



De impact van een treinstation in Drachten

Een netwerkanalyse in Arcgis van de aan- en afwezigheid van een spoorverbinding langs Drachten.

Marije Kootstra, S2577321
Begeleider: P. Groote

Samenvatting

Van 1884 tot 1948 was er sprake van een spoorverbinding langs Drachten. Dit onderzoek tracht de impact van de aan- en afwezigheid van deze spoorwegverbinding op de positie van Drachten in het Nederlandse transportnetwerk in kaart te brengen voor de jaren 1931, 1948 en 1960. Daarnaast worden de plannen voor de aanleg van een hogesnelheidslijn of magneetzwefbaan, die onderdeel uitmaakten van het project Zuiderzeelijn, in kaart gebracht met behulp van gegevens uit 2007. Er is onderzocht hoe groot de invloed van een spoorverbinding langs Drachten in de toekomst zou kunnen zijn op de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland. Om de reistijd van Drachten naar de woonkernen mee te kunnen nemen is in de analyse rekening gehouden met de gemiddelde snelheid van de transportmodaliteiten in kilometers per uur, het aantal af te leggen kilometers en het aantal haltes dat wordt aangedaan tijdens de reis. Om de reistijd in kaart te kunnen brengen zijn in Arcgis *origin destination cost matrices* en *service area analyses* uitgevoerd. De resultaten uit beide netwerk analyses benadrukken dat de spoorlijn langs Drachten van 1884 tot 1948 vooral een impact heeft gehad op lokaal en regionaal niveau. De spoorverbinding is dan ook beëindigd in 1948 omdat het lokaal- en regionaal sporenwegennetwerk te sterke concurrentie ondervond van het busvervoer en het particulier autogebruik. De aanleg van een hogesnelheidslijn of magneetzwefbaan zou een impact kunnen hebben op grotere schaal. Op nationaal niveau zouden zij bijdragen aan het verminderen van de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland. De aanleg van een magneetzwefbaan heeft vanwege haar hoge snelheid de meeste impact op de reistijd.

Kernwoorden: *spoorverbinding langs Drachten, origin destination cost matrix, service area analyse, reistijd, Zuiderzeelijn, hogesnelheidslijn, magneetzwefbaan*

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1. Inleiding	5
1.1 Aanleiding	5
1.2 Probleemstelling	5
1.3 Opbouw Thesis	6
2. Theoretisch kader	7
2.1 Bereikbaarheid	7
2.2 Reistijd	7
2.3 Snelheden	7
2.4 Eindbestemmingen	7
2.5 Transportnetwerk	8
2.6 Geschiedenis spoorwegennetwerk Nederland	8
2.7 Spoorwegverbinding langs Drachten	9
2.8 Project Zuiderzeelijn	10
2.9 Conceptueel model	10
3. Methodologie	11
3.1 Achtergrond van het databestand	11
3.2 Netwerken creeëren: Groepswerk	11
3.3 Netwerken creeëren: Individueel	12
3.4 Methode om netwerk te berekenen	13
3.4.1 Origin destination cost matrix	13
3.4.2 Data analyse: OD cost matrix	13
3.4.3 Service area analysis	14
3.4.4 Data analyse: Service area analysis	14
3.5 Reflectie en kwaliteit van de data	15
3.5.1 Reflectie netwerken	15
3.5.2 Reflectie network analyses	15
4. Resultaten	16
4.1 Uitkomsten OD Cost Matrices van 1931, 1948 en 1960	16
4.2 Vergelijking uitkomsten OD cost matrix 1931 en 1948	18
4.3 Vergelijking uitkomsten OD cost matrix 1931 en 1948 en 1960	19
4.4 OD cost matrix project Zuiderzeelijn	20
4.5 Service area analyses voor 1931, 1948, 1960 en de Zuiderzeelijn	24
5. Conclusie	25

5.1 Aanbevelingen verder onderzoek	25
Literatuurlijst	26
Bijlage 1. Transportnetwerk Nederland 1931	28
Bijlage 2. Transportnetwerk Nederland 1948	29
Bijlage 3. Transportnetwerk Nederland 1960	30
Bijlage 4. Transportnetwerk Nederland 2007	31
Bijlage 5. OD cost matrix voor Nederland 1931	32
Bijlage 6. OD cost matrix voor Nederland 1948	33
Bijlage 7. OD cost matrix voor Nederland 1960	34
Bijlage 8. OD cost matrix voor Nederland 2007	35
Bijlage 9. Service area Drachten 1931	36
Bijlage 10. Service area Drachten 1948	37
Bijlage 11. Service area Drachten 1960	38
Bijlage 12. Service area Drachten 2007 zonder Zuiderzeelijn	39
Bijlage 13. Service area Drachten 2007 met hogesnelheidslijn	40
Bijlage 14. Service area Drachten 2007 met magneetweefbaan	41
Bijlage 15. Reistijd Drachten naar woonkernen in minuten	42
Bijlage 16. Impact Zuiderzeelijn op reistijd naar Drachten in minuten	43
Bijlage 17. Modelbuilder OD cost matrix	44
	45

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Om de economie van de Nederlandse steden te kunnen bevorderen is het van belang dat zij een sterke positie innemen binnen het transportnetwerk van Nederland. Dit transportnetwerk wordt gekenmerkt door de samenhang van verschillende spoor- en autowegen, en de mogelijkheid voor inwoners om faciliteiten in de omgeving te kunnen bereiken (Geurs & Ritsema van Eck, 2003). Noord-Nederland is minder goed aangesloten op het Nederlandse transportnetwerk en beschikt daarnaast over een matige economische groei in vergelijking met de rest van het land. De Sociaal Economische Raad Noord Nederland (2014) benadrukt echter dat ondanks deze achterstand, Noord-Nederland wel de potentie heeft om te groeien (ING Economisch Planbureau, 2015). Om de noordelijke economie te doen ontwikkelen is een goede infrastructuur noodzakelijk. Dit zou resulteren in een gunstig vestigingsklimaat en minder handelsbelemmeringen (Sociaal Economische Raad Noord Nederland, 2014). Een van de steden in Noord-Nederland die zich graag wil inzetten voor verbeteringen van de positie van de regio in het transportnetwerk van Nederland is het Friese Drachten. Drachten beschikte van 1884 tot 1948 over een tram- en spoorwegverbinding naar onder andere Heerenveen, Bergumerdam en Groningen (Stichting Spoorverleden Drachten, 2016). Tegenwoordig is Drachten de enige Nederlandse woonkern met een dergelijke omvang die niet (meer) over een eigen station beschikt. Door het opzetten van een nieuwe spoorwegverbinding langs Drachten hopen de Drachtenaren een betere verbinding te hebben met andere steden in Nederland en hun economie te kunnen ontwikkelen (Friesch Dagblad, 2007). Ook de Rijksoverheid toonde in 1998 interesse in plannen voor een spoorwegverbinding langs Drachten en dit werd onderdeel van het project Zuiderzeelijn. Dit project omvatte een spoorverbinding van Schiphol tot aan Groningen. In 2007 is echter besloten dat het Zuiderzeelijn project in de toekomst niet zou worden uitgevoerd vanwege de hoge kosten die het overheidsbudget zouden overschreiden (Rijksoverheid, 2008). Tot nu toe blijft het een onzekerheid of het opnemen van Drachten in het spoorwegennetwerk zal leiden tot een verbeterde positie van Drachten in het transportnetwerk van Nederland. Met behulp van netwerk analyses in Arcgis zal onderzocht worden of het beëindigen van een spoorwegverbinding langs Drachten invloed heeft gehad op de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland. Daarnaast zal onderzocht worden wat voor invloed de aanleg van een nieuwe spoorwegverbinding, zoals staat beschreven in het project Zuiderzeelijn, heeft op deze reistijd.

1.2 Probleemstelling

Dit onderzoek tracht de invloed van de spoorwegverbinding langs Drachten in het verleden in kaart te brengen en te vergelijken met de invloed van een mogelijke spoorwegverbinding in de toekomst, de Zuiderzeelijn. Het onderzoek biedt een nieuwe kijk op de invloed die transportinfrastructuur heeft op Nederlandse woonkernen door gebruik te maken van netwerk analyses in Arcgis. Daarnaast kunnen de resultaten van het onderzoek duidelijkheid genereren in de maatschappelijke relevantie van het terugkeren van een spoorwegverbinding langs Drachten.

Dit onderzoek meet de invloed van de aan- en afwezigheid van een spoorwegverbinding langs Drachten in 1931, 1948 en 1960 door de reistijd van Drachten naar verschillende

woonkernen in Nederland in beschouwing te nemen. Ook de invloed van een hogesnelheidslijn of magneetweefbaan worden gemeten met behulp van deze reistijd. De reistijd vormt de basis voor verschillende netwerkanalyses die uitgevoerd zijn in Arcgis. Op basis van de uitkomsten van de netwerkanalyses zal een uitspraak worden gedaan over de invloed van de spoorverbinding langs Drachten die in 1948 is stopgezet en de invloed van een hogesnelheidslijn of magneetweefbaan in de toekomst.

De hoofdvraag in dit onderzoek luidt:

Wat was het effect van de aan- en afwezigheid van een spoorwegverbinding langs Drachten op de positie van Drachten in het Nederlandse transportnetwerk, uitgedrukt in reistijd in minuten.

De volgende deelvragen zijn opgesteld:

1. Wat is de invloed van het beëindigen van de tram- en spoorwegverbinding van Drachten in 1948 op de positie van Drachten in het transportnetwerk van Nederland?
2. Welke (trein)techniek (hogesnelheidslijn of magneetweefbaan) heeft de meeste invloed op de positie van Drachten in het transportnetwerk van Nederland?

1.3 Opbouw Thesis

In hoofdstuk 2 wordt het theoretisch kader geschetst waarin belangrijke begrippen en concepten die van belang zijn voor het onderzoek worden toegelicht. In hoofdstuk 3 zal de methodologie stapsgewijs laten zien welke methodes gebruikt zijn om een *OD cost matrix* en een *service area analysis* van verschillende jaartallen te kunnen creëren. In hoofdstuk 4 zullen de resultaten van de *OD cost matrices* en *service areas*, die beschreven zijn in de methodologie, worden uiteengezet waarna zij in hoofdstuk 5 in de conclusie gewogen worden aan de hand van de eerder besproken literatuur.

2. Theoretisch kader

2.1 Bereikbaarheid

Geurs en Ritsema van Eck (2003) beschrijven drie verschillende categorieën waarmee je de bereikbaarheid van steden in beschouwing kunt nemen:

1. *Infrastructure-based measures*: meten de functies en kenmerken van transport infrastructuur, zoals de reissnelheid en congestie op de wegen.
2. *Activity-based measures*: meten de verdeling van activiteit en faciliteiten over de ruimte; hoeveel er binnen het bereik van een stad liggen.
3. *Utility-based measures*: meten de economische voordelen die gehaald kunnen worden uit de toegankelijkheid van de activiteiten en faciliteiten in de omgeving.

Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van *infrastructure-based measurements* aangezien de focus voor dit onderzoek ligt op de impact van een spoorwegverbinding langs Drachten, gemeten in reistijd. Bij het meten van de reistijd gaat het om de snelheden die een trein kan halen in vergelijking met andere vervoersmodaliteiten en het traject dat deze aflegt.

2.2 Reistijd

Om de impact van de aan- en afwezigheid van een spoorverbinding via Drachten te kunnen meten is voor dit onderzoek de reistijd vanaf Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland in 1931, 1948, 1960 en 2007 als uitgangspunt genomen. De volgende aspecten meegenomen in het bepalen van de reistijd:

1. De snelheid van verkeersmodaliteiten in kilometer per uur over een weg of spoorweg
2. De lengte van de af te leggen route in kilometers
3. De stoptijd die men tijdens een route ondervindt

De reistijd tussen verschillende bestemmingen wordt daarnaast ook beïnvloed door externe factoren als: ongelukken, storingen op het spoor of weersomstandigheden. Er is echter voor gekozen deze factoren niet mee te nemen in de analyse omdat zij onregelmatig zijn en er nauwelijks data beschikbaar is om deze factoren in Arcgis te implementeren (Clark & Watling, 2005).

2.3 Snelheden

Om de reistijd te berekenen is de gemiddelde snelheid in kilometer per uur genomen. Door de tijd heen is de snelheid waarmee vervoersmodaliteiten afstanden kunnen afleggen toegenomen. Redenen hiervoor zijn de technologische ontwikkelingen en verbeteringen in de kwaliteit van wegen. Het is belangrijk deze verschillen in snelheden door de jaren heen in beschouwing te nemen. Wanneer de reistijden van verscheidene jaartallen van elkaar verschillen hoeft de constructie van nieuwe wegen of de beëindiging van bestaande wegen dus niet de enige oorzaak te zijn (Bekker, 1997; Blekendaal, 2004).

2.4 Eindbestemmingen

De impact van de aan- of afwezigheid van een spoorwegverbinding langs Drachten wordt gemeten door de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland als uitgangspunt te nemen. Voor deze verschillende woonkernen in Nederland worden uit elke

provincie de kernen met het hoogste inwoneraantal genomen omdat grotere steden meer voorzieningen tellen, er sprake is van meer werkgelegenheid, innovatie en overdracht van kennis (Glaeser et al., 2014). De geselecteerde woonkernen zijn weergegeven in figuur 1.

Provincie	Woonkern 1	Woonkern 2
Groningen	Groningen: 201.127 inwoners	Hoogezand: 24.180 inwoners
Friesland	Leeuwarden: 96.000 inwoners	Sneek: 33.000 inwoners
Drenthe	Assen: 67.210 inwoners	Hoogeveen: 51.795 inwoners
Overijssel	Enschede: 157.838 inwoners	Zwolle: 120.335 inwoners
Flevoland	Almere: 190.665 inwoners	Lelystad: 76.825 inwoners
Gelderland	Nijmegen: 164.223 inwoners	Apeldoorn: 155.726 inwoners
Utrecht	Utrecht: 334.295 inwoners	Veenendaal: 63.880 inwoners
Noord-Holland	Amsterdam: 779.808 inwoners	Haarlem: 150.670 inwoners
Zuid-Holland	Rotterdam: 610.286 inwoners	Den Haag: 495.083 inwoners
Zeeland	Vlissingen: 44.417 inwoners	Middelburg: 39.323 inwoners
Brabant	Eindhoven: 210.036 inwoners	Tilburg: 206.240 inwoners
Limburg	Maastricht: 119.664 inwoners	Heerlen: 87.437 inwoners

Figuur 1: Aantal inwoners van de twee grootste woonkernen per provincie (Verenigde Naties, 2014)

2.5 Transportnetwerk

Infrastructuur is een bepalende factor voor de economische ontwikkeling van steden en het welzijn van haar inwoners. Transportwegen maken het mogelijk voor mensen en goederen zich vrij te bewegen binnen een bepaald gebied. Tijdens het verbeteren van het transportnetwerk van Nederland komen beleidsmakers vaak problemen als *bottlenecks* en *missing links* tegen die deze vrijheid beperken (UNECE, 2016). Peters (2003) beschrijft *bottlenecks* als knelpunten die er voor zorgen dat de stroming van mensen en goederen tussen bepaalde bestemmingen niet optimaal verloopt. *Missing links* zijn verbindingen tussen bestemmingen die nog niet bestaan, maar waarvan het bestaan wel van economisch belang zou zijn. Het kan zijn dat de missende spoorwegverbinding via Drachten een *missing link* is. Om te kunnen constateren of er sprake is van een *missing link* of een *bottleneck* zijn, naast *infrastructure-based measures*, *utility-based measures* en *activity based measures* ook van belang omdat de economische impact van een verbinding een grote rol speelt bij *missing links* en *bottle necks*. Het infrastructurele transportnetwerk van Nederland telt 137.000 kilometer aan wegen, 6.000 kilometer aan vaarwegen en 6.000 kilometer aan spoorwegen (Bouwend Nederland, 2012). De Nederlandse overheid heeft €25 miljard vrijgemaakt om *bottlenecks* binnen het infrastructurele netwerk op te lossen en het wegen- en spoorwegennetwerk uit te breiden waar sprake is van *missing links* (Rijksoverheid, 2016).

