer, relevanta vätgastankstationer som planeras byggas inom de närmsta åren, hur mycket drivmedel som måste finnas kvar i tanken efter avslutad rutt m.m.

Följande scenarier analyseras:

**Nuläge (HVO)** – Stay Fresh fordon, som utgår från Värmland, drivs på endast HVO100 med befintliga rutiner. Detta är vad som görs idag.

**Vätgas där möjligt** – Stay Fresh fordon, som utgår från Värmland, drivs på vätgas genom bränslecellselektriska lastbilar där det är praktiskt möjligt och utan att befintliga rutiner behöver ändras. Där det inte är möjligt med vätgasdrift kör fordonen på HVO100 som i nuläget.

**100 % vätgas** – Stay Fresh fordon, som utgår från Värmland, drivs endast på vätgas genom bränslecellselektriska lastbilar. Är det inte praktiskt möjligt görs korrigeringar inom främst rutiner och eventuellt rutter för att möjliggöra att hela fordonsflottan kan köra på vätgas.

Stay Fresh innehar idag 9 tunga lastbilar, med släp, som har sin hubb i och utgår från Värmland. Lastbilarna kör rutter samtliga vardagar och delvis även på lördagar och/eller söndagar. Varje enskild lastbil har dedikerade förare som kör natt- respektive dagtid. Scenarioanalysen görs på samtliga lastbilar och sammanställs genom att kategorisera samtliga fordon med tillhörande rutter i hur lämpliga de är att köra på vätgas och vilka eventuella anpassningar som behöver göras.

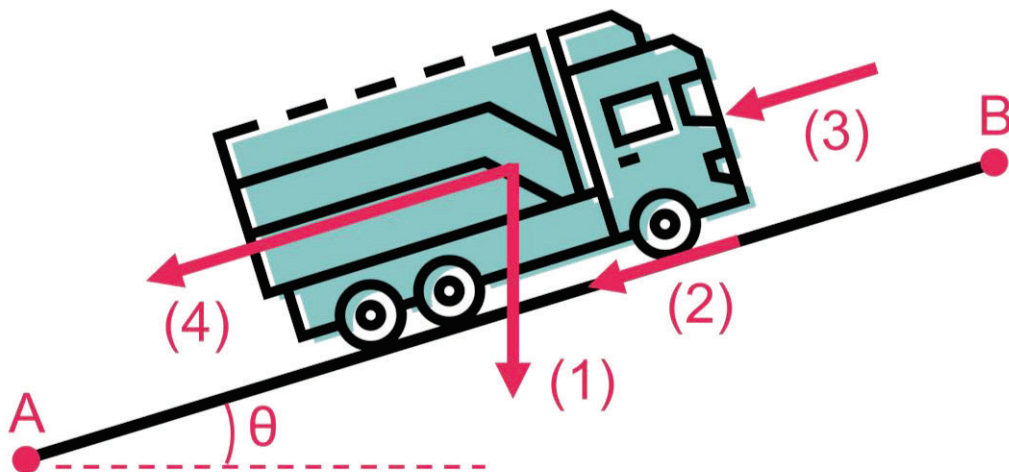
En generell analys görs sedan av förändringsbenägenhet som grundas i intervjuer med nyckelaktörer för Stay Fresh transportuppdrag, exempelvis serviceföretag, kunder och chaufförer. Övriga nämnvärda systemeffekter analyseras som kan påverka Stay Fresh möjlighet att köra vätgas. Exempelvis tillgången på inhemsk (värmländsk) producerad vätgas.

### 4.1 Beräkningsmodell

Två beräkningsmodeller tas fram under denna förstudie. En beräkningsmodell för drivmedelsbehov som skapats i Matlab/SIMULINK och en beräkningsmodell TCO som skapas i Microsoft Excel.

#### *Beräkningsmodell för drivmedelsbehov*

För att beräkna behovet av HVO respektive vätgas i scenarierna, skapas en beräkningsmodell som baseras på Stay Fresh transportrutter för samtliga 9 fordon. Modellen tar hänsyn till höjdskillnader längs med rutterna, för att på ett så precist sätt som möjligt beskriva drivmedelsbehovet, se Figur 1 och ekvation (1) till och med ekvation (6) för beskrivning av hur drivmedelsbehovet beräknas. Stay Fresh transportrutter beskrivs med hjälp av ruttens höjdskillnader och ruttens längd, som är huvudsakliga indata till beräkningsmodellen. Antaganden redovisas i avsnitt 4.2.



Figur 1. Illustration av krafter som påverkar en lastbil och således dess drivmedelsförbrukning. Lastbilen kör på en sluttande väg med vinkel  $\theta$ . Ekvation (1) är kraften till följd av fordonets totalvikt, (2) är kraften till följd av rullmotståndet, (3) är kraften till följd av luftmotståndet och (4) är kraften till följd av acceleration.

$$F_1 = m_{lastbil} * g * \sin \theta \quad (1)$$

$$F_2 = m_{lastbil} * g * c_{rr} * \cos \theta \quad (2)$$

$$F_3 = 0,5 * \rho_{luft} * c_d * v_{lastbil}^2 * A_{lastbil,front} \quad (3)$$

$$F_4 = m_{lastbil} * a_{lastbil} \quad (4)$$

$F$  är kraften som uppstår,  $m_{lastbil}$ ,  $v_{lastbil}$  och  $a_{lastbil}$  är lastbilens vikt, hastighet respektive acceleration. I beräkningsmodellen antas fordonet köra med konstant hastighet, vilket innebär att ekvation (4) blir 0.  $A_{lastbil,front}$  är lastbilens frontalarea,  $g$  är tyngdaccelerationen,  $c_{rr}$  är rullmotståndskoefficienten (antas till 0,0027),  $\rho_{luft}$  är luftens densitet och  $c_d$  är luftmotståndskoefficienten (antas till 0,6).

Effekten,  $P_{lastbil}$ , som lastbilens motor behöver uppnå till följd av krafternas påverkan beräknas i (5) och översatt till den korresponderande drivmedelsförbrukningen enligt (6).  $t_{AB}$  är tiden det tar att åka mellan punkt A och punkt B enligt Figur 1,  $\eta_{fordonstyp}$  är verkningsgraden för fordonets förbränningsmotor eller bränslecell och  $LHV_{drivmedel}$  är det lägre värmevärdet för drivmedlet som används. Beräkningsmodellen tar hänsyn till en bränslecells och en förbränningsmotors varierande verkningsgrad enligt Figur 2.

$$P_{lastbil} = v_{lastbil} * \Sigma F \quad (5)$$

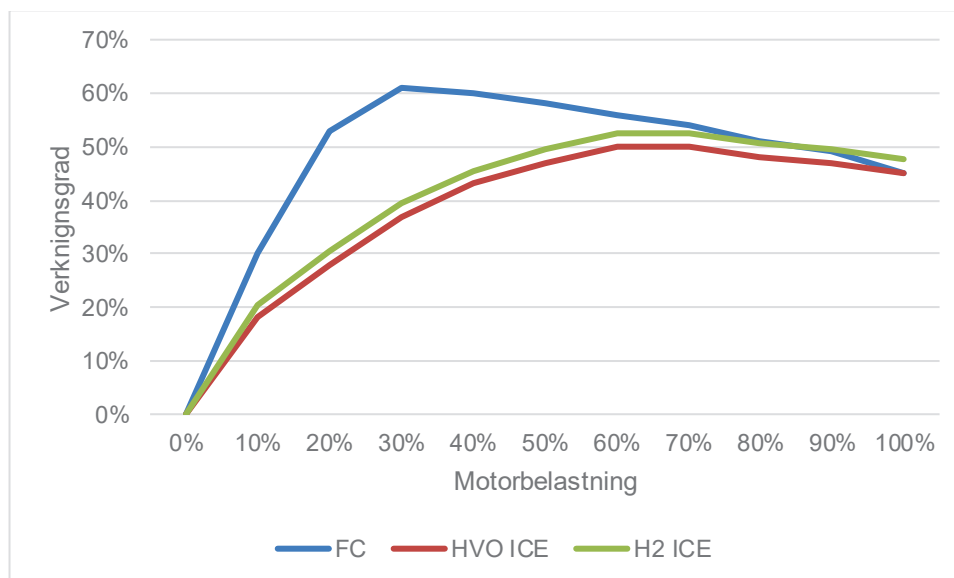
$$m_{drivmedel} = P_{lastbil} * t_{AB} / (\eta_{fordonstyp} * LHV_{drivmedel}) \quad (6)$$

Ett fordon med förbränningsmotor kan leverera en maximal effekt enligt motorns specifikationer och en minimal, tomgångseffekt, som antas motsvara en dieselförbrukning om 4 liter per timme för ett dieselfordon. För ett fordon med vätgas i förbränningsmotor antas en tomgångseffekt på 10 % av motorns maximala effekt.

För ett bränslecellselektriskt fordon har fordonets motor modellerats enligt nedan:

- En bränslecell och ett batteri är kopplade till fordonets elmotor och är de komponenterna som tillför energi för att utföra transportarbete.
- Det maximala effektbehovet är likställt med elmotorns maximala effekt.
- Tomgångseffekten för bränslecellen, det vill säga effektbehovet när fordonet rullar fritt eller står still, antas till 10 % av bränslecellens maximala effekt.
- Batteriet laddas vid exempelvis inbromsning och tillför energi till elmotorn när inte bränslecellen klarar av effektbehovet. Däremot modelleras inte batteriet då det ej antas

påverka förstudiens utfall nämnvärt. I stället antas att batteriet alltid har kapacitet att tillföra tillräckligt med effekt till elmotorn vid behov.



Figur 2. Variation av verkningsgraden en bränslecell (FC)<sup>4</sup>, en förbränningsmotor (ICE) för HVO och en förbränningsmotor för vätgas<sup>5</sup> i denna studie. Verkningsgraden är beroende av hur stor del av kapaciteten för förbränningsmotorn eller bränslecellen som belastas.

#### Beräkningsmodell för TCO

TCO delas upp i fasta samt tids- och avståndsberoende kostnader, benämnt  $C$ , enligt ekvation (7) respektive (8). De fasta kostnaderna i ekvation (7) inkluderar avskrivning, ränta och försäkring av fordonet, likaså kostnader för skatter samt övrigt, exempelvis för uppställningsplats. De tids- och avståndsberoende kostnader i ekvation (8) inkluderar kostnader för drivmedel, drift av temperaturaggregat, kostnader för chaufför, underhåll av fordon och däck. Kostnaderna presenteras på årsbasis, och den årliga TCO:n beräknas därför enligt ekvation (9). För omvandling av ett fordonens livslängd inom Stay Fresh verksamhet används ekvation (10) där  $T_{fordon}$  är antalet år som Stay Fresh äger fordonet. Eventuella stödmöjligheter, exempelvis Klimatpremien, som kan erhållas tas med som en minuspost inom  $C_{avskrivning}$ .

$$C_{fast} = C_{avskrivning} + C_{ränta} + C_{försäkring} + C_{skatt} + C_{övrigt} \quad (7)$$

$$C_{tid,avstånd} = C_{drivmedel} + C_{temperaturaggregat} + C_{chaufför} + C_{underhåll} + C_{däck} \quad (8)$$

$$TCO_{årlig} = C_{fast} + C_{tid,avstånd} \quad (9)$$

$$TCO = TCO_{årlig} * T_{fordon} \quad (10)$$

## 4.2 Indata, antaganden och verifiering

Av sekretesskäl presenteras inte exakta indata.

