

Gemeente Delft

MER Spoorzone Delft

**themadocument
multicriteria analyse**

Witteveen**Bos**

water
infrastructuur
milieu
bouw

Gemeente Delft

MER Spoorzone Delft

themadocument multicriteria analyse

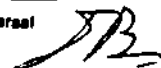
RBOi
Postbus 150
3000 AD Rotterdam
telefoon 010 - 413 06 20
telefax 010 - 412 10 39

DHV Milieu en Infrastructuur BV
Postbus 1076
3800 BB Amersfoort
telefoon 033 468 32 39
telefax 033 468 28 01

ARDEA Acoustics and Consult
Harmen Doumastraat 24
2321 JL Leiden
telefoon 071 572 58 45
telefax 071 572 58 47

Witteveen+Bos
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44

onze referentie	projectcode	status
DT178-4/djc/115	DT178-4	definitief 01
projectleider	projectdirecteur	datum
drs. J.W.T.M. Imming	drs. D.J.F. Bel	1 september 2003

autorisatie	naam	persoon
goedgekeurd	drs. D.J.F. Bel	



Het kwaliteit management systeem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens NEN-EN-ISO 9001 : 1994

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen+Bos Raadgevende Ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
2. WAT IS MULTICRITERIA ANALYSE?	3
2.1. Inleiding	3
2.2. Stappen van MCA	3
2.2.1. Formuleren en groeperen van criteria	4
2.2.2. Standaardisatie van de effecten	4
2.2.3. Toekennen van gewichten aan aspecten en criteria	4
2.2.4. Rangordes maken op basis eindscores	4
2.2.5. Beschouwing alternatieven vanuit visies	5
2.2.6. Gevoeligheidsanalyse	5
2.2.7. Presentatie in het hoofdrapport	5
3. INVOERGEGEVENS	7
3.1. Gewichtenset	7
3.2. Visies	7
3.3. De invoergegevens	8
4. RESULTATEN PER THEMA	13
5. VISIE HINDER	17
5.1. Uitkomsten MCA	17
5.2. Gevoeligheidsanalyse	18
5.3. Onzekerheden in gewichten en scores	21
6. VISIE KWALITEIT STEDELIJK ONTWERP	23
6.1. Uitkomsten MCA	23
6.2. Gevoeligheidsanalyse	24
6.3. Onzekerheden in gewichten en scores	28
7. VISIE KWALITEIT VISIE DOELSTELLINGEN	29
7.1. Uitkomsten MCA	29
7.2. Gevoeligheidsanalyse	30
7.3. Onzekerheden in gewichten en scores	33
8. HET MEEST MILIEUVRIENDELIJKE ALTERNATIEF	35
8.1. Inleiding	35
8.2. Invoergegevens	35
8.3. Uitkomsten	35
laatste bladzijde	36

1. INLEIDING

In dit themadocument is de multicriteria analyse (MCA) nader uitgewerkt. De MCA wordt gebruikt om de alternatieven met elkaar te vergelijken wat betreft hun milieueffecten (zie paragraaf 2.1). Dit themadocument heeft in tegenstelling tot de andere themadocumenten een vrij technisch karakter. In dit themadocument worden de verschillende stappen, invoergegevens en resultaten beknopt beschreven. De interpretatie van de resultaten en de conclusies zijn verwoord in het hoofdrapport en het bijlagenrapport.

In hoofdstuk 2 van dit themadocument wordt uitgelegd wat multicriteria analyse is en welke stappen zijn doorlopen. De invoergegevens voor de berekening voor de neutrale weging en de visies is beschreven in hoofdstuk 3. De resultaten van de berekeningen zijn achtereenvolgens beschreven in hoofdstuk 4 (per thema), hoofdstuk 5 (visie hinder), hoofdstuk 6 (visie kwaliteit van het stedelijk ontwerp) en hoofdstuk 7 (visie doelstellingen). Voor de resultaten, zoals beschreven in hoofdstukken 3 t/m 7, is telkens een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd en is gekeken naar de invloed van onzekerheden in gewichten en effectscores op het resultaat. Hoofdstuk 8 tenslotte gaat in op het meest milieuvriendelijke alternatief (invoergegevens en uitkomsten).