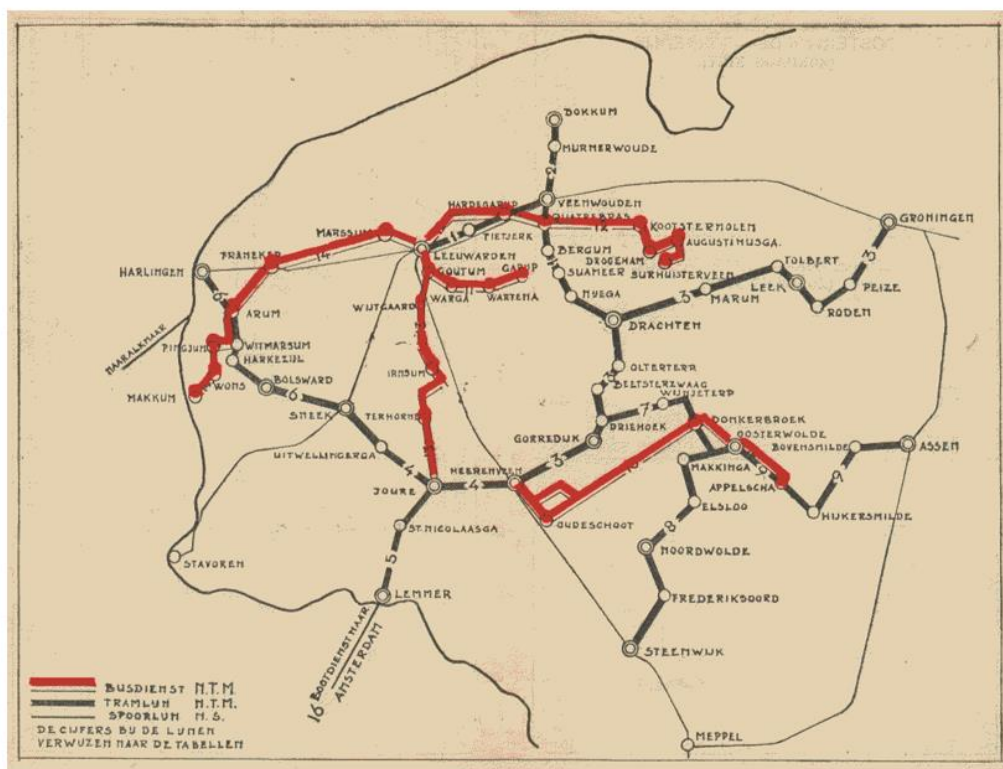
2.6 Geschiedenis spoorwegennetwerk Nederland

In bijlage 1, 2, 3 en 4 zijn respectievelijk de transportnetwerken van 1931, 1948, 1960 en 2007 weergegeven. Wanneer de transportnetwerken met elkaar vergeleken worden valt het op dat er relatief veel spoorwegen, stations en haltes aanwezig zijn in 1931. Dit heeft te maken met de voorkeurspositie die de spoorwegmaatschappijen rond 1900 hadden verkregen binnen het transportnetwerk omdat de trein in staat was zich met een hogere snelheid te verplaatsen dan andere vervoersmodaliteiten. Omstreeks 1930 begon het busvervoer aan haar opmars. Door technische ontwikkelingen op het gebied van

motorteknik en het feit dat bussen flexibel konden worden ingezet als personenvervoer werden veel forensenströmen, die voorheen werden opgevangen door het lokaalspoor- en tramwegen, overgenomen door het busvervoer (Erfgoedhuis, 2016). Daarnaast breide de autowegeninfrastructuur zich na de Tweede Wereldoorlog steeds verder uit. In bijlage 2 zijn naast de wegen met een snelheid van 40 en 60 kilometer per uur nu ook wegen te onderscheiden waar men zich met een snelheid 80 kilometer per uur kan verplaatsen. Zowel de opkomst van het busvervoer als de opkomst van het particulier gebruik van de auto zijn de reden dat veel lokaalspoor- en tramwegen zijn opgeheven (Dijksterhuis, 1984). In bijlage 3 is dan ook te zien dat het aantal spoorwegverbindingen in Nederland in 1960 is afgenomen. Ondanks het beëindigen van lokale spoor- en tramwegen is er in het algemeen nog steeds vraag naar uitbreidingen in het spoorwegennetwerk. Vanwege de constante snelheid van de trein, haar hoge reiscomfort en de mogelijkheid om met de trein congestie- en parkeerproblemen te vermijden is vinden er nog steeds uitbreidingen plaats in het spoorwegennetwerk (Veenendaal, 2004). In 2007 is het aantal spoorwegverbindingen in Nederland daarom groter dan in 1960 (bijlage 3 en 4).

2.7 Spoorwegverbinding langs Drachten

Van 1913 tot 1948 was er een spoorwegverbinding tussen Drachten en Groningen, deze spoorwegverbinding is weergegeven in figuur 2 (Stichting Spoorverleden Drachten, 2016). In 1998 zijn er plannen geweest voor een mogelijke nieuwe spoorwegverbinding van de Randstad, via Almere, Lelystad, Emmeloord, Heerenveen en Drachten naar Groningen. Hierdoor zou de verbinding tussen Noord-Nederland en de Randstad verbeterd worden (Rijksoverheid, 2008). Opties, opgenomen in de plannen voor de Zuiderzeelijn, waren (trein)technieken zoals een magneetweefbaan of een hogesnelheidslijn. (Van de Brink et al., 2001). Het aanleggen van een Zuiderzeelijn bleek echter te kostbaar.



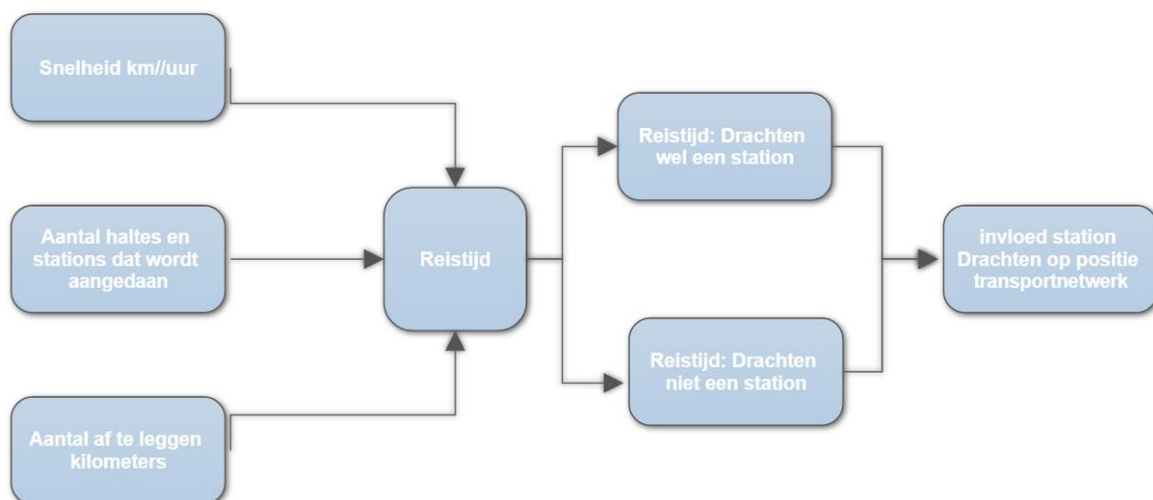
Figuur 2. Spoorwegverbinding langs Drachten van 1884-1948 (Stichting Spoorverleden Drachten, 2016)

2.8 Project Zuiderzeelijn

Een van de opties voor de Zuiderzeelijn was de aanleg van een hogesnelheidslijn. Dit zou een spoorverbinding worden waarbij de treinen op het traject met een hogere snelheid kunnen rijden dan de gemiddelde sneltrein en intercity in Nederland. Op deze manier zou de hogesnelheidslijn met een gemiddelde snelheid van 153 kilometer per uur de verbinding tussen het Noord-Nederland en de Randstad aanzienlijk kunnen verbeteren. Op dit traject zouden tweemaal per uur hogesnelheidstreinen via de Hanzelijn van Schiphol naar Zwolle rijden waarna, via het Zuiderzeelijntraject, de hogesnelheidstrein verder door zou rijden naar Groningen (van den Brink et al., 2001). Een andere optie voor de Zuiderzeelijn was een magneetzwefbaan. Dit is een trein die met behulp van magneten zich zwevend kan voortbewegen over de spoorrails. Het voordeel van een dergelijke trein is dat deze zich met een nog hogere snelheid kan voortbewegen. Op het traject van de Zuiderzeelijn zou de trein met een gemiddelde snelheid van 223 kilometer per uur kunnen rijden (van den Brink et al., 2001). Een hogesnelheidslijn kan ook hoge snelheden behalen maar kan niet gemakkelijk stoppen bij hoge snelheden. Een magneetzwefbaan kan dit wel (Sarıs, 2004). Op de magneetzwefbaan zouden vanuit Schiphol zes treinen per uur kunnen vertrekken wanneer zij stopt bij zes stations in Nederland alvorens Groningen bereikt is. Eén van de tussenstops zou Drachten zijn (Oosterhaven & Romp, 2004). In bijlage 4 is te zien hoe beide projecten zouden worden aangelegd in het Nederlandse transportnetwerk.

2.9 Conceptueel model

In het conceptueel model zijn de factoren opgenomen die een rol spelen bij het bepalen van de reistijd van Drachten naar verschillende plaatsen in Nederland (figuur 3). De factoren die zijn meegenomen in dit model zijn bepalende factoren voor de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland. De snelheid in kilometer per uur, het aantal haltes dat wordt aangedaan tijdens de reis en het aantal af te leggen kilometers bepalen hoeveel vertraging er tijdens een reis wordt opgelopen. Op basis van deze factoren kan de reistijd worden berekend. Door de uitkomsten te vergelijken kan uiteindelijk bepaald worden of de spoorverbinding langs Drachten van betekenis was of zou kunnen zijn voor de positie van Drachten in het transportnetwerk van Nederland.



Figuur 3. Conceptueel model

3. Methodologie

3.1 Achtergrond van het databestand

De voor het onderzoek gebruikte databestanden zijn aangeboden door Dirk Stelder. Hij heeft onderzoek gedaan naar de toegankelijkheid van Nederlandse steden en regio's van 1850 tot 2009 (Stelder, 2014). Hierbij zijn (historische) kaarten omgezet naar pixel kaarten in Arcgis. Deze kaarten bevatten de wegen, spoorwegen en waterwegen van Nederland. Ze zijn gebruikt om met een groep van zes studenten vectorbestanden van verschillende jaartallen om te zetten naar netwerken die de samenhang van transportwegen voor verschillende jaren in kaart brengen.

3.2 Netwerken creëren: Groepswerk

Tijdens het werkproces zijn afspraken gemaakt over hoe er gewerkt moest worden in Arcis om volledige netwerken te kunnen creëren. Deze regels zijn vastgelegd in figuur 5. Om de vectorbestanden om te kunnen zetten naar netwerken zijn op de kruispunten de wegen en spoorwegen met elkaar verbonden. De vaar- spoor, en autowegen zijn voor elk jaartal geclassificeerd om een werkend netwerk te kunnen creëren (figuur 4a, b en c). Aan deze geclassificeerde wegen zijn vervolgens snelheden gekoppeld, zodat reistijden van punt A naar punt B berekend konden worden. Alle wegen, op de spoorwegen na, zijn vervolgens samengevoegd met behulp van de *merge tool*. Om ervoor te zorgen dat alle lijnen die minder dan 200 meter bij elkaar vandaan liggen in de data elkaar wel raken, is er gebruik gemaakt van de *snap tool* (ArcGIS, 2016).

Variabele	Betekenis	Snelheid in kilometer per uur
0	Spoor en Tramwegen	80
1	Interlokale wegen	40
2	hoofdwegen	60

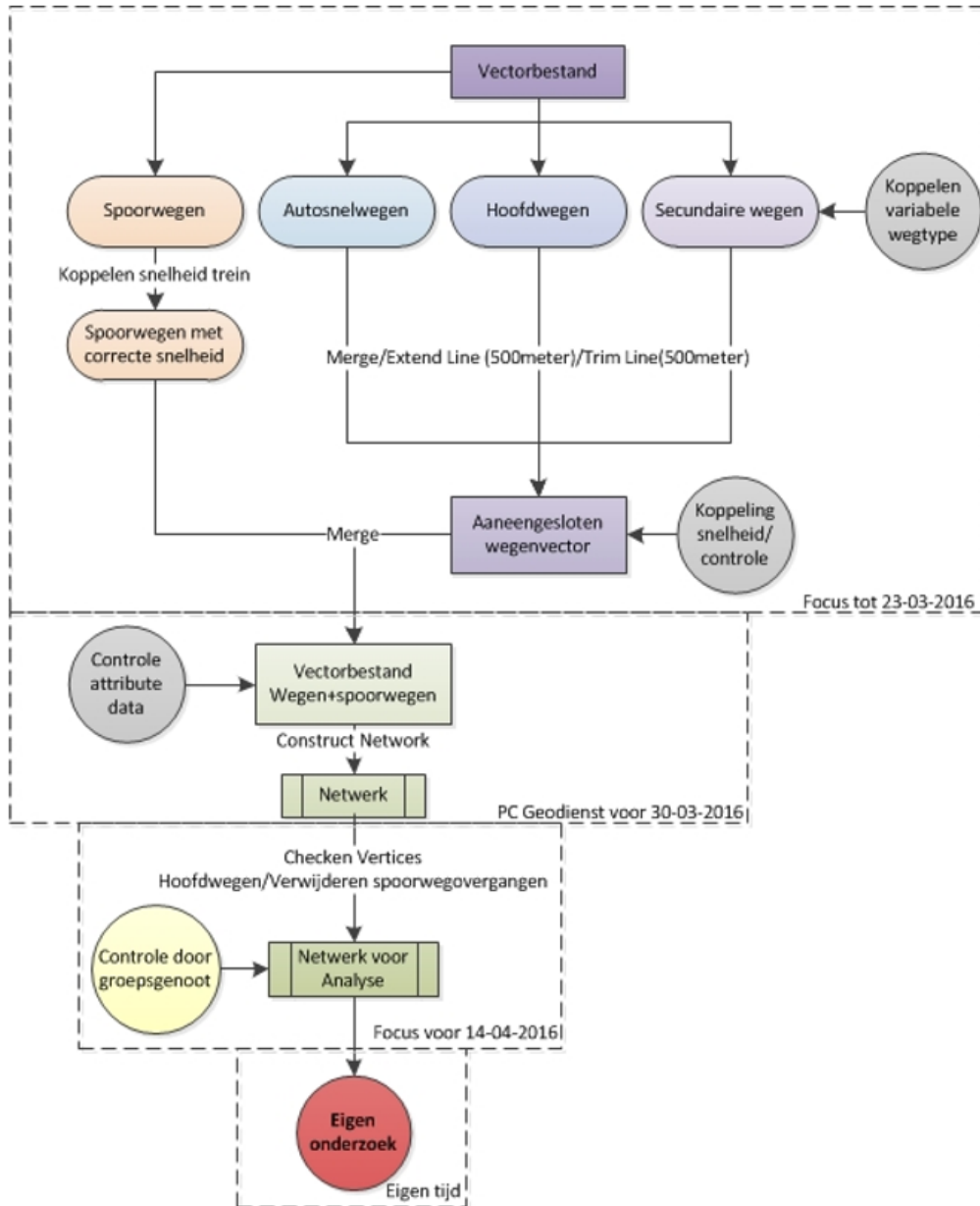
Figuur 4a. Classificatie data 1931
(Sluiter, 2002; ANWB, 1848)

Variabele	Betekenis	Snelheid in kilometer per uur
0	Spoorwegen en Tramwegen	90
1	Snelwegen	80
2	Hoofdwegen	60
3	Interlokale wegen	40
4	Interlokale wegen	50
5	Waterwegen	10

Figuur 4b. Classificatie data 1948
(Sluiter, 2002; Falk 1948)

Variabele	Betekenis	Snelheid in kilometer per uur
1	Autoveerdienst	18
2	Belangrijke wegen	80
4	hoofdverkeersweg	100
5	Hoofdverkeersweg met gescheiden rijbanen	100
6	Interlokale wegen	60
8	Spoorwegen	100

Figuur 4c. Classificatie data 1960
(Falk 1960)



Figuur 5. Planning Groepswerk

3.3 Netwerken creëren: Individueel

Op basis van de data die bewerkt is tijdens het groepsproces zijn voor de jaartallen: 1931, 1948, 1960 en 2007 netwerken gemaakt. In bijlage 17 is de modelbuilder geplaatst die de stappen weergeeft die ondernomen zijn om netwerken in Arcgis te kunnen creëren. Aan de bewerkte data van de verschillende wegen zijn nieuwe velden met informatie toegevoegd (figuur 6). Op deze manier kon een weerstand, gebaseerd op tijd, mee worden genomen in de netwerkanalyse.

Field Name	Field Type	Expression
Kilometer	Double	[Shape_Length]/1000
Time	Double	([Kilometer]/[Snelheid])*60
FieldID	Short	[OBJECTID]

Figuur 6. Field Calculator

Na het toevoegen van de nieuwe informatie was het noodzakelijk dat er interactie zou kunnen plaatsvinden tussen de wegen-feature en de spoorwegen-feature. Alleen met interactie tussen de verschillende features is het mogelijk om halverwege een spoorlijn op een kruising met een autoweg, over te stappen op de autoweg. Hiervoor is gebruik gemaakt van de *integrate tool*. Deze tool zorgt ervoor dat de grenzen van features binnen een bepaalde x,y tolerantie samenvallen. Daarnaast zorgt het ervoor dat er hoekpunten worden gecreëerd waar de features elkaar overlappen. In plaats van dat de features over elkaar heen lopen kruisen ze elkaar nu (ArcGIS, 2016). Met behulp van de *merge tool* zijn de wegen- en de spoorwegen features samengevoegd tot één enkele feature dat de informatie bevat over de spoorwegen en wegen in Nederland. Het nieuwe feature dat nu ontstaat is de basis voor het netwerk. De *connectivity* van het netwerk is op *any vertex* gezet, zodat spoorwegen en wegen verbonden zijn op de plaatsen waar zij kruisen en men van mobiliteit kan wisselen op de kruispunten van wegen en spoorwegen (ArcGIS, 2016). Vervolgens is een attribuut *time* toegevoegd aan de attributen van de dataset. Aan het attribuut *time* zitten de kosten verbonden in de vorm van tijd in minuten, zodat de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland berekend kan worden.

