

## Samenvatting

Het voertuig routing probleem (VRP) kan worden omschreven als het probleem van het ontwerpen van de optimale bezorg- of inzamelroutes van een of meerdere depots naar een aantal geografisch verspreide steden of klanten. Het VRP speelt een centrale rol in het gebied van distributie en logistiek. Er bestaat een breed scala van VRPs en veel is er over geschreven. Een van de meest voorkomende problemen is het enkel depot VRP. Het bestaat uit een enkel depot waaruit meerdere voertuigen producten leveren aan meerdere klanten.

Het doel van deze opdracht is het ontwikkelen van een Delphi programma dat bij het oplossen van voertuig routing problemen gebruik maakt van het Clark en Wright- algoritme. Dit algoritme is één van de bekende algoritmes die helpt bij het vinden van de optimale route voor een enkel depot VRP. Het algoritme is ontwikkeld door G. Clark en J.W. Wright in 1964. Het algoritme is gebaseerd op een besparings concept. Het concept geeft een uitdrukking aan de kostenbesparingen verkregen door het samenvoegen van twee routes tot één route. Als een enkel voertuig wordt gebruikt om twee punten op een enkele reis te dienen in plaats van één, is de totale afgelegde afstand verminderd vergeleken met een directe route. Dit getal wordt een 'besparing' genoemd. Het Clark en Wright algoritme is een heuristisch algoritme en levert daarom niet gegarandeerd de optimale oplossing voor het probleem. De methode levert echter wel vaak een relatief goede oplossing. Er is een parallelle en een sequentiële versie van het Clark & Wright algoritme. Met de sequentiële versie wordt maar één route per keer gebouwd, terwijl met de parallelle versie meerdere routes op het zelfde moment kunnen worden gebouwd.

Het simulatie programma is vanaf de grond opgebouwd. Eerst is een conceptueel model gemaakt en na het opzetten van het proces beschrijvingsmodel is het programmeren begonnen. Het simulatie programma biedt een gebruiksvriendelijke interface die gebruikers in staat stelt om verschillende dingen op te geven: de locaties van klanten en het depot, de kenmerken van de vraag, de voertuig capaciteit en de maximale lengte van de route. Knooppunten (klanten) hebben een positie in een 2D ruimte met behulp van de x- en y- coördinaten. De afstanden tussen de knooppunten kunnen worden berekend. In het programma wordt de Euclidische afstand berekend met behulp van de Pythagoras formule. Om realistische waardes te kunnen gebruiken kunnen afstanden worden ingeladen met behulp van een tekstbestand. In het programma zijn drie distributie modellen voor de vraag beschikbaar: de normale, exponentiële en uniforme verdeling. Een stap-voor-stap animatie kan worden uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de werking van het algoritme.

Een case is gemaakt om aan te tonen dat het model in staat is om de volgende onderzoeksvraag te beantwoorden: Bepaal de grootte van het wagenpark, gegeven de locatie en vraag van meerdere klanten. Tijdens de simulatie werd duidelijk dat de sequentiële versie meer tijd nodig heeft dan de parallelle versie. Dit is omdat de sequentiële versie voor elke nieuwe route opnieuw alle besparingen moet bekijken. Bij het gebruik van veel knooppunten (100+) kan dit een probleem zijn. Daarom is de onderzoeksvraag beantwoord door alleen de parallelle versie uit te voeren. Met behulp van een histogram kon de onderzoeksvraag worden beantwoord en werd aangetoond dat het model gebruikt kan worden voor grote voertuig routing problemen.

Een tweede case werd gemaakt om de verschillen te onderzoeken tussen de parallelle en sequentiële versie. Hoewel er niet veel simulaties waren gedaan is er wel al een duidelijk verschil zichtbaar tussen de parallelle en sequentiële versie. De sequentiële versie resulteert in een hoger laadgebruik, maar een lager besparingspercentage ten opzichte van de parallelle versie. Echter is geen van de versies als beste aan te wijzen, beide versies kunnen het beste resultaat opleveren. Daarom is het advies om beide versies te gebruiken en de uitkomsten te analyseren om de optimale hoeveelheid voertuigen te bepalen.

De eindconclusie is dat het Clark & Wright algoritme succesvol is geïmplementeerd in een nieuw Delphi-programma en dat het programma met succes kan worden gebruikt voor demonstratie- en onderzoeksdoeleinden.