

Handleiding Optimalisatiemodule

Synchrotool

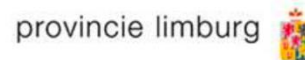
17 februari 2022

Hogeschool Vives

S. Haspeslagh, A. Louwyck



Met de financiële steun van





Situering

In het SYN-ergie project werd een synchromodale cockpit gebouwd voor het aansturen van synchromodaal transport. Deze cockpit is een demonstratieversie van een planningstool die met reële, real-time informatie werkt en aan de hand van een optimalisatiealgoritme de planner een aantal mogelijke oplossingen kan voorstellen.

Op de website van het Europese Project SYN-ERGIE ([Clickable demo | syn-ergie \(project-synergie.eu\)](https://project-synergie.eu)) vind je de link naar de demo van de synchromodale planningstool.

Het planningsproces wordt opgedeeld in een planningsfase en een fase waarin de transportorders worden uitgevoerd en afgehandeld:

Planning:

1. Verladers plannen transportorders: status = te plannen
2. Planner berekent opties adhv beschikbare capaciteiten
3. Planner kiest de beste optie: status = gepland
4. Transporteurs confirmeren: status = geconfirmeerd

Afhandeling:

5. Transportorders worden uitgevoerd door de transporteurs:
Status = onderweg (al dan niet met vertraging)
6. Transportorders zijn uitgevoerd: status = (niet) op tijd gelverd

Het doel van het optimalisatiealgoritme bestaat erin om de planner te ondersteunen bij stap 2. Het algoritme zal hierbij de totale kostprijs van alle in te plannen transportorders minimaliseren. Die totale kostprijs is de som van de kostprijs van transport, de kostprijs van de CO₂ emissies, en eventuele boetes voor vroeg- of laattijdigheid.

Synchrotool

Inloggen

Klik op de zwarte button om in te loggen op de sychrotool:



Je komt op de login pagina terecht:



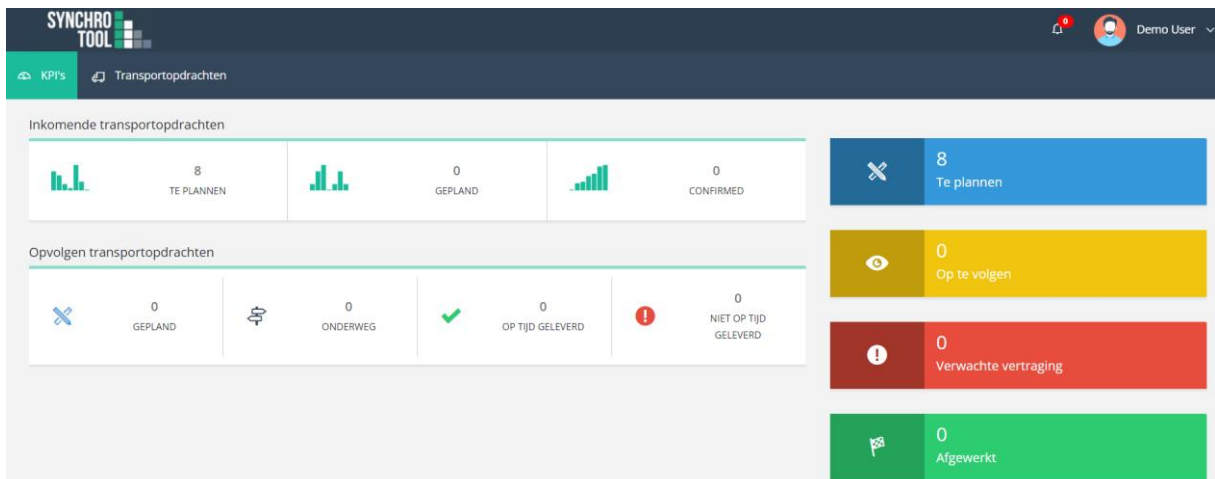
Vul volgende login en paswoord in:

login: demo@project-synergie.eu

paswoord: \$synergie1234

Dashboard en transportopdrachten

Na inloggen kom je in het dashboard terecht met de KPI's.