3.4 Methode om netwerk te berekenen

Om op basis van de netwerken de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland te kunnen berekenen kan gebruik worden gemaakt van twee verschillende netwerk analyses: de *origin destination cost matrix* en de *service area analysis*.

3.4.1 Origin destination cost matrix

Om de kortste reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland te berekenen kan de *origin destination cost matrix* gebruikt worden, deze tool berekent de route met de minste kosten. Voor dit onderzoek worden de kosten gemeten in reistijd in minuten. De ligging van de kortste routes die berekend worden, worden niet exact aangegeven in de uitkomst van de *OD cost matrix*. In de kaart worden slechts rechte lijnen weergegeven die de routerichting met de minste kosten aangeven. In de bijhorende *attribute table* kunnen vervolgens de reistijden van de kortste routes afgelezen worden. In de *OD cost matrix (origin destination cost matrix)* kunnen verschillende eindbestemmingen en startpunten ingevoerd worden. Daarnaast kunnen er ook *barriers* toegevoegd worden. Dit kunnen punten, lijnen of polygonen zijn die bepaalde kosten met zich meedragen (ArcGIS, 2016). Het is noodzakelijk dat bij een *OD cost matrix* gebruik wordt gemaakt van kwantitatieve transportinformatie, zoals verkeerstellingen en maximale snelheden (Abrahamsson, 1998). Voor dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van maximale snelheden en van haltes en stations als point barriers. Dit is kwantitatieve data die erg geschikt is voor het gebruik van een *OD cost matrix*.

3.4.2 Data analyse: OD cost matrix

Met de *new OD cost matrix tool* zijn matrices gecreëerd en is de impedantie op *time* gezet zodat de matrix de route met de minste reistijd berekend. Vervolgens zijn de waardes voor de bestemming van herkomst, de eindbestemmingen en de *point barriers* ingevoerd in de *OD cost matrix*. In figuur 7 zijn de features aangegeven die zijn ingevoerd in de *OD cost matrix* met behulp van de *load locations* optie. Om ervoor te zorgen dat de stoptijd die een trein oploopt wanneer deze een halte passeert opgenomen wordt in de analyse, zijn de haltes en stations als *point barriers* opgenomen in de *OD cost matrix*. De stations en haltes

zijn meegenomen als barrières waar kosten aan verbonden zijn, niet als een beperking waar je niet langs mag of kunt reizen. Voor het passeren van een halte is een waargenomen extra wachttijd van 2 minuten genomen. Deze extra tijd is meegenomen in de *OD cost matrix* als een *attribute time* van 1.032.

3.4.3 Service area analysis

Het uitvoeren van een *service area analysis* biedt ook een mogelijkheid om de reistijd van Drachten naar verschillende plaatsen in Nederland in kaart te brengen. Met behulp van deze analyse kunnen *concentric service areas* in kaart worden gebracht die als service gebied dienen voor een bepaalde kernplaats in het netwerk. Deze *concentric service areas* geven bijvoorbeeld aan hoeveel mensen, faciliteiten of woonkernen er binnen en bepaalde reistijd van en naar het kernpunt in het netwerk kunnen reizen. Dit is relevant voor dit onderzoek omdat met behulp van deze *areas* de verschillen in reistijd naar Drachten vanuit verscheidene plaatsen in Nederland in kaart kunnen worden gebracht. Met deze kaarten kunnen de verschillende jaartallen: 1931, 1948, 1960 en 2007 goed met elkaar vergeleken worden en is de ontwikkeling in reistijd duidelijk zichtbaar (bijlage 9 tot en met 14). Het nadeel van de *service area analysis* in vergelijking met de *OD cost matrix* is dat de analyse niet de exacte reistijd van de kortste route van de woonkernen naar Drachten weergeeft.

Eigenschappen OD cost matrix	Invoer features	Eigenschappen
Origins	Drachten	
Destinations	Geselecteerde woonkernen Nederland	
Point barriers	Stations en haltes	Adding costs: adding 1.032 attribute time

Figuur 7. Eigenschappen OD cost matrix

3.4.4 Data analyse: Service area analysis

Omdat de *concentric service areas* gebaseerd dienen te zijn op de reistijd in minuten is de impedantie van de analyse op *time* gezet. Vervolgens zijn de waardes voor de facility, die de locatie van het kernpunt in het netwerk representeren, en de *point barriers* ingevoerd (figuur 8).

Eigenschappen Service Area	Invoer features	Eigenschappen
Facility	Drachten	
Point barriers	Stations en haltes	Adding costs: adding 1.032 attribute time

Figuur 8. Eigenschappen Service Area Analysis

3.5 Reflectie en kwaliteit van de data

3.5.1 Reflectie netwerken

Het uitvoeren van de *OD cost matrix* was in het begin van het onderzoeksproces niet mogelijk vanwege fouten in de netwerken die ontstaan zijn tijdens het groepsproces. De data die als basis dienden voor de door ons gemaakte netwerken bleek enkele fouten te bezitten. Zo sloten wegen niet altijd op elkaar aan en was er niet altijd duidelijk gedefinieerd wat de eigenschappen van de features waren. Om dit probleem op te lossen is er gebruik gemaakt van de *extend line* tool en de *trim line* tool om ervoor te zorgen dat wegen elkaar kruisen waar dit wenselijk is. De netwerken die vervolgens zijn opgezet bleken onvoldoende te functioneren, de wegen sloten niet goed op elkaar aan. Als gevolg hiervan is door de groep besloten om het gebruik van de *extend Line* tool en de *trim line* tool te vervangen door het gebruik van de *snap* tool. Deze tool zorgde ervoor dat de verschillende features binnen 200 meter met elkaar zouden samenvallen (Arcgis, 2016). Met het gebruik van de *snap* tool bleken de netwerken niet voldoende te functioneren op de kruispunten van wegen. Om dit probleem op te lossen is gekozen voor de *planarize lines* optie in de *advanced editing* toolbar. Met het gebruik van de *planarize lines* opties werden de features opgesplitst bij de kruispunten in de dataset. Na het gebruik van de *planarize lines* opties waren de verbindingen binnen het netwerk nog steeds niet goed genoeg op elkaar aangesloten om een netwerk analyse uit te kunnen voeren. Uiteindelijk bleek de *integrate* tool de juiste oplossing te zijn voor het probleem. Deze tool creëert hoekpunten bij kruisingen waardoor de verschillende spoorwegen en wegen binnen het netwerk met elkaar verbonden zijn en er interactie mogelijk is tussen beide (ArcGIS, 2016).

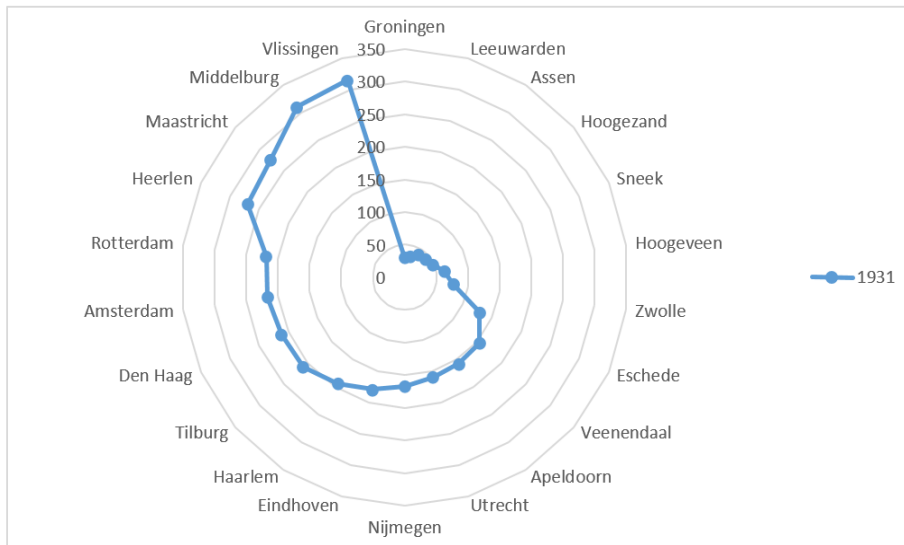
3.5.2 Reflectie network analyses

Niet alle elementen die invloed uitoefenen op de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland konden worden meegenomen in de netwerk analyses. Zo is de extra tijd die het kost om over te stappen op een andere vervoersmodaliteit niet meegenomen in de analyse. Een mogelijke oplossing leek het opzetten van een barrière met extra kosten in tijd wanneer men bij een kruising van een autoweg en een spoorweg van modaliteit zou wisselen. Niet bij elke kruising van spoorwegen en autowegen vindt echter een overstap naar een andere vervoersmodaliteit plaats. Het tweede probleem dat de kruisingen van spoor- en autowegen opleveren is het feit dat het niet bij elke kruising van spoor- en autowegen mogelijk is om over te stappen. Voor deze bachelorscriptie is er gekozen geen onderscheid te maken tussen spoorwegovergangen en haltes en elke kruising niet een eigen connectiviteit mee te geven omdat dit te complex bleek te zijn (ArcGIS, 2016).

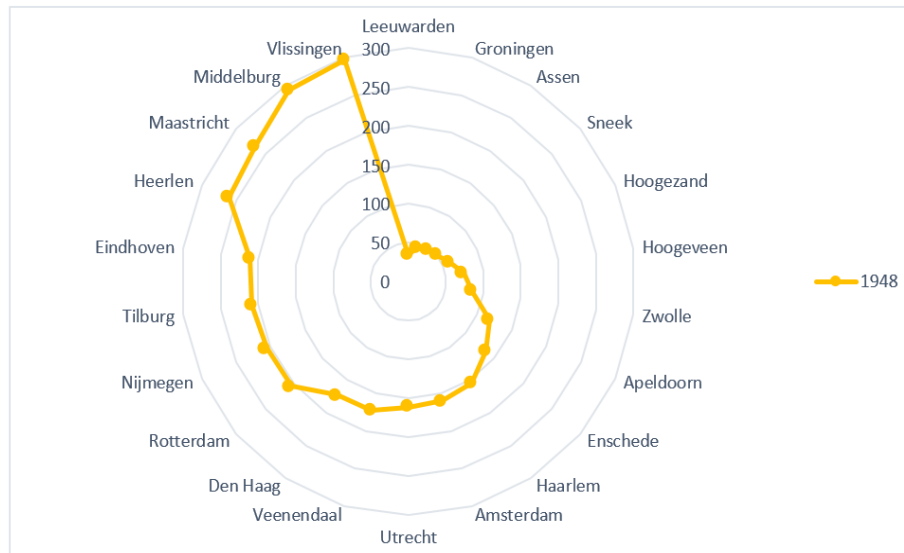
4. Resultaten

4.1 Uitkomsten OD Cost Matrices van 1931, 1948 en 1960

De kaarten die de uitvoering van de *OD cost matrices* van 1931, 1948 en 1960 weergeven, zijn in die volgorde geplaatst in bijlage 5, 6 en 7. De uitkomsten van de *OD cost matrix* zijn weergegeven in figuur 9, 10 en 11. De kortste route in 1931 is te vinden van Drachten naar Groningen en bedraagt een reistijd van 30 minuten. In 1948 is de route van Drachten naar Leeuwarden het kortst, namelijk 35 minuten. In 1960 wordt deze positie weer overgenomen door Groningen en bedraagt de reistijd van Drachten naar Groningen slechts 21 minuten (bijlage 15). De uitkomst van 1960 komt niet overeen met de verwachtingen omdat de route over de autoweg naar Groningen meer kilometers telt dan de route naar Leeuwarden. Met behulp van de *new route* optie in de *network analyst* in Arcgis is berekend dat de reistijd van Drachten naar Leeuwarden 29,8 kilometer bedraagt en die van Drachten naar Groningen 34,1 kilometer. De verklaring hiervoor is te vinden in de nabijheid van een hoofdverkeersweg met een snelheid van 100 kilometer per uur naar Groningen in 1961 (Arcgis, 2016). In 1931, 1948 en 1960 bedraagt de route naar Vlissingen de meeste reistijd. In 1931 bedroeg de reistijd 315 minuten, in 1948 297 minuten en in 1960 215 minuten. Dat de reistijd naar Vlissingen de meeste tijd in beslag neemt komt overeen met de verwachtingen omdat deze stad het verst bij Drachten vandaan ligt.



Fiauur 9: Transportnetwerk Nederland in 1931 aemeten in reistiid in minuten



Fiauur 10: Transportnetwerk Nederland in 1948 gemeten in reistiid in minuten



Fiauur 11: Transportnetwerk Nederland in 1960 gemeten in reistiid in minuten

4.2 Vergelijking uitkomsten OD cost matrix 1931 en 1948

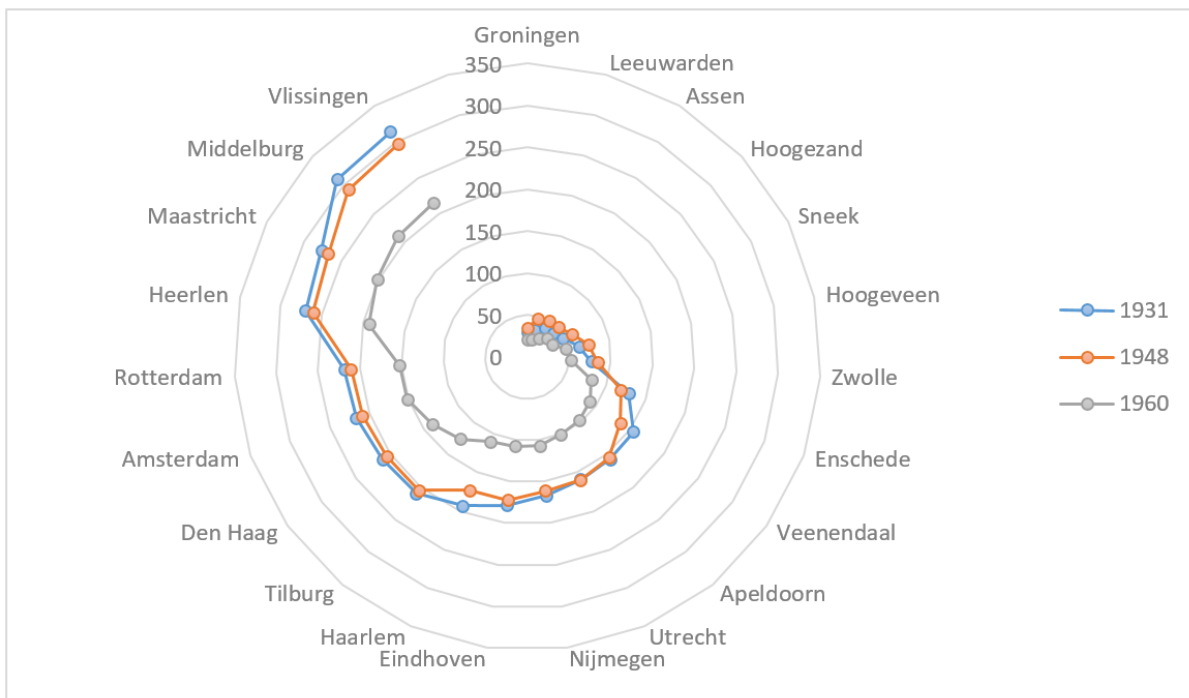
Figuur 13 en figuur 14 geven de impact weer van het beëindigen van de spoorwegverbinding langs Drachten in 1948. Door de beëindiging van deze spoorlijn heeft niet langer Groningen, maar Leeuwarden, de kortste reistijd gezien vanaf Drachten. Na de beëindiging (in 1948) van de spoorverbinding tussen Drachten en Groningen waren reizigers aangewezen op de autowegen waarvan de vervoerssnelheid een stuk lager lag dan de snelheid van de tram. Uit de resultaten blijkt dat na het beëindigen van de spoorwegverbinding langs Drachten in 1948 de reistijd naar Zwolle en de steden in de noordelijke provincies (Friesland, Groningen en Drenthe) zijn toegenomen. De reistijd naar de andere woonkernen in Nederland is in 1948 ondanks het wegvallen van de spoorverbinding langs Drachten afgenomen. Mogelijke oorzaken zijn de uitbreiding van het hoofdwegennetwerk in Nederland van 1931 tot 1948 (zie figuur 12). Op deze hoofdwegen mocht men destijds 60 kilometer per uur rijden. Een andere oorzaak is de toename in de gemiddelde snelheid van de tram en de trein. Deze is toegenomen van 80 kilometer per uur in 1931 naar 90 kilometer per uur in 1948 (figuur 3a en 3b). Daarnaast is de reistijd naar de woonkernen in het westen van Nederland afgenomen door de bouw van de Afsluitdijk, die in 1932 voltooid werd (de Afsluitdijk, 2016). De impact van het beëindigen van de spoorverbinding langs Drachten is dus vooral zichtbaar op lokaal en regionaal niveau. Op nationaal niveau heeft het wegvallen van de spoorverbinding langs Drachten geen invloed gehad.



