

Energie-efficiëntie en CO₂-emissie treintractie

Masterplan NMBS Groep

80% van de door de NMBS-groep aangewende energie wordt finaal door het rollend materieel verbruikt. **In januari 2009 bedroeg de elektriciteitsfactuur voor de tractie 12,4 miljoen EUR. Nog nooit werd, voor 1 maand, zoveel betaald.**

Het is noodzakelijk dat naast de lopende maatregelen ter verhoging van de energie-efficiëntie van gebouwen en andere vaste installaties, eveneens maatregelen genomen worden ter verlaging van het specifieke energie-verbruik en de CO₂-emissie van de vervoersdiensten.

Een veilige, kwalitatieve en stipte treindienst aanbieden geniet de allerhoogste prioriteit. Trouwens door meer reizigers en goederen te vervoeren per trein in plaats van met de wagen, vrachtwagen of vliegtuig kan het globale nog steeds stijgende energieverbruik van alle transportmiddelen samen, afgeremd worden. We beogen dus geen absolute verlaging van het energieverbruik maar een verlaging van het specifieke energieverbruik, dit is de nodige energie per gepresteerde rkm of tkm.

In 2008 bedroeg het specifiek primair energieverbruik: 1.158 kJ/rkm respectievelijk 592 kJ/tkm

In bijlage het voorstel van masterplan opgesteld zoals aangekondigd in een document aan het directiecomité in juli 2008 en in overleg met de daarvoor opgerichte werkgroep met vertegenwoordigers van betrokken directies I-AD, I-N, I-I, I-TN, B-GB, B-TP, B-RN, B-RI en B-GD. Naast duiding worden 23 concrete maatregelen voorgesteld. We onderscheiden 3 categorieën:

- Maatregelen van overwegend organisatorische aard waarvoor de motivering in de tekst is verwerkt.
- Maatregelen waarvoor in bijlage een door de bevoegde dienst opgestelde fiche is toegevoegd.
- Maatregelen waarvoor deze fiche nog verder dient uitgewerkt door de bevoegde diensten.

In het document wordt nog geen objectief voorgesteld ter verbetering van deze cijfers maar wij zijn van oordeel dat in de periode 2010-2020 een verdere daling van het specifiek energieverbruik¹ met gemiddeld ten minste **1% per jaar haalbaar moet zijn, dus een daling met 10% over de te beschouwen periode.**

Met de huidige productiecijfers (10.403 miljoen rkm en 7.882 miljoen tkm) en de huidige energieprijzen stemt 1% overeen met:

¹ Energieverbruik per rkm (reizigersvervoer) of per tkm (goederenvervoer)

1% = 1,6 à 1,8 miljoen EUR per jaar
--

Dit document geeft eveneens invulling aan het artikel 53, 54 en 55 van het beheerscontract Holding, het artikel 45, 46 en 47 van het beheerscontract Infrabel en het artikel 49, 50 en 51 van het beheerscontract NMBS.

Voorstel van beslissing

- Het directiecomité neemt kennis van het masterplan “Energie-efficiëntie en CO₂-emissie treintractie”
- Het directiecomité gaat akkoord met de daarin voorgestelde maatregelen en belast de betrokken diensten deze maatregelen verder uit te werken en te implementeren.
- Het directiecomité verzoekt de werkgroep semesterieel te rapporteren over de implementatie van dit plan.



Energie-efficiëntie en CO₂-emissie treintractie

Masterplan NMBS Groep

Doelstelling	3
Inleiding	4
1 Een draagvlak voor energiezorg	5
1.1 Een energiebeleid	5
1.2 Organisatie	6
1.3 Opleiding en competentie	7
1.4 Communicatie en sensibilisering	8
1.5 ISO 14001	8
2 Meten is weten	9
2.1 Meten is weten en gissen is missen	9
2.2 Elektrische tractie	9
2.3 Dieseltractie	11
2.4 Opvolgen en rapporteren	11
3 Energiezorg bij de exploitatie van het treinverkeer	13
3.1 Energie-zuinig rijden gaat hand in hand met stiptheid	13
3.2 Verkeersregeling	14
3.3 Onderhoud	15
3.4 Bezetting- en ladinggraad	15
3.5 Energieverbruik bij stilstand	16
4 Energiezorg bij de organisatie van het treinverkeer	17
4.1 Treindienst-planning	17
5 Energiezorg bij investeren in rollend materieel	18
6 Energiezorg in vaste installaties elektrische tractie	22
7 CO ₂ -emissie	23

Doelstelling

Dit document geeft invulling aan het artikel 53, 54 en 55 van het beheerscontract Holding, het artikel 45, 46 en 47 van het beheerscontract Infrabel en het artikel 49, 50 en 51 van het beheerscontract NMBS.

- Met de kennisname van het document “**NMBS-groep CO₂-reductie-plan, vervoer per spoor**” verzochten de directiecomités van de drie entiteiten van de NMBS-groep H-VM.03 om, in overleg met NMBS en Infrabel, een masterplan op te stellen om het specifieke energieverbruik en de specifieke CO₂-emissie veroorzaakt door de vervoersdiensten te verminderen.

Voor elke weerhouden maatregel is het aangewezen:

- Een haalbare doelstelling te bepalen en een implementatieprogramma uit te werken
- De economische rendabiliteit te toetsen
- Een meet- en opvolgingsplan uit te werken opdat de besparingsinspanningen aangehouden worden. Dit is van bijzonder belang gezien het succes van deze maatregel voornamelijk bepaald wordt door de menselijke factor.

Daarnaast is het wenselijk dat elke investering (zowel rollend materieel als infrastructuur) als elke belangrijke treindienstwijziging voorafgaandelijk onderzocht wordt op de invloed op het energieverbruik.

Inleiding

Energieverbruik en CO₂-uitstoot is een belangrijk politiek en economisch gegeven. De actuele discussies rond de energiebevoorrading, de stijgende energiekosten (ook omwille van hogere taxen en heffingen), het respecteren van het Kyoto-protocol en de Europese post-Kyoto-engagementen stellen de transportsector voor heel wat uitdagingen maar bieden eveneens bijzondere opportuniteiten, met name aan de spoorsector.

Meer en meer worden milieuthema's business-opportunities. Het lage specifieke energieverbruik van het spoorverkeer is een troef. Het spoor levert in België 6,3% van het reizigersvervoer en 10,8% van het goederenvervoer maar daarvoor is slechts 3,3% nodig van de door alle transportmodi samen gebruikte PRIMAIRE energie.

Een veilige, kwalitatieve en stipte treindienst aanbieden geniet de allerhoogste prioriteit. Trouwens door meer reizigers en goederen te vervoeren per trein in plaats van met de wagen, vrachtwagen of vliegtuig kan het globale nog steeds stijgende energieverbruik van alle transportmiddelen samen, afgeremd worden. **We beogen dus geen absolute verlaging van het energieverbruik maar een verlaging van het specifieke energieverbruik, dit is de nodige energie per gepresteerde rkm of tkm.**

De noodzaak voor een nog hogere energie-efficiëntie is ook voor de spoorsector een strategische, economische en ecologische noodzaak. **Het spoor moet ook in de toekomst koploper blijven.**

In wat volgt beperken we ons tot maatregelen die bijdragen **tot een vermindering van de rechtstreeks voor de vervoersprestaties verbruikte energie**, elektrische verliezen in de tractieonderstations en de bovenleiding inbegrepen, dit is **ca. 80% van het totale energieverbruik van de NMBS-groep.**

De inspanningen die geleverd worden om de overige 20% energieverbruik (in stations, gebouwen en werkplaatsen) te milderen zijn uiteraard eveneens belangrijk maar zijn het onderwerp van een ander actieplan. Bepaalde hierna vermelde acties zijn wel overlappend.

De inhoud van dit document is voor een deel geïnspireerd op het document ***Process, Power, People – Energy Efficiency for railway Managers*** opgesteld door de UIC. Dat op zijn beurt elementen aanwendt uit een ontwerp internationale standaard over energiebeheer en ISO 14001 accreditatie procedures.

Energie is een schaars en duur goed. Verandering vergt veel meer dan een aantal technische ingrepen. In de eerste instantie is een mentaliteitswijziging noodzakelijk. Dit inzicht vergt tijd maar het is ongetwijfeld lonend daarin tijd te investeren.

1 Een draagvlak voor energiezorg

1.1 Een energiebeleid

Voor een succesvol energiebeleid gelden drie premissen:

1. Een formeel engagement van het management te streven naar een hogere energie-efficiëntie en de integratie van deze doelstelling in het dagelijkse beleid. Om de harten te winnen van de medewerkers zijn goede intenties niet voldoende, het management dient dagdagelijks het project op te volgen;
2. Een duidelijk geformuleerde doelstelling;
3. De integratie van deze doelstelling in de andere bedrijfsdoelstellingen.