#### Transportrutter

Indata för transportrutter är enligt så som rutterna såg ut för Stay Fresh i maj år 2023. Totalt finns 9 fordon stationerade hos Stay Fresh i Värmland, varav 8 i Karlstad och 1 i Säffle. Respektive fordon har ett veckovis körschema som inkluderar att hämta gods på ett lager i Kungälv och distribuera godset i Värmlands län med flera stopp på olika orter. Fordonen kör 5 till 7 dagar i veckan och den årliga körsträckan för respektive fordon är därför olika lång, se Tabell 1.

<sup>4</sup> Ferrara, A., Hametner, C., Jakubek, C. 2020. *Energy management of heavy-duty fuel cell vehicles in real-world driving scenarios: Robust design of strategies to maximize the hydrogen economy and system lifetime.*

<sup>5</sup> Heid, B., Martens, C., Orthofer, A., 2021, *How hydrogen combustion engines can contribute to zero emissions.*

Tabell 1. Körsträckor per dag över en normalvecka samt över ett år för respektive fordon inom Stay Fresh som är stationerade i Värmland.

Fordon benämning	Dag 1 (km)	Dag 2 (km)	Dag 3 (km)	Dag 4 (km)	Dag 5 (km)	Dag 6 (km)	Dag 7 (km)	Årlig körsträcka (km)
#1	586,2	607,2	549,2	544,4	658,2			153 153
#2	715,9	724,2	618,2	730,0	759,0		738,9	222 879
#3	578,4	682,1	748,9	708,6	718,5	687,4	498,9	240 389
#4	495,2	608,0	669,3	711,7	748,2	684,1		203 657
#5	772,3	495,7	650,9	680,7	772,3	717,3	555,9	241 549
#6	752,8	703,2	494,7	725,9	709,8			176 090
#7	711,5	718,1	496,9	496,2	662,9	531,7		188 108
#8	534,1	710,9	772,4	561,9	546,2		798,8	204 065
#9	756,5	580,3	532,5	709,4	498,1	523,2	618,2	219 348

Ett typiskt dagligt körschema ser ut enligt:

1. Nattförare börjar sitt skift på natten.
2. Nattförare kör till lager och lastar fordonet med gods.
3. Nattförare kör tillbaka till sin hubb i Värmland.
4. Nattförare avslutar sitt skift.
5. Dagförare börjar sitt skift på morgonen.
6. Dagförare distribuerar varorna i Värmland enligt rutt.
7. Dagförare kör tillbaka till sin hubb i Värmland.
8. Dagförare tankar fordonet.
9. Dagförare avslutar sitt skift.

Vissa rutter benämns hos Stay Fresh som en "helsväng". Det innebär att rutten är tillräckligt kort så att nattföraren kan köra till lagret, lasta, distribuera varorna i Värmland och köra tillbaka till sin hubb utan att ett förarbyte behövs till följd av för långt arbetspass. Fordonet tankas efter avslutad helsväng.

För att ta hänsyn till höjdvariationer under en given rutt tas även höjddata fram. Data framställs genom att mata in transportrutter i Google Earth Pro som tar fram en höjdkurva för respektive rutt.

#### Vätgasfordon

För att möjliggöra jämförbara och realistiska beräkningar antogs specifikationer för bränslecellselektriska lastbilar utifrån Stay Fresh nuvarande fordon sett till last- och driftförmåga. Detta på grund av att idag finns det inte bränslecellselektriska lastbilar att tillgå på den svenska marknaden, varpå vissa antaganden har behövt göras. Ett underdimensionerat vätgasfordon, sett till motoreffekt, antogs med en tank på 350 bar (FCEV1), ett likvärdigt vätgasfordon jämfört med Stay Fresh nuvarande fordons motoreffekt (FCEV 2) och ett överdimensionerat vätgasfordon sett till motoreffekt (FCEV 3).

Anledningen till att en underdimensionerad lastbil (FCEV 1) tas med är för att det är enda fordonet med 350 bar vätgastank. När ett vätgasfordon tankas behöver en vätgastankstation följa ett påfyllnadsprotokoll, vilket finns för tunga fordon med 350 bar tryck i tanken idag, men inte för 700 bar. Däremot arbetas det med påfyllnadsprotokoll för 700 bar fordon men förväntas inte lanseras förs än år 2026. De flesta av dagens tankstationer kan redan nu tanka fordon med 700 bar tryck i tanken, men kommer inte kunna tanka hela tanken full tills att påfyllnadsprotokollet är på plats. Däremot förväntas vätgastankstationer som byggs idag vara anpassningsbara, med några ytterligare investeringar i exempelvis kompressorer och dispensrar, för att kunna tanka 700 bar fordon till fullo när påfyllnadsprotokollet lanseras.

Data för fordonen baseras på fordonstillverkare som utvecklar bränslecellselektriska lastbilar. Se beskrivning för respektive fordonmodell i Tabell 2. Eftersom fordonets vikt har approximerats till konstant för hela transportrutten, tas ej hänsyn till viktskillnader mellan olika fordonmodeller. Denna konstanta vikt baseras på den genomsnittliga vikten lastbilen har före lastning och före distribution.

I denna studie är bränslecellselektriska lastbilar det primära fokuset, däremot görs en mindre jämförelse med ett tänkbart fordon som drivs på vätgas i en förbränningsmotor. Detta på grund av att vätgas i förbränningsmotor för fordon kan bli aktuellt på kort sikt till följd av en förväntad lägre inköpskostnad samt kan eventuellt komma betraktas som nollemissionsfordon (zero-emission vehicle, ZEV<sup>6</sup>) inom EU<sup>7</sup>. Specifikationer för detta fordon i denna förstudie baseras på dialog med en utvecklare av denna typ av förbränningsmotorer för vätgas, Westport<sup>8</sup>, som kallar sin produkt för "H2 HDPI".

*Tabell 2. Specifikationer för bränslecellslastbilar som använts i förstudien samt för de HVO-drivna lastbilarna som Stay Fresh använder idag. FCEV 1 är det minst kraftfulla fordonet och med lägst lagerkapacitet för vätgas, ett något underdimensionerat fordon. FCEV 3 är det mest kraftfulla fordonet och med störst lagerkapacitet för vätgas, ett något överdimensionerat fordon. H2 i ICE är ett fordon där vätgas används i en förbränningsmotor.*

	Maxeffekt (el)motor	Maxeffekt bränslecell	Kapacitet batteri	Kapacitet vätgastank	Tryck vätgastank	Frontarea
<b>FCEV 1</b>	295 kW	240 kW	110 kWh	60 kg	350 bar	7,28 m <sup>2</sup>
<b>FCEV 2</b>	450 kW	240 kW	140 kWh	95 kg	700 bar	7,28 m <sup>2</sup>
<b>FCEV 3</b>	550 kW	240 kW	124 kWh	116 kg	700 bar	8,77 m <sup>2</sup>
<b>H2 i ICE</b>	370 kW	-	-	95 kg	700 bar	8,75 m <sup>2</sup>
<b>HVO ICE</b>	370 kW	-	-	-	-	8,75 m <sup>2</sup>

Inköpspriset för respektive fordonmodell med bränslecell baseras på ekonomimodeller från en studie av RISE<sup>9</sup> och en av ICCT<sup>10</sup>. Båda studierna tar fram beräkningsmodeller för att avgöra inköpskostnaden för bränslecellselektriska tunga fordon, baserat på storleken på komponenterna i tabellen ovan. Studien från RISE har fokus på år 2030, studien från ICCT har fokus på år 2022, 2025 och 2030. Båda studierna antar även ett restvärde på bränslecellselektriska fordon på 30 % efter 5 till 6 år, med liknande körsträckor som Tabell 1 presenterar på årsbasis, därför antar denna förstudie ett restvärde på 30 % för en bränslecellselektrisk lastbil efter 5 år. I denna studie är fokus nuvarande år och därför används beräkningsmodellen från ICCT för år 2022, vilket lämpar sig bra Stay Fresh ekonomiska kalkyler för nuläget (HVO-drivna lastbilar) som är från år 2022. Skillnaden mellan år 2022 och 2030 är att år 2030 förväntas bränslecellselektriska lastbilar vara märkbart billigare jämfört med idag.

För en vätgaslastbil med förbränningsmotor antas samma restvärde som en bränslecellslastbil. Däremot uppskattar Westport att vätgaslastbilar med förbränningsmotor kommer initialt ha ca 20 % högre inköpspris jämfört med en motsvarande diesellastbil, vilket antas i denna studie.

Kostnader för service av fordon och temperaturaggregat baseras på intervjuer med företag som idag levererar produkter eller tjänster till Stay Fresh samt från tidigare nämnd rapport från ICCT.

<sup>6</sup> European Parliament and Council, 2019, *Directive (EU) 2019/1161*

<sup>7</sup> European Parliament and Council, 2023, *Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Regulation (EU) 2019/1242 as regards strengthening the CO<sub>2</sub> emission performance standards for new heavy-duty vehicles and integrating reporting obligations, and repealing Regulation (EU) 2018/956.*

<sup>8</sup> Anders Johansson, Vice President Heavy-duty OEM Westport Fuel Systems, mejlkonversation den 23 maj 2023

<sup>9</sup> Lundblad, A., Nordin Fördös, A., Nilsson, K., Pettersson, K., Axelsson, L., Ahlström, J. 2022. *Vätgas som alternativ för skogsindustrins transporter (H2Timmer).*

<sup>10</sup> Basmo, H., Zhou, Y., Rodrigues, F. 2022. *Fuel-cell hydrogen long-haul trucks in Europe: A total cost of owner ship analysis.*

Fordonsskatt exkluderas från vätgasfordon, motsvarande ca 500 kr per år för Stay Fresh dieselfordon, men andra avgifter som exempelvis vägregisteravgift samt kostnader för försäkring, däck, besiktning och reparation antas detsamma som nuvarande HVO-drivna fordon. Övriga kringkostnader som ej rör fordonet i sig, exempelvis uppställningsplats, kostnad för chaufför och kontrollavgift för kör- och vilotider antas även detsamma för vätgasdrivna fordonet som nuvarande fordon.

### *Stödmöjligheter*

Vätgaslastbilar med bränsleceller eller förbränningsmotor är även giltiga att erhålla ekonomiskt stöd vid inköp genom exempelvis Klimatklivet, som Naturvårdsverket ansvarar för, eller Klimatpremien, som Energimyndigheten ansvarar för. Stöden kan inte kombineras.

