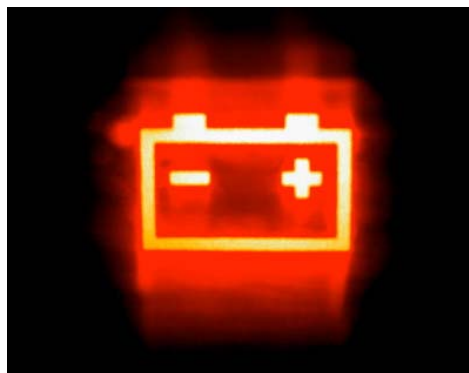


het duurzaam opslaan van energie in railtoepassingen

draadloos groen



Klaas Toet
Strukton Rolling Stock bv

9 maart 2010

Inhoud

1 Inleiding	3
2 Duurzaam opslaan van energie. Terug dringen van CO₂	4
3 Toepassing 1 : Nederland Dieselvrij	5
3.1 Partiele bovenleiding	5
3.2 Hybride uitvoering	5
4 Toepassing 2 : Hybride oplossing Goederen vervoer	7
4.1 Trends	7
5 Toepassing 3 : Stadscentra en polder mast – vrij	8
6 Toepassing 4 : op trein energie duurzaam opslaan	9
7 Toepassing 5 : Duurzame oplossing infrastructuur	10
7.1 Goedkoper bouwen	10
7.2 Vereenvoudigen complexe brugconstructies	10
8 Toepassing 6 : Hoger veiligheidsniveau	11
9 Toepassing 7 : Grotere flexibiliteit.	12
9.1 Peakshaving	12
9.2 Load shifting	12
Conclusie en aanbeveling	13

1 Inleiding

Strukton Railinfra Rolling Stock heeft een traditie wat betreft het beperken van CO₂ uitstoot van rail-materieel. Sinds jaar en dag reviseert en vernieuwt Strukton RS bestaande installaties in tram en locomotieven. Door slim om te gaan met de bediening en de energie wordt veelal een flinke besparing van de toeleverde energie bereikt; dus ook een afname van de kosten, de CO₂ en de fijnstof.

Door de toenemende maatschappelijke druk op CO₂ reductie ziet Strukton RS nieuwe kansen in de markt. Door met CO₂ reducerende producten te komen onderscheidt SRS zich van de haar concurrerende marktpartijen.

Halverwege het jaar 2009 is SRS in contact gekomen met een klein jong bedrijf dat een nieuwe softwarematige oplossing heeft gevonden om snel energie op te slaan.

Strukton RS ziet voor deze nieuwe techniek verschillende toepassingsmogelijkheden in specifieke deelmarkten in het railvervoer. T.w.

- Tram en lightrail markt
- Treinmarkt
- Goederenvervoer
- Duurzame Infrastructuur
- Flexibeler treindienst
- Verhogen treinveiligheid.

Ieder marktsegment heeft haar specifieke eisen en eigenaardigheden en kent haar eigen kostenbesparing en CO₂ reductie. Daarom zoekt Strukton samenwerking met specifieke spelers in elk marktsegment om de het maximale effect te kunnen bereiken.

2 Duurzaam opslaan van energie. Terug dringen van CO₂

Energie wordt opgeslagen in een batterij. Deze toepassing wordt decennia gebruikt om allerlei voor elektronische apparaten los van een voedingsdraad te gebruiken (laptops, radio's, enz.). Bij voertuigen wordt op bescheiden schaal gebruik gemaakt van accu's (oude loodtechnieken) vooral om het voertuig te starten. De gebruikte energie wordt weer aangevuld als het voertuig in beweging is en enkel fossiele brandstof gebruikt. Omdat de rijtijd aanzienlijk langer is dat de starttijd voldoet de oude loodaccu nog steeds aan de gestelde eisen.

De laatste tijd worden steeds meer Li-Ion batterijen toegepast. Deze zijn niet alleen veel lichter in gewicht maar kunnen ook een grotere energiedichtheid bereiken. Daardoor wordt het toepassingsgebied ook groter; in vele verschillende sectoren wordt onderzoek gedaan naar de toepasbaarheid van li-ion.

