

The Driving Force

Meer vlaai dan verwacht

Hoeveel vlaaien moet een bakker elke dag maken om geen klanten teleur te stellen? En verandert dat antwoord als je weet dat klanten in plaats van hun eerste keus ook genoeg nemen met andere producten? Het SWI-team 'Vlaai Substitutieprobleem' schotelt drie antwoorden voor op dit smakelijke probleem.

Of ze tevreden zijn met de opbrengst? Wiskunde-promovendus Luke Visser aan de Technische Universiteit Eindhoven: "Onze analyses doen het iets beter dan de standaardaanpak, dat is gewoon goed. Revolutionair is het ook weer niet, maar we hebben mooie wiskundige oplossingen geformuleerd."

Opdrachtgever Frank Ottenhof van adviesbureau *The Driving Force* is meer uitgesproken positief. "Ik ben juist behoorlijk verbaasd over wat de wiskundigen allemaal voor elkaar hebben gekregen! In een week tijd hebben ze goed bruikbare voorspellende tools gebouwd. En door hun werk zijn wij ervan overtuigd dat we terug moeten keren op een eerdere keuze. Zo kunnen we onze klanten beter helpen. Een fantastisch resultaat dus."



Hoeveel stuks van elke soort gebak moet de bakker elke dag voorbereiden? Bron: the Driving Force

moet je zorgen dat je op precies x procent van de dagen niet uitverkocht raakt. Dus als je een kleine marge hebt van 20%, moet je 80% van de tijd uitverkocht raken."

Voor de Studiegroep Wiskunde met de Industrie 2024 duiken Visser en vijf collega-onderzoekers in de vraag: hoe verandert de klassieke Newsvendor-oplossing als klanten van een Limburgse bakkerij ook genoeg nemen met een tweede keus wanneer hun favoriete vlaai niet meer op voorraad is? En hoe zit dat als de klant een product alleen koopt als er ook een ander op voorraad is - koffie en een vlaai-punt - of wanneer de verkoper de specialiteit van het huis altijd op voorraad wil hebben?

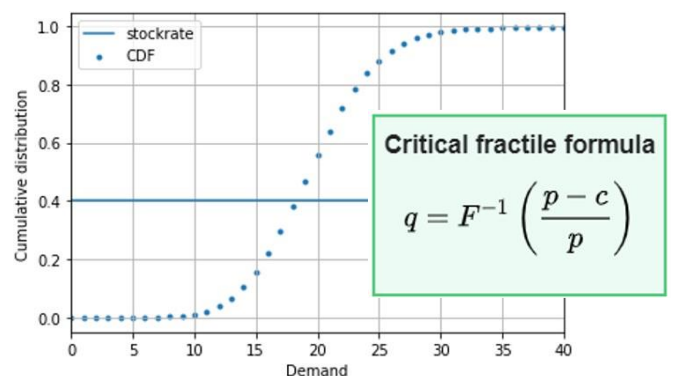
Opdrachtgever *The Driving Force* bakt zelf geen vlaaien, maar levert advies en tools op maat voor midden- en kleinbedrijven. Bijvoorbeeld met software die de optimale dagvoorraad voor versbedrijven uitrekent.