Enligt dialog med Länsstyrelsen i Värmland<sup>11</sup>, som handlägger Klimatklivet i Värmlands län, kan ett bolag erhålla stöd från Klimatklivet vid inköp av vätgaslastbilar. Den stödberättigade kostnaden är mellanskillnaden mellan en traditionell motsvarande diesellastbil och en vätgaslastbil. Stödet får uppgå till max 70 % av den stödberättigade kostnaden beroende på hur stort det sökande bolaget är och om de mottagit stöd tidigare. Ett bolag kan maximalt ta emot 200 000 € i stöd. Normala stödbelopp ligger mellan 30 och 65 %.

Enligt Energimyndigheten<sup>12</sup> möjliggör Klimatpremien stöd för maximalt 20 % av inköpskostnaden för vätgaslastbilen eller 40 % av den stödberättigade kostnaden. Den stödberättigade kostnaden är likt Klimatklivet mellanskillnaden mellan en traditionell motsvarande diesellastbil och vätgaslastbilen.

I denna förstudie används Klimatpremien som stödmöjlighet i TCO-beräkningarna för de scenarier som rör vätgas eftersom Klimatklivet har en större variation och mer komplicerad bedömningsprocedur för om och hur mycket stöd som kan erhållas. Däremot noteras det att Klimatklivet har potential för ett högre stödbelopp än Klimatpremien.

### *Drivmedel*

Pris för drivmedel används för TCO-kalkyler och är det pris som Stay Fresh betalar vid en tankstation för HVO eller vätgas. Priset för HVO antas i denna studie till 19,09 kr/l enligt dialog med Stay Fresh. Priset för vätgas sätts i dialog med projektparten Everfuel med ett initialt värde på 80 kr/kg, som anses rimligt för nutid. Vätgas är idag skattepliktigt om det används i förbränningsmotor och beskattas då likt dagens naturgas<sup>13</sup>. Däremot kan det komma jämföras med vätgas i bränsleceller vid revision av EU:s energiskattedirektiv.

### *Tankning*

Som tidigare nämnt tankas fordonen efter avslutad distribution av godset. För ett vätgasfordon antas tiden att tanka till 10 minuter<sup>14</sup>. Vid händelse av oväntad situation har även Stay Fresh ett riktmärke om att mängden drivmedel som finns kvar i tanken skall aldrig understiga 15 % av tankkapaciteten under något tillfälle under transportrutten, något som samtliga HVO-drivna lastbilar klarar idag.

<sup>11</sup> Kristina Rebane, Handläggare Klimatklivet Länsstyrelsen Värmland, telefonsamtal den 24 maj 2023

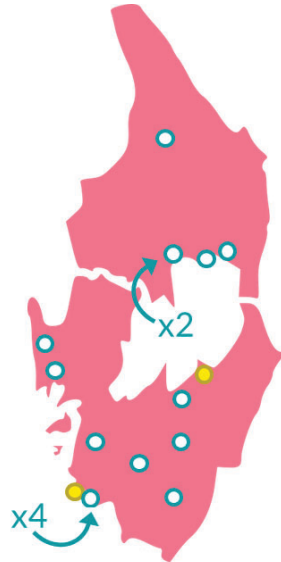
<sup>12</sup> Energimyndigheten, 2022, *Vägledning för ansökan och utbetalning om Klimatpremien - version 2022-10-12*

<sup>13</sup> Skatteverket, 2021, *Beskattning av vätgas som förbrukas i motordrivna fordon, fartyg eller luftfartyg*

<sup>14</sup> Mikael Antonsson, Sales & Business development, Everfuel, seminarie den 10 maj 2023



Tillgängliga tankstationer för vätgas baseras på de befintliga och planerade tankstationerna inom Västra Götalands och Värmlands län. Information om planerade tankstationer är enligt direktkontakt med ägare av tankstationer så som Everfuel, Hydri och Orangegas, utdrag från Naturvårdsverkets beviljade medel genom Klimatklivet och utdrag från Energimyndighetens beviljade medel genom Regionala Elektrifieringspiloter. Se Figur 3 för beskrivning av tankstationer i Västra Götalands och Värmlands län som antas vara tillgängliga i denna studie.



Figur 3. Tankstationer för vätgas som antas finnas tillgängliga i denna studie. Gula markörer är (idag) befintliga stationer i Göteborg och Mariestad, grön/vita markörer är (idag) planerade tankstationer. Reservation för att enstaka tankstation kan saknas.

#### Verifiering av beräkningsmodeller

Beräkningsmodellen för drivmedelsbehov verifierades genom att kontrollera så att dieselförbrukningen överensstämmer med den verkliga dieselförbrukning som Stay Fresh har data på. Stay Fresh har en genomsnittlig drivmedelsförbrukning på 3,6 till 3,9 liter HVO per mil, varav beräkningsmodellen landar i snitt på en bränsleförbrukning om drygt 3,7 liter HVO per mil.

Beräkningsmodellen för TCO verifierades genom att likställa TCO-modellen med ett kalkylunderlag som Stay Fresh nyttjar för sin verksamhet, utvecklat för dieselfordon, benämnt SÅ-Calc. TCO-modellen ansågs verifierad när modellen påvisade samma resultat i SÅ-Calc, med samma antaganden.

#### Beräkning av klimatpåverkan

För respektive scenario ska klimatpåverkan beräknas ur ett Well-to-wheel och ett Tank-to-wheel perspektiv. Well-to-wheel (WtW) innebär att klimatpåverkan kvantifieras från att drivmedlet produceras tills att det används i motorn. Tank-to-wheel (TtW) innebär att klimatpåverkan kvantifieras av att drivmedlet endast används i motorn.

HVO, som Stay Fresh kör på idag, tillverkas av Neste som baseras på bland annat avfalls- och restprodukter från exempelvis slakterier. Well-to-wheel data för klimatpåverkan för denna typ av HVO tas från en studie inom ett f3-projekt av IVL<sup>15</sup>. Skulle Stay Fresh i stället köra på förnybar vätgas måste vätgasen uppfylla den delegerade akten om Renewable Fuels from Non-Biological Origin (RFNBO), vilket ställer krav på att drivmedlet måste minska klimatpåverkan jämfört med fossila drivmedel med minst 70 %<sup>16</sup>. Det implicerar en maximal klimatpåverkan från förnybar vätgas på ca 3,38 kg CO<sub>2</sub> per kg vätgas, men klimatpåverkan kan vara ännu mindre från vätgasen beroende på den specifika produktionsanläggningen.

<sup>15</sup> Källmén, A., Andersson, S., Rydberg, T., 2019, *Well-to-wheel LCI data for HVO fuels on the Swedish market*.

<sup>16</sup> European Commission, 2023, *Commission sets out rules for renewable hydrogen*. Besökt 2023-06-29 ([länk](#))

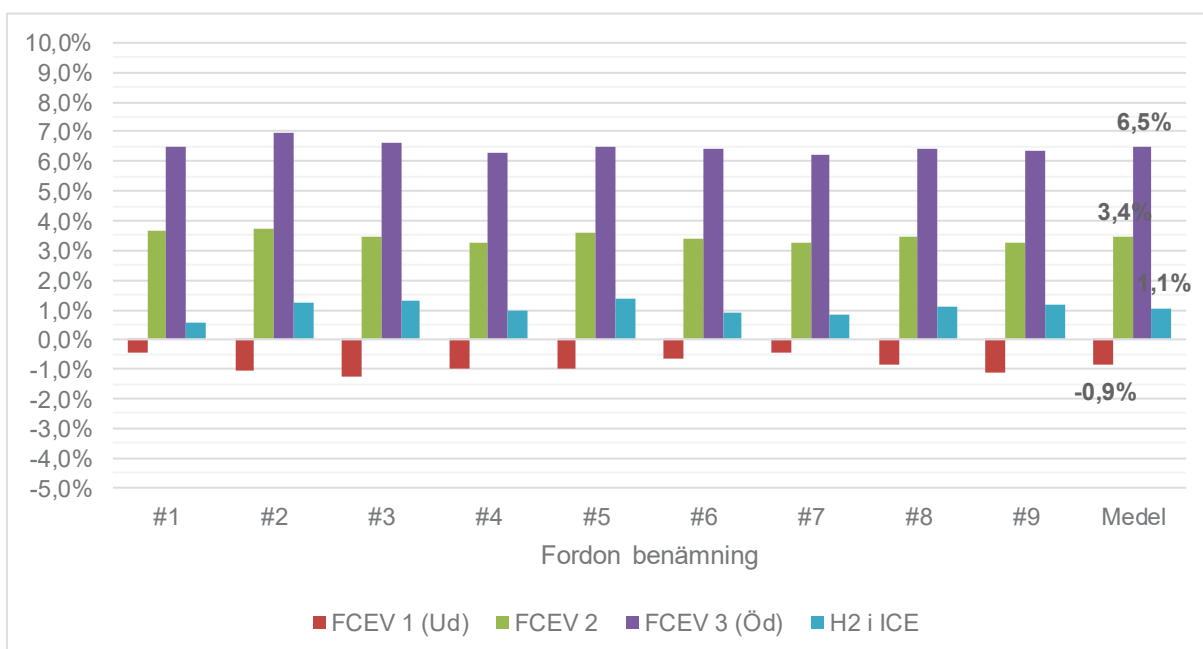
För Tank-to-wheel används data för klimatpåverkan av HVO från ett annat f3-projekt av IVL<sup>17</sup>. Klimatpåverkan ur ett Tank-to-wheel-perspektiv för vätgas är 0 kg CO<sub>2</sub> per kg vätgas.

## 5 Mål

Denna förstudie har som mål att inhämta kunskap och genomföra en systemanalys av hur vätgaselektrifiering kan ske för tunga transportuppdrag. Resultatet ska bli ett underlag för ett potentiellt pilotprojekt.

## 6 Resultat

Resultat från beräkningsmodellerna presenteras i form av en jämförelse av TCO om dagens HVO-drivna lastbilar skulle ersättas med vätgasdrivna lastbilar, se Figur 4. Resultat anges i procentenheter för att dölja sekretessbelagd information.



Figur 4. Skillnad i TCO för Stay Fresh respektive fordon (1 till 9) om dagens HVO-drivna lastbilar skulle ersättas med vätgasdrivna lastbilar med ett vätgaspris på 80 kr/kg. Negativt och positivt resultat innebär billigare respektive fördyrande ur ett TCO-perspektiv. Staplarna längst till höger är medelvärdet för samtliga fordon sammanslaget. Ud respektive Öd är förtydligande om att fordonet är under- respektive överdimensionerat utifrån Stay Fresh behov av motoreffekt.

Enligt Figur 4 är FCEV 1 enda bränslecellselektriska lastbilen som ger en minskning av TCO jämfört med dagens HVO-drivna lastbilar. Det är också enda lastbilsmodellen som inte klarar att köra samtliga rutter med kravet på minst 15 % vätgas kvar i tanken, se Tabell 3 nedan. FCEV 1 har en vätgastank på 60 kg. Det noterades i analysen att vid en vätgastank på ca 95 kg, beroende på fordonets vätgasförbrukning, finns en brytpunkt för när samtliga rutter kan köras och minst 15 % vätgas finns kvar i tanken efter avslutad rutt. FCEV 2, 3 och H2 ICE kan köra samtliga rutter utan att underskrida 15 % vätgas kvar i tanken då de har en ekvivalent eller större vätgastank än 95 kg, och tas därför inte upp i tabellform som nedan. Däremot är FCEV 2, 3 och H2 ICE dyrare ur ett TCO-perspektiv jämfört med dagens HVO-drivna lastbilar.