Strukton RS kijkt vooral naar de rail markt en ziet daar grote kansen. Niet alleen dat het materieel uiteindelijk enkel wordt aangedreven door elektrische energie maar vooral dat het railvervoer bestaat bij gratie van een kleine rolweerstand; met weinig energie kan een grote massa in beweging worden gehouden en, wat in dit geval erg belangrijk is, energie kan ook eenvoudig worden terug gewonnen door elektrodynamisch te remmen.

Tot nu toe is het een probleem dat terug gewonnen energie niet opgeslagen kan worden. Toepassingen door het terug te leveren aan het voedingsnet is alleen effectief als een andere trein net passeert en deze energie nuttig kan gebruiken. In de praktijk komt dit erg weinig voor.

Een tweede veel gebruikte toepassing is de z.g. ultra-capacitors die is gebaseerd op de condensatortechniek. Deze zijn in staat heel snel energie te op te slaan maar kan deze energie maar heel kort bewaren.

De nieuwe techniek die Strukton wil introduceren voor de railmarkt is gebaseerd op het snel opslaan van energie in li-ion batterijen. Nu is het voor het eerst mogelijk om de terug gewonnen remenergie duurzaam te bewaren in batterijen. En dat is de doorbraak voor nieuwe innoverende toepassingen in het railvervoer. Dit leidt niet allen tot grote energie besparingen maar is ook een zege is voor het milieu door de enorme CO₂ - en fijnstof reductie.

De kern van de nieuwe ontwikkelde oplossing is het managementsysteem dat een deze LI-ion batterij snel kan opladen. Tot nu toe kan een batterij alleen worden toegepast als er een lange oplaadtijd (4-8 uur) mogelijk was. Door de nieuwe snelle laadtechniek (5-15 min) wordt het toepassingsgebied vele malen groter.

Remenergie kan worden teruggewonnen en duurzaam worden opgeslagen waarmee hetzelfde ruituig weer kan optrekken; en juist door de lage rolweerstand kunnen hoge rendementen worden bereikt! Daarom is deze techniek zo geschikt voor railtoepassingen en is de milieuwinst groot.

3 Toepassing 1 : Nederland Dieselvrij

Energie kan dus worden opgeslagen in een relatief lichte moderne batterij die gevoed wordt door de teruggewonnen remenergie en op korte laadmomenten.

Industriële toepassingen zoals het voortbewegen van treinen wordt nu mogelijk.

Als eerste denkt Strukton aan de diesellijnen in Nederland die vooral in het Oosten en het uiterste Noorden van het land voorkomen.

Het spoornet waar met dieseltreinen wordt gereden is 750 km groot. Dit is belastend voor het milieu door de uitstoot van CO₂ en fijnstof en lawaaioverlast. Elektrificatie van de lijnen zou een schone oplossing kunnen zijn. Dit is echter een kostbare zaak en het wordt in de toekomst alleen maar duurder. De bevolkinggroei op het platteland neemt af en daardoor wordt het vrij maken van kapitaal voor dit soort investeringen moeilijker.

Een oplossing is de toepassing van de nieuwe batterijtechniek. De investering wordt daardoor aanzienlijk goedkoper en de haalbaarheid groter.

Dit kan op twee manieren.

3.1 Partiele bovenleiding

In samenwerking met het bureau RailEvent wil Strukton een “haalbare “ oplossing voor de dieselsporen in Nederland bereiken. Het principe is als volgt:

Door goed naar de energiebehoefte van een trein te kijken levert het volgende beeld op: voor het in beweging zetten van de trein is een grote energiehoeveelheid nodig, eenmaal op gang gekomen kan, door de geringe rolweerstand, de trein met zeer weinig energie op snelheid worden gehouden tot het volgende station.

Als de trein wordt uitgevoerd met een li-ion batterij die deze afstand kan overbruggen en de aanzetvoeding van de trein wordt geleverd door een korte bovenleiding bij de stations dan zijn de benodigde investeringen aanzienlijk minder in vergelijking met elektrificatie van de gehele lijn en wordt de haalbaarheid groter om op deze lijnen met elektrisch materieel te rijden. Uiteraard wordt ook hier de remenergie duurzaam opgeslagen en gebruikt voor het optrekken van de trein.