In ons voorbeeld zien we dat er 8 te plannen transportopdrachten zijn. Die kunnen we opvragen via het menu "Transportopdrachten" links bovenaan, of we kunnen ook rechts op het blauwe item "8 Te plannen" klikken. We krijgen dan het volgende scherm:

KPI's **Transportopdrachten**

IN TE PLANNEN TRANSPORTOPDRACHTEN

Status planning: -- Kies status --
 Status afhandeling: -- Kies status --

Uitvoerende partij:
 Instructie referentie:

Van:
 Naar:

Q Zoeken **X Reset**

Optimise

7 kolommen geselecteerd

Uitvoerende partij | Van | Naar | Hoeveelheid | Eenheid | Leverdatum | Status planning

Links bovenaan merken we dat we nu inderdaad bij de “Transportopdrachten” zijn gekomen. Er is een zoek scherm voorzien waarmee we snel opdrachten kunnen opvragen. Zo kunnen we via “Status planning” alle “Te plannen” opdrachten te zien krijgen. De andere statussen zijn “Gepland” en “Geconfirmeerd”. Dit onderscheid is er omdat geplande opdrachten nog moeten bevestigd worden door de verschillende transporteurs.

In de demotool zijn er acht opdrachten die hier schematisch worden weergegeven op de volgende figuur:



Je kan de transportopdrachten in detail bekijken door in de meest rechtse kolom op het vergrootglas te klikken. De belangrijkste parameters voor een transportopdracht zijn:

- Traject & ladingsgrootte: VAN – NAAR – Hoeveelheid containers
- Timing: verwachte ophaaldatum/tijd – gewenste leverdatum/tijd – uiterste leverdatum/tijd

Het algoritme zal alleen maar oplossingen geven waarbij de containers van een te plannen transportopdracht opgehaald worden tussen de opgegeven minimale en maximale ophaaltijd van die opdracht, en geleverd worden vóór de uiterste levertijd. Het algoritme probeert ook steeds om de containers te leveren tussen de minimale en maximale gewenste levertijd. Wanneer een container vóór de minimale gewenste levertijd wordt geleverd, dan spreken we van een te vroege levering. Een te late levering is dan uiteraard een levering na de maximale gewenste levertijd. Bij een te vroege en te late levering kan een boete worden aangerekend (zie verder).

Optimalisatiemodule starten

De optimalisatiemodule starten we op in het overzicht van de in te plannen transportopdrachten door op de rode "Optimise" knop te drukken. Met de module kunnen we dus automatisch een planning opstellen. Belangrijk om weten is dat het achterliggende optimalisatiealgoritme alle "Te plannen" en "Geplande" opdrachten mee neemt. Of anders gezegd, opdrachten met status "Geconfirmeerd" worden dus niet meegenomen in de planning, omdat het transport van deze orders al vastligt.

Nadat we op de "Optimise" knop hebben gedrukt, krijgen we een nieuw scherm met een overzicht van alle transportopdrachten die nog niet vastliggen. In ons voorbeeld zijn dat er acht. Bij elk van die opdrachten staan de locaties vermeld waar de containers moeten worden opgehaald ("Van") en geleverd ("Naar"). Minimale ophaaltijd en minimale levertijd staan er ook bij vermeld, en uiteraard het aantal containers die volgens dat order moeten getransporteerd worden. In het voorbeeld hieronder zijn dat 20 containers van 40 ft. Dit zijn de belangrijkste gegevens van een transportopdracht. Zoals we hierboven al hebben uitgelegd, kunnen we meer informatie over de opdracht terugvinden via het menu "Transportopdrachten".

Van	Verlader, Zeebrugge	12-13-2021 05:00
Naar	Terminal, Antwerpen	12-13-2021 20:00
Wat	15 40ft	
Emissie factor	<input type="text" value="0,5"/>	
Boete "te vroeg"	<input type="text" value="0"/>	
Boete "te laat"	<input type="text" value="100"/>	

Onder de gegevens van de transportopdracht zien we invulvakjes voor 3 omzettingfactoren die het optimalisatiealgoritme gebruikt om kostprijs, stiptheid en CO₂-emissie tegen elkaar af te wegen. Het algoritme berekent immers een totale kostprijs, en omdat het geen appels en peren bij elkaar kan optellen, moet het de CO₂-uitstoot en de eventuele tijd dat een container te vroeg of te laat wordt geleverd, omzetten naar een prijs in euro. Dat doet het algoritme aan de hand van de opgegeven factoren:

- Met de **emissiefactor** wordt de CO₂-uitstoot in kg omgezet naar euro. Zo bepalen we welk gewicht we aan de CO₂-uitstoot geven. De eenheid van deze factor is euro per kg. Standaard wordt 1 euro/kg uitstoot gerekend, maar deze waarde kan natuurlijk worden aangepast naargelang men de CO₂-emissie meer of minder wil laten doorwegen. Als we geen rekening willen houden met de uitstoot van CO₂ tijdens het transport, dan zetten we de emissiefactor eenvoudigweg op nul. Willen we een milieuvriendelijk transport, dan moeten we een grote factor opgeven.
- Met de **boetes "te vroeg" en "te laat"** wordt de tijd dat een container te vroeg of te laat is, omgezet naar euro. De "boete te vroeg" factor bepaalt in welke mate men afgestraft wordt wanneer de lading te vroeg aankomt op de bestemming, de "boete te laat" wanneer de lading te laat aankomt. Deze twee factoren hebben euro per uur als eenheid. Standaard rekent het algoritme met 100 euro/u te vroeg en te laat, maar ook hier kunnen we deze

waarden wijzigen als we een te vroege of een te late levering meer of minder willen laten doorwegen in de totale kostprijs van de planning. En ook hier kunnen we nul invullen als we niet willen dat een te vroege of te late levering wordt beboet. Mogelijke waarden zouden kunnen zijn:

- 0 € => geen boete wanneer container te vroeg/laat aankomt
- 50 € => gemiddelde boete
- 100 € => grote boete
- 150 € => zeer grote boete

We kunnen die omzettingsfactoren per opdracht instellen, wat ons in staat stelt om rekening te houden met de wens van individuele klanten om bijvoorbeeld voorkeur te geven aan goedkopere routes, een stiptere planning of milieuvriendelijker transport. Met die omzettingsfactoren kunnen we immers het algoritme sturen in een bepaalde richting. Bij een productieplanningstool worden typisch klantenprofielen aangemaakt waar klantenspecifieke waarden voor deze parameters worden bewaard.

Het optimalisatiealgoritme rekent met containers en niet met orders. Het berekent dus voor elke container afzonderlijk een route, en kan op die manier orders opsplitsen en bundelen. Het algoritme kan ook verschillende containertypes aan. Het is belangrijk om weten dat we in de Synchronool een transportopdracht met verschillende containertypes als aparte orders moeten invoeren; dus één order per containertype. Als een klant bijvoorbeeld 5 containers van 40 ft en 15 containers van 20 ft van de terminal in Antwerpen naar een verlader in Venlo moet transporteren, dan voeren we dat als 2 aparte orders in. Die orders krijgen dan natuurlijk wel dezelfde omzettingsfactoren, zoals we hieronder kunnen zien.

Van	Terminal, Antwerpen	12-14-2021 07:00	Van	Terminal, Antwerpen	12-14-2021 07:00
Naar	Venlo, Venlo	12-15-2021 12:00	Naar	Venlo, Venlo	12-15-2021 12:00
Wat	5 40ft		Wat	15 20ft	
Emissie factor	<input type="text" value="0,75"/>		Emissie factor	<input type="text" value="0,75"/>	
Boete "te vroeg"	<input type="text" value="150"/>		Boete "te vroeg"	<input type="text" value="150"/>	
Boete "te laat"	<input type="text" value="100"/>		Boete "te laat"	<input type="text" value="100"/>	

Automatisch routes berekenen

Nadat we de correcte omzettingsfactoren hebben ingevuld, kunnen we de berekening starten door bovenaan op de rode knop "Bereken routes" te drukken:

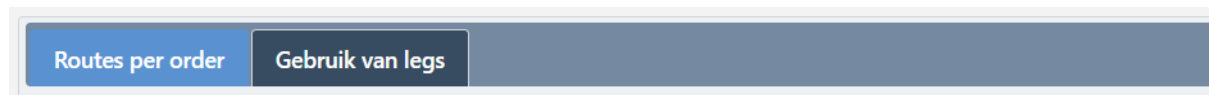
 Bereken Routes

Het optimalisatiealgoritme zal nu voor alle containers van alle transportopdrachten een route berekenen. Het probeert daarbij de totale kost van alle containers zo laag mogelijk te houden. Zoals hierboven uitgelegd, bevat die kost niet alleen de prijs van het transport, maar ook de kost van de

CO₂-uitstoot en de boetes bij te vroege of te late levering. Het algoritme heeft even de tijd nodig om die kost te minimaliseren. Die rekentijd hangt niet alleen af van het totaal aantal containers die moeten worden ingepland, maar ook van het aantal mogelijke legs en bijhorende capaciteiten.

