

Postpakketten: de vloek van lokaliteit

PostNL verwerkt elke dag zo'n anderhalf miljoen pakketten in de Benelux. Hoe vervoer je die zo snel en efficiënt mogelijk tussen sorteercentra, overslagdepots en distributiecentra? SWI-wiskundigen ontdekten dat een perfecte planning praktisch niet haalbaar is. Door in de details van het pakket-aanbod te duiken bedachten ze hoe je zonder volledig overzicht toch slim pakjes kunt inroosteren.

De afgelopen vijftien jaar is de pakketbezorging bij PostNL enorm gegroeid, vertelt Jan de Munck. De natuurkundige werkt bij het bedrijf als data scientist en wil de logistiek tussen sorteer- en distributiecentra op een steviger leest schoeien.

Anderhalf miljoen pakketjes

"Dagelijks verwerken we in de Benelux zo'n anderhalf miljoen pakketjes. Die reizen 's nachts tussen onze vijfentwintig sorteer- en distributiecentra door heel Nederland, samen in grote rolcontainers die weer in vrachtwagens worden gepland."

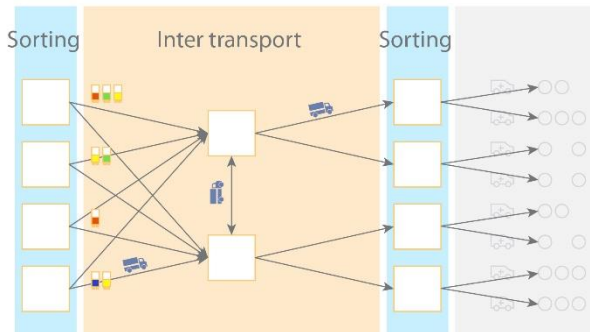


Pakketbezorger in PostNL sorteercentrum. Bron: PostNL

Soms reizen pakketjes direct, andere ritten gaan via de tien overslagdepots in het land.

Om beter grip te krijgen op de pakketlogistiek bij PostNL zocht De Munck voor de tweede keer contact met de SWI. Ook in 2020 konden de wiskundigen PostNL al waardevolle tips geven, destijds over het efficiënt verzamelen van pakketten bij klanten. Dat beviel zo goed, dat De Munck nu met SWI de veel ingewikkelder puzzel van het pakjestransport tussen sorteeren en distributiecentra wil kraken.

"Het probleem is hoe we alle transporten en sorteeractiviteiten zodanig inplannen dat we alle aangeboden pakketten met zo min mogelijk kosten (en CO₂-uitstoot) van verstuurder naar ontvanger krijgen", legt hij uit. Die transportplannen zijn razend ingewikkeld. Je moet niet alleen plannen welke ritten er wanneer vertrekken met welke pakketten aan boord, die planning moet ook nog eens tegen een stootje kunnen als er 's avonds ineens een berg extra pakjes van Goes naar Leeuwarden in de sortering blijkt te zitten.



Schema van Inter transport, de pakkettenstroom tussen sorteer- en distributiecentra van PostNL. Bron: PostNL

Minder en kortere ritten is het streven, want dat betekent minder kans op fouten, minder tijdsverlies en, niet onbelangrijk, kost minder energie. "De vraag is dus: zijn onze transportplan-

nen zo goed als we ze kunnen krijgen, en is er een wiskundige methode om dat te bepalen?"

Omdat geen dag dezelfde is bij de post, zoekt De Munck niet één in steen gebeiteld rittenschema, maar een wiskundig recept om elke dag weer een optimaal transportplan op te zetten dat tegen verrassingen kan. "En liefst een manier om bewijzen dat we een zo goed mogelijke dagplanning hebben."