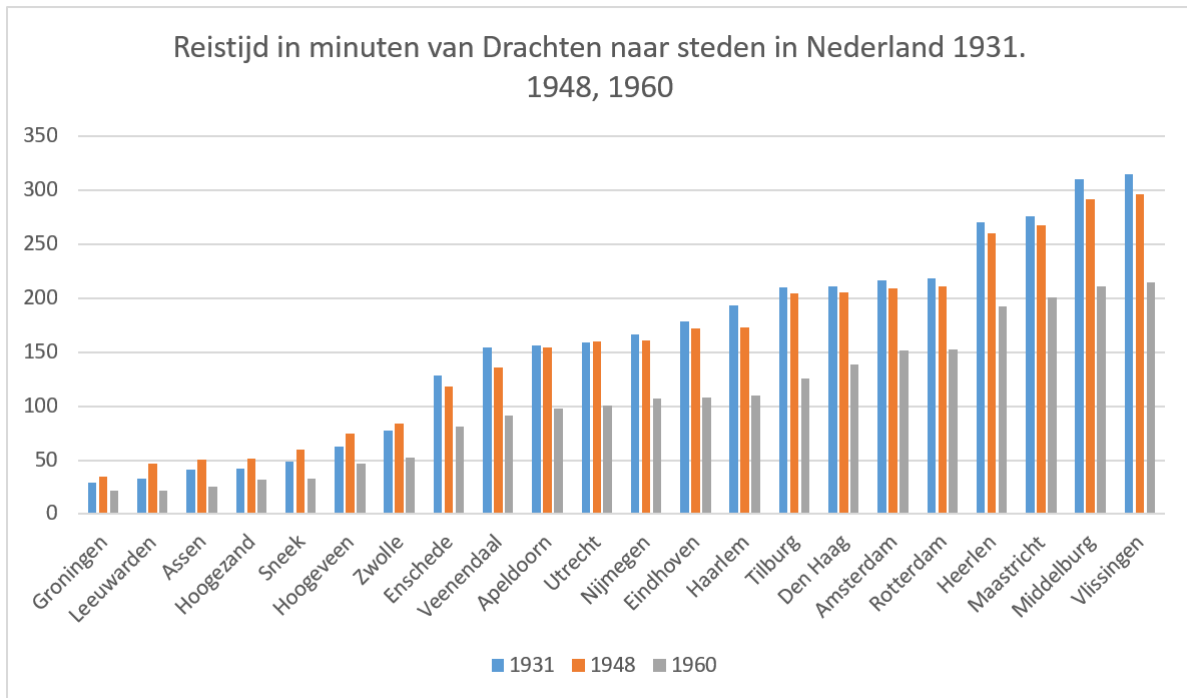
Figuur 12: Uitbreiding hoofdwegen Nederland 1931-1948
Credits: CBS, ANWB

4.3 Vergelijking uitkomsten OD cost matrix 1931 en 1948 en 1960

Wat opvalt aan de uitkomsten van de *OD cost matrix* van 1960 in vergelijking met de uitkomsten van 1931 en 1948 is dat de reistijd van Drachten naar de verschillende woonkernen in Nederland behoorlijk is afgenomen (figuur 13 en 14). De reden achter deze grote verandering is de opkomst van de auto en bus, die al in 1948 was ingezet maar nu toch echt invloed begon uit te oefenen op de Nederlandse samenleving (Dijksterhuis, 1984). Ook de technische innovatie binnen de Nederlandse spoorwegen zette door. Treinen reden gemiddeld 100 kilometer per uur en auto's konden inmiddels op de snelwegen ook een snelheid 100 kilometer per uur behalen (Audier, 2014). Een tweede reden van de verkorte reistijd in 1960 is te vinden in de ontwikkelingen die Nederland doormaakte tijdens haar periode van wederopbouw na de Tweede Wereldoorlog (Kromhout 2007). Tijdens de wederopbouw is veel binnenlands en buitenlands geld besteed om de transport infrastructuur van Nederland te herstellen (Killick, 1997). Dit ging gepaard met innovaties, vernieuwingen in transporttechnieken en verbeteringen binnen de transportinfrastructuur van Nederland (van der Eng, 1987). Het spoorwegennet werd geëlektrificeerd waardoor de treinen sneller konden rijden en door technologische ontwikkelingen in motortechnieken konden de auto's ook sneller rijden (Nederlands Spoorwegen, 2016). Door de economische ontwikkeling die Nederland doormaakte na de Tweede Wereldoorlog is er van een nadelige impact van het wegvallen van de spoorverbinding via Drachten tussen 1931 en 1960 op lokaal en regionaal geen sprake meer. De afwezigheid van een station is gecompenseerd door verbeteringen in techniek en uitbreidingen in het wegennetwerk. Hierdoor is de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland aanzienlijk korter geworden, ongeacht de aanwezigheid van een station in Drachten of niet.



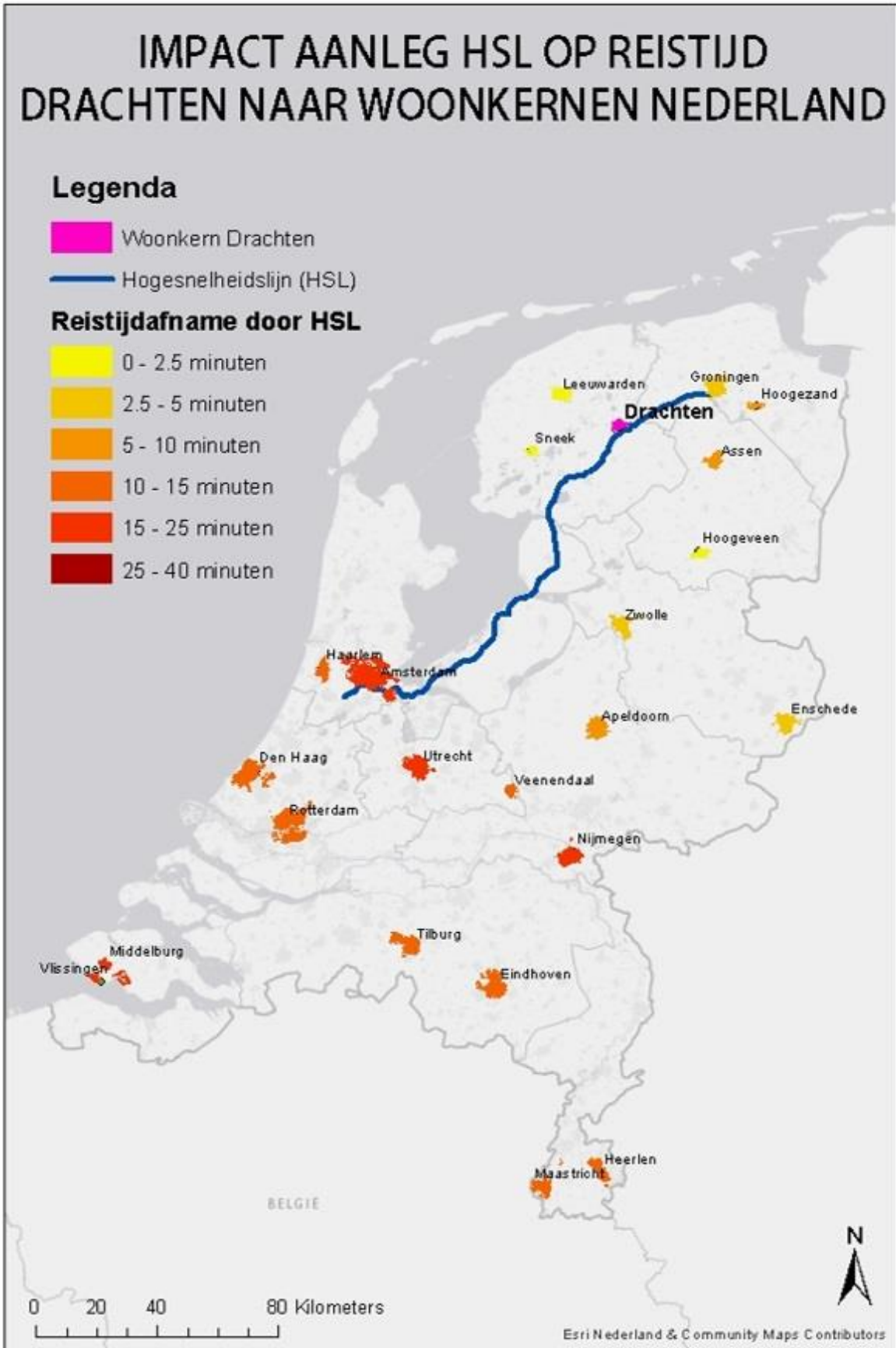
Figuur 13: Radarmodel reistijd Drachten naar woonkernen Nederland 1931, 1948 en 1960



Figuur 14: Reistijd van Drachten naar woonkernen in Nederland voor 1931, 1948 en 1960

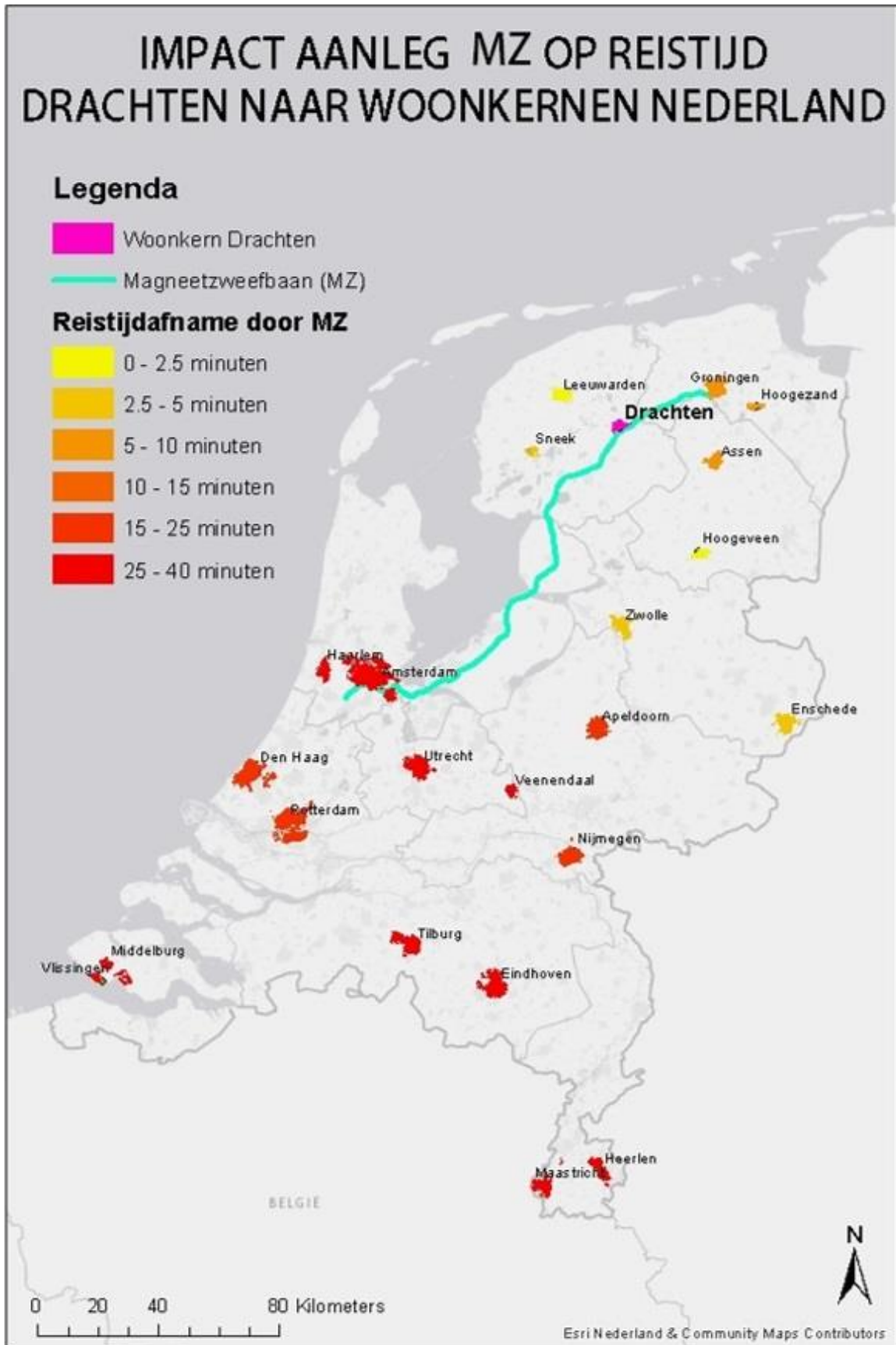
4.4 OD cost matrix project Zuiderzeelijn

De kaarten die uitvoering weergeven van de *OD cost matrix* voor 2007 met een hogesnelheidslijn en een magneetzwefbaan zijn te vinden in bijlage 8. Figuur 15 tot en met 18 en bijlage 16 geven vervolgens de impact weer van een hogesnelheidslijn en een magneetzwefbaan op de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland. Uit de resultaten blijkt dat er een sterke afname is in de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen wanneer er een hogesnelheidslijn of magneetzwefbaan aangelegd zou worden in Nederland. De aanleg van een hogesnelheidslijn of magneetzwefbaan zorgt er vooral voor dat de reistijd van Drachten naar de woonkernen buiten Noord-Nederland sterk afneemt. Binnen Noord-Nederland blijkt dat de aanleg van een hogesnelheidslijn nauwelijks invloed heeft op de reistijd van Drachten naar andere noordelijke woonkernen. Voor Leeuwarden, Sneek en Hoogeveen is de reistijd naar Drachten korter dan de reistijd die afgelegd zou moeten worden om de hogesnelheidslijn of de magneetzwefbaan te bereiken (figuur 15 en 16). De magneetzwefbaan heeft een grotere impact op de reistijd van Drachten naar de woonkernen in het zuiden van Nederland in vergelijking met woonkernen uit de andere delen van het land (figuur 15 en 16). Dit valt te verklaren uit het feit dat de snelheid van de magneetzwefbaan met 223 kilometer per uur hoger ligt dan de snelheid van de hogesnelheidslijn die zich met een snelheid van 153 kilometer verplaatst.



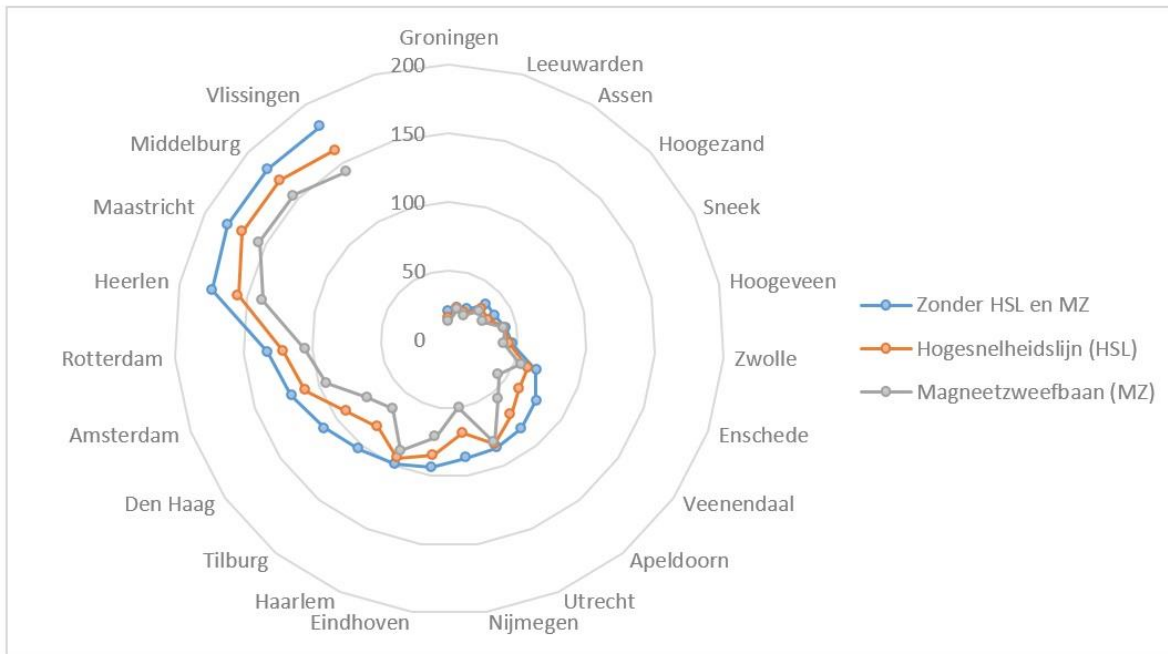
Figuur 15. Impact van de aanleg van een hogesnelheidslijn op de reistijd van Drachten naar woonkernen in Nederland