De energiekost voor de tractie van de treinen (E+Z) bedroeg in 2008: 123 miljoen EUR (97 miljoen E + 26 miljoen Z)² dit is ca. 6% van de exploitatiekost NMBS.

In 2002 bedroeg deze kost 76 miljoen EUR dus een stijging met 66% in 6 jaar!

De kost elektrische tractie bij een constant verbruik (1.400 GWh/j) bedraagt ³

- In 2009: 132 miljoen EUR
- In 2010: 154 miljoen EUR

De maand-gemiddelde tractiedieselprijs kende grote schommelingen in 2008: van maximaal 0,74 EUR/l in augustus 2008 tot minimaal 0,34 EUR/l december 2008

Indien, de in 2008 betaalde gemiddelde prijs (0,59 EUR/l) representatief is voor de prijs de volgende jaren, dan bedraagt de jaarlijkse dieselkost bij gelijk verbruik: 26 miljoen EUR.

Totale verwachte kost voor de tractie van de treinen (bij een constant verbruik):

- **In 2008: 123 miljoen EUR**
- **In 2009: 158 miljoen EUR**
- **In 2010: 180 miljoen EUR**

Bij constante exploitatiekost, is dit in 2010, 8% van de exploitatiekost

² E staat voor "Elektriciteit", Z staat voor "Diesel"

³ Op basis van de al afgesloten contracten voor de levering van elektriciteit aan de tractieonderstations in 2009-2011.

1.2 Organisatie

Een succesvol energiebeheer vereist een organisatie waarbij ieder voor zijn verantwoordelijkheden geplaatst wordt.

Uit de analyse van de huidige situatie blijkt het volgende. De industrie levert rollend materieel volgens state-of-the-art en/of de, in het technisch deel van het bestek, beschreven specificatie. Zowel de industrie als het studiebureau B-TP hebben een belangrijke inbreng in het technisch concept en de aanwezige componenten. Nadien neemt de operator over. De bestuurder is een bepalende factor maar zijn inbreng is afhankelijk van het gegeven rijpad en het werk van de seingeverers en traffic control. Deze laatste worden op hun beurt gestuurd door de treinpadplanners I-TN en de marketing afdelingen reizigers en goederen van de operator. De resulterende energiefactuur komt na controle door het energiebureau Infrabel (voor de E-tractie) of het aankoopbureau B-AL (voor de Z-tractie) bij de boekhouding van de operator terecht zonder enige terugkoppeling naar de hoger vermelde betrokkenen.

Dit masterplan moet een aanzet zijn om iedere betrokkene nauwer te betrekken bij de processen die het energieverbruik bepalen en de energie-efficiëntie kunnen verhogen.

Een goede organisatie vereist voor elke bedrijf

1. Het aanduiden binnen elk bedrijf van een voor het energieverbruik verantwoordelijk lid van het DC.
2. Hij of zij moet een beleid uitwerken waarbij uiteraard de andere bedrijfsdoelstellingen mee in rekening gebracht worden.
3. De bedrijfsdoelstellingen van alle betrokken directies en diensten moeten afgestemd worden op het weerhouden energiebeleid.

Bottom-up of Top-down?

Het energieverbruik is het resultaat van een complexe samenhang van heel veel factoren en componenten. Van zodra we weten hoeveel we verbruiken kunnen we, om het specifieke energieverbruik te verlagen, al deze componenten en factoren ontleden om het besparingspotentieel per component te bepalen en daaruit een globaal besparingspotentieel af te leiden. Dit noemt men de Bottom-up methode. Deze benadering houdt 2 risico's in:

- Het besparingspotentieel wordt meestal onderschat;
- De effecten van bepaalde maatregelen kunnen elkaar overlappen. Indien bijvoorbeeld in de daluren kortere treinen ingezet worden dan daalt uiteraard eveneens het besparingspotentieel door een energiezuinige rijstijl.

De Top-down strategie bestaat erin een doelstelling te formuleren (bv -10%; 2009- 2020) en dan een road-map uit te werken om deze doelstelling te halen.

Om een haalbare doelstelling te bepalen combineren we meestal beide werkwijzen.

Maatregel 1.2	Aanduiden van een voor het energieverbruik verantwoordelijke manager per bedrijf
--------------------------	---

1.3 Opleiding en competentie

In een (niet zo) ver verleden wisten de bestuurders van stoomlocomotieven en hun medewerkers heel goed hoe zuinig moest omgesprongen worden met de voorraad kolen. De arbeid van de stoker was ten slotte proportioneel met het energieverbruik en bovendien beloofde een premiestelsel energie-efficiëntie. De elektrische tractie is qua technologie gelukkig 4 keer energie-efficiënter (well to wheel) maar de energiestroom is niet meer zichtbaar voor de treinbestuurder.

Bovendien was gedurende vele decennia energie relatief goedkoop of was (bij de elektrische tractie) de factuur eerder proportioneel met het beschikbaar gestelde piekvermogen dan met het reële verbruik. Al deze factoren hebben de aandacht voor energie-efficiëntie verslapt.

We kunnen niet verwachten dat alle betrokken actoren de bedrijfsdoelstellingen respecteren als de basiswetenschappelijke principes en data die het energieverbruik bepalen, onbekend zijn: massa, snelheid, versnelling, remming, verliezen in alle componenten, verlichting, verwarming, koeling en verluchting in de treinen, enz..

Er is heel wat literatuur beschikbaar, onder meer op de sites <http://www.railway-energy.com/>, <http://www.railway-energy.eu/> en <http://www.railenergy.org/>

De diesel-tractiekost is 100% proportioneel met het verbruik maar ook in de huidige elektriciteitsleveringscontracten is het factuurbedrag nagenoeg proportioneel met het verbruik. **Dus een besparing in het verbruik betekent nu nagenoeg een even belangrijke besparing van kosten.**

Een passende opleiding is nodig voor de diensten:

- Die de treindiensten bepalen
- Die de specificatie rollend materieel opstellen
- Die de treinsamenstelling bepalen
- Die de uurregeling plannen
- Die de treinbestuurders opleiden en uiteraard de treinbestuurders zelf
- Het personeel van de seinposten
- Die het treinonderhoud bepalen
- Die de vaste installaties voor de elektrische voeding van de bovenleiding bepalen en onderhouden.

Uiteraard geldt deze opleiding eveneens voor het betrokken kaderpersoneel.

<p>Maatregel 1.3a fiche NMBS_1 in bijlage</p>	<p>De rit-simulators die in de basisopleiding en de permanente opleiding van de treinbestuurders gebruikt worden, uitbreiden met een energiesoftwaremodule.</p>
<p>Maatregel 1.3b fiche NMBS_4 in bijlage</p>	<p>In de basisopleiding als in de voortgezette opleiding van treinbestuurders energie-efficiënt rijden aanleren</p>
<p>Maatregel 1.3c</p>	<p>Infrabel organiseert, in overleg met H-VM.03 en met B-GB, een workshop over het belang en de noodzaak van efficiënt energiebeheer. De betrokken diensten en projecteigenaars B-RN, B-TP, B-RI, B-GD, I-I, I-N en I-TN worden uitgenodigd deel te nemen en de genomen en de te nemen initiatieven toe te lichten. De workshop zal toegankelijk zijn voor alle spoorwegondernemingen</p>

1.4 Communicatie en sensibilisering

Communicatie is essentieel om een energieplan onder de aandacht te brengen en te houden. Communiceren en sensibiliseren versterken en verlengen de vruchten van een opleiding. Men bereikt een grotere doelgroep waardoor een breder draagvlak gecreëerd wordt.

Communicatie moet echter helder en eenvoudig gehouden worden en afgestemd op de beoogde doelgroep. De volgende aspecten moeten zeker aan bod komen:

- Het belang van de actie, ter ondersteuning van een duurzame ontwikkeling;
- Het verband met de bedrijfsstrategie;
- Informeren over nieuwe initiatieven en technische ontwikkelingen;
- De al bereikte resultaten in vergelijking met de doelstelling

Maatregel 1.4	In de bestaande interne communicatiecampagne ter vermindering van het niet-tractie energieverbruik wordt eveneens gecommuniceerd over de acties en resultaten van dit masterplan
--------------------------	---

1.5 ISO 14001

Kwaliteitscertificatie volgens ISO9001 is al goed ingeburgerd als kader en hulpmiddel om een hoge kwaliteitstandaard aan te houden. ISO 14001 (of EMAS) is een goede leidraad voor milieu.