<sup>17</sup> Hallberg et al., 2013, *Well-to-wheel LCI data for fossil and renewable fuels on the Swedish market*



Tabell 3. Mängd vätgas kvar i tanken efter avslutad rutt för lastbilsmodell FCEV 1 över en normalvecka. Grönt fält innebär att värdet överskrider 15 %, gult fält innebär att värdet är mellan 0 och 15 %, rött fält innebär att värdet är under 0 %.

Fordon benämning	Dag 1	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5	Dag 6	Dag 7
#1	14%	11%	19%	23%	7%		
#2	-3%	-4%	10%	-4%	-8%		-5%
#3	19%	2%	-8%	-2%	-4%	1%	29%
#4	30%	14%	5%	-1%	-8%	3%	
#5	-11%	29%	7%	2%	-11%	-2%	24%
#6	-7%	0%	29%	-3%	-1%		
#7	-1%	-3%	29%	29%	6%	25%	
#8	25%	-2%	-12%	22%	22%		-16%
#9	-9%	19%	25%	-4%	29%	26%	11%

## 6.1 Scenarioanalys

### Nuläge (HVO)

I scenariot "nuläge" kör samtliga fordon hos Stay Fresh inom Värmland på HVO enligt tidigare beskrivna antaganden under avsnitt 4.2. Se Tabell 4 för sammanställning.

Tabell 4. Utfall av scenariot "Nuläge".

Scenario: Nuläge (HVO)	
Fordon	9 av 9 dieselfordon
Drivmedelsbehov per vecka	13 142 liter HVO
Tankningsrutiner	Tankning av HVO efter distribuering på tankstation i Karlstad eller Säffle.
TCO-förändring jämfört nuläge	-
Klimatpåverkan per vecka och skillnad jämfört nuläge	14,7 ton CO <sub>2</sub> , - (WtW) 0,9 ton CO <sub>2</sub> , - (TtW)

### Vätgas där möjligt

I scenariot "Vätgas där möjligt" kör samtliga fordon hos Stay Fresh inom Värmland på vätgas där det är möjligt utan några rutinförändringar eller märkbar påverkan på chaufförernas arbetsmiljö. Den billigaste bränslecellselektriska lastbilen väljs ur ett TCO-perspektiv som samtidigt klarar scenariots ramar. Se Tabell 5 för sammanställning.

Tabell 5. Utfall av scenariot "Vätgas där möjligt".

Scenario: Vätgas där möjligt	
Fordon	8 av 9 vätgasfordon (FCEV 2) 1 av 9 dieselfordon
Drivmedelsbehov per vecka	3 050 kg vätgas 1 123 liter HVO
Tankningsrutiner	Tankning av vätgas efter distribuering på tankstation i Karlstad.  Tankning av HVO efter distribuering på tankstation i Säffle.
TCO-förändring jämfört nuläge	3,1 % <b>mer</b> kostsamt
Klimatpåverkan per vecka och skillnad jämfört nuläge	11,6 ton CO <sub>2</sub> , 22 % lägre (WtW) 0,1 ton CO <sub>2</sub> , 92 % lägre (TtW)

### 100 % vätgas

I scenariot "100 % vätgas" kör samtliga fordon hos Stay Fresh inom Värmland på vätgas. Rutinförändringar görs där det behövs som genererar minsta möjliga TCO. Den billigaste bränslecellselektriska lastbilen väljs. Se Tabell 6 för sammanställning.

Tabell 6. Utfall av scenariot "100 % vätgas".

Scenario: 100 % vätgas	
Fordon	9 av 9 vätgasfordon (FCEV 1)
Drivmedelsbehov per vecka	3 049 kg vätgas
Tankningsrutiner	Se Tabell 7 för förändringar som krävs.
TCO-förändring jämfört nuläge	0,8 % <b>mindre</b> kostsamt
Klimatpåverkan per vecka och skillnad jämfört nuläge	10,3 ton CO <sub>2</sub> , 29 % lägre (WtW) 0 ton CO <sub>2</sub> , 100 % lägre (TtW)

I detta scenario görs rutinförändringar för tankning så att vätgastanken för fordonet aldrig ska understiga 15 % med ett så lågt TCO som möjligt. FCEV 1 ger lägst TCO när rutinförändringar kan genomföras men är något underdimensionerat sett till Stay Fresh nuvarande lastbilar. Detta scenario har ett lägre vätgasbehov jämfört med scenariot "Vätgas där möjligt", trots att 9 av 9 fordon går på vätgas. Detta beror på att FCEV 1 har en genomsnittlig lägre vätgasförbrukning än FCEV 2 som valts i scenariot "Vätgas där möjligt". I Tabell 7 beskrivs vart tankning lämpligast bör ske för att respektive rutt ska kunna genomföras samt vad för extra arbetstid det förväntas krävas.

Tabell 7. Beskrivning av vart tankning av vätgas lämpligen kan ske i scenariot "100 % vätgas". Benämningar för tankstationer är; LE = Lilla Edet, G = Grums, K = Karlstad. Vid två tanktillfällen på en dag tankar nattskiftschauffören det första tillfället (till vänster) och dagskiftschauffören den andra (till höger). Vid ett tanktillfälle på en dag tankar endast dagskiftschauffören.

Fordon benämning	Dag 1	Dag 2	Dag 3	Dag 4	Dag 5	Dag 6	Dag 7	Förlängd arbetstid per vecka
#1	LE, G	LE, G	G	G	LE, G			30 min (nattskiftet)
#2	K, K	K, K	LE, K	K, K	K, K		K, K	60 min (nattskiftet)
#3	K	K, K	K, K	K, K	K, K	K, K	K	50 min (nattskiftet)
#4	K	K, K	K, K	K, K	K, K	K, K		50 min (nattskiftet)
#5	K, K	K	K, K	K, K	K, K	K, K	K	50 min (nattskiftet)
#6	K, K	K, K	K	K, K	K, K			40 min (nattskiftet)
#7	K, K	K, K	K	K	K, K	K		30 min (nattskiftet)
#8	K	K, K	K, K	K	K		K, K	30 min (nattskiftet)
#9	K, K	K	K	K, K	K	K	K, K	30 min (nattskiftet)

Enligt tabell ovan är det främst chauffören som kör nattskiftet som behöver lägga mer tid på att tanka vätgaslastbilen varje vecka. Chauffören som kör dagskiftet bibehåller sina rutiner och kan tanka i Karlstad, förutom för fordon #1 där tankning bör ske i Grums pga. ruttens utformning. Ur ett TCO-perspektiv motsvarar dessa rutinförändringar ett ökat TCO på 0,1 %, till följd av att mer arbetstid går åt till tankning, vilket är inkluderat i TCO-förändringen i Tabell 6.

### Transport med vätgas i förbränningsmotor

Om det antas att lastbilar med vätgas i förbränningsmotor är ett möjligt alternativ i denna studie skulle det medföra förändringar i scenariot "Vätgas där möjligt", då det scenarion skulle kunna genomföras med ett lägre TCO jämfört med om FCEV 2 hade använts (som i Tabell 5). Se Tabell 8 för en beskrivning av hur scenariot påverkas.

Tabell 8. Utfall av scenariot "Vätgas där möjligt" om vätgas i förbränningsmotor är ett möjligt alternativ..

Scenario: Vätgas där möjligt	
Fordon	8 av 9 vätgasfordon (H2 ICE) 1 av 9 dieselfordon
Drivmedelsbehov per vecka	3 067 kg vätgas 1 123 liter HVO
Tankningsrutiner	Tankning av vätgas efter distribuering på tankstation i Karlstad.  Tankning av HVO efter distribuering på tankstation i Säffle.
TCO-förändring jämfört nuläge	1,0 % <b>mer</b> kostsamt
Klimatpåverkan per vecka och skillnad jämfört nuläge	11,6 ton CO <sub>2</sub> , 22 % lägre (WtW) 0,1 ton CO <sub>2</sub> , 92 % lägre (TtW)

## 6.2 Hur förändringarna i scenarierna tas emot

Resultat i detta avsnitt baseras på intervjuer om hur förändringarna i scenarierna skulle tas emot av nyckelaktörer kopplat till Stay Fresh transportverksamhet. Följande intervjuobjekt har intervjuats i denna studie:

- 3 chaufförer hos Stay Fresh med utgångspunkt Värmland (1 kvinna och 2 män intervjuades)
- 2 representanter från olika serviceföretag som idag genomför service på Stay Fresh fordon (2 män intervjuades)
- 1 representant från en leverantör av temperaturaggregat som krävs för Stay Fresh livsmedelstransporter (1 man intervjuades)
- 1 representant från Stay Fresh största kund (1 man intervjuades)

Resultat från intervjuerna presenteras i löpande text under nästkommande rubriker.

### Chaufförer

Som helhet är chaufförerna hos Stay Fresh i Värmland positiva till att köra bränslecellselektriska fordon. Att dessa fordon har kort tid för tankning och god räckvidd är de största fördelarna jämfört med andra elektrifierade alternativ. Det gör att arbetsutförandet påverkas minimalt vilket annars kan vara utmanande vid förändringar.

Det finns däremot några osäkerheter och nackdelar som lyfts fram med att köra bränslecellselektriska fordon för chaufförerna i Värmland. Nämnvärt är att det är svårt att få en uppfattning om hur annorlunda fordonen är att köra, eftersom det inte går att provköra dem någonstans just nu. Frågor som hur kraftfulla de är, hur de klarar vinterväglag och vilken skillnad det är på vridmoment jämfört med dagens dieseldrivna fordon behöver tas hänsyn till. Det höjs enstaka frågetecken kring vätgassäkerhet, särskilt om fordonet skulle vara med om en kollision och om huruvida vätgastankarna klarar det. God och tydlig information kan underlätta för dessa osäkerheter.

Gällande tankinfrastruktur för vätgas anses detta inte som ett problem om de tankstationer som är planerade faktiskt upprättas. Det finns ingen större risk för räckviddsångest då det anses att Värmland och vägen ner till Kungälv har god täckning av tankstationer. En kommentar är dock att det hade varit betryggande om det fanns en extra tankstation i Dalsland, vid väg E45, som ett alternativ vid oväntade situationer.

I scenariot "100 % vätgas" sker en rutinförändring och nattskiftschaufförerna behöver tanka fordonet under pågående eller efter avslutat skift, något som de inte gör idag. Det bedöms att för varje dag en extra tankning behövs så kräver det 10 minuter förlängd arbetsdag. Chaufförerna uttrycker sig att de har inget emot detta så länge hänsyn tas till vilotider och arbetspassets längd. Det nämns dock att fordonen som kör ner till Kungälv under nattskiftet ofta kör i en klunga, eller med endast några minuter mellanrum. Om dessa fordon kommer tillbaka till Karlstad ungefär samtidigt, och alla ska tanka vätgas, riskerar det bli kö på tankstationen. Ett förslag från chaufförerna är därför att tankning av fordonen som kör nattskift och tankar i Karlstad behöver planeras för att undvika köbildning vid tankstationen (detta har inte tagits hänsyn till i denna förstudie).