Dit levert een CO₂ reductie van 12 miljoen kg op (bron: gedeputeerde staten gelderland RE/07-32/t01 van 23-10-2007) (750 x 36 x 160 liter/kilometer = 4,5 mio liter brandstof x 2,7 = 12 mio kg CO₂)

Status: bezoek aan provincie en vervoerders voor verkennende besprekingen is gestart.

3.2 Hybride uitvoering

Strukton werkt samen met een Amerikaans bedrijf aan de introductie van hybride techniek voor railtransport in Europa. In het kort komt het er op neer dat een kleine diesel een generator aandrijft en de opgewekte energie in een batterij opslaat. De trein rijdt uitsluitend

het duurzaam opslaan van energie in railtoepassingen

op energie vanuit de batterij. De kleine diesel heeft een aanzienlijke mindere uitstoot dan de huidige dieselmotoren in treinen.

Deze CO₂ reductie is minder spectaculair dan de voorgenoemde oplossing maar heeft nog wel een duidelijke milieuwinst van : (750 x 36 x 120 liter /kilometer =3,2 mio liter brandstof x 2,7 = 8,5 mio kg CO₂)

4 Toepassing 2 : Hybride oplossing Goederen vervoer

Strukton is in overleg met een Amerikaans bedrijf om een hybride uitvoering van een locomotief te introduceren op de Europese markt.

Emplacementen voor goederenvervoer liggen door haar historische achtergrond helaas veelal dicht bij grote bevolking concentratie. Beperking van CO₂ en fijnstof zou daar zeer welkom zijn. Op deze emplacementen vinden vele bewegingen plaats met rangeerloos waarvan de motoren vrijwel de gehele dag stationair blijven lopen.

Een hybride oplossing in combinatie met de nieuwe batterijtechniek waarmee ook de remenergie kan worden terug gewonnen is uitermate geschikt voor deze toepassing.

Dit geeft een CO₂ reductie van : $8 \times 1000 \text{ Liter/uur} - 8 \times 200 \text{ Liter/uur} = 6400 \text{ Liter}$
=17.280 kg CO₂

Lange trajecten met goederen E- locomotieven worden afgelegd tussen emplacementen. Daarna zijn de goederenlijnen naar de uiteindelijke bestemming veelal niet elektrificeert waardoor de wagons worden overgenomen door diesellocomotieven. Door de E locomotieven uit te rusten met batterijtechniek en een kleine dieselaggregaat kan dit laatste traject ook door de transportlocomotief worden bereikt en is een CO₂ reductie mogelijk.

4.1 Trends

Goederenvervoerders zullen in de toekomst meer elektrisch materieel inzetten. Ook combinaties van diesel en E materieel wordt in de wens naar meer en sneller mogelijk. Batterijtechniek kan daar een rol in spelen; voor beperking van de uitstoot maar ook als belangrijke kostenreductie.

5 Toepassing 3 : Stadscentra en polder mast – vrij

Voor tram en lightrail is de nieuwe batterijtechniek uitermate geschikt omdat deze vervoermodaliteit vele haltes kent en dus veel moet afremmen en optrekken. De energiewinst is daardoor veel groter dan bij treinen die langere afstanden afleggen. Bovendien wensen stadbestuurders geen bovenleidingen in hun prachtige middeleeuwse stadscentra met hun mooie open pleinen. Door toepassing van de batterijtechniek is dit mogelijk.

Status: Strukton RS werkt in dit marktsegment samen met RegiolinQ (vervoerder lightrail en trams) en de HTM. (haagse tram)

Het ligt in de lijn van de verwachting om dit jaar een pilot met deze bedrijven te organiseren zodat daadwerkelijk een tram op grote afstand zonder bovenleiding gaat rijden.

Voor de pilot van start gaat wordt de batterij uitvoerig getest in een stationaire testomgeving op de technische universiteit van Delft.

Maar ook elders in het land (Zwolle Kampen) is de vraag naar bovenleidingloos rijden. Het provinciaal bestuur wil graag de polder vlak houden zonder mechanische obstakels.

Los van deze oplossing tegen de horizonvervuiling levert de toepassing van de nieuwe batterijtechniek ook een aanzienlijke CO₂ en fijnstof reductie op.