Credits: CBS, FALK

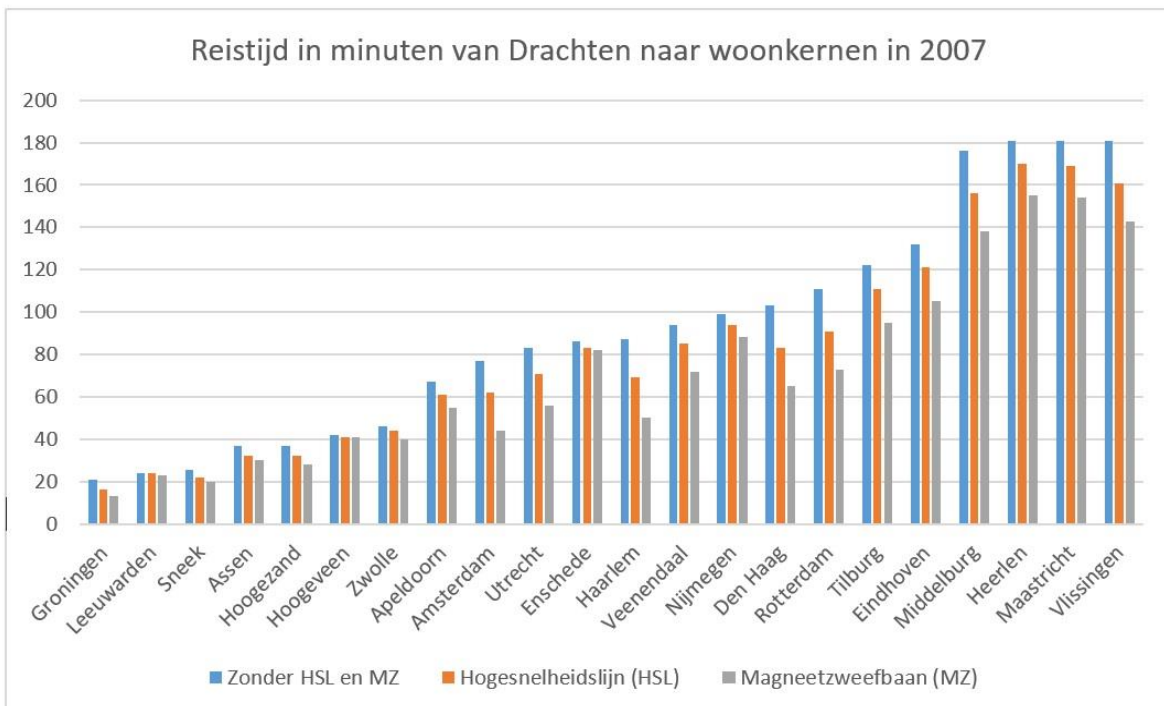


Figuur 16. Impact van de aanleg van een magneetzwefbaan op de reistijd van Drachten naar woonkernen

Credits: CBS, FALK



Figuur 17. Radarmodel reistijd van Drachten naar woonkernen met/zonder Zuiderzeelijn

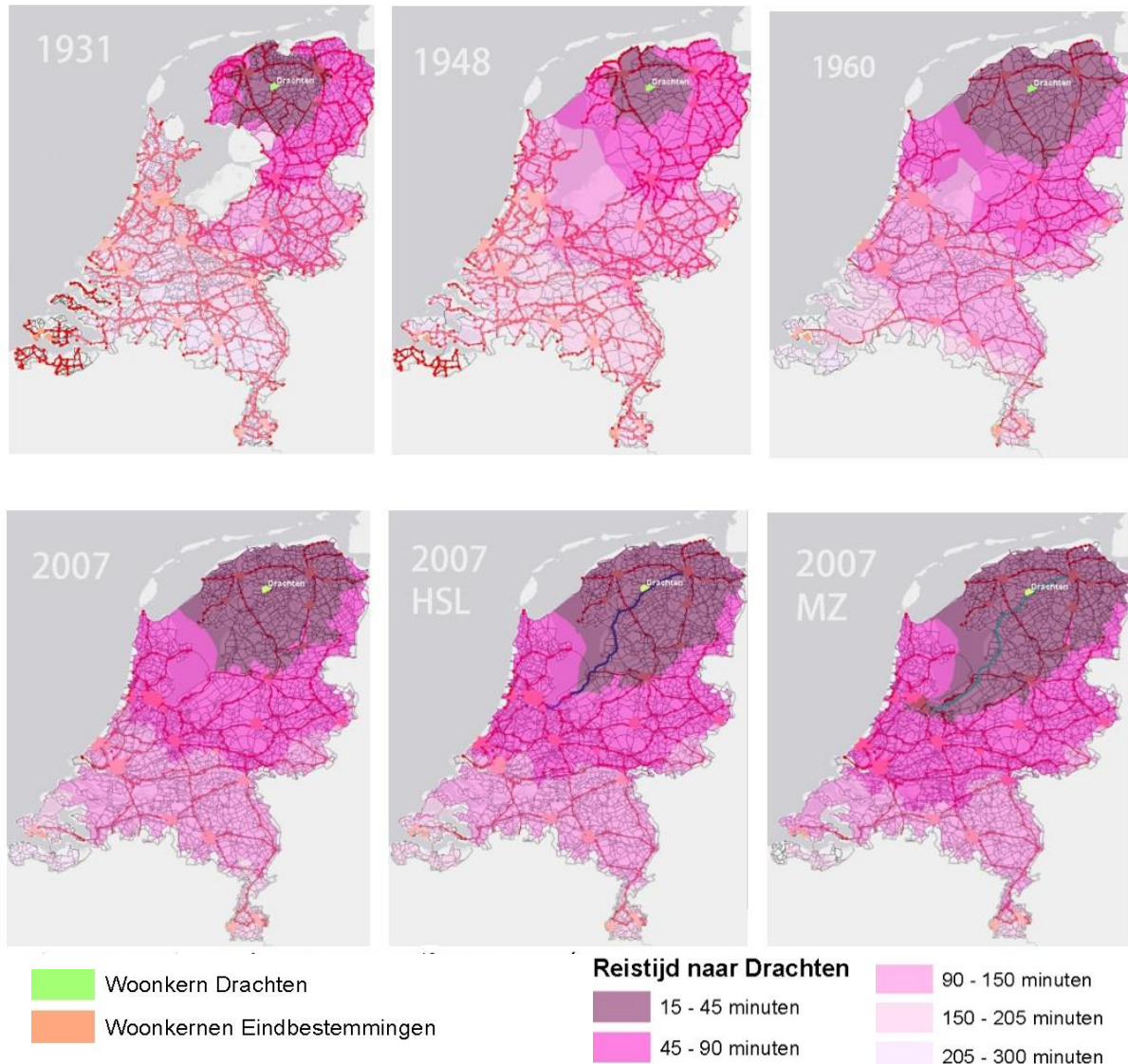


Figuur 18. Reistijd in minuten van Drachten naar woonkernen in 2007 met/zonder Zuiderzeelijn

4.5 Service area analyses voor 1931, 1948, 1960 en de Zuiderzeelijn

De ontwikkelingen van de reistijden van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland zijn weergegeven in figuur 19. Uitgebreide versies van de *service area analyses* zijn weergegeven in bijlage 9 tot en met 14. In de kaarten met de *service areas* van 1931 en 1948 wordt de invloed van de Afsluitdijk duidelijk. Door de Afsluitdijk is de reistijd naar de woonkernen in het westen van Nederland afgenomen. Het beëindigen van de spoorverbinding langs Drachten in 1948 is ook te zien in de kaarten; het gebied waarin de woonkernen liggen van waaruit men in 15 tot 45 minuten naar Drachten kan reizen is kleiner geworden. In de kaart van 1960 is de ontwikkeling binnen het transportnetwerk zichtbaar geworden. Voor alle woonkernen is de reistijd naar Drachten afgenomen. De verschillen in impact van de aanleg van een hogesnelheidslijn of een magneetzwefbaan zijn te zien in figuur 19. Door de aanleg van een hogesnelheidslijn wordt vooral de reistijd van Drachten naar de woonkernen in de nabijheid de hogesnelheidslijn gelegen ingekort. In de steden die verder van de hogesnelheidslijn vandaan liggen is het effect van een hogesnelheidslijn op de reistijd minder groot. De aanleg van een magneetzwefbaan zou een groter effect hebben op de reistijd van de woonkernen naar Drachten. Uit figuur 16 blijkt dat de aanleg van een magneetzwefbaan ook een daling is de reistijd naar het zuiden Nederland als gevolg heeft.

Figuur 19. Service area's 1931, 1948, 1960 en 2007 met/zonder HSL en MZ



5. Conclusie

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van de impact van een treinstation in Drachten op de positie van Drachten in het transportnetwerk van Nederland, gemeten in reistijd in minuten. Er is hierbij gekeken naar de spoor-en wegennetwerken van 1931, 1948 en 1960 en 2007. Uit de resultaten van de *OD cost matrices* en de *service area analyses* is gebleken dat de reistijd naar Drachten alleen voor de woonkernen in het Noorden van Nederland langer was geworden nadat de spoorwegverbinding via Drachten in 1948 was beëindigd. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de spoorverbinding langs Drachten van 1884 tot 1948 vooral impact heeft gehad op lokaal en regionale schaal. Toen het busvervoer zich omstreeks 1931 begon te ontwikkelen heeft zij een groot deel van het lokale en regionale personenvervoer overgenomen. De spoorverbinding langs Drachten kon de concurrentie van het busvervoer en het autovervoer niet aan en is daarom beëindigd in 1948. De resultaten van 1960 laten zien dat de nadelige gevolgen van het beëindigen van de spoorverbinding langs Drachten opgevangen zijn door technische ontwikkelingen en innovatie op het gebied van vervoerstechnieken. De reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen in Nederland is voor alle woonkernen afgenomen. De aanleg van een nieuwe Zuiderzeelijn met een hogesnelheidslijn of een magneetweefbaan heeft een impact op grotere schaal. Vooral de aanleg van een magneetweefbaan van Schiphol, via Drachten naar Groningen zorgt voor een vermindering in reistijd van Drachten naar het overgrote deel van de geselecteerde Nederlandse woonkernen. Het feit dat de aanleg van een magneetweefbaan op nationaal niveau effect heeft op de reistijd van Drachten naar verschillende woonkernen is een aanleiding om verder te onderzoeken wat de economische impact is van de aanleg van een magneetweefbaan. Op deze manier kan worden vastgesteld of de afwezigheid van een magneetweefbaan tussen Schiphol en Groningen een *missing link* is. Uit resultaten kan afgeleid worden dat er bij de spoorwegverbinding zoals zij bestond van 1884 tot 1948 geen sprake is van een *missing link*. Het beëindigen van deze spoorwegverbinding heeft op grote schaal nauwelijks invloed gehad en de nadelige gevolgen op lokale en regionale schaal waren in 1960 volledig weg gewerkt (Peters, 2003).

5.1 Aanbevelingen verder onderzoek

In verder onderzoek zou getracht kunnen worden om factoren als congestie tijdens spitsuren en storingen op de spoor- en autowegen in de netwerkanalyse mee te nemen. Op deze manier kan een volledig beeld van het transportnetwerk geschetst worden. Er zou duidelijk onderscheid kunnen worden gemaakt tussen spoorwegovergangen en plaatsen waar men kan overstappen van vervoersmodaliteit. Naast het gebruik van netwerkanalyses, gebaseerd op kwantitatieve data kan in verder onderzoek ook aandacht worden besteed aan *activity based measures* en *utility-based measures*. Hierbij kan meer nadruk worden gelegd op de faciliteiten en de activiteiten die in het bereik van steden liggen en wat voor economische impact deze ontwikkelingen in het transportnetwerk op woonkernen uitoefent (Geurs en Ritsema van Eck, 2003). Wanneer aandacht wordt besteedt aan de economische aspecten van een spoorlijn kan een zinvolle uitspraak worden gedaan over het feit of een spoorverbinding langs Drachten wel of niet een *missing link* is (Peters, 2003).

Literatuurlijst

Abrahamsson, T. (1998). Estimation of origin-destination matrices using traffic counts—a literature survey. *IASA Interim Report IR-98-021*, 27-76.

ArcGIS (2016). *Arcgis for desktop*. Geraadpleegd op 06-05-2016 via <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/>

Audier, R. (2014). *Geschiedenis van de auto in Nederland*. Geraadpleegd op 22-05-16 via <http://www.isgeschiedenis.nl/nieuws/geschiedenis-van-de-auto-nederland/>

Bekker, G. H. (1997). Fragmentation and road-infrastructure in The Netherlands: from history to future. *The Sixth International Symposium on Environmental Concerns in Rights-of-Way Management*, 359-165.

Van den Brink, R.M.M., Nijland, H. & Wee, G.P. van. (2001). *Nieuwe snelle treinverbindingen tussen Randstad en Noord Nederland: effecten op emissies en geluidhinder*. RIVM rapport 888883 002. Bilthoven: MAP-Milieu.

Bouwend Nederland: de vereniging van bouw- en infrabedrijven (2012). *Feiten & Cijfers: Omvang infrastructuur in Nederland*. Zoetermeer: Bouwend Nederland

Blekendaal, M. (2004). Dertig jaar na de invoering van de maximale snelheid. *Historisch Nieuwsblad*, 01-2004.

Clark, S., & Watling, D. (2005). Modelling network travel time reliability under stochastic demand. *Transportation Research Part B: Methodological*, 39(2), 119-140.

De Afsluitdijk (2016). *Historie*. Geraadpleegd op 23-05-16 via <http://www.deafsluitdijk.nl/themas/historie/>

Dijksterhuis, R. (1984). *Spoorwegtracering en stedebouw in Nederland: Historische analyse van een wisselwerking de eerste eeuw: 1840-1940*. Delft: TU Delft, Delft University of Technology.

Van der Eng, P. (1987). *De Marshall-hulp: een perspectief voor Nederland, 1947-1953*. De Haan.

Geurs, K. T. & Ritsema van Eck, J. R. (2003). Evaluation of accessibility impacts of land-use scenarios: the implications of job competition, land-use, and infrastructure developments for the Netherlands. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30 (1), 69-87.

Glaeser, E. L., Kallal, H. D., Scheinkman, J. A., & Shleifer, A. (1991). *Growth in cities*. National Bureau of Economic Research.

Friesch Dagblad (2007). Drachten hoe dan ook aan het spoor. *Friesch Dagblad*, 30-10-2007.

ING Economisch Bureau (2015). *Economie Noord-Nederland scoort matig, maar heeft wel groeipotentie*. ING, Financial services company.

Killick, J. (1997). *The United States and European Reconstruction, 1945-1960*. Edinburgh: Keele University Press.

Kromhout, B. (2007). De wederopbouw van Nederland. *Historisch Nieuwsblad*.

NS: Nederlandse Spoorwegen (2016). *Oorlog en fusie*. Geraadpleegd op 20-05-16 via <http://www.ns.nl/over-ns/geschiedenis-van-ns/oorlog-en-fusie.html>

Oosterhaven, J. & Romp, W. E. (2004). Indirect economic effects of new infrastructure: a comparison of Dutch high speed rail variants. *Tijdschrift voor Economisch en Sociale Geografie*, 94(4), 439-452.

Peters, D. (2003). Cohesion, polycentricity, missing links and bottlenecks: conflicting spatial storylines for pan-European transport investments. *European Planning Studies*, 11(3), 317-339.

Rijksoverheid (2008). *Regiospecifiek Pakket Zuiderzeelijn: Convenant rijk- regio*. Drachten: Rijksoverheid.

Rijksoverheid (2016). *Wegen*. Geraadpleegd op 11-02-16 via <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/wegen>

Saris, J. (2004). *Kansen voor de Creatieve Stad*. De Stad bv.

Sluiter, J.W. (2002); *Overzicht van de Nederlandse Spoor- en Tramwegbedrijven*. 3^e Editie. Utrecht: Stichting Matrijs.

Sociaal Economische Raad Noord Nederland (2014). *Macro Economische Verkenning Noord-Nederland*. Groningen: SER Noord-Nederland.

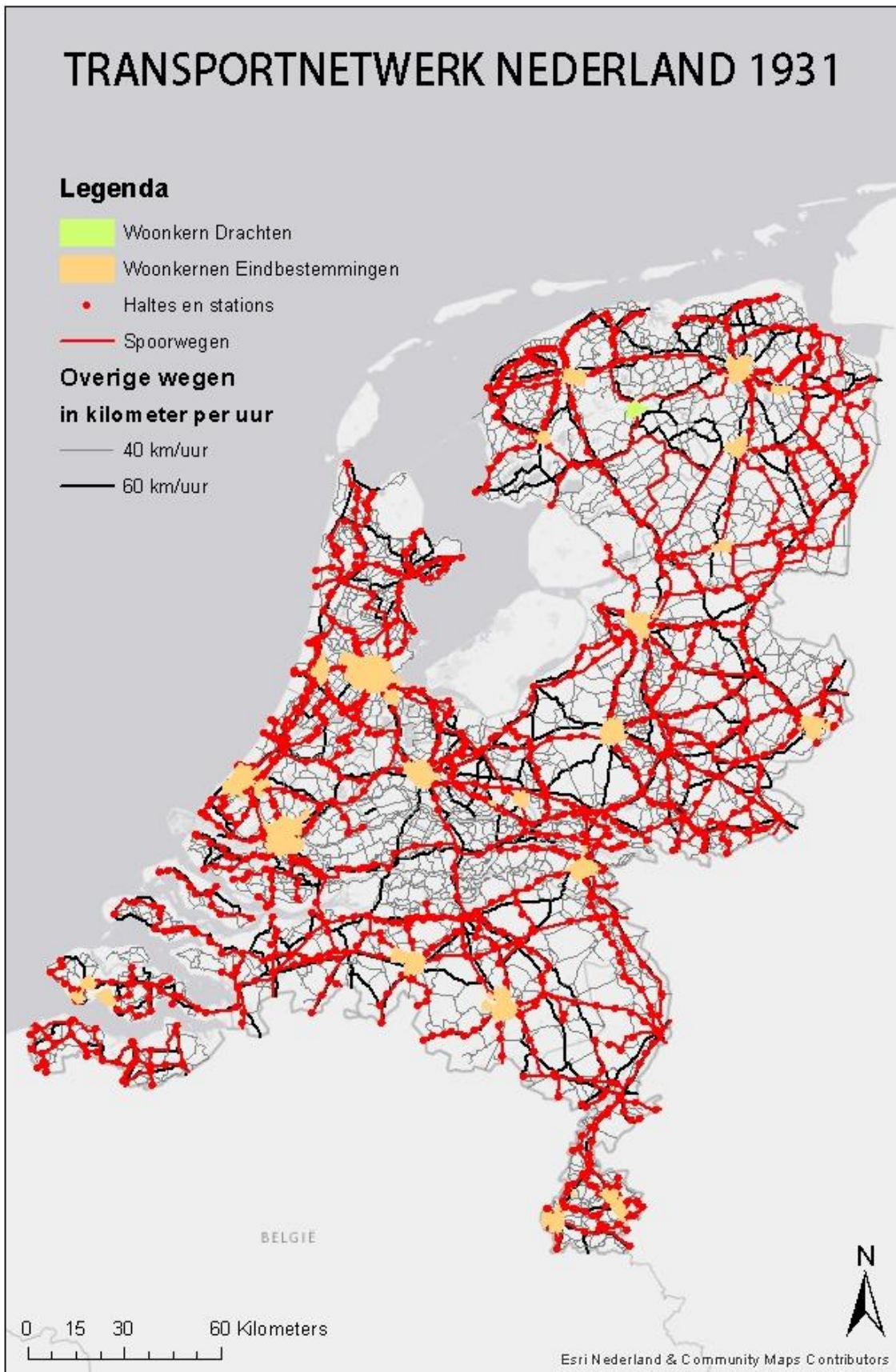
Stelder, D. (2014); Regional Accessibility Trends in Europe: Road Infrastructure, 1957-2012. *Regional Studies*, p1-13.