### *Serviceföretag*

Serviceföretagen som intervjuats genomför service på Stay Fresh fordon idag. Generellt är de positiva till att ta emot och genomföra service på bränslecellselektriska lastbilar om Stay Fresh skulle vara ett av de första åkerierna i Sverige att ta del av dessa lastbilar. Givet att fordonstillverkare tillhandahåller nödvändig utbildning, säkerhetsföreskrifter, arbetsbeskrivning för hur service genomförs. De är entusiastiska till att ligga långt fram i utvecklingen tillsammans med Stay Fresh.

Däremot har de två serviceföretagen olika syn på servicekostnaden för bränslecellselektriska lastbilar. Initialt tror båda företagen att servicekostnaden kommer vara högre jämfört med service på ett fordon med förbränningsmotor till följd av att det är en uppläringsprocess. Över tid tror ena företaget att kostnaden för service på ett bränslecellselektriskt fordon kommer sjunka och ligga i linje med servicekostnaden för batterielektriska lastbilar till följd av färre servicepunkter, det vill säga antalet ting som ska kontrolleras på en fordonsservice (vilket är lägre än för lastbilar med förbränningsmotor för detta företag). Det andra företaget tror att kostnaden för att genomföra service på ett bränslecellselektriskt fordon kommer förbli högre jämfört med en förbränningsmotor. Detta på grund av att ett bränslecellselektriskt fordon anses vara ett mer komplex system jämfört med batterielektriska fordon och det förväntas kräva betydligt fler tidskrävande moment, trots att antalet servicepunkter förväntas vara färre, särskilt för vätgastanken.

### *Leverantör av temperaturaggregat*

Temperaturaggregat är en nödvändighet för Stay Fresh transporter för att hålla godset (livsmedel) i rätt temperatur. En teknikleverantör tillhandahåller, installerar och genomför service på temperaturaggregaten åt Stay Fresh. För diesellastbilar används diesel (från lastbilens tank) för att driva temperaturaggregatet och för batterielektriska lastbilar används el från batteriet för att driva temperaturaggregatet. Generellt är eldrivna temperaturaggregat 10 till 20 % billigare än dieseldrivna och för leverantören är strategin att i framtiden ska de till största del sälja, utveckla och installera eldrivna temperaturaggregat.

Idag finns det inga temperaturaggregat som drivs på ren vätgas och det förväntas inte utvecklas heller (det nämns att en konkurrent säljer gasdrivna aggregat, men inte avsett för vätgas). Det anses fullt möjligt och mer kostnadseffektivt att i stället installera ett elektriskt temperaturaggregat som drivs på el direkt från bränslecellen eller från batteriet i en bränslecellselektrisk lastbil. Generellt kan leverantören ta vilken spänning som helst från batteriet eller bränslecellen och konvertera det till en spänning lämplig för temperaturaggregatet.

### *Kund*

En av Stay Fresh största kunder har intervjuats. Kundens vilja att arbeta med vätgas som drivmedel för distribution av sina livsmedel är en nyckel i ett gott utvecklingsarbete gentemot Stay Fresh. Vätgas har av kunden redan kollats på som ett möjligt alternativ för de mest långväga transporterna. Kunden uttrycker att man uppges kunna nå sina egna mål om koldioxidfria transporter med nuvarande transportutförare, däribland Stay Fresh, men har även

mål att några år senare även uppnå helt emissionsfria transporter för distribution av sina livsmedel. För att nå detta mål behövs primärt elektriska fordon då dagens fordon med förbränningsmotor ger upphov till emissioner i form av exempelvis NOx och partiklar. Kunden är därför villig att samverka med Stay Fresh för att nå nollemissionstransporter och ser gärna att ny teknik används.

Däremot understryks det att det måste räknas på vad den faktiska effekten blir, dels i förhållande till det praktiska genomförandet, dels i förhållande till ekonomi. Det kan få kosta mer om effekten av genomförandet är som förväntan eller bättre. Det menas att köra transporter med nollemissionsfordon kan få kosta mer, förutsatt att fordonen faktiskt orsakar noll emissioner, vilket är till fördel för bränslecell elektriska- och batterielektriska lastbilar som idag klassas som nollemissionsfordon inom EU. Beroende på utvecklingen av huruvida vätgas i förbränningsmotorer kommer klassas som nollemissionsfordon inom EU, kan eventuellt även dessa fordon bli aktuella ur kundens perspektiv.

### 6.3 Systemeffekter

Under detta avsnitt presenteras resultat från positiva systemeffekter som kan tänkas uppstå till följd av om Stay Fresh skulle vätgaselektrifiera sina transporter inom Värmland.

#### *Energisäkerhet*

I Sverige är endast 5 % av den HVO som används inhemsk producerad<sup>18</sup>. När värdekedjan är beroende av flera olika länder och företag är risken större att, vid händelser av störningar, att HVO inte kan levereras vid behov. Om Stay Fresh skulle övergå till endast vätgasdrivna fordon, skapas i stället ett beroende av vätgas och dess värdekedja.

Enligt scenarierna i Tabell 5 och Tabell 6 skulle tankning av vätgas till allra största del ske på tankstationen i Karlstad. Denna tankstation förses med vätgas genom företaget Everfuel som idag har vätgasproduktion i Danmark. Däremot, som nämnt i avsnitt 3, planeras en produktionsanläggning för vätgas i Karlstad ca 1 km från den planerade tankstationen, där Karlstads Energi och Everfuel kommer samarbeta för att producera och leverera vätgas. Det är rimligt att anta att vätgastankstationen i Karlstad kommer förses med vätgas från denna produktionsanläggning.

Produktionsanläggningen kommer i normal drift endast producera förnybar vätgas enligt EU:s delegerade akt om förnybar vätgas enligt Renewable Fuel of Non-Biological Origin (RFNBO). Därför är råvaran endast förnybar energi, vilket säkerställs genom att den el som används uppfyller dessa krav. Produktionsanläggningen för vätgas planeras initialt till 8 ton vätgas per dag, vilket är tillräckligt för Stay Fresh totala behov i Värmland på drygt 3 ton per vecka (se tabeller i scenarioanalysen) om samtliga 9 fordon skulle övergå till vätgasdrift.

Vid händelse av en störning har även Karlstads Energi möjlighet att köra sin produktionsanläggning i ö-drift, vilket möjliggör att vätgas kan fortsätta produceras även vid eventuell bortkoppling. Vätgasen skulle då inte klassas som förnybar enligt RFNBO, utan skulle vara baserat på biomassa från kraftvärmeanläggningen, men möjliggör fortsatta leveranser av vätgas till vätgastankstationer. Stay Fresh transporterar en samhällsviktig produkt, livsmedel. Robustheten för livsmedeldistribution skulle öka eftersom distributionen kan fortsatt ske vid eventuella på elförsörjningen genom elnätet. Detta eftersom Karlstads Energi i begränsad utsträckning kan fortsatt leverera vätgas till tankstationer för att tillgodose de mest prioriterade transporternas behov.

---

<sup>18</sup> EnergikontorSydost, 2021, *Systempåverkan och cirkulär ekonomi. Hållbar kollektivtrafikupphandling. Delrapport 3.*

Sammanfattningsvis, i och med att Stay Fresh förväntas primärt tanka vätgas på vätgastankstationen i Karlstad, vilket förses med vätgas från den närbelägna produktionsanläggningen, som täcker hela Stay Fresh behov av vätgas, kommer drivmedelstillförseln till Stay Fresh primärt vara inhemsk producerad. Detta förväntas ha ett starkt bidrag ökad energisäkerhet för Stay Fresh, som möjliggör att deras transportverksamhet kan fortlöpa trots störningar i omvärlden. Det skulle krävas allvarigare störningar än på regionnätetsnivå för att vätgasproduktionen skulle upphöra i Karlstad, då det finns möjlighet att leverera vätgas till tankstationen genom ö-drift av Karlstads Energis kraftvärmeanläggning eller att vätgas levereras från andra produktionsanläggningar inom Everfuel.

#### *Nollemissionsfordon*

Idag kör Stay Fresh på HVO, ett bränsle som har låg klimatpåverkan, men genom att det förbränns i en förbränningsmotor orsakas utsläpp av bland annat NO<sub>x</sub>, partiklar m.m. NO<sub>x</sub> är ett hälsoskadligt ämne och är framför allt ett problem i tätorter med mycket vägtrafik där höga halter av NO<sub>x</sub> kan uppstå. Ett sätt att undvika NO<sub>x</sub>-utsläpp är att köra fordon med endast elmotor, som inte har några utsläpp, och är därför nollemissionsfordon. Trots att Stay Fresh kör på ett bränsle med lågt klimatavtryck jämfört med konventionell diesel, orsakas alltså NO<sub>x</sub>-utsläpp.

Bränslecellselektriska lastbilar är per definition ett nollemissionsfordon. De enda utsläppen som uppstår vid användning är vatten samt att värme alstras i bränslecellen. Om Stay Fresh väljer att köra bränslecellselektriska lastbilar, bidrar de till inte endast låg klimatpåverkan, utan även minskade utsläpp av NO<sub>x</sub>. Detta är relevant i tätorter, som Stay Fresh ofta har sina kunder inom.

Om vätgas i förbränningsmotor skulle väljas skulle dock NO<sub>x</sub>-utsläpp fortfarande ske, däremot påpekar utvecklare av dessa motorer att NO<sub>x</sub>-utsläpp är betydligt lägre än för en förbränningsmotor för diesel<sup>19</sup>.

## **6.4 Känslighetsanalys**

Under detta avsnitt presenteras resultat från relevanta känslighetsanalyser.