Een ISO 14001 certificatie van het milieubeleid heeft volgende praktische voordelen voor het energiebeheer:

- Het geeft structuur aan de organisatie van het energiebeleid
- Auditeren, evalueren en actualiseren maakt deel uit van het proces
- Het is een sterk signaal naar alle medewerkers en andere belanghebbenden dat het energiebeleid ernstig genomen wordt.

2 Meten is weten

2.1 Meten is weten en gissen is missen

Je kan de stiptheid van de treinen niet opvolgen en evalueren zonder een uurwerk en een uurregeling. Evenmin kan het energieverbruik opgevolgd en beoordeeld worden zonder energiemeters en verbruiksdoelstellingen.

Een energieverbruik wordt doorgaans gemeten in kWh voor elektriciteit en in liter of kg voor mazout. Alleen de kost opvolgen is onvoldoende.

Elke meet- en opvolgingsproces:

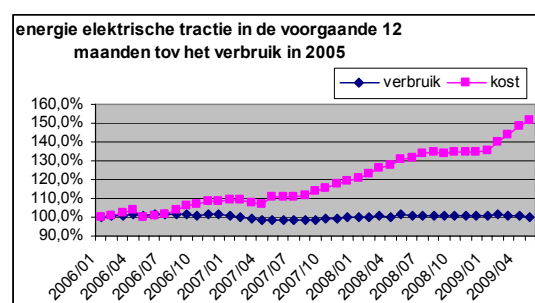
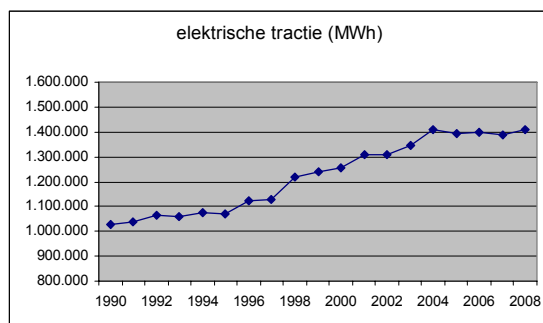
- Moet zo dicht mogelijk bij de relevante verbruiken staan;
- Moet onder een goed gestructureerde elektronische vorm beschikbaar zijn;
- Naast de absolute cijfers moeten ook de specifieke verbruiken (per trkm of per zitplaatskm of per rkm) afgeleid kunnen worden;
- Moet goed gedocumenteerd en auditeerbaar zijn.

2.2 Elektrische tractie

In 2008 werd **1.515 GWh elektriciteit** geleverd via het tractiecontract⁴.

- Een deel wordt gebruikt voor de voeding van lokale stationlussen (Brussel-Zuid, Brussel-Noord, Leuven, Antwerpen-Noord, Antwerpen NZV), voor de HS-posten te Ronet en te Salzannes, voor wisselverwarming en de voeding van seininrichtingsinstallaties in 2008: **101 GWh of 6,7%**;
- Het saldo aan de grenzen bedraagt **7 GWh of 0,5%** (er werd meer geleverd aan de buurnetten dan omgekeerd)
- **De rest: 1.407 GWh of 93% werd aangewend voor de elektrische voeding van het Infrabel-bovenleidingsnet.**

De laatste 4,5 jaar bleef het energieverbruik elektrische tractie nagenoeg constant, de kosten daarentegen zijn met ruim 50% gestegen.



We hebben heden geen meetwaarden van de verbruiken per trein, per soort treindienst (Goederen, HST, IC/IR, lokale) of van de verliezen in het bovenleidingsnet. Het is dus

⁴ Elke tractie-onderstation is uitgerust met telegelezen energiemeters. Het kwartiervermogen en het energieverbruik kan permanent in real time uitgelezen worden via de EI-Server.

moelijk om de effecten van REG⁵-maatregelen vast te stellen.

Een theoretisch model en benchmarking met netten (UIC-project Rail-Energy) die wel over meters beschikken aan boord van de tractievoertuigen, laten weliswaar toe een verdeling in te schatten en effecten te begroten (zie verder), maar gemeten gegevens zijn betrouwbaarder.

In Duitsland zijn meters in de tractievoertuigen een wettelijke verplichting, De Zweedse en Noorse infrabeheerders laten energiemeters installeren in alle tractievoertuigen van de operatoren actief op deze netten. In Frankrijk, verplicht RFF meters voor nieuw te homologeren tractievoertuigen. Al deze initiatieven werden in eerste instantie genomen om correcter te kunnen factureren maar de gegevens worden uiteraard ook gebruikt om REG-maatregelen te initiëren en op te volgen. **Het Scandinavische initiatief toont bovendien aan dat de investering rendabel is.**

Infrabel heeft het initiatief genomen om (in uitbreiding van het Scandinavische systeem) 20 meters te laten installeren in tractievoertuigen van diverse operatoren. Minstens 10 zullen geïnstalleerd worden in NMBS-voertuigen.

<p>Maatregel 2.2a</p> <p>Zie fiches Infrabel_1 en Infrabel_2 in bijlage</p>	<p>Een representatief aantal bestaande elektrische tractievoertuigen worden uitgerust met energiemeters. Minstens één maal per 24 uur worden de volgende gegevens naar een centrale computer gestuurd:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ De identificatie van voertuig ▪ De GPS-positie ▪ Het tijdstip ▪ Het energieverbruik <p>Deze gegevens worden om de 5 minuten geregistreerd</p>
<p>Maatregel 2.2b</p> <p>Fiche NMBS nog niet beschikbaar</p>	<p>Alle nieuwe elektrische locomotieven en motorstellen worden uitgerust met energiemeters. De meetnauwkeurigheid voldoet aan de eisen opgenomen in de CR loc&pas TSI (goedkeuringsprocedure lopende).</p> <p>Dit geldt in het bijzonder voor de locs Type 18 en de 305 nieuwe GEN-motorstellen.</p>

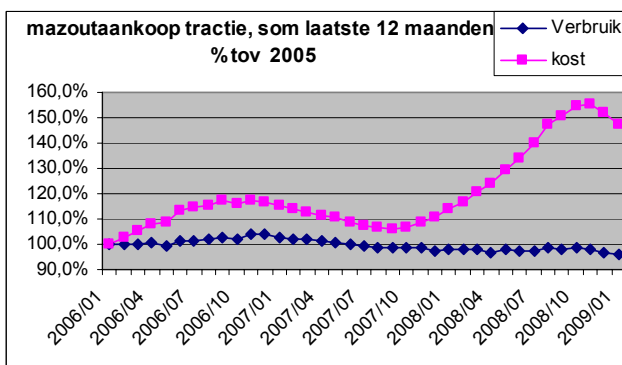
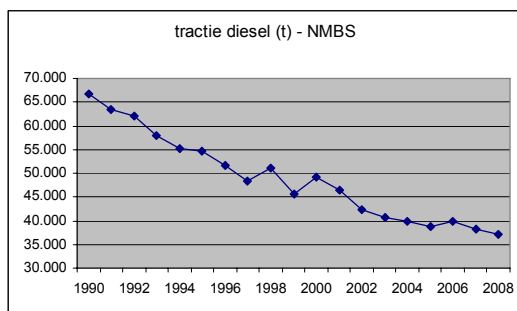
⁵ REG: Rationeel Energie Gebruik

2.3 Dieseltractie

Voor de verbruiksgegevens tractiemazout beschikken we enerzijds over de aankoopgegevens en anderzijds over de door B-TP geregisteerde verbruiken per voertuigtype.

In 2008 werd 38.722 ton bevoorrad (verbruiken Infrabel niet inbegrepen), op basis van de door B-TP geregisteerde gegevens werd daarvan ca. 10.500 ton gebruikt voor personenvervoer.

De laatste 3 jaar daalt het mazoutverbruik voor tractie lichtjes, de kosten zijn met 45% gestegen.



In de periode 1990-2008 **daalde** het verbruik met ca. 3,5% per jaar.

De dieselmotorwagens tanken alleen aan de tankstanden "TR" (Merelbeke, Stokkem, Antwerpen-Noord, Mol, Hasselt, Schaarbeek, Bertrix, Kinkempois, Montzen, Monceau).

Locomotieven tanken zowel aan deze tankstanden als aan veréenvoudigde tankplaatsen waar diesel rechtstreeks vanuit een vrachtwagen in de locomotief wordt gepompt.