Berekende routes bekijken

Wanneer het algoritme klaar is, dan krijgen we een nieuw scherm met de resultaten. De berekende routes worden weergegeven per transportorder en per leg. Vandaar ook dat er twee tabbladen zijn voorzien:



Klikken we op “Routes per order”, dan zien we de berekende routes gegroepeerd per order. Nemen we bijvoorbeeld het volgende transportorder, waarvoor 25 containers van een verlader in Zeebrugge naar een verlader in Venlo moeten worden getransporteerd, dan zien we dat de containers zijn opgesplitst over 2 routes: 10 van de 25 containers nemen de eerste route en de overige 15 de tweede route.

Aantal	Van	Naar	Min. ophaaltijd	Max. ophaaltijd	Min. levertijd	Max. levertijd
25 40ft	Zeebrugge - Verlader	Venlo - verlader	13/12/21 07:00	13/12/21 18:00	15/12/21 22:00	15/12/21 22:45

	Checkin	Vertrek	Aankomst	Aantal	Prijs (€)	CO ₂ (kg)	Boete (€)
▶	13/12/2021 15:00	13/12/2021 15:30	15/12/2021 23:30	10 40ft	4600	2020	750
▶	13/12/2021 10:00	13/12/2021 11:00	15/12/2021 23:30	15 40ft	5625	2850	1125

Om de details van elke route te weten te komen, moeten we de route uitklappen door op het pijltje helemaal vooraan de route te klikken. Nemen we als voorbeeld de tweede route:

▼	13/12/2021 10:00	13/12/2021 11:00	15/12/2021 23:30	15 40ft	5625	2850	1125
Van	Naar	Modaliteit	Checkin	Vertrek	Aankomst	Prijs (€/c)	CO ₂ (kg/c)
Zeebrugge - Verlader	Zeebrugge - Terminal	truck	13/12/2021 10:00	13/12/2021 11:00	13/12/2021 12:00	50	20
Zeebrugge - Terminal	Venlo - terminal	trein	13/12/2021 15:00	13/12/2021 17:00	14/12/2021 05:00	200	150
Venlo - terminal	Venlo - verlader	truck	15/12/2021 22:00	15/12/2021 22:30	15/12/2021 22:30	125	20

We zien dat deze route uit 3 legs bestaat. Elke leg wordt gekenmerkt door een modaliteit en 3 tijden. De vertrek- en aankomsttijd spreken voor zich; de checkin-tijd is de tijd waarop de containers ten laatste moeten geleverd worden op de vertreklocatie van de leg. De checkin-tijd van de eerste leg gaat over de ophaallocatie van de transportopdracht, en ligt daarom altijd tussen de minimale en de maximale ophaaltijd van de opdracht. De aankomsttijd van de laatste leg gaat over de eindbestemming van de opdracht, en die is altijd kleiner dan de uiterste levertijd. In het voorbeeld hierboven ligt deze finale aankomsttijd wel na de maximale gewenste levertijd, en daarom staat die in rood aangeduid. Er zal hier dus een boete voor laattijdigheid aangerekend worden. Het is ook mogelijk dat de finale aankomsttijd kleiner is dan de minimale gewenste levertijd. In dit geval worden

de containers te vroeg geleverd, wat ook een boete oplevert. Dit wordt met oranje weergegeven, zoals bijvoorbeeld in het volgende order:

Aantal	Van	Naar	Min. ophaaltijd	Max. ophaaltijd	Min. levertijd	Max. levertijd
25 40ft	Zeebrugge - Verlader	Antwerpen - Terminal	13/12/21 06:00	13/12/21 12:00	14/12/21 18:00	14/12/21 23:00

	Checkin	Vertrek	Aankomst	Aantal	Prijs (€)	CO ₂ (kg)	Boete (€)
☑	13/12/2021 06:00	13/12/2021 09:54	14/12/2021 07:00	20 40ft	4500	3510	22000

Van	Naar	Modaliteit	Checkin	Vertrek	Aankomst	Prijs (€/c)	CO ₂ (kg/c)
Zeebrugge - Verlader	Zeebrugge - Terminal	truck	13/12/2021 06:00	13/12/2021 09:54	13/12/2021 10:54	70	20
Zeebrugge - Terminal	Antwerpen - Terminal	schip	13/12/2021 17:00	13/12/2021 19:00	14/12/2021 07:00	155	155.5