*Newsvendor-probleem.
Bron: SWI-team the Driving Force*

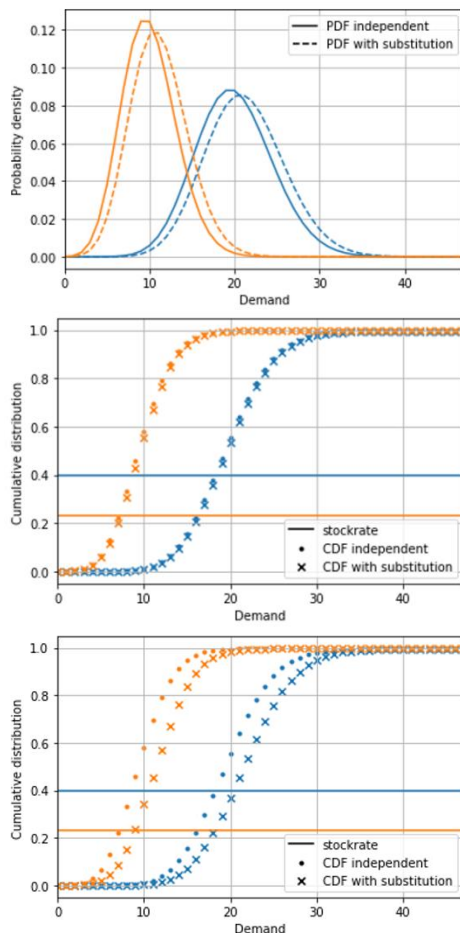
Tweede keus

We hebben het over de wiskunde van verse, bederfelijke waar. Hoeveel voorraad moet je als klein bedrijf maken of inslaan zodat je je klanten niet teleurstelt, maar ook niet met onverkoopbare producten blijft zitten? Dat *Newsvendor Problem* (krantenverkoper-probleem) lijkt belegen - de eerste formulering stamt tenslotte uit 1888 en de moderne oplossing uit de jaren 1950. Maar *Newsvendor* is onverminderd actueel.

Luke Visser: "Volgens Newsvendor hangt de hoeveelheid producten die je in moet slaan af van je marges. Als x procent van je verkoopprijs winst is,



Voor SWI heeft The Driving Force als inspiratie een Limburgse bakker genomen waar ze al mee samenwerken. Maar een uitspraak over verse voorraden is breder toepasbaar, denkt Frank Ottenhof: "Kleine bedrijven hebben anders dan grote concerns geen gespecialiseerde afdelingen die zulke tools zelf kunnen maken. Terwijl de sector versproducten enorm is. Met een algemeen inzetbare tool waar die bedrijven allemaal iets aan hebben, kunnen we een flink verschil maken."



*Uitgebreide versie van de Newsvendor-aanpak (boven). Afhankelijk van hoe bereid klanten zijn om een ander product te accepteren, adviseert de berekening om meer of minder voorraad in te slaan.
Bron: SWI-team the Driving Force*

Uitgebreide Newsvendor-aanpak

Zoals zoveel SWI-groepen probeert ook het vlaaienteam meerdere aanvalsroutes uit. Als eerste aanpak proberen ze de standaardoplossing van het Newsvendor-probleem aan te passen, zodat die meerdere producten aankan.

Het vraagstuk van klanten die bereid zijn om over te stappen op een alternatief product heet in de vakliteratuur het *substitutieprobleem*. TU/e-promovendus Luke Visser: "We vonden een publicatie die uitwerkt hoe je dat toepast voor het Newsvendor-probleem, maar die aanpak leverde een vrij ruwe schatting op. Die hebben we zelf weten te verbeteren."

De wiskundigen weten het substitutieprobleem zo in formules te gieten, dat ze vlaaien waar klanten best tussen willen wisselen kunnen beschrijven als onafhankelijke producten. Die nieuwe methode voorspelt dat je best een paar procent meer voorraad in kunt slaan, als je weet dat klanten niet vastzitten aan hun eerste keus.

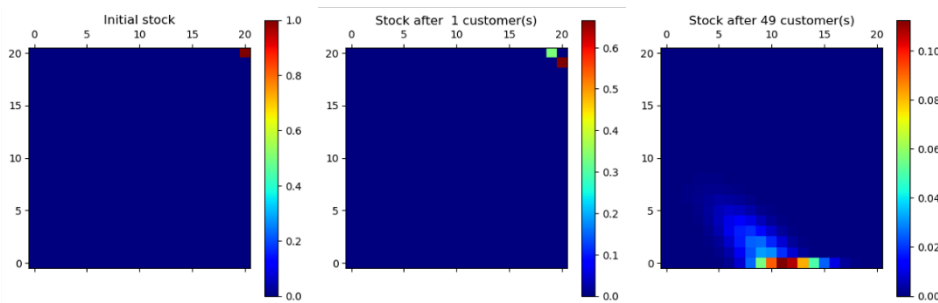
Het substitutieprobleem is daarmee deels opgelost, maar de andere delen van het vraagstuk "zijn te taai om op deze manier aan te pakken", vertellen de wiskundigen in hun eindpresentatie. Om algemenere voorspellingen te doen over vlaai-verkoop, grijpen ze naar simulaties.

Kansenspel

Elke bakkersklant is anders; de eerste neemt alleen genoeg met aardbeinvlaai, de volgende wil voor een verjaardagsfeest met drie verschillende smaken naar huis, voor ieder wat wils. Dat is met de exacte formules van het Newsvendor-probleem maar lastig te beschrijven, stelt Visser. Een statistische aanpak biedt meer mogelijkheden.