Met een goede opvolging van het mazoutverbruik kan het verbruik per tractievoertuig opgevolgd worden en vergeleken worden met de geleverde tractieprestaties

Maatregel 2.3 Fiche NMBS nog niet beschikbaar	Het brandstofverbruik van een representatief aantal MW41 en locs T 77 wordt nauwkeuriger opgevolgd en maandelijks vergeleken met de geleverde vervoersprestaties. Het uitrusten met een mazoutflowmeter wordt nader onderzocht.
--	--

2.4 Opvolgen en rapporteren

De volgende indicatoren zijn maandelijks beschikbaar

- Globaal elektriciteitsverbruik tractie (GWh) en (EUR)
- Aankopen tractiediesel (t) en (EUR)
- "Graaddagen verwarming" (cijfers "Ukkel" via website www.aardgas.be)
- Een nader te omschrijven parameter "Graaddagen koeling"
- Bruto tonkm reizigerstreinen en pkm
- Bruto tonkm goederentreinen en (netto) tkm
- Getankte hoeveelheid diesel per dieselveertuigtype (t)

Met de productiecijfers (rkm, tkm, trkm, getrokken-Bruto-tkm) kunnen meerdere indicatoren afgeleid of geschat worden. De meest significatieve zijn:

- Eindenergieverbruik per Bruto-tkm elektrische reizigerstreinen

-
- Eindenergieverbruik per Bruto-tkm elektrische goederentreinen
 - Eindenergieverbruik per Bruto-tkm diesel reizigerstreinen
 - Eindenergieverbruik per Bruto-tkm diesel goederentreinen
 - Primair energieverbruik per pkm
 - Primair energieverbruik per tkm

Het eindenergieverbruik is de hoeveelheid energie die in het voertuig zelf verbruikt wordt (from tank to wheel) ⁶. Het primair energieverbruik houdt rekening met de energie nodig voor de energieproductie. (from well to wheel). Van zodra we een elektrisch eindenergieverbruik wensen op te tellen met een eindenergieverbruik van fossiele oorsprong wordt het best alles omgerekend naar het primair energieverbruik.

Tot nu toe worden de volgende omrekeningsfactoren gebruikt:

- Primair elektrische energieverbruik = eindenergieverbruik / 0,34
- Primair diesel energieverbruik = eindenergieverbruik / 0,88

Omwille van de seizoensschommelingen (zowel verschillen in temperatuur als in treinproductie) is de ene maand niet vergelijkbaar met de volgende maand. Bovendien kennen we de laatste jaren eveneens grote schommelingen tussen gelijke maanden. Het beste wordt de som gemaakt van de laatste 12 maanden en voor het deel verwarming en koeling van reizigerstreinen, gecorrigeerd met het aantal graaddagen in de betreffende periode

Met meters aan boord van tractievoertuigen kunnen uiteraard aanvullend de volgende indicatoren gemeten en opgevolgd worden:

- Verbruiken en kosten per voertuigtype
- Verbruiken en kosten per type treindienst
- Verbruiken per bestuurder
- Verliezen in de bovenleiding

⁶ bij gebrek aan kennis van de bovenleidingverliezen, zijn deze inbegrepen in het eindenergieverbruik.

3 Energiezorg bij de exploitatie van het treinverkeer

3.1 Energie-zuinig rijden gaat hand in hand met stiptheid

Een stipte treindienst biedt perspectieven voor een energie-efficiënte rijstijl. De basisbuffertijd dient om kleine vertragsbronnen of kortstondige tijdelijke zones van beperkte snelheid op te vangen. In uitzonderlijke gevallen kan deze basisbuffertijd gebruikt worden om de maximale snelheid af te toppen of vanaf een bepaald punt vóór de stopplaats de tractie uit te schakelen. Een stipt vertrek in het volgende station of een stipte passage aan de volgende vertakking moet gevrijwaard blijven. Actueel zijn op een aantal baanvakken extra minuten voorzien in de uurregeling voor geplande vertragszones. kan onderzocht worden of de extra minuten kunnen aangewend worden voor energie-zuinig rijden in de periodes dat er geen zones van tijdelijke snelheidsbeperkingen van toepassing zijn..

Buitenlandse voorbeelden tonen aan dat door een energie-zuinige rijstijl, 5 à 10% energie kan bespaard worden.

- Meer aandacht voor een energie-efficiënte rijstijl in de opleiding en de bijscholing van de bestuurders.
- In een eerste niveau kan op het werkblad van de bestuurder, in geval de uurregeling gehaald wordt, per baanvak, de aanbevolen snelheid aangegeven worden en/of de plaats waar de tractie kan uitgeschakeld worden.
- In een tweede niveau kan via de GPS-positiebepaling de nodige treinsnelheid en plaats van uitschakeling van de tractie continu berekend worden en aangegeven worden in de stuurpost. Het GPS-systeem moet wel rekening houden met de zones van tijdelijke snelheidsbeperking bij de beslissing om de snelheid af te toppen, om het ontstaan van vertraging te vermijden. Het door DSB ontwikkelde GEKKO-toestel of een gelijkaardig systeem in gebruik bij de SBB zijn voorbeelden. Dergelijke systemen werden door deze operatoren eveneens ingevoerd om de stiptheid van de treinen te verbeteren.
- In een derde niveau zijn conflictsituaties voorspelbaar zodat, in de plaats van de trein op te houden aan een sein, de bestuurder tijdig meegedeeld wordt dat de tractie kan uitgeschakeld worden omdat voorrang zal moeten verleend worden aan een andere trein. Deze trein in beweging houden verhoogt eveneens de stiptheid. In andere gevallen kan een treinbestuurder de instructie gegeven worden te versnellen zodat een cascade van conflictsituaties met stops van meerdere treinen als gevolg, kan vermeden worden.
- Het tweede en derde niveau kan pas bereikt worden met de nodige informaticaondersteuning. In het kader van het project Traffic Management is de creatie van een tool voorzien ter ondersteuning van de real time beslissingen van de verkeersregelaars. Deze tool, uitgebreid met een functie van voorspelling van conflictsituaties, zou hiertoe kunnen aangewend worden. De realisatie is voorzien ten vroegste in 2011.
- Indien met een energiemeter aan boord het verbruik geregistreerd wordt, kan de bestuurder feedback krijgen en aangemoedigd worden om zijn rijstijl nog te verbeteren.

Voorbeeld rit met 3 AM96 van Brussel naar Gent-Sint-Pieters via de L 50A (Volgens het programma TP):

Afstand 52 km, refertesnelheid 160 km/h, maar lokaal beperkt tot 140 km/h.

- bij maximale voertuigsnelheid 160 km/h duurt de rit 25,6 minuten, verbruik 716 kWh;
- bij maximale snelheid 140 km/h duurt de rit 26 minuten, verbruik 640 kWh;
- bij maximale snelheid 130 km/h duurt de rit 27,5 minuten, verbruik 580 kWh;
- bij maximale snelheid 120 km/h duurt de rit 29,4 minuten, verbruik 530 kWh.

Indien te Gent-Sint-Pieters een buffertijd beschikbaar is van 2 minuten dan kan, indien de trein op tijd vertrekt te Brussel à priori de snelheid afgetopt worden tot 130 km/h , de trein zal nog steeds

tijdig aankomen maar men heeft wel 19% minder energie nodig gehad voor de rit. Vermits ca. 15% van de energie opgenomen door de trein dient voor comfort in de trein, zal de globale energiewinst slechts 17% bedragen.

Indien de helft van de treinen tijdig te Brussel vertrekken dan betekent, aandacht voor economisch rijden, nog steeds een potentiële winst van 8% op dit traject. Dat dit percentage haalbaar is, is bewezen bij buitenlandse netten.

Met de uurregeling van 9/12/2007 werden 3 minuten extra voorzien tussen Gent-Sint-Pieters en Brussel zodat nu een buffertijd beschikbaar is van 5 minuten.

Maatregel 3.1a Zie fiche NMBS_2 in bijlage	Voor elk treinpad wordt voor elk baanvak de “richtsnelheid” berekend om het gegeven rijpad te halen. De maximale snelheid op het baanvak wordt de toegelaten “inhaalsnelheid”. Voor een aantal proeftrajecten wordt de richtsnelheid genoteerd op het bestuurderswerkblad.
Maatregel 3.1b Zie fiche NMBS_2 in bijlage	In een tweede fase krijgt de bestuurder, op basis van de GPS-informatie, via een digitaal toestel informatie over de optimale richtsnelheid om het betreffende rijpad te volgen.

3.2 Verkeersregeling

De bestuurder is een bepalende factor maar zijn inbreng is afhankelijk van het gegeven rijpad, het tijdig aanleggen van de reisweg door de seingevers en tenslotte van de door traffic control genomen beslissingen.