Stichting Spoorverleden Drachten (2016). *Spoorverleden Drachten: hoe de tram en de trein opkwamen en weer verdwenen*. Geraadpleegd op 11-02-16 via <http://www.spoorverledendrachten.nl/spoorverleden.htm>. Jan de Vries.

United Nations Economic Commission for Europe (2016). *Transport Infrastructure Development*. Geraadpleegd op 11-05-16 via http://www.unece.org/trans/theme_infrastructure.html

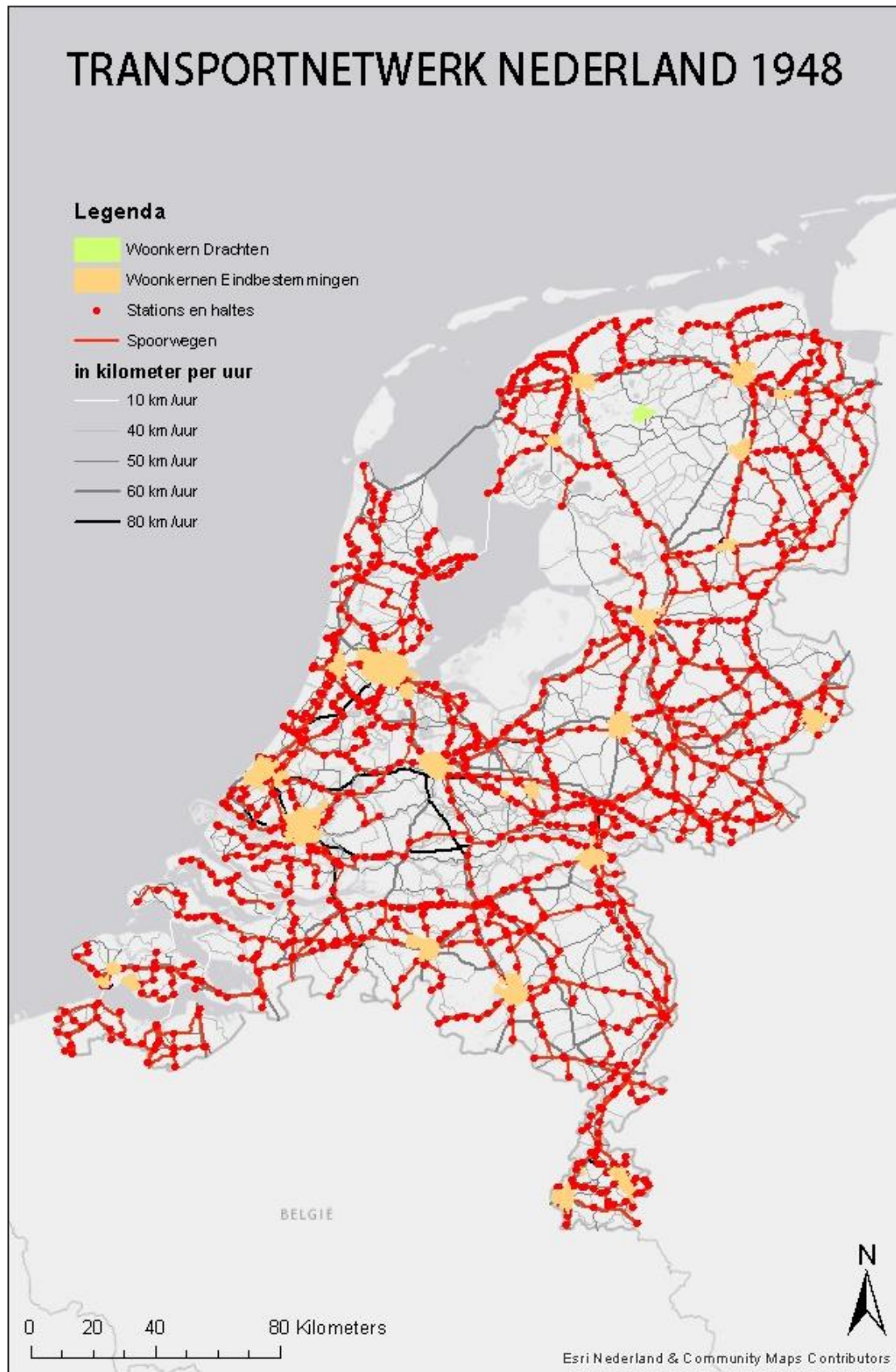
Veenendaal, G. (2004). *Spoorwegen in Nederland*. Amsterdam: Uitgeverij Boom.