Netwerkvraagstuk

Volgens de SWI-deelnemers is het vraagstuk van PostNL een klassiek netwerkprobleem van routes bekijken en zorgen dat er zo min mogelijk kilometers worden gemaakt - zo lang je maar weet wat het aanbod van pakjes is. Ze besluiten eerst te kijken of ze een maatwerk algoritme kunnen schrijven, dat op elk moment probeert te besluiten welk pakje waarnaartoe moet.

Dat blijkt lastig rond te krijgen. In hun eerste analyse keek het team alleen naar de netwerkverbindingen en hoeveel vervoer daarlangs reist, niet naar wanneer pakjes het netwerk in- of uitgingen. Zo kregen de onderzoekers weliswaar een rittenschema uit hun rekenmodel, maar de kwaliteit was teleurstellend.

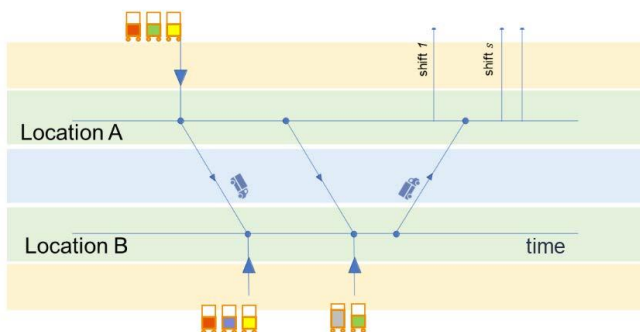


Sorteercentrum. Bron: PostNL

Deelnemer Christopher Hojny, universitair docent aan de Technische Universiteit Eindhoven: "Het leek alsof een kwart van de routes eigenlijk niet gebruikt werd, maar als we die weghaalden, gingen de prestaties onderuit." Pakjes vonden geen optimale route of deden er lang over om afgeleverd te worden, een teken dat dit rekenmodel geen ideaal antwoord oplevert. Hojny: "Het blijkt dat je lokaal niet het overzicht hebt om alle effecten van je keuzes te voorspellen - de vloek van lokaliteit, noemen we dat."

Sloophamer

Tijd voor een andere aanpak dus. Hojny: "Om dit probleem klein te krijgen hebben we een wiskundige sloophamer uit de kast gehaald: *mixed integer programming* of MIP." De SWI-ers bouwden een zo gedetailleerd mogelijk model van pakkettransport, gevangen in regels en randvoorwaarden. "Van de rolcontainers waar de pakjes in zitten tot de vrachtwagenritten over alle mogelijke routes in het netwerk, alles zat erin." Die wiskundige weerslag van de werkelijkheid voerden ze aan een gespecialiseerde *MIP solver*, een krachtig computerpakket dat optimale oplossingen uitrekt.



Transportschema. Bron: SWI

Keek het eerste rekenmodel van de SWI-ers vooral naar de afstanden van routes in het netwerk van PostNL, hun tweede aanvliegroute richtte zich juist op het fenomeen tijd.

"We hadden het gelukkige inzicht om onszelf een beperking op te leggen", vertelt deelnemer Ruben Hoeksma (Universiteit Twente) tijdens de eindpresentatie van SWI. In plaats van te rekenen met vrachtwagens die op elk moment van de dag kunnen vertrekken, beperkten de wiskundigen hun rekenmodel tot maar een paar vertrekmomenten per dag. Ze wisten al van elke locatie in het netwerk hoe lang het duurt om op een ander knooppunt te komen. Zet dat uit in een grafiek, en je weet wanneer een pakje uiterlijk moet vertrekken om een volgend tijdsblok te halen.