Bij elke route worden de totale prijs en de som van alle boetes in euro gegeven, en de totale CO₂-uitstoot in kg. Bij de legs krijgen we de gegeven prijs en CO₂-uitstoot per container, vandaar de eenheden “€/c” en “kg/c”, waarbij de “c” voor container staat. De totale boete in euro voor het te laat of te vroeg leveren van het order wordt als volgt berekend:

$$\text{Totale boete} = (\text{aantal containers}) \times (\text{aantal uren te laat/te vroeg}) \times (\text{boete te laat/te vroeg})$$

Het overlopen van de berekende routes per order is het meest vanzelfsprekend, hoewel het voor een logistiek dienstverlener ook interessant is om te weten hoeveel capaciteit er nog beschikbaar is na het inplannen. Door op het tabblad “Gebruik van legs” te klikken, krijgen we een overzicht van alle legs en capaciteiten die worden gebruikt in de voorgestelde planning. De kolom “Gebruikt” geeft voor elke leg exact weer hoeveel van het totaal aantal voorziene containerplaatsen zijn ingenomen. Hieronder zien we bijvoorbeeld bij de laatste leg “15/20” staan, wat wil zeggen dat 15 van de 20 beschikbare containerplaatsen worden gebruikt, en dus weten we zo dat er nog 5 plaatsen vrij zijn bij deze leg.

Routes per order		Gebruik van legs					
Van	Naar	Type	Gebruikt	Modaliteit	Checkin	Vertrek	Aankomst
Antwerpen - Terminal	Venlo - terminal	40ft	15/30	schip	14/12/2021 08:00	14/12/2021 10:00	15/12/2021 09:30
Antwerpen - Terminal	Venlo - terminal	20ft	15/30	schip	14/12/2021 08:00	14/12/2021 10:00	15/12/2021 09:30
Kortrijk - Terminal	Antwerpen - Terminal	40ft	10/15	trein	14/12/2021 12:00	14/12/2021 15:20	14/12/2021 21:20
Kortrijk - Verlader	Kortrijk - Terminal	40ft	10/30	truck	13/12/2021 10:00	13/12/2021 11:00	13/12/2021 12:00
Kortrijk - Verlader	Zeebrugge - Terminal	20ft	15/15	truck	13/12/2021 09:00	13/12/2021 09:30	13/12/2021 10:30
Venlo - terminal	Venlo - verlader	20ft	15/15	truck	15/12/2021 06:00	15/12/2021 12:00	15/12/2021 13:00
Venlo - terminal	Venlo - verlader	40ft	30/30	truck	15/12/2021 22:00	15/12/2021 22:30	15/12/2021 23:30
Venlo - terminal	Venlo - verlader	20ft	15/30	truck	15/12/2021 22:00	15/12/2021 22:30	15/12/2021 23:30
Zeebrugge - Terminal	Antwerpen - Terminal	40ft	15/15	trein	13/12/2021 17:00	13/12/2021 18:00	14/12/2021 00:00
Zeebrugge - Terminal	Venlo - terminal	40ft	15/20	trein	13/12/2021 15:00	13/12/2021 17:00	14/12/2021 05:00
Zeebrugge - Terminal	Antwerpen - Terminal	40ft	40/40	schip	13/12/2021 17:00	13/12/2021 19:00	14/12/2021 07:00
Zeebrugge - Terminal	Venlo - terminal	20ft	15/20	trein	13/12/2021 15:00	13/12/2021 17:00	14/12/2021 05:00
Zeebrugge - Verlader	Zeebrugge - Terminal	40ft	15/15	truck	13/12/2021 10:00	13/12/2021 11:00	13/12/2021 12:00
Zeebrugge - Verlader	Zeebrugge - Terminal	40ft	20/20	truck	13/12/2021 06:00	13/12/2021 09:54	13/12/2021 10:54
Zeebrugge - Verlader	Zeebrugge - Terminal	40ft	5/20	truck	13/12/2021 06:00	13/12/2021 09:54	13/12/2021 10:54
Zeebrugge - Verlader	Zeebrugge - Terminal	40ft	30/30	truck	13/12/2021 15:00	13/12/2021 15:30	13/12/2021 16:30
Zeebrugge - Verlader	Antwerpen - Terminal	40ft	15/20	truck	13/12/2021 08:00	13/12/2021 09:00	13/12/2021 12:00