Bijlage 1. Transportnetwerk Nederland 1931



Credits: CBS, ANWB

Bijlage 2. Transportnetwerk Nederland 1948



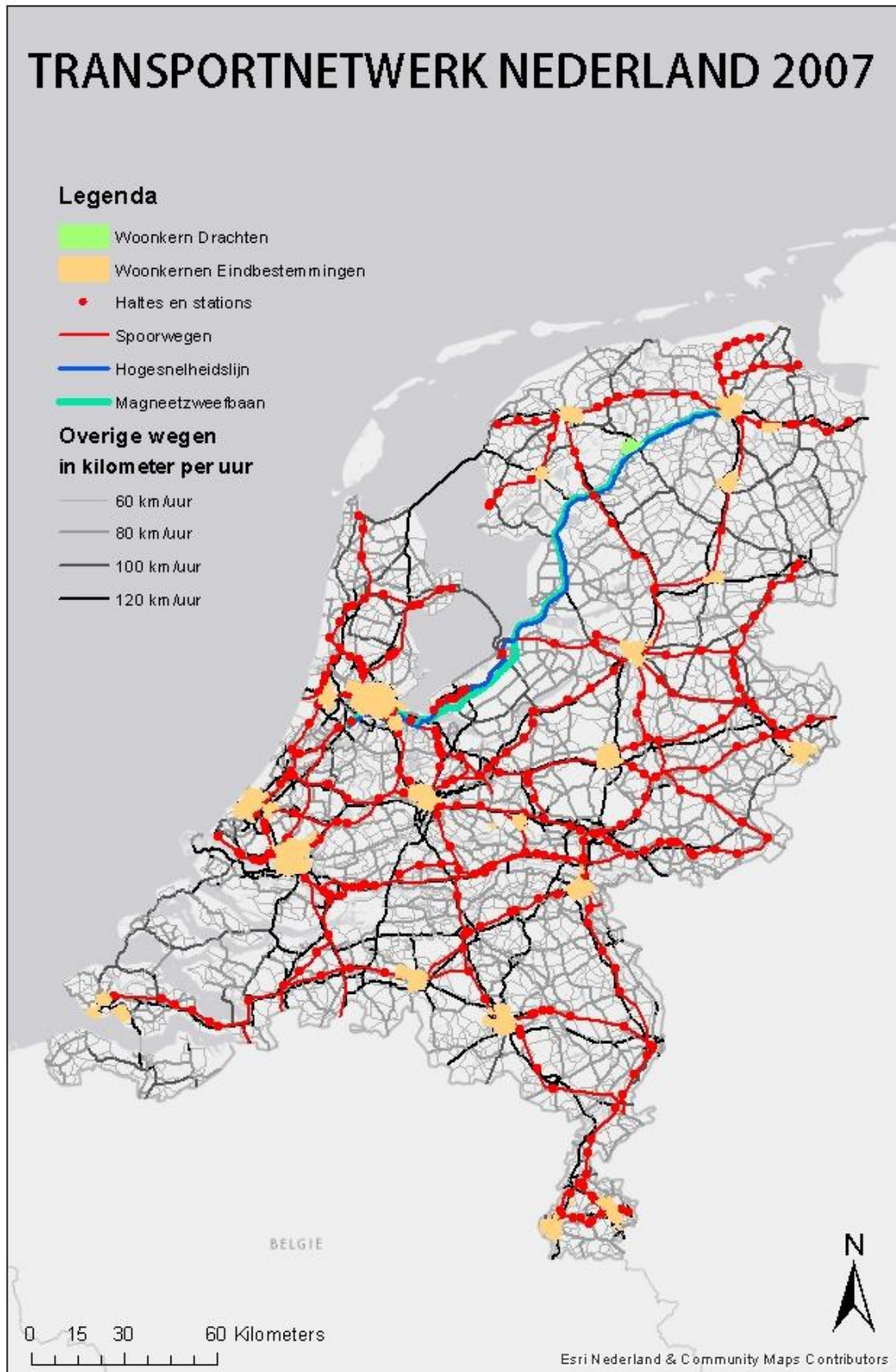
Credits: CBS, ANWB

Bijlage 3. Transportnetwerk Nederland 1960



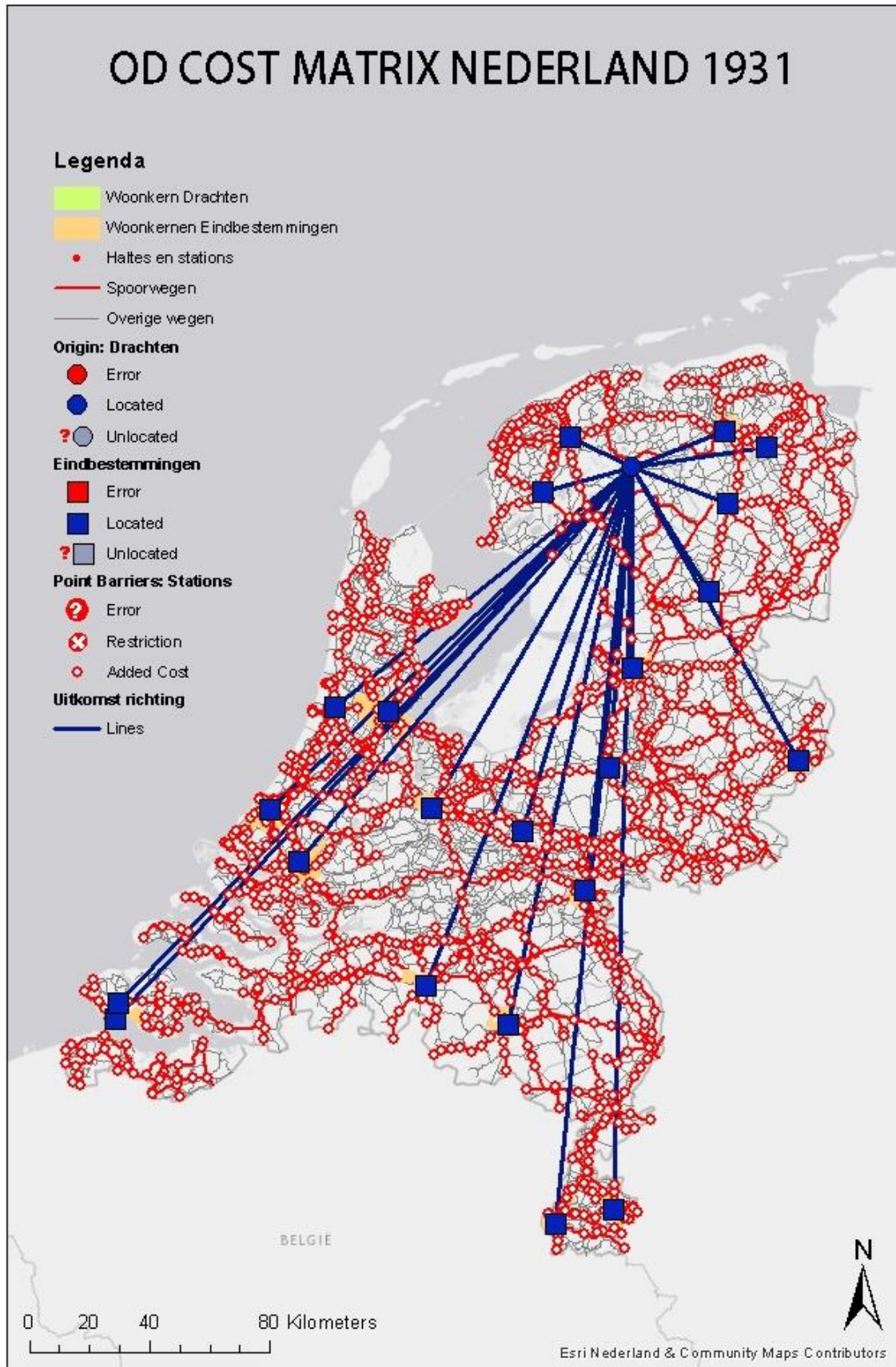
Credits: CBS, FALK

Bijlage 4. Transportnetwerk Nederland 2007



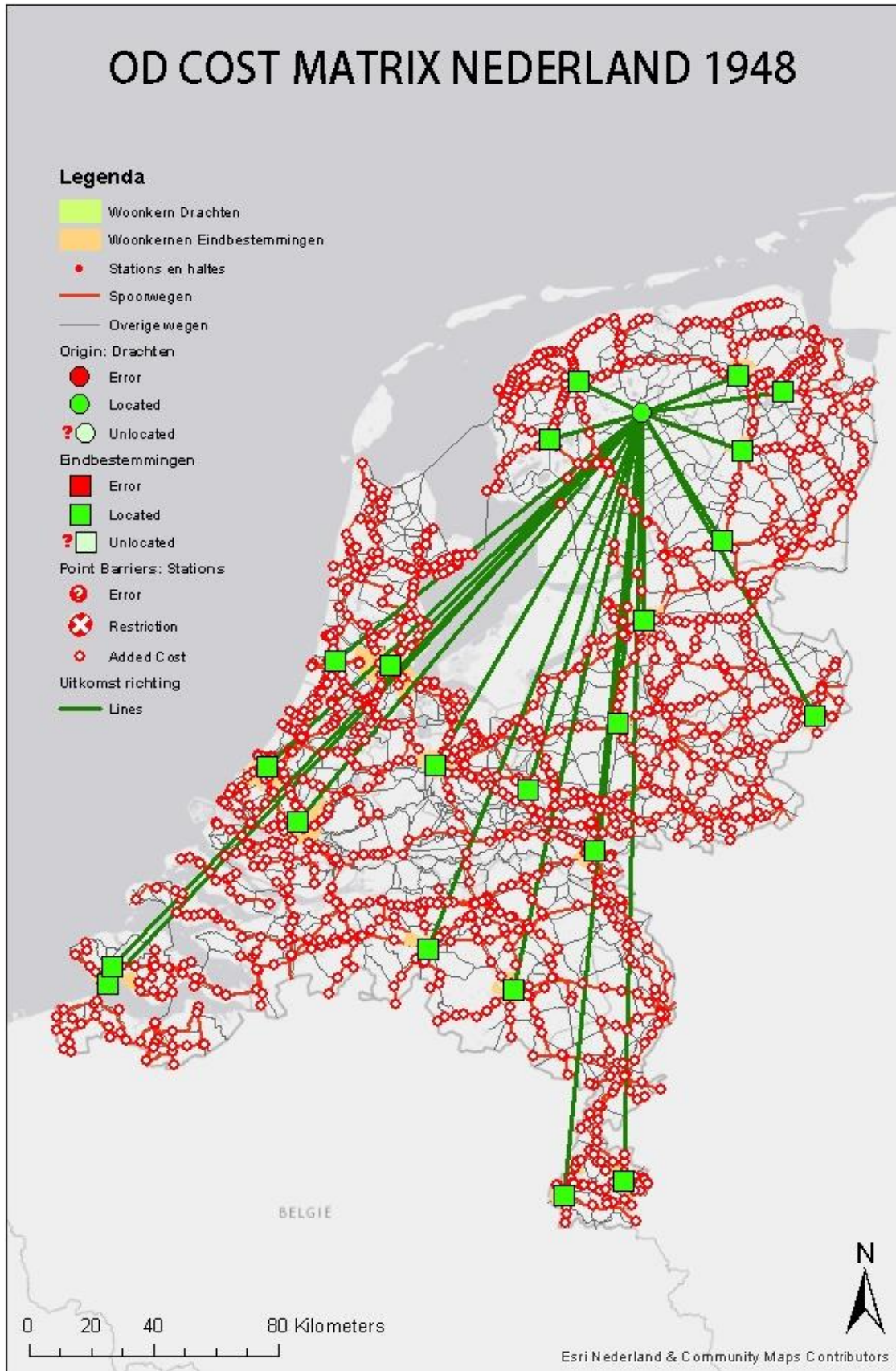
Credits: CBS, FALK

Bijlage 5. OD cost matrix voor Nederland 1931



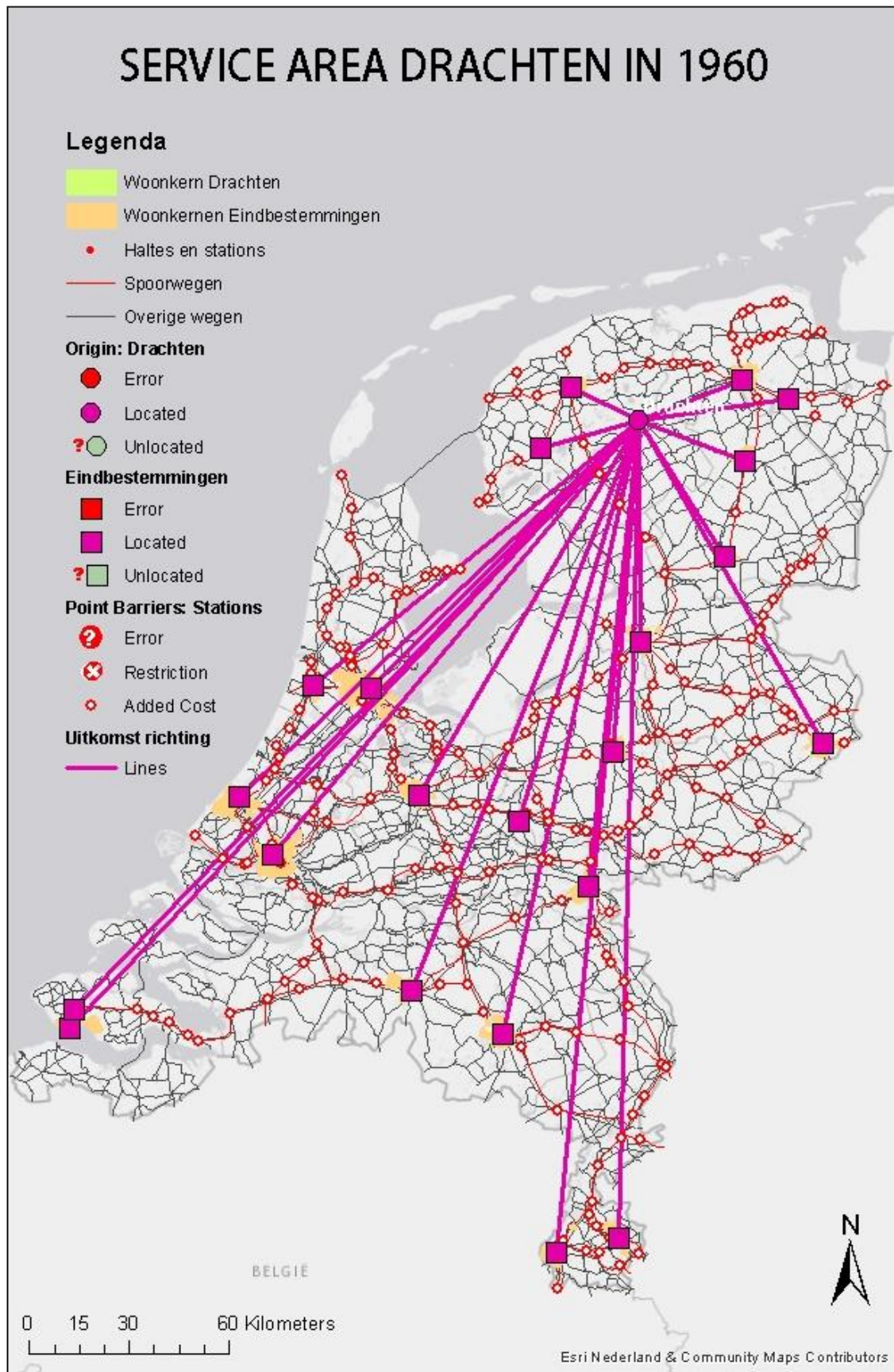
Credits: CBS, ANWB

Bijlage 6. OD cost matrix voor Nederland 1948



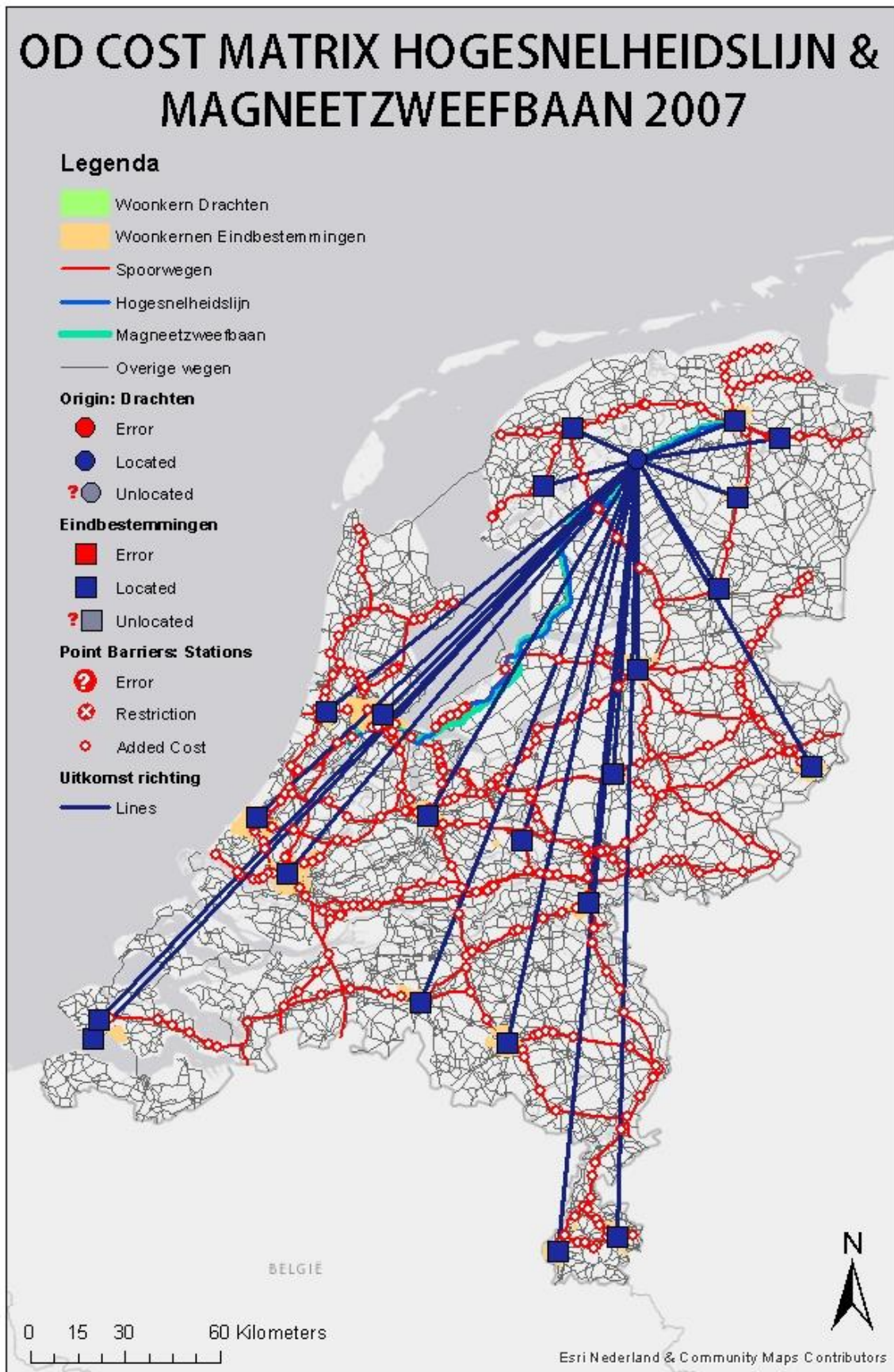
Credits: CBS, ANWB

Bijlage 7. OD cost matrix voor Nederland 1960



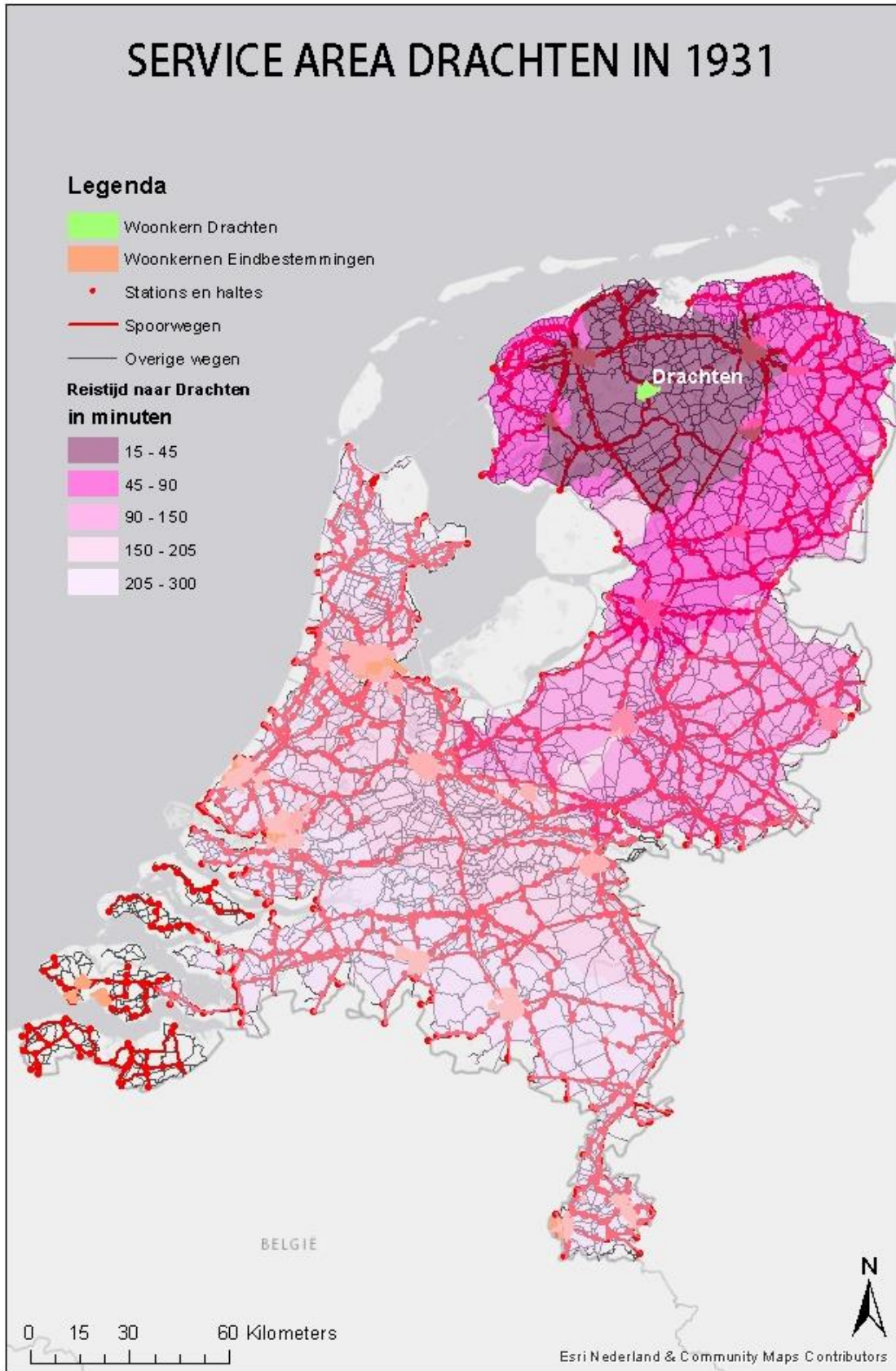
Credits: CBS, FALK

Bijlage 8. OD cost matrix voor Nederland 2007



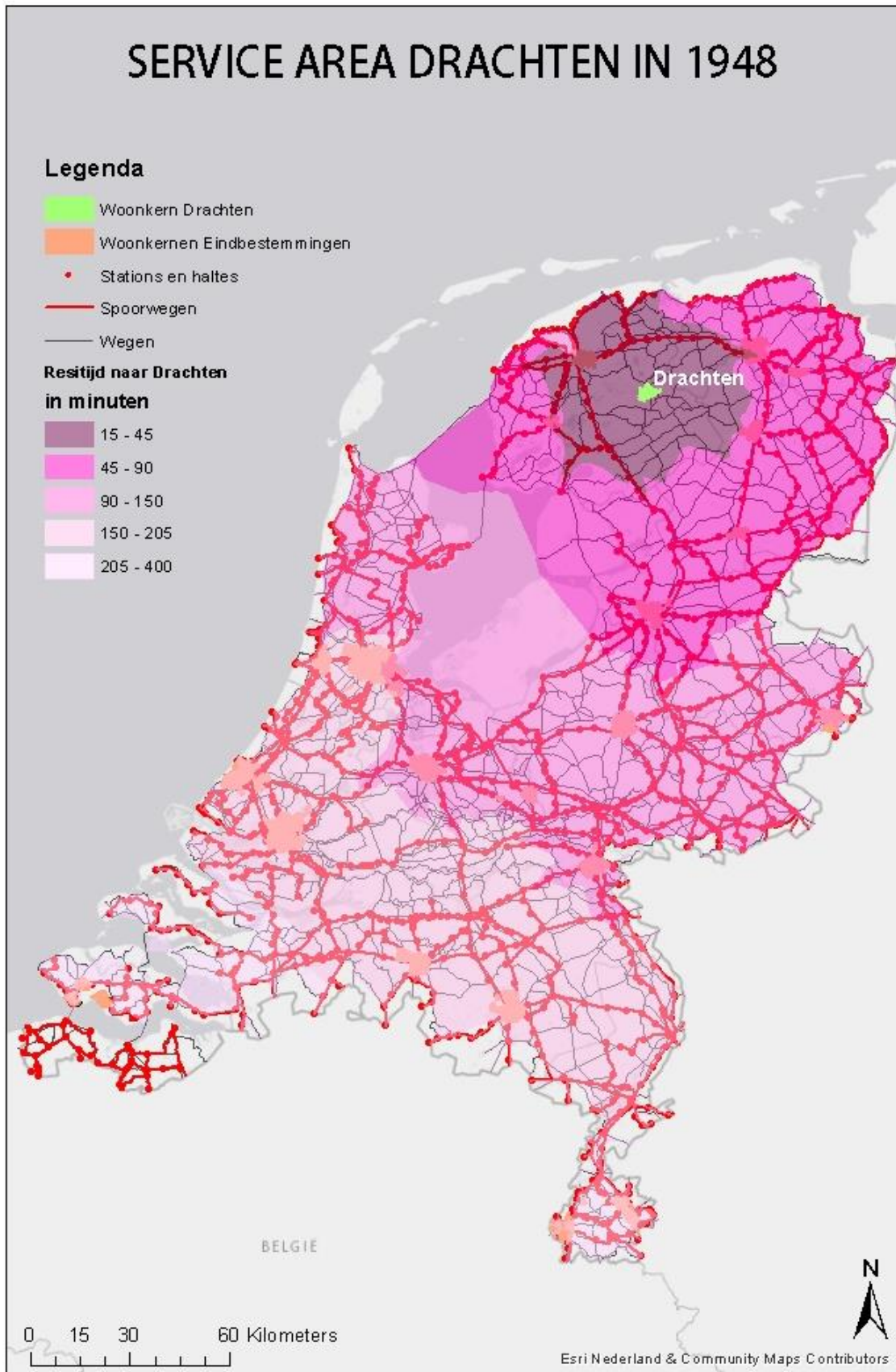
Credits: CBS, FALK

Bijlage 9. Service area Drachten 1931



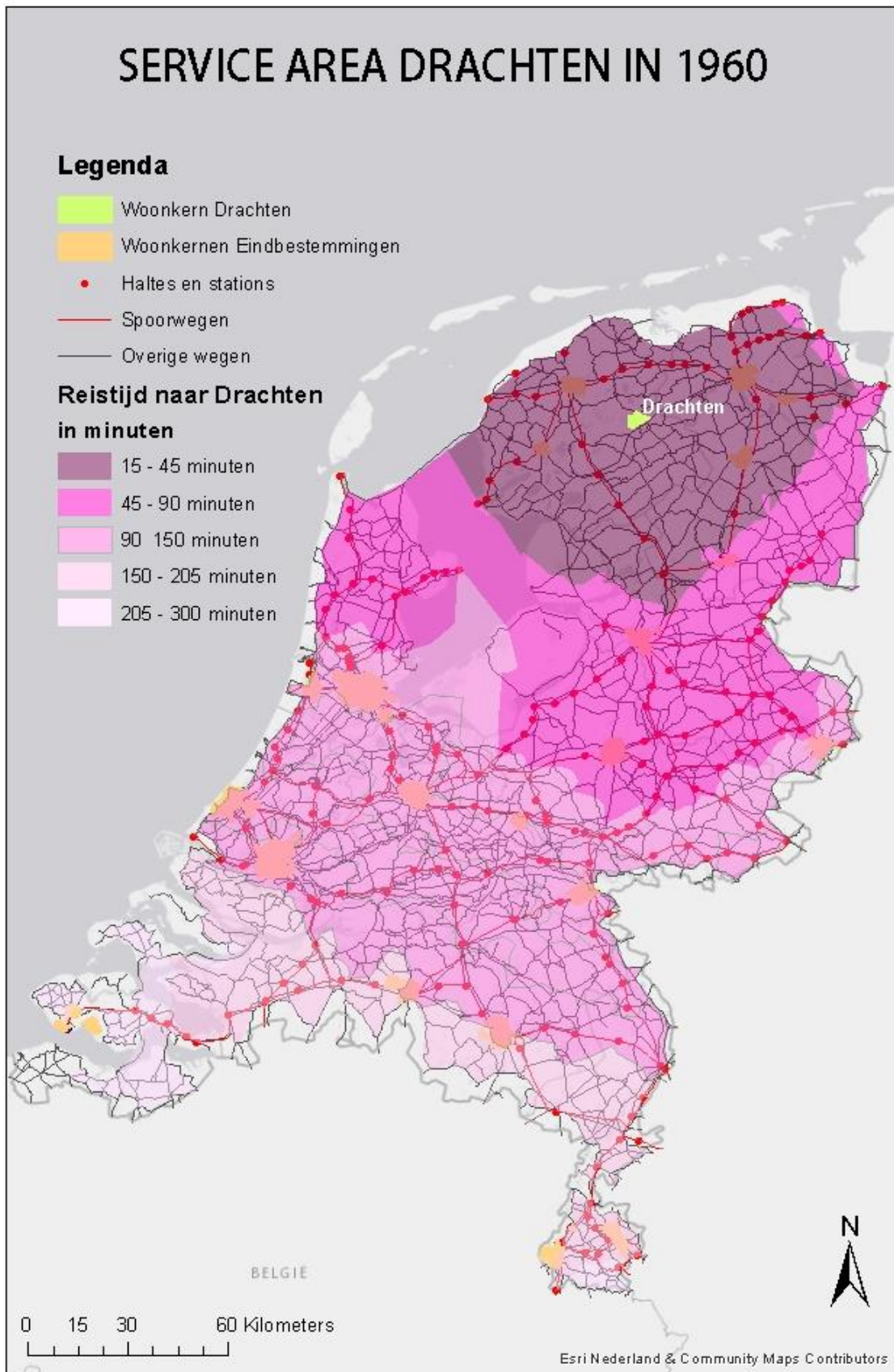
Credits: CBS, ANWB

Bijlage 10. Service area Drachten 1948



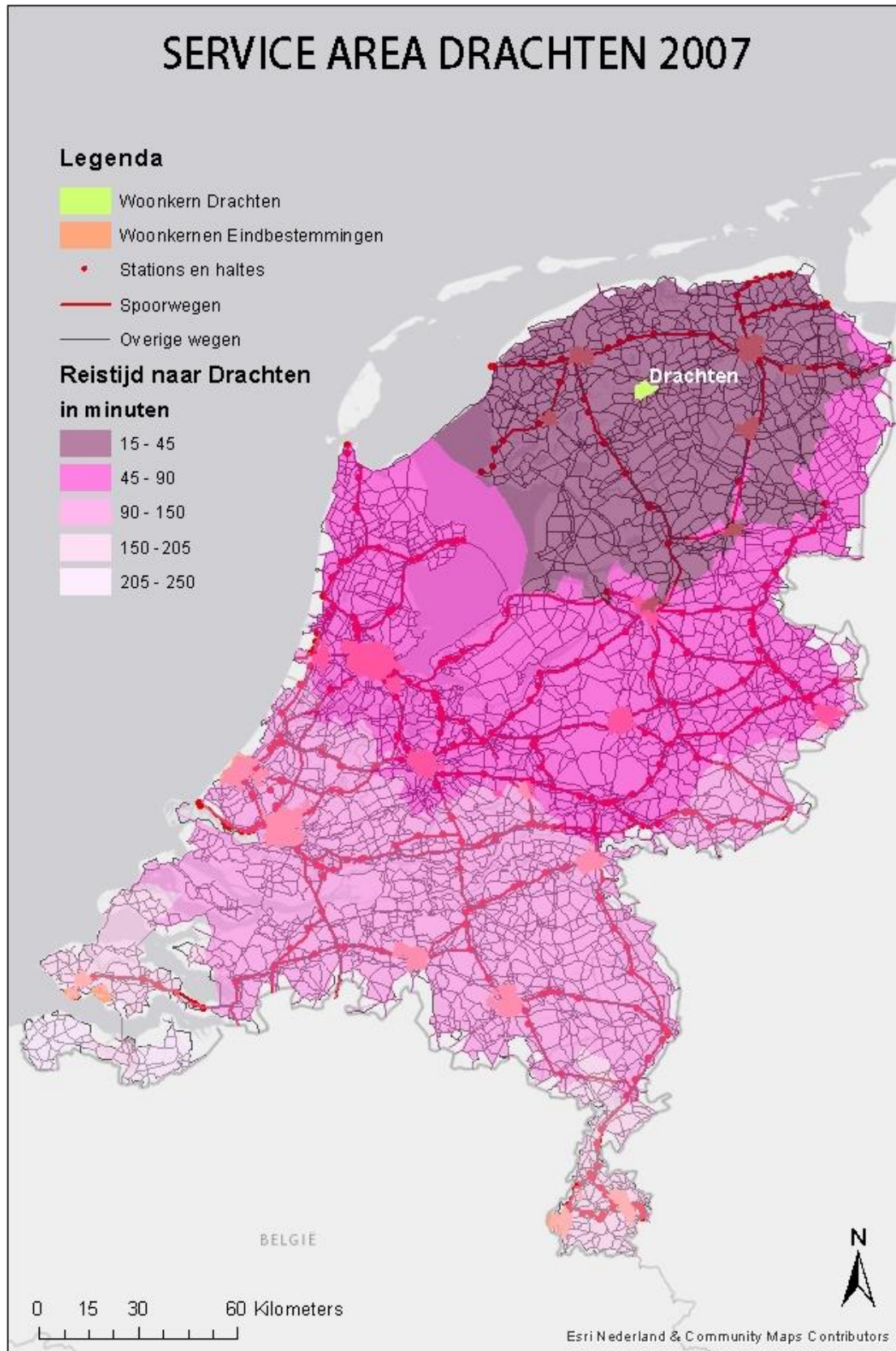
Credits: CBS, ANWB

Bijlage 11. Service area Drachten 1960



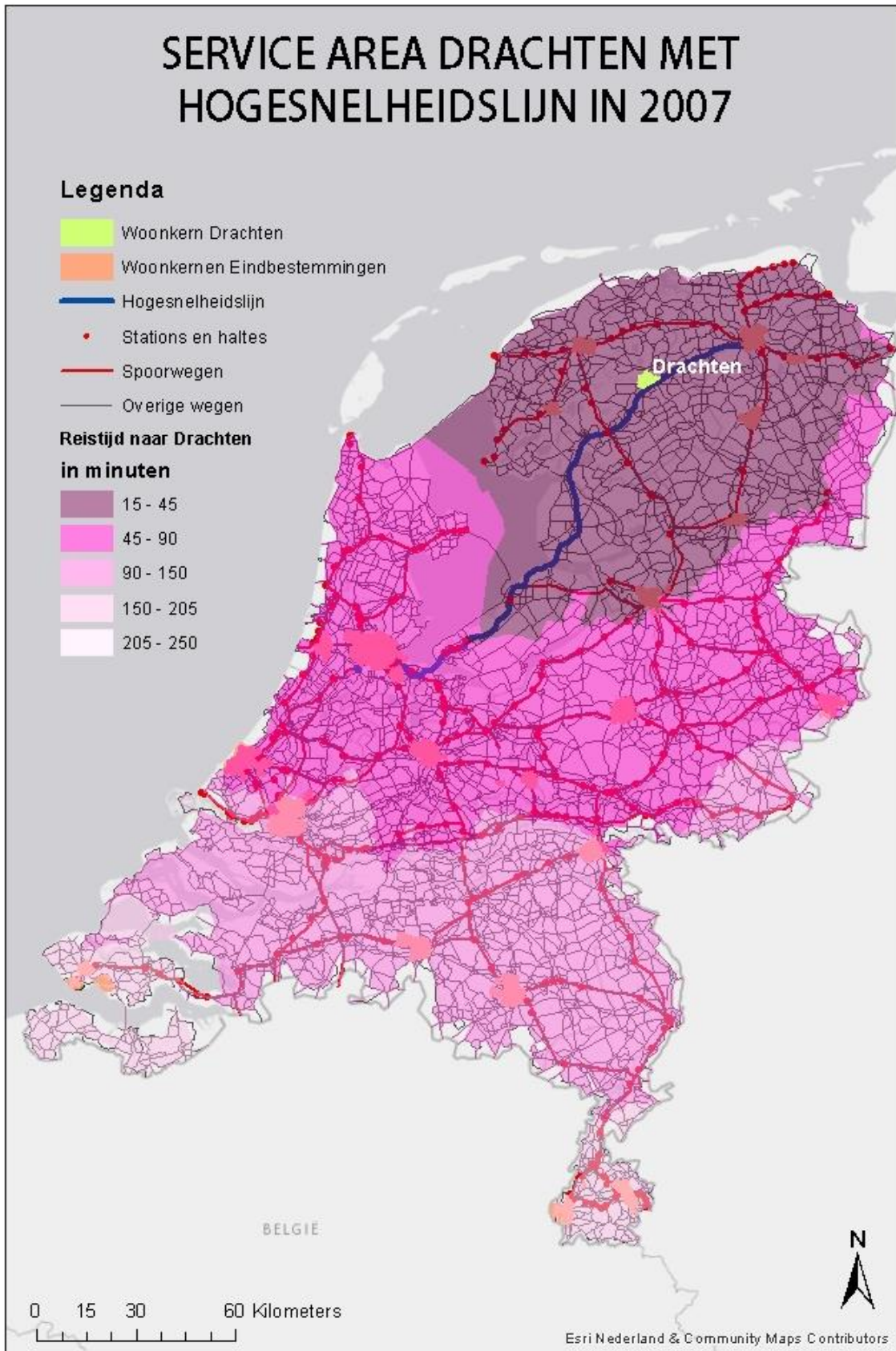
Credits: CBS, FALK

Bijlage 12. Service area Drachten 2007 zonder Zuiderzeelijn



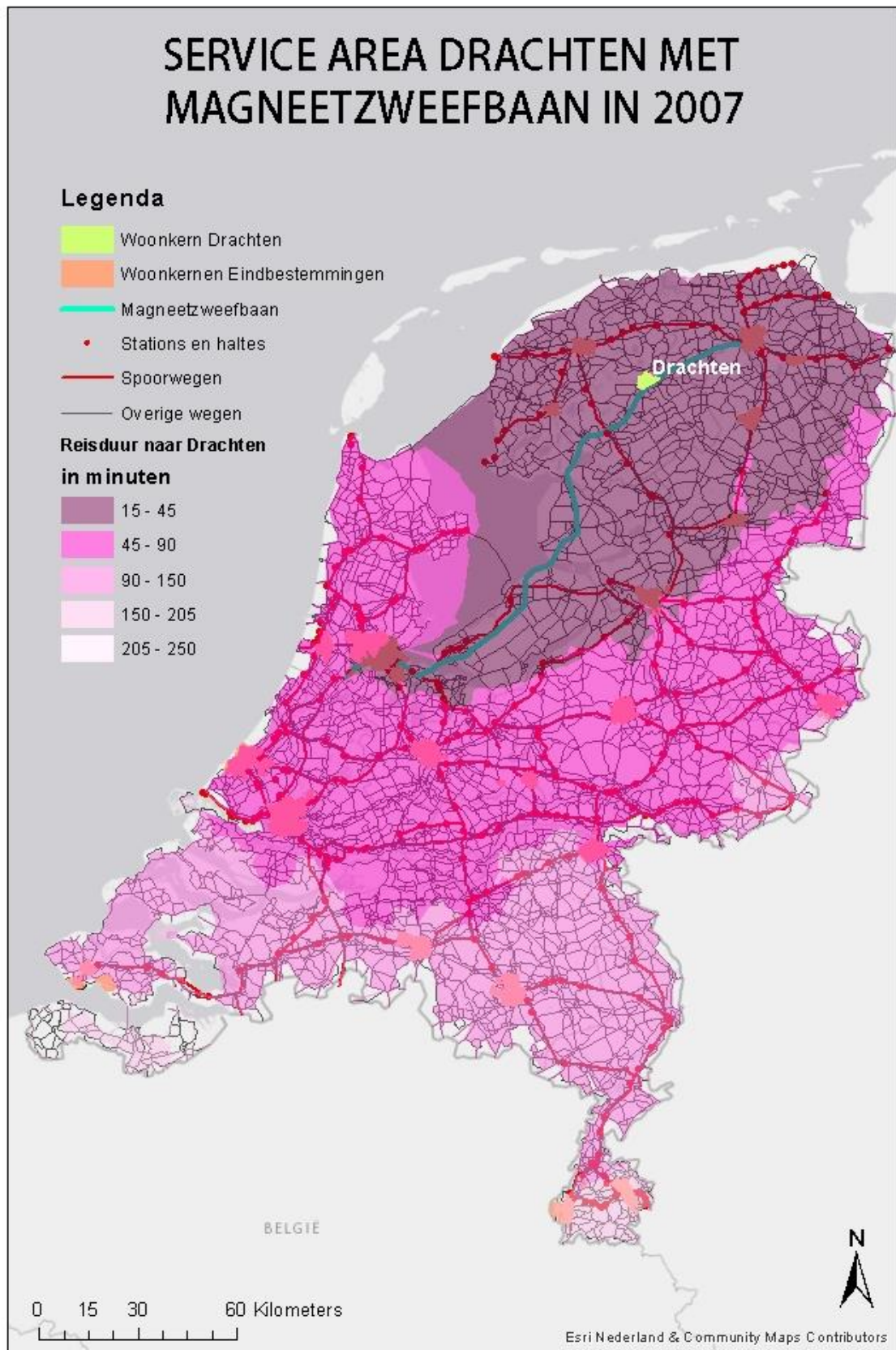
Credits: CBS, FALK

Bijlage 13. Service area Drachten 2007 met hogesnelheidslijn



Credits: CBS, FALK

Bijlage 14. Service area Drachten 2007 met magneetweefbaan



Credits: CBS, FALK

Bijlage 15. Reistijd Drachten naar woonkernen in minuten