De proeftram in Den Haag verbruikt 4,5 kWh gemiddeld. De afgelegde weg van een tram is 80.000 km per jaar (gemiddeld voor een tram) en per kWh komt 0,615 kg CO₂ vrij dat is 2,77 kg per km

Er mag gerekend worden met een energiebesparing van 30% zodat de reductie

$(80000 \times 2,77\text{kg}) \cdot 0,3 = 66.420 \text{ kg CO}_2 \text{ reductie per tram per jaar}$

6 Toepassing 4 : op trein energie duurzaam opslaan

De treinen in Nederland zijn in de jaren uitgerust met de z.g recupererende remfunctie. Dwz de remenergie die hergebruikt kan worden doordat zij vrijkomt tijdens het remmen. De bewegingsenergie van de trein wordt omgezet in elektrische energie door elektrodynamisch te remmen.

De energie die overblijft wordt teruggeleverd aan het tractienet en kan door andere treinen worden gebruikt. Als er geen andere trein in de buurt is dan recupereert de trein niet en gaat de kans op hergebruik verloren.

Door de nieuwe batterijtechniek kan deze energie duurzaam worden opgeslagen in een batterij. Tot nu toe was deze oplossing niet voorhanden omdat de oude loodaccu's te zwaar was en te volumineus om in een trein te plaatsen. De huidige batterij techniek zou in een sprinterachtige trien ongeveer 1300 kg wegen en 800liter groot zijn. Dit komt neer op een gewichtstoename van enkele procenten.

In Nederland is 60 % van de treinen uitgerust met recupererende remmen. Wat het huidige rendement is van deze functie en in hoeverre de gerecupereerde energie wordt hergebruikt zal verder onderzocht moeten worden. Vast staat dat de recupererende rem functie in combinatie van de moderne batterij techniek een aanzienlijk verbetering zal geven met de daarbij behorende CO₂ reductie.

Status : Strukton doet in overleg met de NS een duurmeting op het ICM materieel. Dit materieel is uitgerust met oude weerstand motoren en zijn nog niet in staat te recupereren. NS is van plan nog minimaal 15 jaar met dit materieel door te gaan dus nader onderzoek en ombouw naar de nieuwe technologie is waarschijnlijk kostendekkend en zal veel CO₂ uitstoot besparen.

7 Toepassing 5 : Duurzame oplossing infrastructuur

Batterijtechniek heeft niet alleen energiebesparende effecten bij de toepassing op railgeleide voertuigen. Door batterijtechniek als buffer te gebruiken tussen motor en bovenleiding kan de slijtage van de bovenleiding aanzienlijk worden verminderd.

De vervanging van de bovenleiding wordt in de meeste gevallen bepaald door het aantal “dunne” of “harde” plaatsen in de bovenleiding. Deze worden hoofdzakelijk veroorzaakt door het overmatig onttrekken van energie aan de bovenleiding door de pantograaf. Door nu de batterij als buffer te laten fungeren en de pantograaf enkel te gebruiken voor het opladen van de batterij dan zal het overmatig belasten van de bovenleiding tot het verleden behoren en zal de levensduur van de bovenleiding stijgen. Uiteraard zal dit ook indirect tot CO₂ reductie leiden. (minder productie)

Voor deze toepassing zit de investering aan de vervoerderszijde en de besparing bij de infrabeheerder.

Status: Wens om een rekenmodel te maken die deze toepassing bespreekbaar maakt.

7.1 Goedkoper bouwen

Voor verschillende toepassingen leidt batterijtechniek tot goedkoper bouwen van de infrastructuur en daardoor is de drempel naar hoogwaardig, CO₂ arm openbaar vervoer lager geworden.

Als de bovenleiding kan worden vermeden scheelt dat aanzienlijk op de bouwkosten (geschatte kosten : 0,5 mio per kilometer en 2000 euro per kilometer jaarlijks onderhoud.

Status: op dit moment in samenwerking met HTM een toepassing voor Aruba te ontwikkelen.