Door een extra (vermijdbare) stop verliest de trein zijn bewegingsenergie en bovendien moet nadien een gemiddeld hogere snelheid gehaald worden om de achterstand op de uurregeling in te halen. Ook hier gaan energie-efficiëntie en stiptheid hand in hand.

Zware goederentreinen (tot 2000 ton, gemiddeld ca. 1300 ton) moeten vaak uitwijken en stoppen om voorrang te verlenen aan de veel lichtere reizigerstreinen (bv 1 motorstel van 80 ton).

Op de belangrijke goederenassen zouden de voorrangregel aangepast kunnen worden.

De verdubbeling van het aantal sporen op de druk gebruikte baanvakken laat toe de trage lokale treinen of goederentreinen te scheiden van de snelle IC- treinen. Dit verhoogt niet alleen in sterke mate de capaciteit van het baanvak maar vermindert eveneens de kans op oponthoud en dus extra energieverlies van de doorgaande treinen.

Seinposten met een geautomatiseerde seinbediening biedt voordelen. De reisweg wordt automatisch aangelegd en het sein komt automatisch open na de vrijmaking van de reisweg door de vorige trein.

Maatregel 3.2a Fiche Infrabel nog niet beschikbaar	De bij Traffic Control of in de seinhuizen aanwezige informatie over een in real-time gewijzigd rijpad, wordt door de infrastructuurbeheerder beschikbaar gesteld aan de spoorwegondernemingen. Deze maatregel geldt uiteraard onder voorbehoud van beschikbaarheid van de nodige informaticatools
---	---

Maatregel 3.2b	Om een zo energiezuinig mogelijk rijgedrag beter te kunnen
-----------------------	---

Fiche NMBS nog niet beschikbaar	ondersteunen stellen de spoorwegondernemingen deze informatie in real time ter beschikking van de treinbestuurders.
Maatregel 3.2c Fiche NMBS nog niet beschikbaar	Bij de aanvraag van het rijpad in de planningsfase wordt rekening gehouden met energie-efficiëntie in het bijzonder voor zware goederentreinen. Waar mogelijk wordt afremmen vervangen door coasting.

3.3 Onderhoud

Een hoge bedrijfszekerheid van de infrastructuur bespaart energie door onvoorziene stops en vertragingzones te vermijden. Vertragingzones bij werken in volle baan betekent energieverlies er worden dus het best zo kort mogelijk gehouden. Korte trajecten waar een hogere snelheid wordt aangeduid en dus toegepast vergen in verhouding tot de kleine tijdswinst, veel energie. Het is dus interessant korte snelheidswisselingen te inventariseren en op basis daarvan de voor- en nadelen van een gelijkvormiger snelheidsprofiel te analyseren.

Maatregel 3.3a Fiche Infrabel nog niet beschikbaar	Inventarisatie van de langdurige vertragingzones met een lagere toegelaten snelheid in vergelijking met de zones opwaarts en afwaarts en onderzoek naar de mogelijkheid tot een gelijkvormiger snelheidsprofiel, op voorwaarde dat dit de stiptheid niet in het gedrang brengt.
---	--

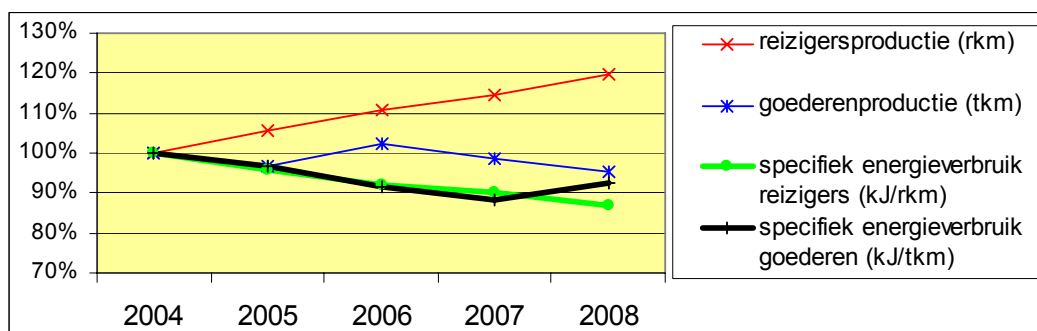
Het onderhoudsniveau van het rollend materieel beïnvloedt ongetwijfeld eveneens het energieverbruik.

- Lekken in persluchtcomponenten
- Regeling koel- en verwarmingssystemen
- Een hoog brandstofverbruik kan een indicator zijn voor een minder optimaal werkende dieselmotor.

3.4 Bezetting- en ladinggraad

Een trein met een gemiddelde bezettingsgraad (ca. 26% voor de NMBS-treinen) is 2 maal energie-efficiënter dan een gemiddelde wagen met gemiddeld 1,4 personen aan boord.⁷

Dit betekent echter ook dat een trein een bezettingsgraad van minimaal 13% moet halen om energie-efficiënter te zijn dan de wagen met gemiddeld 1,4 personen aan boord.

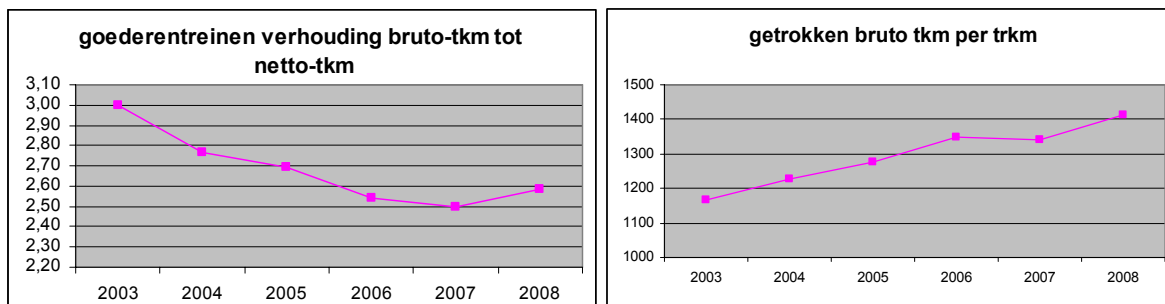


Het lager energieverbruik per rkm of per tkm is voor een groot deel te danken aan de hogere bezettingsgraad. Bv werden in 2008 in vergelijking met 2007, 5% meer rkm gepresteerd met slechts 0,5% meer Bruto-tkm reizigerstreinen.

⁷ Primair energieverbruik per rkm

Twee belangrijke economische indicatoren dragen bij tot een hogere energie-efficiëntie voor het goederenvervoer:

- Een lagere verhouding bruto-tkm tot netto-tkm: deze was de laatste jaren sterk gedaald maar is in 2008 terug lichtjes gestegen
- De gemiddelde getrokken massa per trein is gestegen van 1150 ton in 2003 tot 1410 ton in 2008



Maatregel 3.4a Fiche NMBS nog niet beschikbaar	Onderzoek of een - naar de periode van de dag gedifferentieerde tariefstructuur - reizigers kan motiveren om buiten de spitsuren te rijden. De resulterende capaciteitsverhoging vermindert het specifiek energieverbruik (kWh/rkm).
---	---

3.5 *Energieverbruik bij stilstand*

Uitgeweken treinstellen verbruiken eveneens energie voor voorverwarming, voorkoeling of onderhoud.

Het koelen of verwarmen van treinstellen tijdens het reinigen in de TOP met de deuren open is energieverspillend.

Een motor van een loc T77 draait tussen de 70 à 80% van zijn werkingsuren op ralenti. Voor de motoren van de MW41 bedraagt dit percentage 60 à 70%.

Geschat wordt dat 10% brandstof bespaard kan worden. Een dieselmotor die 75% stationair draait, verbruikt in deze toestand 25% van de totale brandstof en stoot 25% van de totale NOx uit. Bovendien verbruikt een trein die veel stationair draait 10% meer olie. Deze wordt verbrand of onverbrand geëmitteerd.

Een deel is te wijten aan de lange stilstanden van deze voertuigen met draaiende motoren. In eerste instantie dienen de bestaande instructies betreffende het stilleggen van de motor, beter opgevolgd te worden. Voor de diesel-locs, laat de GPS-informatie toe, deze parameter beter te monitoren.

Voor de MW41 kan overwogen worden of de tweede motor (elke motorwagen is uitgerust met twee motoren) wel nodig is op alle trajecten. Het lichten van deze optie vergt aanpassingen om de comfortdiensten in het rijtuig te voeden via de dieselmotor van het andere rijtuig van de motorwag.