In hun kansenspel werken de onderzoekers alle mogelijke klantgedrag uit, en geven ze verhoudingen voor hoe vaak elke soort klant langskomt in de winkel. Dat palet aan klanten laten ze vervolgens los op een klein aantal verschillende vlaaien. Door alle mogelijke bestellingen af te gaan, ontstaat een 'hittekaart' van welke producten het snelst opraken. De aanpak blijkt krachtig, maar vraagt wel redelijk wat reken capaciteit. Luke Visser: "Voor elke vlaai die je toevoegt, krijg je een extra dimensie in de berekening, oftewel extra opties en combinaties om af te gaan." Daardoor zijn er ook meer rekenstappen nodig om alle mogelijkheden af te gaan.

Een complete winkel met tientallen verschillende producten simuleren, zit er volgens de promovendus dan ook niet in met deze aanpak. Wél kun je zo inzicht krijgen in het effect van verschillende soorten bestellingen op je voorraad. "In feite bouw je intuïtie op, die je kunt inpassen in complexere modellen."



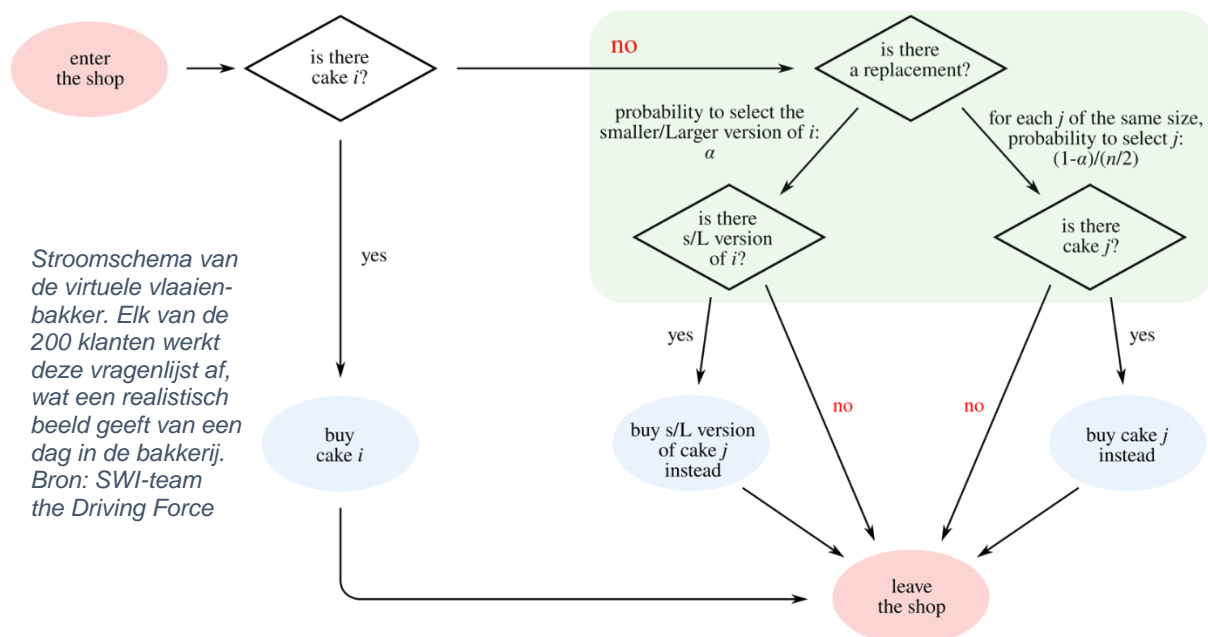
Statistische aanpak. Elke rekenstap bepaalt de kans dat een klant de voorraad van een bepaalde soort vlaai opmaakt. Bron: SWI-team the Driving Force

Virtuele vlaaienbakker

Kan een computermodel een realistische vlaaienbakker nabootsen, die in een dag honderden klanten langs krijgt die kunnen kiezen uit een waaier van producten? Niet als dat model alle opties af wil gaan - dat vraagt teveel rekentijd. Een minder nauwkeurige aanpak is wel mogelijk, besluiten de onderzoekers.