2. WAT IS MULTICRITERIA ANALYSE?

2.1. Inleiding

De milieueffecten van de verschillende alternatieven van de Spoorzone Delft zijn uitgedrukt in diverse criteria. Deze criteria kennen verschillende eenheden. Om deze veelsoortige informatie te kunnen vergelijken, wordt voor de vergelijking van de alternatieven een multicriteria analyse (MCA) gebruikt. De MCA kan worden beschouwd als hulpmiddel om de veelheid aan informatie te structureren, te classificeren en verder te analyseren, maar niet om de uiteindelijke keuze voor een bepaald alternatief te bepalen.

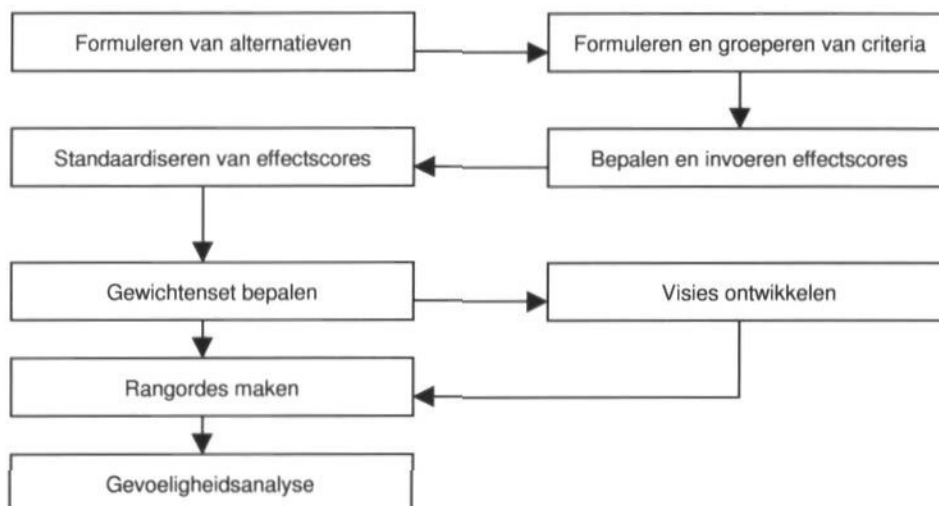
De effectbeschrijving van de verschillende alternatieven uit de themadocumenten dient als basis voor de vergelijking van alternatieven via een multicriteria analyse (MCA). Hiervoor zullen wij gebruik maken van het computerprogramma Bosda, volgens de methode van gewogen somming. Een computerprogramma ontwikkelt door het Instituut voor milieuvraagstukken in opdracht van het Ministerie van Financiën.

In het onderstaande tekstkader wordt nader ingegaan op enkele veel gebruikte begrippen bij MCA.

enkele begrippen	
Alternatief	Samenhangend pakket van stedenbouwkundige en infrastructurele maatregelen en mogelijke inrichtingsvormen, dat tezamen een mogelijke oplossing voor de beschreven vraag vormt in Delft
Thema	Voorbeelden zijn verkeer & vervoer, geluid, trillingen, interne veiligheid, oppervlaktewater, bodem en grondwater, stadslandschap, ecologie e.d. Binnen een thema worden aspecten onderscheiden
Aspect	Voorbeelden binnen het thema verkeer en vervoer zijn het functioneren van de hoofdverkeersstructuur en barrièrewerking. Binnen een aspect kunnen eventueel deelaspecten worden onderscheiden
(Beoordelings)criterium en subcriterium	Grootte waaraan de effecten op de aspecten worden getoetst
(Effect)score	Getalswaarde die per criterium en per alternatief is bepaald
Standaardisatie	Een procedure voor het vergelijkbaar maken van effecten die uitgedrukt zijn in verschillende eenheden
Rangorde	Een volgorde van alternatieven van minste effecten naar meeste effecten op basis van opgeteld gestandaardiseerde waarden
Positief (baten) criterium	Voor dit criterium geldt hoe hoger hoe beter, bijvoorbeeld reistijdwinst
Negatief (kosten) criterium	Voor dit criterium geldt hoe lager hoe beter, bijvoorbeeld grondverzet

2.2. Stappen van MCA

Een MCA kent de navolgende stappen:



In de onderstaande tekstkaders wordt ingegaan op de functie van elke stap en de werkzaamheden die binnen elke stap moeten worden verricht.