Maatregel 3.5a Fiche NMBS nog niet beschikbaar	Via de on-line GPS-data kunnen diesel tractievoertuigen geïdentificeerd worden die langer dan 20 minuten stilstaan met draaiende motor. Gerichte acties kan het aantal uren stilstaande voertuigen met draaiende motoren doen dalen.
---	---

4 Energiezorg bij de organisatie van het treinverkeer

4.1 Treindienst-planning

De commerciële snelheid en de stopplaatsen zijn commerciële afwegingen maar treindienstplanners moeten zich ook bewust zijn van het energieverbruik en de –kost die het gevolg zijn van bepaalde keuzes.

De beschikbare modellen voor het berekenen van de rittijden hebben ook een energiemodule. Bij het ontwerp van een nieuwe treindienst bestaat de mogelijkheid om de effecten op het energieverbruik in te schatten.

Als we de jaarlijkse rkm vergelijken met de jaarlijkse zitplaatskm bedraagt de gemiddelde bezettingsgraad van de NMBS-treinen ca. 26%. Dit is een laag getal in vergelijking met bijvoorbeeld: ATOC: 31% of DSB: 41%.

De bezettingsgraad is het resultaat van heel veel factoren, ondermeer:

- De commerciële attractiviteit van de treindienst
- Hoe nauw sluit het treinaanbod en het zitplaatsenaanbod aan op de vraag
- De aandacht voor het ontkoppelen en koppelen van treindelen

Een hogere gemiddelde bezettingsgraad van de treinen kan bereikt worden door het reizen buiten de spituren aan te moedigen en/of door de treinsamenstelling flexibeler af te stemmen op de vraag voor vervoer op het gewenste ogenblik en op het betrokken traject.

De treinsamenstelling en het type trein zijn belangrijke factoren. De keuzes die voor de IC E Blankenberge/Knokke-Tongeren gemaakt werden illustreren dit.

		zitplaatsen tussen Brugge en Leuven	kWh per rit volgens prog. tp	GWh per jaar	% verbruik tov totaal voor R-N.	Kost 2009 (miljoen EUR)
	IC E Knokke-Tongeren					
1	Blankenberge-Brugge: 2AM96 Knokke-Brugge: 2 AM96; Brugge-Hasselt: 4AM 96, Hasselt- Tongeren: 3 AM96	848	4136	55	5,5%	5,53
2	Blankenberge-Brugge 5M6+HLE: Knokke-Brugge: 5M6+HLE; Brugge-Leuven: 10M6+2HLE; Leuven-Tongeren: 5M6+HLE	1292	3297	44	4,3%	4,32
3	Blankenberge-Brugge: 2AM96 Knokke-Tongeren: 10M6+2HLE	1292	4304	57	5,7%	5,73

Om het aantal zitplaatsen te verhogen tussen Brugge en Leuven was het de bedoeling optie 2 toe te passen in plaats van optie 1 met als bijkomend voordeel **een 20% lager verbruik en een ca. 1.200.000 EUR per jaar lagere kost**. Deze besparing wordt momenteel niet behaald daar er met 10M6+2HLE wordt doorgereden naar Tongeren (dit is vergelijkbaar met optie 3, **30% meer verbruik of 1.400.000 per jaar duurder tov optie 2**).

De DSB bereikt een hoge bezettingsgraad door het veelvuldig afkoppelen van motorstellen (zonder technische problemen) naarmate de trein zich verder van Kopenhagen bevindt. Elk deel vervolgt zijn weg naar een andere bestemming.

Naast energie-efficiëntie moet men bij het opmaken van de treindienst ook oog hebben voor vermogen-efficiëntie. Dit betekent, waar mogelijk vermijden dat systematisch meerdere treinen in hetzelfde station tezelfdertijd aanzetten. Een hoog piekvermogen vergt zwaardere investeringen en een hogere elektriciteitsprijs.

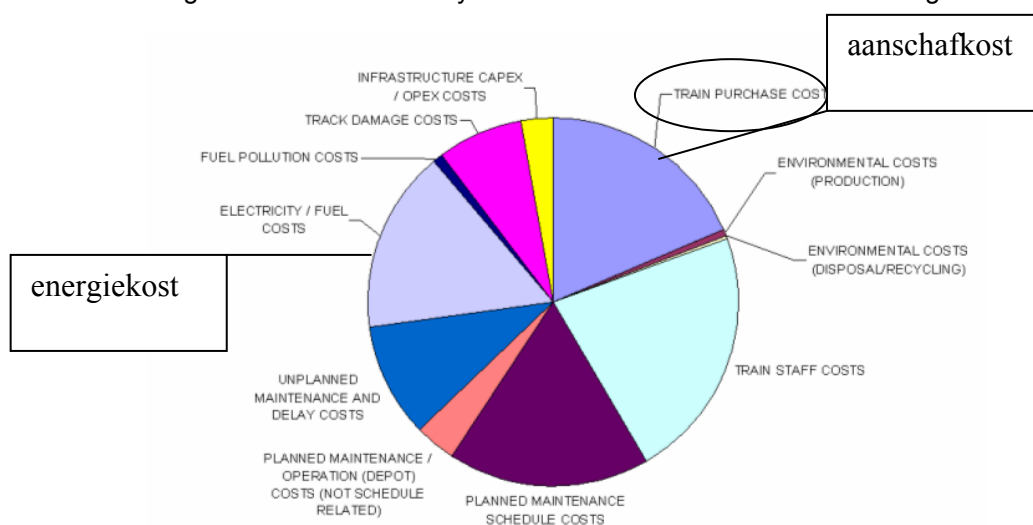
Maatregel 4.1a Zie fiche NMBS_3 in bijlage	De beschikbare gegevens betreffende de bezettingsgraad per reizigerstrein, per baanvak laten toe, treinstellen te identificeren die gedurende de gehele prestatie tussen twee stops nooit een hogere bezettingsgraad halen dan 60%. De samenstelling van deze treinstellen verlagen vermindert substantieel het energieverbruik.
Maatregel 4.1a Zie fiche NMBS_3 in bijlage	De beschikbare gegevens betreffende de bezettingsgraad per reizigerstrein, per baanvak laten toe, deze treinrelaties te identificeren waar door het oordeelkundig koppelen en ontkoppelen van stellen substantiële energiewinsten kunnen gehaald worden. Uiteraard kan dit enkel bij motorstellen. Er mag echter niet vergeten worden dat elke bewerking aan een treinstel een potentiële vertragingbron is waardoor de commerciële snelheid daalt. De voor-en nadelen moeten dus goed afgewogen worden.

5 Energiezorg bij investeren in rollend materieel

De volgende indicatoren of aspecten beïnvloeden beduidend de energie-efficiëntie:

- De massa per zitplaats
- Recuperatie remenergie
- REG maatregelen comfortdiensten
- Goede stroomlijning, vooral indien $V_{max} > 140$ km/h
- De acceleratie-eisen, een hoge acceleratie-eis betekent een hoog geïnstalleerd vermogen en dus een hogere massa maar vooral hogere nullastverliezen en dus een hoog verbruik. Bovendien een lagere potentiële remenergie-recuperatie.
- Modulering tractie-koelgroepen: De afkoeling van de tractiemotoren vergt veel energie. Vaak draaien de koelers (ventilators) op vol vermogen terwijl dit niet nodig is.

Onderstaande figuur is een ATOC-analyse van de totale treinkost van een reizigerstrein.



Volgens deze recente studie is de energiekost even belangrijk als de investeringskost. De vermelde stijging van de energiekosten met 70% heeft voor gevolg dat de energiekost substantieel hoger wordt dan de afschrijvingskost. **Energie-efficiëntie-eisen stellen bij de aanschaf van nieuwe treinen is dus (letterlijk) van kapitaal belang.** Het UIC-document PROSPER (*Procedures for Rolling Stock Procurement with Environmental Requirements*) en de nieuwe UIC-fiche 345 geven indicaties hoe de energieprestaties kunnen omschreven en beoordeeld worden.

Maatregel 5a Zie fiche NMBS_7 in bijlage	Energie-audit voor de bestaande en bestelde treinstellen.
Maatregel 5b Zie fiche NMBS_5 in bijlage	Bij de aankoop van nieuw rollend materieel functionele eisen stellen met betrekking tot het energieverbruik.

Massa per zitplaats (massa van een leeg voertuig gedeeld door het aantal zitplaatsen)

Het Infrabel-net is klein in vergelijking met de meeste Europese netten. De gemiddelde afstand tussen stops bedraagt:

- 14 km voor IC-treinen
- 8 km voor IR-treinen
- 4,5 km voor L- of CR-treinen

De telkens te versnellen massa heeft een grote invloed op het energieverbruik.

