

Notitie

Aan Connekt,
t.a.v. Chris Beezemer

Van S.A. (Siem) van Merriënboer

Onderwerp Logistics Performance Indicator

Bijlage(n)

www.tno.nl
siem.vanmerrienboer@tno.nl
+31623710697

Datum
3 december 2024

Onze referentie
2024-STL-NOT-100355447v2

1. Achtergrond

Connekt heeft een Lading Performance Indicator (LPI) ontwikkeld met als doel om logistieke bedrijven, op een voor hen eenvoudig uitvoerbare wijze, inzicht te laten verkrijgen in de belading van hun transportmiddelen gedurende de hele rit en in de effecten van maatregelen om de beladingsgraad te verhogen. TNO heeft onderzocht of de LPI valide resultaten geeft voor het beoordelen van de benutting van logistieke assets. Daaruit is geconcludeerd dat de LPI gebaseerd op vogelvluchtafstand (Great Circle Distance, GCD) een goede schatter is onder de voorwaarden zoals genoemd aan het eind van deze notitie. Dat geldt niet voor de definitie van de LPI gebaseerd op daadwerkelijk gereden afstand (Actual Driven Distance, ADD), zoals eerder gecommuniceerd door Connekt.

De LPI is bedoeld als indicator die aangeeft hoe efficiënt laadvermogen wordt ingezet. Het gaat dus meer om de effectieve benutting van logistieke assets dan om beladingsgraad in de klassieke zin.

De achterliggende filosofie is verwant aan de methodiek zoals gebruikt voor de reeds bestaande Carbon Performance Indicator (CPI) van Connekt en TSL. Er wordt ook gewerkt aan een Energie Performance Indicator (EPI).

2. Definitie LPI

De basis voor de LPI is beschreven in de application note “Lading Performance Indicator (LPI) - Laadcapaciteit maximaal gebruiken”^{1,2}. Dit is de LPI op basis van daadwerkelijk gereden afstand (Actual Driven Distance, ADD).

Wiskundig wordt de LPI_ADD als volgt geformuleerd:

$$LPI_ADD = \frac{\sum_{i=1}^n Lading_i \times Afstand_ADD_i}{\sum_{i=1}^n Afstand_ADD_i} \quad [\text{tonkm} / \text{km} = \text{ton}]$$

De LPI_ADD geeft in de teller de som van de ladingkilometers die over verschillende legs ($i=1\dots n$) van een (rond)rit worden vervoerd op basis van de werkelijk gereden afstand (Actual Driven Distance, ADD). De noemer is de totaal door het voertuig gereden afstand (ADD). De legs van een rondrit betreffen de verschillende gereden routes tussen de laad- / lospunten van een rondrit.

De teller van de LPI_ADD is een (benaderende) maat voor de transport performance die wordt geleverd met het vervoer van ladingen over verschillende legs van een rit. Deze is gebaseerd op de werkelijk met een voertuig (of voertuigen) gereden afstand (Actual Driven Distance - ADD). Uit de definitie van de carbon footprint van logistieke activiteiten (Carbon Performance Indicator - CPI), waar transport performance in de noemer staat, is bekend dat ADD daar eigenlijk niet de beste afstandsmaat voor is.

¹ zie https://carbonfootprinting.org/wp-content/uploads/2024/08/20240815_TSL-Application-note-LPI-NL.pdf

Een CPI met een op ADD gebaseerde noemer is ongevoelig voor onnodig omrijden en geeft geen goede resultaten wanneer verschillende vervoerwijzen worden vergeleken.

Gebruik van de kortst mogelijke afstand (Shortest Feasible Distance - SFD) voorkomt perverse prikkels in relatie tot omrijden met als doel een hogere LPI score te realiseren. Vogelvluchtafstand (Great Circle Distance - GCD) als afstandsmaat voor de transport performance is een beter objectief correcte afstandsmaat voor bepaling van de netto transport performance. De GCD is ook altijd relatief eenvoudig te berekenen in tegenstelling tot de optimale kortste route (Shortest Feasible Distance). Deze laatste kan ook voor verschillende modaliteiten weer anders zijn. Om die reden heeft een LPI gebaseerd op GCD de voorkeur boven een LPI gebaseerd op ADD of SFD.

