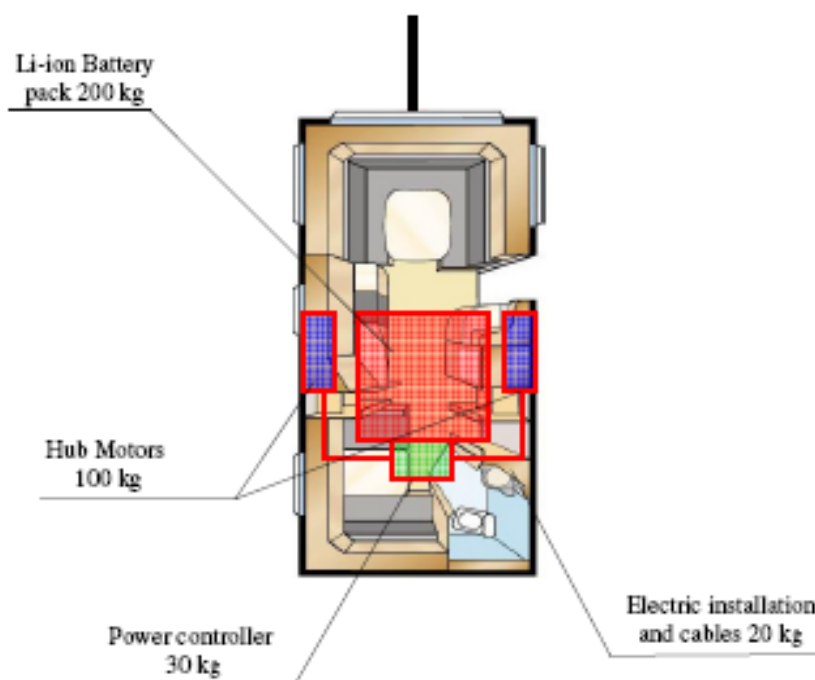




## Samenvattende rapportage project Meerij-aanhanger

### P0901



**Gesubsidieerd door SenterNovem – KTOH01022**

**Versie: openbaar – © IWO Project bv**

**Auteurs: R. Hunik – P. Hafkamp**

**Datum: 29 november 2009**

**Onderliggende rapportages van:**

**K. Kural en J-W. Schreurs (HAN)**

**P. Hafkamp en R. Hunik (IWO)**

## Inhoud

Management samenvatting

Inleiding

Technische haalbaarheid (WP 1)

Financiële haalbaarheid (WP 2)

Juridische haalbaarheid (WP 3)

Aanbevelingen implementatie en conclusies (WP4)

## Management samenvatting

Caravans uitrusten met een gedeeltelijk eigen elektrische aandrijving maakt toepassing van trekauto's met kleiner motorvermogen mogelijk. Dit leidt mede door hybride en elektrische auto-concepten voor dit transportsegment tot reducties in energiegebruik van ruim 10 %. De eigen aandrijving kan tevens toegepast worden ter stabilisatie en remwegverkorting van de combinatie en ter vervanging van een mover. Als de elektrische aandrijving voorzien wordt van een generator wordt de auto-caravan combinatie qua functionaliteit gelijk aan een camper met als extra de afkoppelbaarheid van de auto.

De economische haalbaarheid is voor de korte termijn redelijk en voor de langere termijn zeer aantrekkelijk door de op grond van toekomstige grootschalige productie te verwachten prijsreducties voor componenten van elektrische aandrijfsystemen.

De juridische consequenties kunnen een lastig struikelblok worden. Weliswaar zou dit type caravan een niet-zelfrijdende aanhanger zijn, maar de stabiliteits-criteria voor gewichtsverhouding auto/aanhanger zouden aangepast moeten worden voor dit type, hetgeen ook consequenties heeft voor het benodigde rijbewijs voor deze combinatie.

## Inleiding

Door aanhangers achter personen auto's (bijv. caravans) uit te rusten met elektrisch ondersteunde aandrijving kan veel energie bespaard worden en kunnen emissies gereduceerd worden.

Deze elektrische ondersteuning (in dit rapport afgekort als PACU (power assisting caravan unit)) bestaat uit wielmotoren, accu's, (automatische) aansturing tijdens rijden, remenergieregeneratie, eventueel een generator, en stabilisatie. De PACU kan tevens dienst doen als mover.