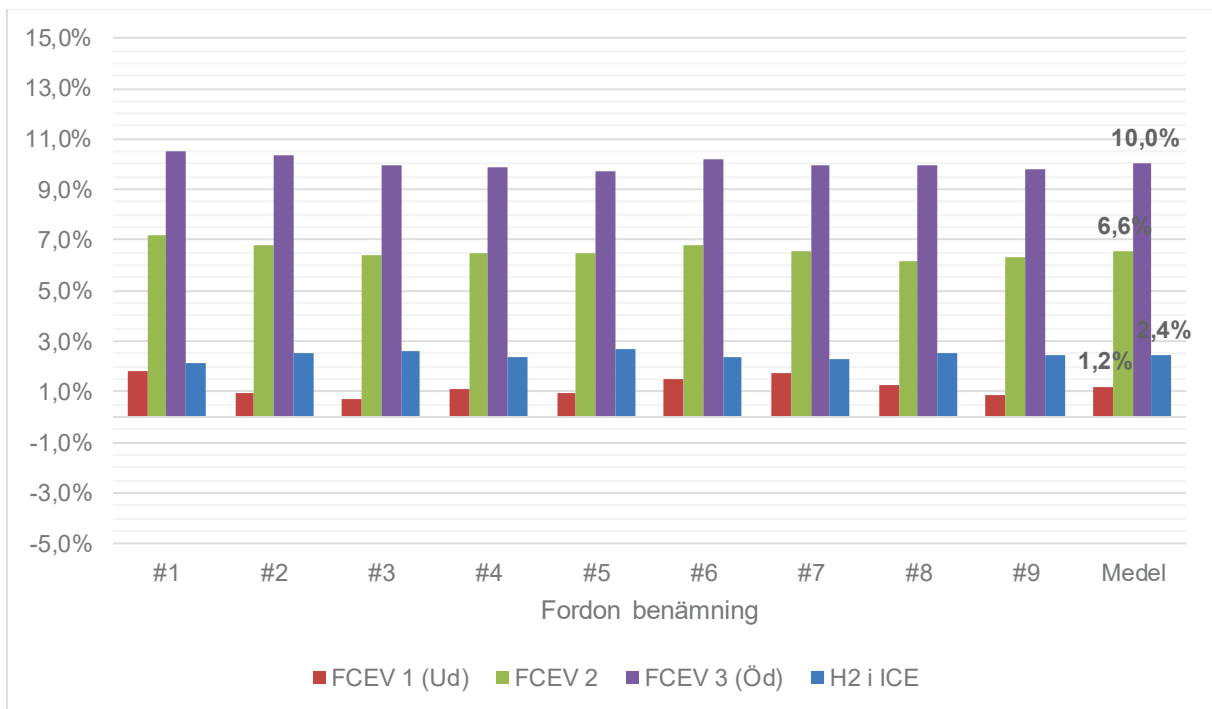
Känslighetsanalyserna representerar fall som kan tänkas inträffa i en rimlig framtid och som kommer ha en märkbar påverkan på studies resultat.

#### *Högre inköpspris för bränslecellselektriska lastbilar*

Inköpspriset för vätgasdrivna lastbilar i denna studie baseras på tidigare framtagna beräkningsmodeller. Det är rimligt att anta att inköpspriset inte kommer bli exakt enligt dessa beräkningsmodeller, utan kan variera antingen uppåt eller nedåt. Om inköpspriset är lägre eller högre än modellerna är det till fördel respektive nackdel för vätgasdrivna fordon i tidigare presenterade resultat. I en känslighetsanalys antas inköpspriset för samtliga modeller av bränslecellselektriska fordon öka med 30 % för att analysera ett fördyrande fall. Se resultat från analysen i Figur 5.

---

<sup>19</sup> Heid, B., Martens, C., Orthofer, A., 2021, *How hydrogen combustion engines can contribute to zero emissions*.



Figur 5. Skillnad i TCO för Stay Fresh respektive fordon (1 till 9) om dagens HVO-drivna lastbilar skulle ersättas med vätgasdrivna lastbilar med ett vätgaspris på 80 kr/kg. Negativt och positivt resultat innebär billigare respektive fördyrande ur ett TCO-perspektiv. Inköpspriset för de vätgaslastbilarna är 30 % högre jämfört med det ursprungliga fallet. Staplarna längst till höger är medelvärdet för samtliga fordon sammanslaget. Ud respektive Öd är förtydligande om att fordonet är under- respektive överdimensionerat utifrån Stay Fresh behov av motoreffekt.

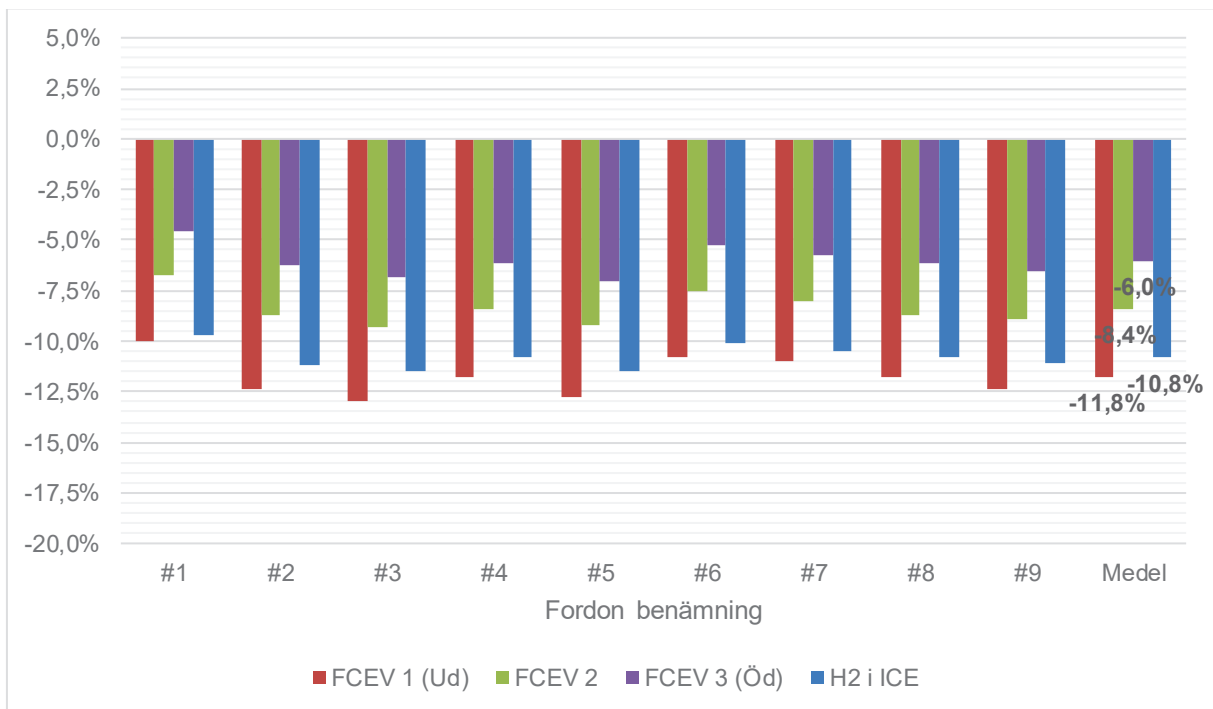
För respektive scenario från scenarioanalysen i avsnitt 6.1 blir val av och antalet bränslecellselektriska fordon detsamma. I scenarioanalysen fördyras TCO jämfört med nuläget i respektive scenario till 5,9 % och 1,3 % mer kostsamt för scenarierna "Vätgas där möjligt" respektive "100 % vätgas". Alltså, samtliga scenarier, oavsett vätgasfordon, blir dyrare ur ett TCO-perspektiv jämfört med nuläget (HVO) om detta skulle ske.

#### Lägre vätgaspris

Priset på vätgas förväntas sjunka i takt med att ökad produktion, distribution och användning av vätgas sker, särskilt inom EU. Över tid förväntas därför priset på vätgas att sjunka från dagens nivå om ca 80 kr/kg. Det kan medföra att om ett antal år framåt kommer driftkostnaderna för en vätgasdriven lastbil vara märkbart lägre än dagens dieseldrivna lastbilar. Enligt Everfuel<sup>20</sup> finns en målbild att vid pump kan vätgas komma kosta ca 5 €/kg, vilket motsvarar med dagens valutakurs ca 58 kr/kg.

Priset för att tanka vätgas antas därför minska till 58 kr/kg, en minskning med 27,5 % i denna känslighetsanalys. Se resultat från analysen i Figur 6.

<sup>20</sup> Mikael Antonsson, Sales & Business development, möte den 15 juni 2023



Figur 6. Skillnad i TCO för Stay Fresh respektive fordon (1 till 9) om dagens HVO-drivna lastbilar skulle ersättas med vätgasdrivna lastbilar med ett reducerat pris för att tanka vätgas till 58 kr/kg. Negativt och positivt resultat innebär billigare respektive fördyrande ur ett TCO-perspektiv. Staplarna längst till höger är medelvärdet för samtliga fordon sammanslaget. Ud respektive Öd är förtydligande om att fordonet är under- respektive överdimensionerat utifrån Stay Fresh behov av motoreffekt.

För respektive scenario från scenarioanalysen i avsnitt 6.1 blir val av och antalet bränslecellselektriska fordon detsamma. I scenarioanalysen blir TCO lägre jämfört nuläget lägre, dvs. billigare, till -7,8 % och -11,7 % för scenarierna "Vätgas där möjligt" respektive "100 % vätgas". Alltså oavsett vätgasfordon som väljs blir det billigare att köra på vätgas jämfört med HVO om detta skulle ske.



## 7 Diskussion och måluppfyllelse

### 7.1 Praktisk möjlighet att ställa om

Förutsatt att tankstationer för vätgas, särskilt i Lilla Edet, Grums och Karlstad, blir färdigställda och att bränslecellselektriska lastbilar med lämpliga specifikationer finns att tillgå, är det praktiskt möjligt att ställa om till vätgasdrift för Stay Fresh. Det kan behövas justeringar för när och var fordon tankas beroende på rutt och val av fordonsmodell, särskilt för chaufförerna som kör nattsift.

Den mest betydande faktorn som påverkar hur mycket tankningsrutiner behöver förändras är storleken och trycket på fordonets vätgastank. FCEV 1 som har en kapacitet på 60 kg med 350 bar tryck innebär kortare, och inte alltid tillräcklig, räckvidd samt längre tanktider. Jämfört med FCEV 2 eller 3 där Stay Fresh inte behöver ändra några rutiner alls då dessa lastbilar har både vätgastankar större eller lika med 95 kg och högre tryck (700 bar) innebär det att de uppskattningsvis kan tankas lika snabbt som diesellastbilar och har tillräcklig räckvidd för samtliga rutten. FCEV 2 och 3 är dock fördyrande jämfört med nulägets HVO-drivna fordon olikt FCEV 1.

FCEV 1 bör också nämnas är ett märkbart svagare fordon, sett till motoreffekt, jämfört med FCEV 2 och 3, vilket kan ha påverkan på hur praktiskt fordonet är i sig. Detta anses som en viktig aspekt av chaufförerna och därför bör dessa fordon provköras eller få en grundlig genomgång av fordonstillverkaren om hur en sådan svagare lastbil förhåller sig jämfört med andra alternativ. Sannolikheten anses högre för FCEV 2 och 3 att klara av chaufförernas förhoppningar på körprestanda.

### 7.2 Ekonomi i ett vätgasdrivet transportuppdrag

Det mest ekonomiska scenariot är "100 % vätgas", förutsatt att Stay Fresh är villiga att förändra rutinerna som nämnts i avsnitt 6.1. I detta scenario är bränslecellselektriska lastbilar billigare, ur ett TCO-perspektiv, jämfört med dagens HVO-drivna lastbilar. Däremot innebär det scenariot rutinförändringar. Vill Stay Fresh undvika rutinförändringar är ett fordon likt FCEV 2 en möjlighet (alternativt H<sub>2</sub> ICE om det är ett alternativ). FCEV 2 innebär dock ett något högre TCO jämfört med nuläget (HVO).