De op LPI gebaseerd op GCD, de LPI_GCD, is als volgt geformuleerd:

$$LPI_GCD = \frac{\sum_{j=1}^m Lading_j \times Afstand_GCD_j}{\sum_{i=1}^n Afstand_ADD_i} \quad [\text{tonkm} / \text{km} = \text{ton}]$$

De transport performance in de teller is de som van de tijdens de totale rit tussen verschillende punten ($j=1\dots m$) vervoerde ladingen ($Lading_j$) vermenigvuldigd met de vogelvluchtafstand ($Afstand_GCD_j$) waarover de lading is vervoerd. Voor de duidelijkheid, het gaat hier om de vogelvluchtafstand tussen de pick-up locatie van een te vervoeren lading en de drop-off locatie van de te vervoeren lading (order gedreven). De noemer is de totaal door het voertuig gereden afstand (ADD).

In plaats van [ton] als maat voor de vervoerde lading in de teller kan ook volume [m^3] worden gebruikt, of andere eenheden zoals europallets, blokpallets, rolcontainers of 40-voets containers. Het maakt niet uit welke maat voor capaciteitsbeslag wordt gebruikt, als het maar dezelfde is voor alle (deel)ladingen in de rit.

3. Definitie beladingsgraad

Door de transport performance in de teller van de LPI te delen door de totale maximale vervoerscapaciteit, uitgedrukt als de ladingcapaciteit van het voertuig (uitgedrukt in dezelfde maat voor capaciteitsbeslag) maal de gereden afstand, wordt een relatieve LPI bepaald die vergelijkbaar is met het klassieke begrip **beladingsgraad**:

$$relatieve\ LPI_ADD = \frac{\sum_{i=1}^n Lading_i \times Afstand_ADD_i}{Capaciteit \times \sum_{i=1}^n Afstand_ADD_i} \quad [\%]$$

Ook hiervoor geldt dat in plaats van [ton] als maat voor de vervoerde lading in de teller ook volume [m^3] kan worden gebruikt, of andere eenheden zoals europallets, blokpallets, rolcontainers of 40-voets containers. De capaciteit in de noemer moet een weergave zijn van de maximale capaciteit van het transportmiddel uitgedrukt in dezelfde eenheid (ton, m^3 , europallets, blokpallets, rolcontainers of 40-voets containers).

Als maat voor de beladingsgraad is de relatieve LPI gebaseerd op de daadwerkelijke gereden afstand (ADD) een juiste maatstaf, aangezien dit overeenkomst met de intuïtieve interpretatie van beladingsgraad (gedurende de daadwerkelijk gereden rit).

4. Definitie benuttingsgraad

Door de relatieve LPI te berekenen op basis van de LPI gebaseerd op vogelvlucht afstand (GCD) krijg je een maatstaf voor de **benutting van je transportcapaciteit**.

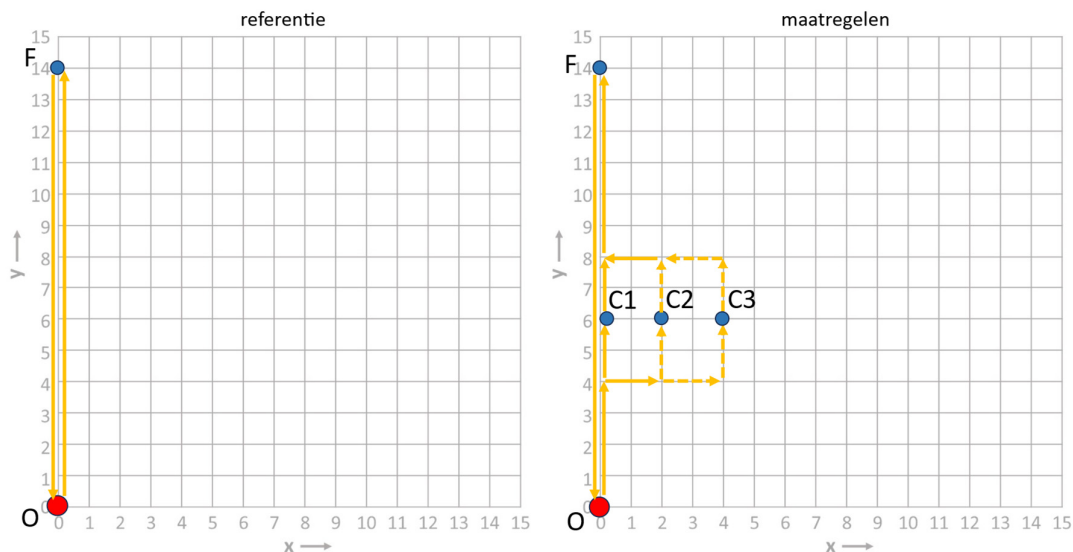
$$\text{relatieve LPI_GCD} = \frac{\sum_{j=1}^m \text{Lading}_j \times \text{Afstand_GCD}_j}{\text{Capaciteit} \times \sum_{i=1}^n \text{Afstand_ADD}_i} \quad [\%]$$

Ook hiervoor geldt dat in plaats van [ton] als maat voor de vervoerde lading en capaciteit ook een andere eenheid kan worden gebruikt (ton, m³, europallets, blokpallets, rolcontainers of 40-voets containers).