De grootste energiebesparing komt voort uit de toepassing van kleinere trekkende voertuigen, waarmee de rest van het jaar (buiten vakanties) zuinig gereden kan worden (bijvoorbeeld hybride of elektrische auto's). Kleinere bijdragen in besparingen zijn te verwachten door remenergieregeneratie en vervanging van brandstof door elektriciteit.

## Technische haalbaarheid

In WP 1 is de technische haalbaarheid van de PACU onderzocht. Dit betreft drie hoofdaspecten:

- Kan de PACU voldoende energie en vermogen leveren?
- Kan de PACU de tijdens het rijden vereiste stabiliteit garanderen? (door gebruik van kleinere auto's kan de gewichtsverhouding auto/caravan wettelijk gezien te laag worden)
- Welke besparingen in energie en reducties van emissies zijn mogelijk?

### Energie en vermogen voor PACU

Om de energievraag gedurende een dagrit ('s nachts kunnen de accu's weer opgeladen worden) na te gaan, is gekeken naar de energievraag gedurende "vlakke" ritten, stadsritten en ritten in bergachtig terrein. De eerste twee typen ritten vereisen een aanzienlijk minder groot accupakket, dan het laatste ritttype, voortkomend uit het feit, dat bergopwaarts veel vermogen geleverd moet kunnen worden door de PACU. Een dergelijk groot accupakket is zeer kostbaar en daarom commercieel onaantrekkelijk (voor de PACU wordt uit commerciële overwegingen uitgegaan van een accupakket van 10 kWh, waarmee gebruikelijke "vlakke" ritten en stadsritten gerealiseerd kunnen worden). Het rijden in de bergen over langere trajecten (meer dan 50 km) vereist dan ook extra maatregelen. Deze kunnen zijn:

- Onderweg bijladen van de PACU: Dit vereist korte laadtijden en derhalve hoge vermogens bij het laden. De gekozen accu's zijn geschikt voor snelladen (binnen een uur), maar om dit te realiseren is een elektrische aansluiting van ruim 10 kW vereist. In principe kunnen uitgaande van Europese standaarden en gecertificeerde autostekker dergelijke vermogens gerealiseerd worden, maar de vereiste laadstations zijn daar momenteel nog niet geplaatst.

- De PACU uitrusten met een range-extender: dergelijke componenten zijn momenteel sterk in opmars met grote diversiteit aan vermogens, laag gewicht, lage kosten en hoog rendement. Zo'n uitbreiding van de PACU maakt van de caravan een geheel zelfstandige eenheid, die qua functionaliteit te vergelijken is met een camper.

### Stabiliteit

Om de stabiliteit van de auto-aanhanger combinatie te bepalen zijn berekeningen uitgevoerd met een mathematisch model opgebouwd met behulp van Matlab (Simmechanics en Simulink) software pakketten. Uit deze berekeningen blijkt, dat de stabiliteit van de combinatie in kritische situaties, zoals een uitwijkmanoeuvre en een plotse zijwaartse luchtstoot (bijvoorbeeld bij een passerende vrachtauto), door de wielen van de caravan afzonderlijk te bekrachtigen (zoals mogelijk bij de PACU) in voldoende mate te stabiliseren is. Vereist is daarvoor, dat de PACU uitgerust is met sensoren om de afwijkende beweging te registreren, met software om te juiste wijze van bekrachtiging van de wielmotoren te realiseren en dat voldoende energie in de accu's aanwezig is om de kracht te kunnen leveren. De benodigde energie voor een stabilisatie-manoeuvre is overigens erg klein. De mate, waarmee de wettelijke norm voor de gewichtverhouding tussen auto en aanhanger aangepast kan worden, is nog niet vastgesteld. Overleg hierover met RDW zal hiervoor noodzakelijk zijn. Ook zal overlegd moeten worden, wat hiervan de consequenties zijn ten aanzien van het vereiste rijbewijs voor bestuurders van de combinatie.

Naast de stabiliteitsproblematiek is ook aandacht besteed aan het remmen van de combinatie. Het toepassen van ABS tijdens het remmen van de caravan vermindert de remafstand van alleen de caravan aanzienlijk (ongeveer 20 %). Voor de combinatie zal dit naar verwachting resulteren in een reductie van ongeveer 10 %.