Det kan tyckas anmärkningsvärt att det endast skiljer några få procentenheter att övergå till vätgasdrift redan idag. En anledning till detta är att analysen bygger på en jämförelse med nuläget som är HVO-drift. HVO är märkbart dyrare än konventionell diesel idag, vilket innebär att om analysen hade gjorts med konventionell diesel som drivmedel i nuläge-scenariot så hade troligen vätgasdrift varit märkbart dyrare ur ett TCO-perspektiv.

Som känslighetsanalysen i avsnitt 6.4 visar, blir scenariot "100 % vätgas" märkbart mer kostsamt om inköpspriset för bränslecellselektriska fordon ökar med 30 %. Inköpspriset för bränslecellselektriska lastbilar är idag okänt, vilket behöver tas hänsyn till vid eventuellt inköp av dessa fordon. Det är inte otänkbart att inköpspriset är högre jämfört med i denna studie vilket innebär att för Stay Fresh del blir denna förändring fördyrande oavsett scenario, något som känslighetsanalysen påvisar. Däremot kan priset på vätgas komma att minska i takt med mer produktion och användning av vätgas i samhället. Ett minskat vätgaspris får omfattande påverkan på ekonomin i ett vätgasdrivet transportuppdrag, vilket också känslighetsanalysen påvisar. Det blir helt enkelt billigare att köra på vätgas i stället för HVO ur ett TCO-perspektiv med ett lägre pris på vätgas.

Känslighetsanalysen påvisar således att ett vätgasdrivet transportuppdrag hos Stay Fresh är mer beroende av priset för vätgas snarare än inköpspriset för vätgasfordon. Ett ökat inköpspris för

fordonet fördyrar TCO för vätgasalternativen med maximalt 3,6 % jämfört med referensfallet. Ett minskat vätgaspris minskar TCO för vätgasalternativen med åtminstone 10,9 % jämfört med referensfallet. Alltså, Stay Fresh borde beakta vätgaspriset som den viktigaste ekonomiska faktorn vid beslut om en satsning på vätgasfordon ska göras inom deras verksamhet.

### 7.3 Nyckelparter

Chaufförerna som intervjuats i studien har en tydlig positiv inställning till vätgasdrivna fordon. Det beror till stor del på grund av att fordonen inte har en märkbar skillnad i hur nuvarande transportuppdrag skulle utföras. Det förväntas leda till enstaka extra tankstopp för vissa rutter, särskilt för nattchauffören, men det upplevs inte som ett problem. Däremot är ett starkt önskemål att få provköra fordonen före de köps in. Även leverantören av temperaturaggregat uttrycker sig kunna applicera redan utvecklade elektriska temperaturaggregat, vilket smidiggör eventuella inköp av vätgasdrivna lastbilar.

Ett av de intervjuade serviceföretagen var något mer avvaktande för service av specifikt bränslecellselektriska fordon. Detta beror på bristande kunskap om hur servicen faktiskt ska gå till väga och vilka krav det ställer på serviceföretagets fastighet. Det ska dock inte uppfattas som att detta serviceföretag är skeptiskt, snarare att man har en oro över vad som förväntas av fordonstillverkarna och kunderna för att genomföra service. Så länge fordonstillverkare är tydliga när vätgasfordon lanseras i Sverige, eller att pilotprojekt startas upp, så finns det goda förutsättningar för att serviceföretagen står redo att utföra service.

Kunden är märkbart positiv till vätgasdrivna transportuppdrag, men att det finns särskilda ambitioner om nollemissionsfordon talar särskilt i vätgasens fördel, genom bränslecellslastbilar, jämfört med dagens HVO-drift. Det upplevs även finnas en viss betalningsvilja för att uppnå nollemission. Genom ett ökat fokus på nollemissionsfordon och ett fortsatt tätt utvecklingssamarbete med kunden finns det goda förutsättningar att medverka i en pilot med vätgasdrivna, långväga, livsmedelstransporter.

Däremot ska det noteras att en kunds momentana betalningsvilja ibland inte är tillräckligt, utan det måste finnas en långsiktig betalningsvilja från kunden om en investering i vätgasfordon ska göras. Annars kan kunden välja att byta till ett annat åkeri efter en viss tid, vilket lämnar Stay Fresh med ett dyrare fordon och ingen som önskar betala för den. Detta är särskilt eftersom TCO förväntas vara högre under hela fordonets livslängd inom Stay Fresh jämfört med HVO (såvida inte FCEV 1 väljs). Därför bör Stay Fresh ta en utökad dialog med denna kund för att säkerställa att betalningsviljan inte är momentan för de första 1 till 2 åren av ett potentiell pilotprojekt utan faktiskt är ihållande under hela livslängden då vätgasfordonet ägs av Stay Fresh.

### 7.4 Positiva systemeffekter kan spela roll

Förnybar vätgas är fortfarande ett nytt energislag sett till hur det används i Sverige. Det finns endast några fåtal fordon som drivs på vätgas, några enstaka industrier som nyttjar förnybar vätgas och endast 2 % av all vätgas som produceras idag är faktiskt förnybar.

Genom att fler satsningar sker på vätgas kommer produktion av vätgas öka och efterfrågan på komponenter för att producera, lagra, distribuera eller använda vätgas öka samt alltmer kunna serieproduceras. Detta minskar kostnaderna, vilket kommer göra det möjligt att fler satsningar och uppskalning av olika vätgasapplikationer realiserar. Särskilt på ett regionalt plan där en satsning på vätgasdrivna transporter i Värmland kan skapa ökat intresse för andra åkerier och därmed öka vätgassatsningarna i länet, vilket i sin tur gör det än mer attraktivt med vätgas som en del i samhället. Med vätgas producerad och använd i Värmland minskas även kostnaderna för distribution av vätgas, vilket kan spela stor roll då vätgas generellt är dyrt att distribuera.

Effekter så som nollemissionsfordon, minskad klimatpåverkan och ökad energisäkerhet talar i vätgasens fördel i jämförelse med HVO-drift. Samma jämförelse kan givetvis göras med konventionell dieseldrift av lastbilarna, men där förväntas kostnadsgapet vara desto större, å andra sidan är vinster i form av minskad klimatpåverkan också större.

Vid jämförelse av klimatpåverkan förväntas Stay Fresh minska sin klimatpåverkan mellan 22 och 29 % (WtW) beroende på scenario vid övergång från HVO till vätgasdrift. HVO är redan ett drivmedel med låg klimatpåverkan jämfört med konventionell diesel, vilket gör att vätgas blir ännu ett steg i att ytterligare minska klimatpåverkan. Nämnvärt är att vid dessa beräkningar antas vätgasen orsaka en klimatpåverkan på 3,38 kg CO<sub>2</sub> per kg vätgas, vilket är den absolut högsta klimatpåverkan som förnybar vätgas får ha för att klassas som förnybar enligt RFNBO. Det kan alltså innebära att klimatpåverkan från vätgasen kan vara ännu lägre beroende på produktionsprocessen och energikälla. Stay Fresh bör alltså se en minskning av klimatpåverkan mellan 21 och 29 % som den lägsta nivån, men att potentialen för minskad klimatpåverkan kan vara större. Jämförs klimatpåverkande utsläpp ur ett Tank-to-wheel-perspektiv så är den procentuella vinsten ännu större att övergå till vätgasdrift till följd av att vätgasdrivna fordon inte orsakar någon klimatpåverkan alls i detta perspektiv.

Sverige har det senaste också sett ett ökat fokus på energisäkerhet; att Sveriges energisystem ska vara robust och inte påverkas av oväntade störningar eller antagonistiska hot. Som tidigare nämnts kan en påverkan i HVO-värdekedjan få konsekvenser för Stay Fresh transporter, särskilt om utländska värdekedjor skulle begränsas. Att vätgas bidrar med en möjlig lokal produktion av drivmedlet som även, i Karlstads Energis fall, kan produceras i ett ö-drift scenario som ger ett starkt bidrag till ökad energisäkerhet som ökar leveranssäkerheten hos Stay Fresh. Ökad leveranssäkerhet hos Stay Fresh ger en ökad robusthet i värdekedjan för livsmedelsprodukter till Värmland.

## 7.5 Måluppfyllelse gentemot FFI

Denna studie har genomförts inom programmet FFI Accelerera (se programmets mål i fotnot<sup>21</sup>) och kopplat an till några av målen inom delprogrammet FFI Nollutsläpp (se delprogrammets mål i fotnot<sup>22</sup>).

Kopplat till FFI Accelereras övergripande program mål har projektet bidragit till måluppfyllelse genom att:

1. Analysera för att överbrygga gap för att göra fjärrtransporter i form av livsmedelstransporter fossilfria.
2. Påvisat ett fungerande system för ett vätgasdrivet transportuppdrag som med fördel kan implementeras så snart fordon och infrastruktur i form av tankstationer för vätgas finns tillgängligt i Värmlands och Västra Götalands län – i huvudsak Karlstad, Grums och Lilla Edet.
3. Olika systemeffekter har analyserats, exempelvis energisäkerhet, som kan vara en drivkraft i att accelerera omställningen till hållbara vägtransporter.

Kopplat till FFI Nollutsläpps delprogram mål har projektet bidragit till måluppfyllelse genom att:

1. Hänsyn har tagits till effektivitet i hela värdekedjan i studien, från vätgasproduktion till framdrift av fordonet. Största fokuset har legat på transportuppdraget och dess beroenden sett till tankstationer, serviceföretag m.m. Däremot finns tydliga kopplingar

---

<sup>21</sup> 1. Tillgodose behov och överbrygga gap för att göra samhällets vägtransporter fossilfria, säkra, jämlika och effektiva  
2. Visa upp och implementera nya systemlösningar i större satsningar  
3. Identifiera möjligheter till att kombinera viktiga områden för att accelerera omställningen till hållbara vägtransporter

<sup>22</sup> 1. Effektivitet i hela värdekedjan utifrån ett hållbarhetsperspektiv.  
2. Kostnadsreduktion i balans med klimatnytta som möjliggör implementering  
3. Optimerad samhällsnytta genom att se till behov hos samhället, såsom anpassning av fordon efter beteende och typ av användning

sett till vätgasproduktion och tankstationer gentemot transportuppdragets robusthet, t.ex. inom energisäkerhet. Projektet har även påvisat hur ett vätgasdrivet transportsystem för ett företag skulle kunna se ut.

2. Möjlig kostnadsreduktion har påvisats i olika scenarier och även hur denna potentiella kostnadsreduktion kan påverkas genom känslighetsanalyser. I de fall det finns en kostnadsreduktion i att ställa om kommer det ske i god balans med klimatnytta genom fossilfria vätgasdrivna transporter.
3. En ökad robustheten i livsmedelsleveranser till matvarubutiker, till följd av ökad energisäkerhet inom transportsektorn, skapar samhällsnytta. Det skapas även samhällsnytta av att köra bränslecellselektriska lastbilar genom att hälsoskadliga utsläpp undviks, exempelvis NO<sub>x</sub>. Särskilt i tätorter där ofta Stay Fresh lastbilar kör.