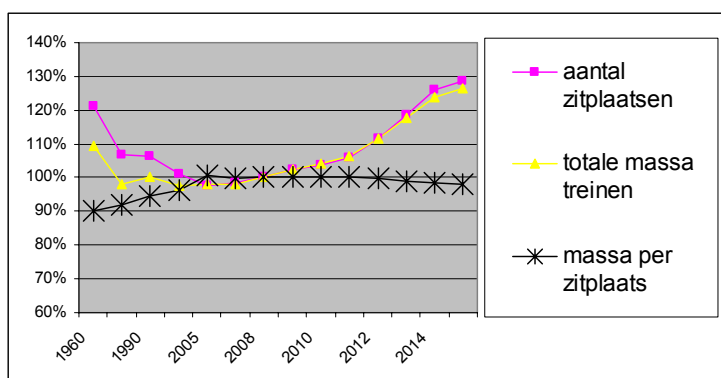
De massa per zitplaats van de NMBS **rijtuigen** voor binnenlands vervoer varieert van 400 kg (1 loc met 8 M5-rijtuigen) tot 800 kg (1 loc met 8 I11 rijtuigen). Voor een gevraagde capaciteit van een trein hangt het energieverbruik dus sterk af van de tarra per zitplaats.

De massa per zitplaats van **motorstellen of motorwagens** varieert van ca. 600 kg (MS00, MS75, MS80) tot 755 kg (MS96) en 800 kg (MW41).

Volgens de beschikbare informatie bedraagt de massa per zitplaats van de nieuwe GEN motorstellen: 500 kg. Dit is 20% lager dan de gemiddelde massa per zitplaats van de huidige CR treinen.

Wij schatten dat voor een GEN-dienst ca. 65% van de tractie-energie nodig is voor de versnelling van de treinen (20% voor de comfortdiensten, 15% voor rol- en windweerstand). **De geplande vermindering van 20% van de gemiddelde massa per zitplaats levert dus een potentiële energiereductie op van 13%⁸.**

Anderzijds, als gevolg van de modernisering van de AM80, AM75 en M5 zal de massa per zitplaatsen van dit materieel toenemen. **Globaal zal tegen 2015 de gemiddelde massa per zitplaats van het NMBS-materieel met 2% afnemen.**



⁸ Op voorwaarde dat met de gekozen toekomstige treinsamenstelling tenminste een gelijke gemiddelde bezettingsgraad gehaald wordt.

Recuperatie remenergie

De via de dynamische (elektrische) rem beschikbare energie kan theoretisch gedeeltelijk herbenuttigd worden voor de tractie van andere treinen of voor de comfortdiensten aan boord.

In een 3000V gelijkspanning bovenleidingnet zijn de mogelijkheden tot herbenutting door een andere trein echter vrij beperkt. Slechts indien in de dichte omgeving van de remmende trein, een andere trein versnelt, kan deze energie nuttig gebruikt worden. De locs T13, de MS96 en de MS80 kunnen bij het remmen terugvoeden naar de bovenleiding.

De exploitatie van het GEN met een grote treindensiteit en de vele rem- en versnellingscycli, biedt mogelijkheden voor het aanwenden van deze gratis energiebron. Hoe groter de verhouding van het aantal aangedreven assen tot het totale aantal assen, hoe groter de capaciteit van de dynamische rem en dus hoe groter het energierecuperatievermogen.

De nieuwe GEN motorstellen zijn uitgerust met een dynamische rem waarmee remenergie kan teruggestuurd worden naar de bovenleiding, 2/3 van het aantal assen zijn aangedreven. Dit laatste is het dubbel in vergelijking met bv de MS96 of de MS80. Een energiebesparing van ca. 20% lijkt haalbaar.

Het 25kV bovenleidingsnet (HSL, L166/165 en L42) biedt meer mogelijkheden tot remenergierecuperatie op voorwaarde dat de tractievoertuigen ervoor zijn uitgerust (enkel de 2-stromige MS96 is uitgerust, de Loc type 13 kan enkel recupereren op 3000V). De densiteit van de treinen op deze lijnen is echter laag en op de L166/165 en L42 moet men in eerste instantie vermijden dat goederentreinen moeten afremmen. Daar is een rijstijl (en treinpad) zinvol waarbij de tractie kan onderbroken wordt voor de top van de helling. De trein rijdt daarna verder op eigen inertie (met daling van snelheid). Voorbij de top zal hij opnieuw versnellen en de maximaal toegelaten snelheid bereiken op het laagste punt.

Energiemeters in de treinen zal op zijn minst toelaten de potentieel recupereerbare energie te meten.

Alstom experimenteert in Frankrijk met tractieonderstations met variabele uitgangsspanning. Om de recuperatiegraad te verhogen is de uitgangsspanning lager als de trein dichtbij is,.

Een lokale HS-lus-voeding vanuit het tractie-onderstation (zoals nu reeds te Leuven, Antwerpen, Brussel) betekent een constante primaire belasting. Met tweerichtings- tractie-onderstations zou remenergie intern gerecupereerd kunnen worden.

NS voert een haalbaarheidsstudie uit voor 0,5 MWh (1,5 kV) elektriciteitsopslag in de tractie-onderstations.

Comfortdiensten in de reizigerstreinen

De energie nodig voor de verwarming, koeling, verlichting en verluchting van de treinen in de Belgische klimaatomstandigheden ramen we op **15% van de tractie-energie** voor reizigerstreinen. Dit is ca. **160 GWh per jaar**. Aan de eenheidsprijs 2009 is de kost van de orde van **16 miljoen EUR per jaar**.

Bij nieuwe of grondig renoveerde treinstellen zijn de volgende REG-maatregelen mogelijk:

- Betere isolatie
- Binnen- en buitendeuren automatisch doen sluiten
- Ventilatie afhankelijk maken van effectieve bezetting (CO₂-sensor of gewichtssensor)
- Energie-efficiënte lampen en verlichting sturen met lichtsensoren.
- Maximaal gebruik maken van de beschikbare energie uit de elektrische rem, hetzij thermisch, hetzij elektrisch.
- De voor de koeling beschikbare warmtepomp reversibel maken zodat men er in de winter mee kan verwarmen op een veel efficiëntere wijze dan met éénvoudige elektrische weerstanden.

Bij bestaande treinstellen zijn de volgende REG-maatregelen mogelijk:

- Bij daglicht en helder weer, de lichten enkel aansteken bij het naderen van tunnels en nadien de lichten terug doven. Deze praktijk is sinds een 10-tal jaren in onbruik geraakt.
- Betere regeling verwarming en airco
- De koeling beperken tot een $\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$ tov de buitentemperatuur en met een minimum temperatuur niet lager dan 23°C .
- In de winter, de voorverwarming en in de zomer de voorverkoeling te beperken tot het minimaal nodige.

Maatregel 5c Zie fiche NMBS_6 in bijlage	Bij lange stilstand (vb. aan eindhalte) op regelmatige basis een sluitbevel geven van alle deuren van de trein (uiteraard op moment dat er geen reizigers meer in- of uitstappen)
Maatregel 5d Fiche NMBS_8 in bijlage	Bij helder weer en op trajecten zonder tunnels, de lichten in de treinen doven

6 Energiezorg in vaste installaties elektrische tractie

Bij de omzetting van de energie uit de publieke wisselspanningsnetten naar de spanning voor de voeding van de bovenleiding en bij het transport van deze spanning via deze bovenleiding gaat er energie verloren.

Infrabel verhoogt regelmatig het aantal installaties. Meer tractie-onderstations en/of meer sectioneerposten zorgen voor minder spanningsverlies in de bovenleiding en dus voor minder verliezen bij het transport van de energie.

Bij de bouw van nieuwe installaties wordt een optimalisatie berekend. Zo wordt steeds de voordeligste transformator aangekocht rekening houdend met aankoopprijs en verwachte verliezen tijdens de levensduur.

Ook de inzet van de bestaande middelen kan geoptimaliseerd worden.

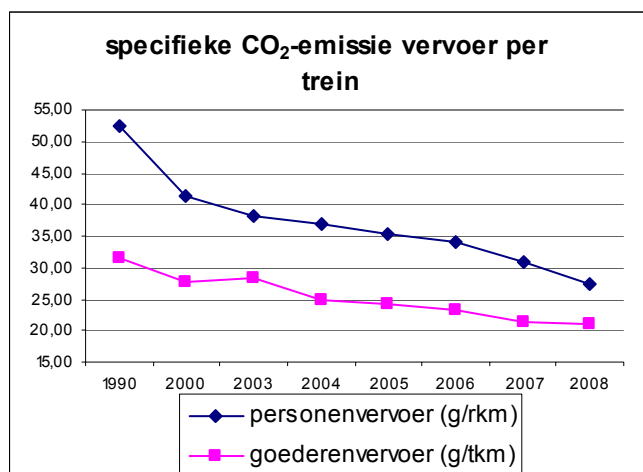
De energieverliezen bij een 25 kV-bovenleiding zijn lager dan bij een 3 kV-bovenleiding. De vervanging van het voedingssysteem kan zich echter nooit terugverdienen enkel vanuit energetisch standpunt.