De wiskundigen bouwen een simulatie van een winkel met vijf verschillende soorten vlaaien, elk in een grote en kleine uitvoering. Voor elk van de 200 virtuele klanten die langs zullen komen wordt een willekeurig verlanglijstje gegenereerd aan de hand van een keuzediagram. Wil de klant 1, 2 of 3 vlaaien? Van welk formaat? Wat is de kans dat de klant voor een tweede keus gaat als de eerste op is, en wat is het favoriete alternatief?

De virtuele vlaaienbakker levert een gedetailleerd overzicht van hoe gevarieerd bestellingen kunnen worden. Om de simulatie nog realistischer te maken, zouden de wiskundigen de simulatie uit willen breiden met informatie over welke soorten vlaaien het populairst zijn. In de SWI-week is daar helaas te weinig tijd voor. Wel kunnen ze al berekenen wat het effect is op de totale winst als de bakker 's ochtends meer vlaaien maakt.

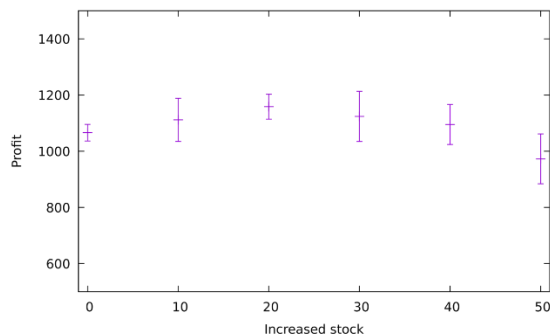


Paar procent

Namens The Driving Force reageert Joris Slootweg enthousiast op het resultaat van de SWI-week. Slootweg is zelf wiskundige en promoveert bij het CWI in Amsterdam op het werk dat hij voor The Driving Force doet, aan slimme algoritmes om infrastructuur beter te gebruiken. Dat loopt uiteen van optimaliseren van de wachtrijen op Schiphol tot toerisme spreiden over attracties en wegwerkzaamheden plannen voor Rijkswaterstaat.

Slootweg: "We hebben van de SWI-ers geen wereldschokkende nieuwe verkoopstrategieën gekregen, maar die hadden we ook niet verwacht." De onderzoeker en ondernemer ziet alsnog mooie uitkomsten. "De hittekaart-aanpak had ik bijvoorbeeld nog niet eerder gezien." Dat de modellen voorspellen dat je meer in kunt slaan dan de klassieke Newsvendor-oplossing, ziet Slootweg als winst: "Dat is niet heel intuïtief, maar het is heel mooi om te zien dat ondernemers zelfs nog iets ruimer kunnen zitten!"

Ook directeur Frank Ottenhof van The Driving Force is in zijn nopjes over het resultaat van de SWI-casus. "Je ziet hier hoe zelfs 'eenvoudige' vragen al snel te ingewikkeld worden voor onze intuïtie. Dat is wat mij betreft de kracht van wiskunde, dat die je helpt om situaties nauwgezet door te werken."



Analyse van de invloed van de voorraad vlaai op de totale winst. Te weinig voorraad, en de bakker laat verkoopkansen liggen; teveel, en er blijft te vaak vlaai over.

Bron: SWI-team the Driving Force

Van gedachten veranderd

De weg vooruit is volgens Ottenhof om de rekenmodellen van SWI verder te ontwikkelen tot tools waar het MKB zijn voorraden mee door kan rekenen. Hij geeft zelfs toe dat hij door de SWI-ers heeft besloten om een eerder advies aan zijn klanten om te gooien.

"Onze bedrijven en de wiskundigen lopen er tegenaan dat ze niet in het hoofd van klanten konden kijken. Grote concerns komen aan die informatie door hun kassasysteem. Dat houdt de aankopen van miljoenen klanten bij. In kleinere winkels kun je dat niet; iemand achter de toonbank hoort natuurlijk wel dat de klant liever een vlaai met gemengd fruit had gewild, maar dat komt niet terecht op de kassabon."

De oplossing: een aparte kassa-app bouwen die op een tablet draait, zodat de gegevens later automatisch geanalyseerd kunnen worden. Ottenhof: "Daar wilden we oorspronkelijk niet aan, want kassa-apps zijn er al zoveel. Maar door SWI zien we dat we met die apps betere voorspellingen kunnen maken van wat klanten willen. Aan de slag dus!"