7.2 Vereenvoudigen complexe brugconstructies

Voor het passeren van een brug of kruisingen in de stad worden hoge kosten gemaakt om de bovenleiding mogelijk te maken. Door gebruik te maken van de batterijtechniek komen deze constructies eenvoudigweg te vervallen. Aanzienlijke besparingen kunnen hiermee worden bereikt.

Status: in samenwerking met RegiolinQ en HTM een pilot in voorbereiding voor het laten rijden van een tram met de batterijtechniek.

8 Toepassing 6 : Hoger veiligheidsniveau

Voor treinen kan door toepassing van de batterijtechniek meer service en een hogere veiligheid worden bereikt. Het systeem is robuuster en minder afhankelijk van de bovenleidingvoeding.

Als de energietoevoer stagneert dan kan de trein op haar batterijvoeding verder tot de dichtbij zijnde halte of station. Vooral in tunnels of bij treinen op de vrije baan geeft dit een aanzienlijke verbetering van de service maar ook van het veiligheidsprofiel van de reiziger.

Status: in samenwerking met RegiolinQ en HTM een pilot in voorbereiding voor het laten rijden van een tram met de batterijtechniek.

9 Toepassing 7 : Grotere flexibiliteit.

Op de grote stations in Nederland kunnen een beperkt aantal treinen vertrekken doordat de toeleverende energie wordt begrensd.

Door de treinen uit te voeren met batterijen waaruit de aanzetstroom gehaald kan worden (zoniet voor een deel worden afgetopt), zou betekenen dat een hoger aantal treinen op hetzelfde tijdstip het station kan verlaten. Dit zal een aanzienlijke verruiming van de dienstregeling geven.

Status: moet nog worden onderzocht; een globaal rekenmodel kan dit argument bespreekbaar maken.

9.1 Peakshaving

Door gebruik te maken van de batterijtechniek en de aanvoerstroom van de motoren altijd via de batterij te laten onttrekken geeft een afvlakking van het piekverbruik. De bovenleiding wordt enkel gebruikt voor voeding van de batterij. Het vermindert de belasting van het tractienet en verlengt daardoor de levensduur van de infrastructuur. Bovendien vermindert de gemiddelde kwartierbelasting hetgeen kan schelen op de elektriciteitsrekening van de gebruiker. Immers de kwartierbelasting is de maat voor de berekening van de transportkosten van de energie.

9.2 Load shifting

Door het laden van de batterij te verplaatsen naar de nacht (load shifting) kan een vermindering van de energiekosten opleveren. Deze mogelijkheid is nog niet onderzocht maar waarschijnlijk zal de batterij, gezien de noodzakelijke omvang, niet meer op het voertuig vervoerd kunnen worden. Mogelijkheden bij logische plaatsen in de infrastructuur behoort tot de mogelijkheden.

Conclusie en aanbeveling

Na een eerste verkenning van de batterijtechniek op railvoertuigen geeft het positieve beeld dat de ontwikkeling erg snel gaat. De toepassingen zijn op vele terreinen implementeerbaar en geven belangrijke kostenbesparende baten en behoorlijke milieuwinsten door CO₂ en fijnstof reductie en lawaaibeperking.

De prijs van Li-ion batterijen zullen in de naaste toekomst snel dalen; dit zal leiden tot vele toetreders in deze markt; snelheid om te investeren in deze markt zal het succes vergroten.

Strukton neemt initiatief op vele terreinen, deels in samenwerking deels op eigen kracht.

Er vanuit gaan dat de totale uitstoot van tractie in Nederland 660 kton is (bron: rapport NS van 21 juli 2008) en de voorzichtige aanname dat 10 % besparing tot de mogelijkheden zou moeten behoren betekent een reductie van 60 kton CO₂ op jaarbasis.

In samenwerking met de HTM en RegiolinQ start Strukton dit jaar een pilot om aan te tonen dat rijden op batterijen toepasbaar is op trams en lightrail. Bovenleidingloze lijnen zijn waarschijnlijk mogelijk tot 8 km lengte.

Deze toepassing is uitermate toepasbaar in bestaand materieel. Het geeft het huidige materieel een grotere kans van levensduur verlenging bij strengere milieueisen van de overheid. Dit is precies de markt van Strukton RS, het kan een belangrijk argument worden voor de klant om voor Strukton RS te kiezen.