## 8 Spridning och publicering

### 8.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Förstudien har haft som huvudsakligt mål att öka kunskap inom vätgasdrivna transportuppdrag. Detta resultat är det mest primära att sprida.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt		
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt		
Introduceras på marknaden	X	Förstudien har inte för avsikt att producera något som ska introduceras på marknaden, men verkar för att öka marknadsintroduktionen av vätgasdrivna lastbilar genom att fler får kunskap om dem.
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut		

Projektets resultat har spridits på följande sätt:

- Inför projektets referens- och styrgrupp.
- Inför utvalda personer inom Stay Fresh i ledande positioner. Här har sekretessbelagd information även visats upp.
- En sammanfattad version av rapporten har skickats till Sveriges Åkeriföretag och publicerats på [ri.se](https://ri.se)<sup>23</sup>.
- En separat resultatpresentation, där sekretessbelagd information har visats upp, har skickats till Stay Fresh.
- Denna publika slutrapport har skickats in till finansören och publicerats på projektsidan på [ri.se](https://ri.se)<sup>23</sup>.

Projektets resultat planeras även redovisas på ett vätgasseminarium för Karlstad kommun och dess kranskommuner i oktober 2023 samt på Vätgaskonferensen 2023 som äger rum i Stockholm den 5 till 6 december 2023.

<sup>23</sup> <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/vatgaselektrifierat-transporterbjudande-med-tunga-fordon-hydrohaul>

## 9 Slutsatser, rekommendationer och vidare forskning

Studien har analyserat om det är praktiskt och ekonomiskt möjligt att genomföra transportuppdrag drivna på vätgas i ett verksamhetsspecifikt fall. Förstudien hade som mål att inhämta kunskap och genomföra en systemanalys av hur vätgaselektrifiering kan ske för tunga transportuppdrag och skulle bli ett underlag för ett potentiellt pilotprojekt.

Ur ett praktiskt perspektiv är svaret ja – det är praktiskt möjligt med den goda tankinfrastruktur för vätgas som planeras i Värmlands och Västra Götalands län. Det anses även möjligt att installera nödvändiga komponenter till fordonen, som kylaggregat, som kan kopplas till lastbilens bränslecell. Service av lastbilarna anses inte vara ett problem ur ett praktiskt perspektiv. Chaufförerna har också god acceptans för denna typ av fordon på grund av att en vätgasdriven lastbil har många likheter jämfört med en diesellastbil sett till tankning och delvis räckvidd, men viss information kring exempelvis vätgassäkerhet behöver finnas enkelt tillgängligt.

Ur ett ekonomiskt perspektiv är svaret potentiellt ja – det kan vara ekonomiskt lämpligt att genomföra vätgasdrivna transportuppdrag i relation till ett HVO-drivet transportuppdrag. Väljs en prestandamässigt svagare lastbil och tankrutiner förändras kan det bli billigare idag att köra en bränslecellslastbil. Lastbilar med vätgas i förbränningsmotor är också ett alternativ. Väljs en bränslecellslastbil med likvärdig prestanda mot vad Stay Fresh använder just nu (en modell likt FCEV 2) blir det fördyrande att köra vätgasdrivna transportuppdrag idag. Skulle däremot priset på vätgas vid tankstationen sjunka blir en vätgasdriven lastbil snabbt billigare ur ett TCO-perspektiv för Stay Fresh jämfört med en HVO-driven lastbil, oavsett hur kraftfull vätgaslastbilen är.

Stay Fresh rekommenderas använda denna förstudie som ett beslutsunderlag för om det är lämpligt att genomföra ett pilotprojekt om vätgasdrivna transportuppdrag.

### 9.1 Bör Stay Fresh medverka i en pilot med vätgasdrivna lastbilar?

Stay Fresh har goda förutsättningar för att genomföra en lyckad testpilot om en eller flera av deras lastbilar som utgår från Värmland skulle i stället drivas på vätgas. Detta motiveras ur praktiska, ekonomiska och acceptansmässiga skäl.

Det finns goda praktiska förutsättningar i form av god täckning av tankstationer för vätgas som möter det behov Stay Fresh långväga transporter har. Det finns även serviceföretag som kommer med stor sannolikhet kunna genomföra service på fordonen om instruktioner och utbildning kan tillhandhållas av fordonstillverkaren. Stay Fresh fordon kör minst 15 000 mil per år per lastbil, vilket anses långt nog för att ge utfall på slitage, servicebehov och andra faktorer som anses intressanta att analysera i en pilot. Önskar Stay Fresh en bränslecellselektrisk lastbil med minsta möjliga praktiska rutinförändringar bör en lastbilsmodell med specifikationer likt FCEV 2 vara det primära valet.

Det finns goda ekonomiska förutsättningar att övergå till vätgasdrift. Detta beror till stor del på att Stay Fresh kör fordon på HVO idag. Eftersom HVO är märkbart dyrare än konventionell diesel, vilket gör att det kostnadsmässiga gapet att övergå till vätgasdrivna lastbilar blir mindre. Väljs en lastbilsmodell likt FCEV 2 förväntas TCO öka jämfört med nuläget (HVO), men om en något underdimensionerad lastbil likt FCEV 1 väljs förväntas TCO minska. Den mest betydande faktorn som påverkar TCO förväntas däremot vara vätgaspriset, men även inköpspriset för vätgasdrivna lastbilar kommer ha en märkbar, men mindre, påverkan.

Det finns goda förutsättningar sett till acceptans samt entusiasm kring vätgas transporter inom Stay Fresh, och även hos berörda nyckelparter. Chaufförerna uttrycker en tydlig vilja att köra fordonen utan oro av exempelvis räckvidd. Serviceföretagen vill genomföra service på dessa fordon, teknikleverantören av kylaggregat har redan en möjlig lösning och kunden värderar att

transporter sker med nollemissionsfordon. Det är dock viktigt att en långsiktig relation säkerställs med kunden så att betalningsviljan är säkrad för hela livslängden som ett eller flera vätgasfordon behålls inom Stay Fresh verksamhet.

Vid händelse av en pilot är följande viktigt att hantera inom Stay Fresh:

- Att Stay Fresh i förväg definierar tydliga mål med medverkande i ett pilotprojekt om vätgasdrivna lastbilar. Exempelvis mål på hur väl lönsamheten för transportuppdrag med vätgasdrivna fordon ska vara.
- Att Stay Fresh definierar framgångsfaktorer som kommer ha en stor påverkan på hur väl pilotprojektets genomförande kan komma bli. Exempelvis att ha en tät dialog med fordonstillverkaren före och under pilotprojektet eller att kontinuerligt utvärdera chaufförernas upplevelse av fordonen.
- Att Stay Fresh konkretiserar förväntningarna på tidigare nämnda nyckelparter som chaufförer, serviceföretag, teknikleverantör av kylaggregat och kund som deltar i pilotprojektet.
- Målen och framgångsfaktorena som Stay Fresh definierar är ett viktigt underlag att kontinuerligt följa upp och analysera kring för att avgöra hur lyckat pilotprojektet är.

## 9.2 Rekommendationer till aktörer i transportbranschen

Kortfattade rekommendationer till transportbranschen listas i punktform nedan:

- Om ett åkeri med tunga fordon primärt använder HVO som drivmedel idag, är steget till vätgasdrivna fordon kort ur ett ekonomiskt perspektiv jämfört med konventionell diesel som drivmedel.
- Priset för att tanka vätgas är den mest avgörande ekonomiska faktorn för vätgasdrivna långväga transportuppdrag. Inköpspriset för fordonen har en påverkan, men den är mindre jämfört med vätgaspriset.
- Det finns få praktiska hinder rörande infrastruktur (om tankstationer byggs enligt plan) och acceptans som motverkar vätgasdrivna transporter. Däremot måste tankinfrastrukturen för vätgas analyseras i förhållande till respektive transportföretags transportrutter och körmönster i det geografiska området.
- Det finns andra fördelar med vätgasdrivna transporter så som ökad robusthet och energisäkerhet till följd av inhemsk producerad vätgas i Värmland och att bränslecellselektriska lastbilar har inga påvisade hälsopåverkande utsläpp som exempelvis NOx.
- Långsiktiga relationer med kund är viktigt vid investering i vätgasfordon. Är kunden endast villig att momentant betala mer för vätgasdrivna transporter tar åkeriet en stor risk då kunden kan välja att byta till ett annat åkeri om kostnaderna på lång sikt anses vara för höga.

## 9.3 Vidare forskning

Detta projekt var avgränsat till ett specifikt åkeriföretag med ett specifikt transportuppdrag med utgångspunkten i långväga och tunga godstransporter där vätgasdrift förväntades passa bra enligt tidigare studier. Generellt behövs fler forskningsprojekt och förstudier i andra tunga transportsegment där vätgas förväntas passa bra, exempelvis skogstransporter.





För att andra åkerier ska överväga vätgasdrift bör tankinfrastruktur för vätgas analyseras för deras respektive transportstråk, men det skulle innebära flera olika förstudier. Det är därför intressant att genomföra forskningsprojekt tillsammans med flera olika transportsegment samtidigt för att se på helheten kring de praktiska förutsättningarna och hur väl det faktiskt passar de långväga och tunga transporterna, samt för att analysera vilka transportsegment som ser ett utökat behov av tankstationer. Det skulle även skapa förståelse för vad vätgasbehovet från de tunga vägtransporterna kan tänkas vara för ett avgränsat område. Det skulle kunna göras på en regional nivå med en eller flera regioner i Sverige.





## 10 Deltagande parter och kontaktpersoner

Nedanstående parter har varit delaktiga i denna förstudie.

	<p>RISE har varit projektledare och huvudsaklig utförare av projektet.</p> <p>Kontaktperson: <b>Gustav Green</b><sup>24</sup>, <a href="mailto:gustav.green@ri.se">gustav.green@ri.se</a></p>
 <p><b>STAY FRESH SWEDEN AB</b></p> <p>A company in the Jönsson Group </p>	<p>Stay Fresh Sweden har varit huvudsaklig projektpart och deltagit med stora mängder data som legat till grund för projektets resultat.</p> <p>Kontaktperson: <b>Håkan Landgren</b>, <a href="mailto:hakan.landgren@stayfresh.se">hakan.landgren@stayfresh.se</a></p>
  	<p>Everfuel, OK Värmland och Karlstads Energi har bidragit med värdefull input till projektets resultat genom medverkan i referensgrupp och kontinuerlig dialog.</p> <p>Kontaktperson Everfuel: <b>Mikael Antonsson</b>, <a href="mailto:man@everfuel.com">man@everfuel.com</a></p> <p>Kontaktperson OK Värmland: <b>Stefan Särnehed</b>, <a href="mailto:sarnehed@varmland.ok.se">sarnehed@varmland.ok.se</a></p> <p>Kontaktperson Karlstads Energi: <b>Johan Thelander</b>, <a href="mailto:johan.thelander@karlstad.se">johan.thelander@karlstad.se</a></p>

<sup>24</sup> <https://www.ri.se/sv/person/gustav-green>