5. Rekenvoorbeeld LPI, beladingsgraad en benuttingsgraad

Een vrachtwagen (laadvermogen 25 ton) vervoert een lading van 20 ton van punt O (pick-up locatie) naar punt F (drop-off locatie). Onderweg wordt in punt C1, C2 of C3 een extra lading opgehaald van 5 ton die ook in punt F wordt gelost. Achtereenvolgens worden de LPI (LPI_GCD), beladingsgraad (relatieve LPI_ADD) en benuttingsgraad (relatieve LPI_GCD) berekend voor verschillende cases waarbij de afstanden tussen de verschillende pick-up en drop-off locaties variëren (zie Figuur 1).

vw_extra lading heenweg_1: omrijden op de heenweg voor extra lading



Figuur 1: Ruimtelijke schets van omrijden om extra lading mee te nemen op heenweg.

De rijafstanden voor de verschillende cases zijn in Tabel 1 weergegeven. Daarbij is de schaal van de x-as en de y-as 20 km per vakje.

Tabel 1: Rijafstanden voor de verschillende cases.

	startpunt	eindpunt	case 1	case 2	case 3	
Lading vervoerd	O	F	20	20	20	[ton]
Lading vervoerd	C	F	5	5	5	[ton]
Afstand_ADD	O	C	120	160	200	[km]
Afstand_GCD	O	C	120	126	144	[km]
Afstand_ADD	C	F	160	200	240	[km]
Afstand_GCD	C	F	160	165	179	[km]
Afstand_ADD	F	O	280	280	280	[km]
Afstand_GCD	F	O	280	280	280	[km]
LPI_GCD			11,4	10,0	9,0	[ton]
beladingsgraad			46%	51%	56%	[%]
benuttingsgraad			46%	40%	36%	[%]

6. Toepassing LPI, beladingsgraad en benuttingsgraad

- De LPI_GCD is een zeer grove benadering van de inzet van logistieke assets die bruikbaar is wanneer alle ingezette voertuigen van hetzelfde type zijn (zelfde capaciteit), de inzetprofielen (bijv. qua kilometers stad/buitenweg/snelweg) voldoende vergelijkbaar zijn en er beperkt tijd gependend wordt aan andere handelingen dan rijden (zoals laden / lossen, overslag).
- De relatieve LPI op basis van ADD is een goede indicatie van de beladingsgraad van de ingezette voertuigen, maar zegt niets over of de logistieke dienst efficiënt wordt uitgevoerd of de beschikbare logistieke assets effectief worden benut.
- De relatieve LPI op basis van GCD is een goede indicatie voor de effectieve benutting van de beschikbare logistieke assets.
- Bij toepassing van LPI_GCD en relatieve LPI (beladingsgraad en benuttingsgraad) voor netwerken (verzameling ritten / vloot van LSP) met meerdere voertuigtypen of meerdere modaliteiten worden de resultaten moeilijk interpreteerbaar.
- Toepassing van LPI_GCD en relatieve LPI (beladingsgraad en benuttingsgraad) voor het benchmarken van verschillende logistiek dienstverleners (LDVs) is eigenlijk alleen mogelijk voor LDVs met voldoende uniforme voertuigvloten (zelfde voertuigtypen met zelfde capaciteiten). Bij benchmarking van netwerken van LDVs is het ook belangrijk dat ze in hetzelfde logistieke deelsegment actief zijn.
- Wanneer sprake is van complexe maatregelen voor optimaliseren van logistiek is toepassing van LPI_GCD en relatieve LPI (beladingsgraad en benuttingsgraad) als proxy (schatter) voor de inzet van logistieke assets een te grove benadering. In dergelijke gevallen speelt de tijdsduur van inzet voertuigen in relatie tot overige logistieke activiteiten een grote rol en is een proxy (schatter) gebaseerd op tijd een betere benadering.