2.2.1. Formuleren en groeperen van criteria

Bij MCA wordt uitgegaan van verschillende, expliciete beoordelingscriteria aan de hand waarvan alternatieven met elkaar kunnen worden vergeleken. Deze criteria zijn opgesteld per thema en zijn eventueel gegroepeerd in aspecten. In deze MER zijn deze criteriumgroepen gelijk aan de onderscheiden thema's, bijvoorbeeld ecologie. De volledige set van criteria is gebaseerd op de doelstelling, de aanwezige waarden en te verwachten effecten. De beoordelingscriteria die in het kader van de vergelijking worden gehanteerd, zijn in het MER voor elk thema nader uitgewerkt en gemotiveerd.

2.2.2. Standaardisatie van de effecten

De effectscores van de verschillende criteria kunnen alleen vergeleken worden als de meeteenheden gelijk zijn. Dit is niet het geval. Om de effectscores per beoordelingscriterium onderling vergelijkbaar te maken, worden de scores eerst gestandaardiseerd. De standaardisatie maakt de meeteenheden gelijk en daarmee de scores van de verschillende criteria vergelijkbaar. De scores verliezen hiermee hun dimensie en daarmee hun meeteenheid.

Voor het standaardiseren van de effectscores zijn meerdere methoden mogelijk. In de MCA die in deze m.e.r.-studie wordt toegepast, is gekozen voor de 'maximumstandaardisatie'. Daarbij worden de scores per criterium gerelateerd aan een lineaire functie tussen 0 en de absoluut hoogste score. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen een positief en een negatief criterium. Voor een positief (baten) criterium geldt hoe hoger hoe beter; in de MER Spoorzone Delft is een dergelijk criterium niet onderscheiden. Voor een negatief (kosten) criterium geldt hoe lager hoe beter, bijvoorbeeld grondverzet of het aantal geluidsbelaste woningen. Bij een positief criterium (baten) wordt de absoluut hoogste score op 1 gesteld. Bij een negatief criterium (kosten) is dit 0. Kortom, de gewogen effecten zijn gestandaardiseerd, wat inhoudt dat het minst negatieve of meest gunstigste effect de hoogste waarde krijgt. Met deze standaardisatie is het mogelijk effecten die uitgedrukt worden in verschillende eenheden met elkaar te vergelijken.

2.2.3. Toekennen van gewichten aan aspecten en criteria

Aan de afzonderlijke aspecten en criteria binnen een aspect worden gewichten toegekend, onder andere op basis van de omvang en ernst van de effecten. De som van de gewichten per aspect is telkens 100%. Het zelfde geldt voor de som van de gewichten van de criteria binnen een aspect. Dit leidt tot gewichtensets per thema. Bij het bepalen van de gewichten is rekening gehouden met de volgende uitgangspunten:

- geformuleerd beleid en de in het gebied spelende knelpunten;
- de ernst en omvang van de optredende effecten;
- afstemming tussen aspecten bij vergelijkbare beoordelingscriteria (bijvoorbeeld ruimtebeslag);
- permanente versus tijdelijke effecten en onomkeerbare versus omkeerbare effecten.

Hierbij hebben belangrijke effecten met een grote mate van spreiding in effectscores veelal een relatief hoog gewicht gekregen.

Vervolgens worden de gestandaardiseerde waarden vermenigvuldigd met de gewichten van de betreffende aspecten en criteria en opgeteld, zodat totalen per thema worden verkregen (eindscore). Aan de thema's is in eerste instantie een neutrale gewichtenverdeling toegekend. Hierin wegen alle thema's even zwaar mee in het eindresultaat.