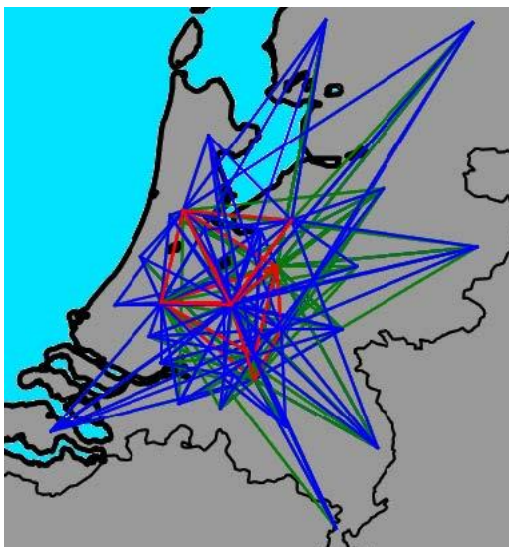
Op basis van de reistijden plant het rekenmodel wanneer een pakje wordt ingeladen. Dat gaat eerst in een ruwe schets met één vertrekmoment per uur en dan steeds fijnmaziger in blokken van 30 of 15 minuten. Het resultaat: een gedetailleerd en goed geoptimaliseerd rittenschema. Hojny: "En dat met een rekenmodel van maar een paar honderd regels computercode. De echte complexiteit zit hem in de dataset die je daarmee verwerkt. Anderhalf miljoen pakjes in 40.000 rolcontainers, dat zijn al snel miljoenen variabelen om door te rekenen."

Tevreden

Oprachtgever De Munck is zeer te spreken over de uitkomst van de SWI-week. "Hun raming van zo'n duizend transporturen per dag - het totaal voor alle vrachtwagenritten - komt al in de buurt van onze eigen planning. Dat toont voor mij aan dat hun aanpak op de juiste weg zit."

Het is nog lang geen perfect model, geeft wiskundige Hojny toe: daarvoor is een week te kort. Een vervolgstap is om het model te leren omgaan met onzekerheid, omdat er in de echte wereld elke dag pakjes met andere bestemmingen binnenkomen. Toch is hij tevreden over wat hij samen met zijn collega's heeft neergezet.

"Deze week was niet alleen enorm leuk om mee te maken, je leert zo ook weer hoe goed het is om samen te werken met mensen met een andere achtergrond." Een aanrader voor promovendi, denkt Hojny: "Je ontdekt hier de kracht van wiskunde om praktische problemen op lossen. Als je leert om op een abstracte manier te kijken naar de verborgen wiskunde in de wereld, kun je er bijna elk probleem mee modelleren."



Computermodel van routes en knooppunten in het PostNL distributienetwerk. Bron: SWI

Uitrollen

In de toekomst wil De Munck modellen zoals dat van SWI gebruiken om de PostNL-logistiek zoveel mogelijk te automatiseren. "Idealiter kunnen we ons transportplan dan wekelijks of maandelijks aanpassen op basis van de vraag." In BSKJ-tijd (de drukte rond *Black Friday*, Sinterklaas, Kerst en Oud & Nieuw) is het volume aan pakketjes bijvoorbeeld wel drie keer zo groot als in de rustige zomer. "Met dit soort modellen kunnen we ook doorrekenen hoe goed onze planning is, maar ook of

die anders moet als we bijvoorbeeld nieuwe sorteercentra openen."

Dat uitrollen krijgt nog wel wat voeten in de aarde: het rekenmodel moet eerst verder worden uitgewerkt en weersbestendig worden gemaakt, bijvoorbeeld door beter om te leren gaan met variatie in de aanvoer van pakketjes. De Munck hoopt daarom dat zijn vraagstelling interessant genoeg is voor een promovendus of postdoc om zich professioneel in vast te bijten.

Of hij volgend jaar terugkomt met een nieuwe uitdaging? "Nou, graag! Aan alles merk je: hier zit abstract denktalent, mensen die snel kunnen beoordelen wat ze nog aan informatie nodig hebben om een vraagstuk te kraken. Je ziet dat wiskundigen een probleem ook zonder voorkennis kunnen uitpellen tot de kern. In een kleine week leveren ze een analyse, bouwen ze een model en laten ze daar een transportplan uit rollen. Dat is waanzinnig indrukwekkend."