### Energiebesparing

Zoals reeds in de inleiding aangegeven komt de meeste energiebesparing voort uit het toepassen van (zuinigere) trekauto's met geringer motorvermogen, waaronder hybride en elektrische auto's. In de toekomst zal door fiscale stimulering van deze auto's het rijden ermee extra aantrekkelijk gemaakt worden.

Als alleen wordt gekeken naar reductie in motorvermogen, dan levert gemiddeld genomen de mogelijke reductie van tientallen kW's vermogen een besparing op van ruim 5 %. Wordt verder gekeken naar kleinere auto's, hybride auto's en elektrische auto's dan lopen de besparingen naar 10 – 20 %. Dit zijn dus vooral besparingen op het rijden met de trekauto zonder aanhanger! De besparing voor het rijden met aanhanger komt hier nog bij, maar draagt hier door het geringe aantal kilometers maar enkele procentpunten (1 -2 )extra bij.

De emissiereductie is relatief nagenoeg gelijk aan de energiereductie.

## Financiële haalbaarheid

### Baten

De baten, waarmee rekening is gehouden bij het nagaan van de financiële haalbaarheid in WP 2, zijn:

- Mindere kosten aanschaf auto
- Besparing op brandstofkosten (gerekend is met een gebruiksduur van 10 jaren)
- Geen aanschafkosten mover.

Daarnaast zouden er voordelen kunnen zijn uit het niet hoeven behalen van een rijbewijs BE (in plaats van B).

### Kosten

Aan de kostenzijde zijn de productie- en montagekosten van de PACU geschat. Op onderdelen betreft het hier:

- Batterijen met management systeem (en eventueel generator)
- Wielmotoren met converters
- Sensoren (voor bepaling trek- en remvermogen en voor stabilisatie)
- Controle eenheid met bedieningspaneel
- Behuizing
- Lader

Momenteel zijn de geschatte kosten (ongeveer € 9000) hoger dan de geschatte baten (ongeveer € 7000 zonder verandering rijbewijs). Dit komt voort uit de dure elektrische componenten (batterijen, wielmotoren en converters). Naar de toekomst mag verwacht worden, dat door grootschalige productie van deze componenten de prijzen aanzienlijk zullen dalen. Met name voor de wielmotoren en converters met lager vermogen, die in de PACU worden toegepast, zal dit het geval zijn.

## Juridische haalbaarheid

Voertuigtoelating van de Meerij-aanhanger op basis van de huidige Europese wetgeving is niet zonder meer mogelijk op basis van de huidige voertuigcategorie "aanhanger". Er zullen aanvullende veiligheidsaspecten en artikelen gedefinieerd moeten worden om de toelattende autoriteiten, in Nederland de RDW, ervan te overtuigen dat de Meerij-aanhanger veilig is. Gebaseerd op een grondige risicoanalyse, c.q FMECA, zal bepaald moeten worden welke gevaren op kunnen

treden, en op basis daarvan zullen de (veiligheids-)functies bepaald moeten worden, inclusief de testcases voor zover deze nog niet zijn gedefinieerd in de huidige regelgeving.

Omdat het concept nieuw is voor de toelatingsautoriteiten, zal het goedkeuringsproces voor algehele toelating naar verwachting geen gemakkelijk traject zijn. Het vroegtijdig betrekken van de toelatingsautoriteiten bij een volgende fase is dan ook ten zeerste gewenst.

### **Aanbevelingen implementatie en conclusies**

Voor de Nederlands markt, met relatief veel aanhangwagens en caravans, maar ook de buitenlandse markt, met name Duitsland met grotere types caravan, is het concept van de Meerij-aanhanger technisch haalbaar. De financiële aspecten zijn met name door de nu nog dure componenten niet positief. Ook wat betreft voertuigtoelating zullen er nog de nodige hobbels te nemen zijn. De volgende stap, in 2010 of 2011, is aansluiting zoeken bij een fabrikant van aanhangers, caravans of aanhanger-onderstellen. Er zijn al contacten gelegd bij een ontwikkelaar van een nieuw concept aanhanger met diverse technische vernieuwingen.