2.2.4. Rangordes maken op basis eindscores

Voor de presentatie en het overzicht worden de totaal opgetelde gestandaardiseerde waarden van de alternatieven per thema (eindscores) steeds in volgorde geplaatst van minste effecten naar meeste effecten. Dit is zowel uitgevoerd per thema als voor alle thema's gezamenlijk.

2.2.5. Beschouwing alternatieven vanuit visies

De eindscores worden tevens gebruikt om, voor alle thema's tezamen, een rangorde van de integrale alternatieven te bepalen vanuit verschillende visies:

- neutrale visie;
- visie hinder;
- visie kwaliteit stedelijk ontwerp;
- visie doelstellingen.

Dit houdt in dat aan de verschillende thema's een gewicht wordt toegekend, waarmee het relatieve belang van het thema's volgens die visie wordt uitgedrukt.

2.2.6. Gevoeligheidsanalyse

gevoeligheid voor themagewichten

Tot slot is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd om te toetsen in hoeverre de rangorde van de integrale alternatieven verandert bij een verandering van de gewichtensets waarop de neutrale en drie overige visies zijn gebaseerd.

onzekerheid in gewichten en scores

Tevens is gekeken naar het effect van de nauwkeurigheid in de gewichten en scores op de rangorde. Dit heeft plaatsgevonden door aan alle gewichten en scores een onzekerheidsmarge toe te kennen. De aan de aspecten en criteria toegekende gewichten en effectscores zijn vrijwel altijd gebaseerd op keuzes. Bij de toekenning van gewichten wordt altijd, hoe goed gemotiveerd ook, een visie op de gewichten geïntroduceerd. De toekenning van gewichten aan de aspecten en criteria is op basis van inhoudelijke argumenten uitgevoerd. Hiermee ontstaat een onzekerheid in de gewichtenset. Ook in de effectscores zit een bepaalde onzekerheid. De gebruikte methoden en aannamen voor het bepalen van de afzonderlijke effectscores per criterium bevatten een zekere onnauwkeurigheid, waardoor de effectscores een bepaalde marge kennen.

De onzekerheden in gewichten en effectscores kunnen van invloed zijn op de rangschikking in alternatieven, zoals die met de multicriteria analyse voor de gehanteerde visies is bepaald. Er is daarom met behulp van een gevoeligheidsanalyse onderzocht in hoeverre deze onzekerheden van invloed kunnen zijn op het eindresultaat (rangorde).

Kortom, een gevoeligheidsanalyse bepaalt de gevoeligheid van de met multicriteria analyse berekende rangorde van de integrale alternatieven voor onzekerheden in de toegekende gewichten en effectscores voor de betreffende visie.

Voor de gevoeligheidsanalyse zijn aan alle gewichten een onzekerheidspercentage toegekend van 15%. De onzekerheidspercentages geven aan in welke mate de toegekende gewichten redelijkerwijs naar boven of naar beneden kunnen afwijken. Het resultaat van de gevoeligheidsanalyse is een zogenaamde waarschijnlijkheidstabel die voor elk alternatief aangeeft hoe groot de kans is dat een bepaald alternatief een bepaald rangnummer heeft, gegeven de gespecificeerde onzekerheid in gewichten.

2.2.7. Presentatie in het hoofdrapport

In deze MCA zijn de scores gerangschikt op een rechte lijn tussen 0 en de absoluut hoogste score (maximumstandaardisatie). Het computermodel zet de scores af tussen 0 – 1. Ten behoeve van de leesbaarheid is er in het hoofd- en bijlagenrapport voor gekozen de scores uit te zetten tussen – 0,5 en + 0,5. Voor de in dit MER veel gebruikte vijf puntsschaal betekent dit dat een score ++ als 0.5 telt, de score 0 als 0 en een score - - als – 0,5.

3. INVOERGEGEVENS

3.1. Gewichtenset

Het toekennen van gewichten tussen de onderscheiden thema's kan over het algemeen niet op grond van objectieve overwegingen plaatsvinden. Er moeten appels met peren worden vergeleken. Het gaat immers om het afwegen van ongelijksoortige belangen, bijvoorbeeld verbetering van de ruimtelijke kwaliteit versus minder hinder voor de mens. Het is zinvol om inzicht te verkrijgen in wat er gebeurt met de eindscores indien thema's onderling niet gelijk (neutraal) worden gewogen. Om hierin een keuze te kunnen maken is met een drietal visies gewerkt. Binnen een visie wordt gewichten toegekend vanuit één specifiek belang.

neutrale visie?