Maatregel 6a Zie fiche Infrabel_3 in bijlage	Optimaliseren van het aantal transformator-gelijkrichter­groepen in de tractie-onderstations om zo het interne energieverlies te beperken
Maatregel 6b Zie fiche Infrabel_4 in bijlage	Aanpassen van de prijsvergelijkings­coëfficiënten bij aankoop van nieuwe installaties rekening houdend met een jaarlijks stijgende elektriciteits­prijs.

7 CO₂-emissie

Zoals voor energie, beogen we ook voor deze indicator geen absolute verlaging maar een verlaging van de specifieke CO₂-emissie dus per gepresteerde rkm of tkm.

Met specifieke emissie bedoelen we de totale emissie per rkm of per tkm dus de som van de directe emissie (van de dieseltractie) en de indirecte emissie (diesel- en elektriciteitsproductie).



In vergelijking met 1990 is in 2008 de specifieke CO₂-emissie met ca. 40% gedaald. Deze daling is het gevolg van 3 factoren:

- de gestegen verhouding elektrische tractie tot dieseltractie,
- de gedaalde koolstofintensiteit van de elektriciteitsproductie,
- de gedaalde energie per rkm of per tkm.

Voor de toekomstige evolutie onderscheiden we 4 factoren:

1. **De resultaten die de NMBS-groep kan realiseren door de energie-efficiëntie van de aangeboden transportdiensten te verhogen en acties te nemen in de hogervermelde domeinen**
2. **aandeel elektrische tractie tov dieseltractie: meer dieseltractie doet de specifieke CO₂-emissie stijgen, voor eenzelfde prestatie wordt ca. 2,9 maal meer CO₂-emissie veroorzaakt.**

In **reizigersvervoer** verwachten we voor de NMBS geen grote verschuivingen. Het huidige aandeel diesel-tractie (ca. 4% in Bruto-tkm) kan alleen maar lichtjes afnemen omdat actueel geen uitbreiding van het aantal dieselmotorstellen voorzien is. De verwachte toename tegen 2020 van de Bruto-tkm reizigersvervoer zal met elektrische tractie gerealiseerd worden (GEN, HST).

In goederentransport NMBS is geen toename van het aandeel dieseltractie te verwachten. Het aandeel dieseltractie (bruto tkm) bedroeg in 1990: 38%, daalde stelselmatig tot 2004 tot 21% en bedraagt nu 24%. Voor de volgende jaren verwachten we een stabilisatie tot zelfs een (lichte) daling van de verhouding dieseltractie/elektrische tractie, gelet op de lease van 30 à 40 (nieuwe) elektrische locomotieven.

3. **de “koolstofintensiteit” of de specifieke emissie van de elektriciteitsproductiesector (in 1990: 350 g/kWh, in 2000: 280 g/kWh; in 2006: 273 g/kWh, in 2007: 248 g/kWh, in 2008: 227 g/kWh).**⁹

⁹ In het milieujarverslag NMBS-groep gebruiken wij de cijfers voor de in België gelegen Electrabel centrales, bron: milieujarverslag Electrabel van het jaar-1, bv het cijfer dat wij in het duurzaamheidsrapport NMBS-groep (activiteiten 2008) zullen gebruiken is het in juli 2008 gepubliceerde cijfer uit milieujarverslag Electrabel 2007. (227 g/kWh).

Door het hoge aandeel kernenergie is deze indicator in België laag in vergelijking met DU (670 g/kWh), NL (680 g/kWh) of de UK (620 g/kWh) maar hoger dan in FR (91 g/kWh).

We verwachten dat deze indicator tegen 2020 in België nog verder zal dalen om de volgende redenen:

In december 2008 werd de EU 20-20-20 strategie formeel goedgekeurd

- 20% besparing energieverbruik tegen 2020
- 20% lagere CO₂-emissie tegen 2020
- aandeel hernieuwbare energiebronnen tegen 2020: 20%

Deze gemiddelde doelstellingen zijn het resultaat van verplichtingen die enerzijds via "emission trading" aan de grote Europese industriële sectoren worden opgelegd (onder meer aan de elektriciteitsproductiesector) en anderzijds aan de lidstaten voor de andere sectoren (Transport, huishoudens, diensten, enz..)

Voor België betekent dit laatste

1. 15% besparing energieverbruik tegen 2020 (tov 2005)
2. 15% lagere CO₂-emissie tegen 2020 (tov 2005)
3. aandeel hernieuwbare energiebronnen van het finaal verbruik tegen 2020: 13%

Eenzelfde emissiereductie-inspanning handhaven tegen 2030, impliceert voor transport een daling met 25 % tegen 2030 t.o.v. 2005.

Daarnaast moet tegen 2020 in de transportsector, het aandeel van hernieuwbare energiebronnen minimaal 10% bedragen. (energetisch%, doel voor elk land). Een handhaving van de inspanning t.e.m. 2030 resulteert in 14,25 % hernieuwbare energie in de transportsector.

Bij "hernieuwbare energie" behoort dus thans ook "groene" stroom voor treintractie. Het gebruik van groene elektrische energie voor spoorwegtractie krijgt dus een extra aanmoediging.

- Om de derde doelstelling te halen zal de bijdrage van de Europese elektriciteitssector waarschijnlijk meer dan 20% moeten bedragen gelet op de beperktere mogelijkheden van de andere sectoren. In België zijn de mogelijkheden om elektriciteit te produceren uit hernieuwbare energiebronnen beperkter dan in andere landen. Het planbureau¹⁰ voorziet in het referentiescenario een toename van het huidige peil (ca. 2%) tot 10% tegen 2020. Maar dit zal ruim onvoldoende zijn om de EU-doelstellingen te halen.
- De huidige politieke signalen wijzen naar een uitstel van de kernenergie-uitstap, maar zelfs met de verwachte uitstap vanaf 2015 verwacht het planbureau dat de koolstofintensiteit in 2020 niet hoger is dan de huidige waarde.
- Het planbureau verwacht een stijging van de elektriciteitsproductie met aardgas gestookte centrales (dergelijk centrales hebben een lagere specifieke CO₂-emissie in vergelijking met kolencentrales en hebben een veel hoger energetisch rendement).
- Volgens prognoses van het planbureau zal de specifieke CO₂-emissie in het referentie scenario tegen 2020 slechts 213 g/kWh bedragen, dus 20% lager dan in 2006. Na 2020 wordt in het referentiescenario (kerncentrales worden deels vervangen door kolencentrales en er is geen CO₂-opslag mogelijk) terug een stijging verwacht tot het niveau 10% hoger dan 1990. Dit veronderstelt dus dat België de Post-Kyoto doelstellingen niet haalt. Andere scenario's in de studie van het planbureau voorspellen een verdere daling tot ca 100 g/kWh in 2030.

¹⁰ Rapport "Het klimaatbeleid na 2012", federaal planbureau juli 2006

4. Het energie- aankoopbeleid en eventuele partnerships in elektriciteits-productieprojecten hernieuwbare energie.

- De beslissing van Infrabel mbt tot het wind-energiepark bestaande uit 29 windmolens langsheen de L2 zal tegen 2010 de globale CO₂-emissie met 3% doen dalen. Bovendien komt dit onrechtstreeks de energie-efficiëntie ten goede. In vergelijking met een klassieke thermische of nucleaire elektriciteitsproductie met een rendement van ca. 34% bedraagt het rendement van een windmolen kwasi 100%. 2% van het verbruik tractie met windmolens vermindert het primaire energieverbruik met ca. 1%.
- Het aankoopbeleid tractiediesel: indien volgens de EU-doelstelling tegen 2020, het aandeel biodiesel in diesel toch 10% zal bedragen dan mogen we voorzichtigheidshalve stellen dat de CO₂-emissie dieseltractie met 4% zal dalen. Vermits ca. 1/3 van de huidige CO₂-emissie – tractie veroorzaakt wordt door de dieseltractie zal de globale CO₂-emissie –tractie daardoor met ca. 1% dalen.
- Het aankoopbeleid elektrische tractie: Nu worden in het bestek of in de onderhandelingsprocedure geen specifieke eisen gesteld of gunningscriteria voorzien mbt de herkomst van de elektriciteit.