Woonkernen Nederland	Reistijd 1931	Reistijd 1948	Reistijd 1960
Leeuwarden	33	47	22
Groningen	30	35	21
Sneek	48	60	33
Assen	41	50	26
Hoogezand	42	52	32
Hoogeveen	63	74	47
Zwolle	77	84	52
Enschede	129	118	81
Veenendaal	155	136	91
Nijmegen	167	161	107
Utrecht	159	159	101
Apeldoorn	157	155	90
Amsterdam	216	209	151
Haarlem	193	173	110
Rotterdam	218	211	152
Den Haag	211	205	139
Eindhoven	179	172	108
Tilburg	210	205	139
Heerlen	270	260	193
Maastricht	276	267	201
Middelburg	310	292	211
Vlissingen	315	297	215

	Reistijd is afgenomen ten opzichte van het vorige jaar
	Reistijd is gelijk gebleven ten opzichte van het vorige jaar
	Reistijd is toegenomen ten opzichte van het vorige jaar

Bijlage 16. Impact Zuiderzeelijn op reistijd naar Drachten in minuten

Woonkernen Nederland	Reistijd 2007 zonder HSL en MZ	Reistijd 2007 met HSL	Reistijd 2007 met MZ
Leeuwarden	24	24	23
Groningen	21	16	13
Sneek	26	22	20
Assen	37	32	30
Hoogezand	37	32	28
Hoogeveen	42	41	42
Zwolle	46	44	40
Enschede	86	83	82
Veenendaal	94	85	72
Nijmegen	99	94	88
Utrecht	83	71	56
Apeldoorn	67	61	55
Amsterdam	77	62	44
Haarlem	87	69	50
Rotterdam	111	91	73
Den Haag	103	83	65
Eindhoven	132	121	105
Tilburg	122	111	95,3
Heerlen	181	170	155
Maastricht	181	167	154
Middelburg	176	156	138
Vlissingen	181	161	181

HSL: Hogesnelheidslijn

MZ: Magneetweefbaan

Bijlage 17. Modelbuilder OD cost matrix

Omdat de gebruikte modelbuilder erg groot is, is deze in twee delen gesplitst.