Bedacht moet worden dat met de naamgeving 'neutraal' de indruk gewekt kan worden van volledige objectiviteit. Dit is echter niet het geval. De keuze en samenstelling van de thema's is namelijk van invloed op de uitkomst. Indien bijvoorbeeld Geluid en trillingen één thema zou worden gezien, weegt dit in totaal minder zwaar mee in het eindresultaat. Omgekeerd: indien cultuurhistorie en archeologie als apart thema worden beschouwd wegen ze zwaarder mee in de neutrale visie. Immers alleen de weging tussen de thema's is neutraal. Daarmee zit er toch een subjectief element in de 'neutrale' visie. Deze visie is dan ook niet verder uitgewerkt.

3.2. Visies

Op basis van de effectbeschrijving (zie themadocumenten) is duidelijk naar voren gekomen dat bij de realisatie van de Spoorzone Delft de milieueffecten per alternatief en variant een genuanceerd beeld geven. Er zijn weinig eenduidige belangentegenstellingen aan te geven. Wel kan er vanuit de diverse doelen die aan het project verbonden zijn een ander gewicht aan de milieuthema's worden toegekend. Het toekennen van gewichten vanuit een bepaald perspectief wordt een visie genoemd.

Een belangrijke aanleiding voor de spoortunnel is het verbeteren van de leefbaarheid van de stad in de eindsituatie. Het gaat dan vooral om geluid- en trillingshinder, maar ook om de veiligheid en luchtkwaliteit (visie hinder).

Een belangrijk doel (boven het maaiveld) is de ruimtelijke kwaliteit in de spoorzone te verbeteren. Dan gaat het vooral om de verkeersontsluiting, het stadslandschap en de cultuurhistorie (visie kwaliteit stedelijk ontwerp).

Een en ander kan ook vanuit de bovenliggende doelen worden benaderd – op stedelijk niveau – waarbij het verhogen van de bereikbaarheid van de stad (opheffen barrières), het opheffen van de geluidproblematiek en het versterken van de stedelijk samenhang (visie doelstelling). Feitelijk dus de grootste gemene deler van de twee voorgaande visies.

Kortom, er zijn verschillende gewichtensets gehanteerd voor weging tussen de milieuthema's, afhankelijk van het belang dat er aan (de aspecten binnen) het thema wordt gehecht vanuit de betreffende visie. De rangordes van de alternatieven zijn vervolgens gemaakt op basis van de opgetelde (gestandaardiseerde) waarden van de alternatieven, waarbij het alternatief met de minste milieueffecten bovenaan is geplaatst en het alternatief met de meeste milieueffecten onderaan is geplaatst. In principe vormt het alternatief met de minste milieueffecten per visie de basis voor het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA, zie hoofdstuk 6).

Thema's die niet onderscheidend zijn, te weten 'Lucht' en 'Externe veiligheid' zijn in de visies niet meegenomen, immers het gaat om de verschillen tussen de alternatieven. Daarnaast zijn de tijdelijke effecten in de aanlegfase als een apart thema meegenomen.

In tabel 3.1 is de verdeling van de gewichten in de diverse visies opgenomen.

Tabel 3.1. Verdeling van de gewichten in de diverse visies

thema	visie hinder	visie kwaliteit stedelijk ontwerp	visie doelstellingen
Verkeer & Vervoer	20	20	25
Geluid	40	5	25
Trillingen	25	0	0
Interne veiligheid	10	5	15
Externe veiligheid	0	0	0
Lucht	2,5	0	0
Oppervlaktewater	0	10	0
Bodem en grondwater	0	0	0
Stadslandschap	0	40	25
Cultuurhistorie & archeologie	0	15	0
Ecologie	0	5	5
Tijdelijke effecten	2,5	0	5
som	100	100	100

3.3. De invoergegevens

De invoergegevens voor de multicriteria analyse (neutrale weging en visies) zijn opgenomen in de effectentabel inclusief gewichtenset voor de aspecten en criteria (zie Tabel 3.2.). In de tabel zijn criteria die voor alle alternatieven niet onderscheidend zijn verwijderd, omdat ze geen bijdrage leveren aan de vergelijking van alternatieven. De gewichtenset binnen een thema is op deze verwijdering aangepast, waarbij de onderlinge verhoudingen tussen de criteria en aspecten onderling gelijk zijn gebleven. De verandering in de gewichtenset per thema veranderen daardoor niet in relatieve zin, maar wel in absolute zin.

De gewichten per thema zijn afhankelijk van de gebruikte visie.

Tabel 3.2. Beoordelingsthema's, aspecten en criteria inclusief toegekende gewichten

thema	aspect	criterium		2015	LON	LOZ	LWN	LWZ	KWZ	LWN+VLS	LWZ+VLS	KWZ+VLS
Verkeer en vervoer	Functioneren hoofdwegenstructuur	25 congestiekans autoverkeer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		functioneren hoofdfietsverbindingen	40	0	++	++	++	++	+	++	++	+
		oversteekbaarheid hoofdwegen voor langzaam verkeer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		functioneren parkeervoorzieningen binnenstadbezoek	30	0	+	+	+	+	+	+	+	+
		bereikbaarheid station vanuit binnenstad	30	0	+	0	0	-	-	0	-	--
		Sommatie	100									
	Barrièrewerking plangebied	10 noordelijk deel plangebied	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		centrale deel plangebied	66.7	0	+	+	+	+	-	+	+	-
		zuidelijk deel plangebied	33.3	0	++	++	++	++	0	++	++	0
		Sommatie	100									
	Bereikbaarheid plangebied	15 bereikbaarheid autoverkeer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		bereikbaarheid per openbaar vervoer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		bereikbaarheid noordelijk deel plangebied voor langzaam verkeer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		bereikbaarheid centrale deel plangebied voor langzaam verkeer	55	0	+	+	+	+	-	+	+	-
		bereikbaarheid zuidelijke deel plangebied voor langzaam verkeer	45	0	+	+	+	+	0	+	+	0
		Sommatie	100									
	Functioneren knoop	OV- 35 bereikbaarheid openbaar vervoer	30	0	0	+	0	+	+	0	+	+
		bereikbaarheid fietsverkeer	37	0	+	+	+	+	--	+	+	--
		bereikbaarheid taxi/Kiss&Ride	5	0	0	0	0	0	0	0	0	-
		bereikbaarheid P&R	1	0	+	+	+	+	+	+	+	+
		compactheid openbaarvervoerknoop	25	0	+	+	0	++	+	0	++	+
		functioneren station bij grote evenementen	2	0	-	++	-	+	+	-	+	0
		Sommatie	100									
	Parkeren	2 parkeren noordelijk deel plangebied	40	0	++	++	++	++	++	++	++	++
		parkeren centrale deel plangebied	40	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		parkeren zuidelijk deel plangebied	20	0	++	++	++	++	++	++	++	++
		Sommatie	100									
	Gebruik vervoerwijzen	5 gebruik milieuvriendelijke vervoerwijzen voor	50	0	0	+	0	++	+	0	++	+

thema	aspect	criterium		2015	LON	LOZ	LWN	LWZ	KWZ	LWN+VLS	LWZ+VLS	KWZ+VLS
		en natransport naar het station										
		gebruik milieuvriendelijke vervoerwijzen overige plandelen	50	0	-	-	-	-	--	-	-	--
		Sommatie	100									
	Verkeersveiligheid	8 verkeersveiligheid		0	+	+	+	+	-	+	+	-
	Sommatie	100										
Geluid		afname relatief aantal geluidbelaste woningen MKM 60 dB(A)	100	0	30.4	30.4	29.4	30.0	36.6	28.3	29.9	28.7
		geluidsbelaste woningen door spoorlawaa	0	1749	122	122	103	103	301	103	103	366
		geluidsbelaste woningen door verkeerslawaa	0	814	1659	1659	1866	1850	1291	1911	1907	1516
		Sommatie	100									
Trillingen		kans op hinder voor personen in woningen	90	0	++	++	++	++	+	++	++	+
		kans op hinder op de arbeidsplek	10	0	0	0	++	++	-	++	++	-
		Sommatie	100									
Lucht	Luchtqualiteit	0 overschrijding grenswaarde NO ₂ -concentraties	33,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		overschrijding grenswaarde PM10-concentraties	33,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		overschrijding grenswaarde benzeen-concentraties	33,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sommatie	100									
	Geurhinder	0 onacceptabele geurhinder bij (nieuwe) gevoelige bestemmingen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Neerslag van metaaldeeltjes	100 neerslag van metaaldeeltjes	100	0	+	+	+	+	+	+	+	+
	Sommatie	100										
Externe veiligheid		plaatsgebonden risico	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		groepsrisico	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sommatie	100									
Interne veiligheid		interne veiligheid	100	0	--	--	---	--	-	---	--	-
Oppervlaktewater	Waterkwantiteit	50 waterberging	100	0	++	++	++	++	+	++	++	+
		afwatering	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		wateraanvoer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sommatie	100									

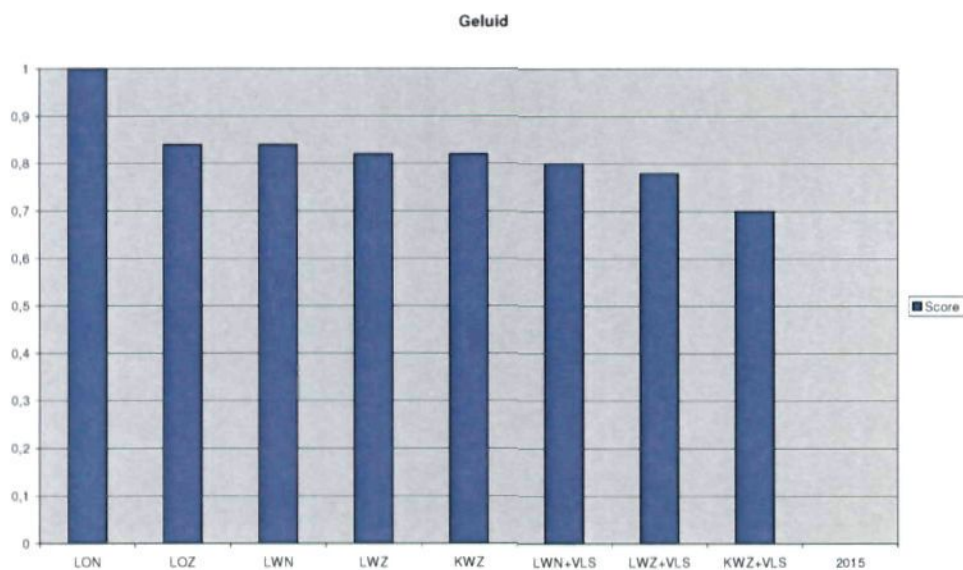
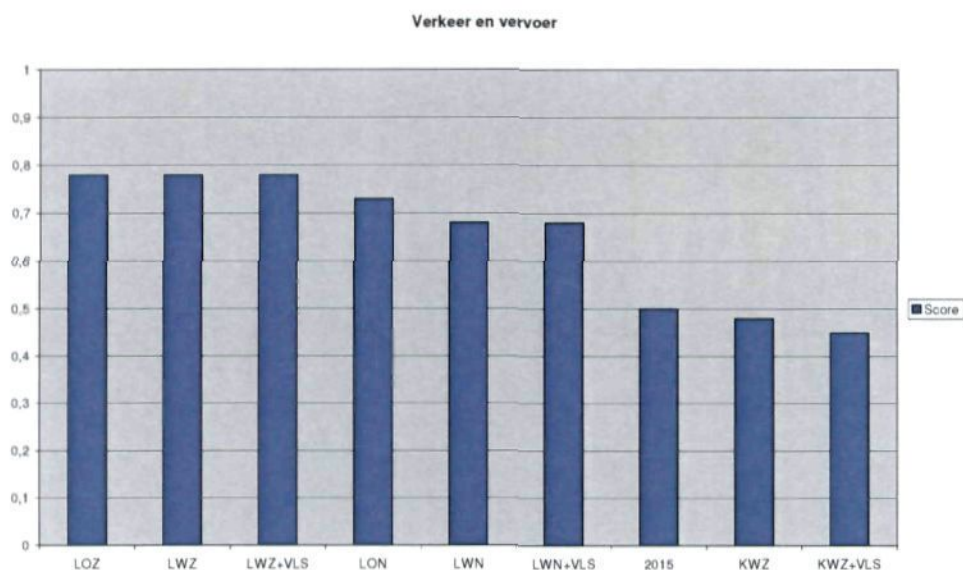
Waterkwaliteit en ecologie	50	natuurvriendelijke inrichting	45	0	+	+	+	+	+	+	+	+
		belasting rioolstelsel en rwzi	55	0	+	+	+	+	+	+	+	+
		functioneren koelwatercircuit van DSM-Gist	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sommatie	100									
	0	beheer watersystemen	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sommatie	100									
	0	verandering stijghoogte en grondwaterstand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		verlaging stijghoogte bij DSM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		verplaatsing zoet/zout grensvlak	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		verandering stromingsrichting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		verandering rendement bestaande saneringen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		verandering rendement koude warmte opslag	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sommatie	100									
		zettingen door verandering in de grondwaterstand	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		zettingen door het aanbrengen van belasting	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sommatie	0									
Bodem en grondwater	0	hoeveelheid grond van slechte kwaliteit	0	0	--	--	--	--	-	--	--	-
		grondbalans	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		kwaliteit achterblijvende grond	0	0	++	++	++	++	+	++	++	+
		Sommatie	100									
	0	herkenbaarheid rand oude stad	31	0	+	+	+	++	++	+	++	+
		herkenbaarheid elementen oude stad	7	0	-	-	-	-	-	+	+	+
		herkenbaarheid rand vooroorlogse stad	31	0	+	+	+	+	0	+	+	0
		herkenbaarheid route station - oude stad	0	0	+	0	+	-	-	+	-	--
	25	herkenbaarheid groenstructuur	31	0	++	+	++	+	0	++	+	0
		Sommatie	100									
		visuele relatie tussen stadsdelen	40	0	++	++	+	+	0	0	0	0
		aansluiting bebouwingsstructuur	40	0	++	++	+	+	0	+	+	0
	20	ligging station t.o.v. oude stad	20	0	0	-	0	-	-	0	-	-
		zichtbaarheid oriëntatiepunten en hoogtecentra vanaf station	0	0	0	+	0	-	-	0	-	-
		Sommatie	100									
		openbare ruimte rand oude stad	20	0	+	+	+	++	++	+	++	+
	20	openbare ruimte rand vooroorlogse stad	20	0	++	++	++	++	+	++	++	+

Sociale veiligheid	Sociale veiligheid	gebied ten zuiden van Westlandseweg	20	0	++	++	++	++	+	++	++	+
		centrale deel (incl. stationsomgeving)	20	0	++	++	++	++	+	++	++	+
		groenstructuur	20	0	++	++	+	+	0	+	+	0
		Sommatie	100									
		overzichtelijkheid openbare ruimten en routes	75	0	++	++	+	0	0	0	0	0
		levendigheid/sociale controle openbare ruimte	25	0	+	+	0	0	0	0	0	-
		Sommatie	100									
Cultuurhistorie en Archeologie	Cultuurhistorie en Archeologie	aantasting van bouwkundige waarden	33,3	0	-	-	-	-	-	0	0	0
		aantasting van archeologische waarden	33,3	0	--	--	-	-	-	-	-	-
		aantasting van cultuurhistorische (stads)patronen	33,4	0	+	+	+	+	+	+	+	+
		Sommatie	100									
Ecologie	Ecologie	verdwijnen/ontwikkelen van ecologisch waardevolle gebieden	45	0	-	-	-	-	-	-	-	-
		nieuwe of te verdwijnen barrières in de stad-secologische hoofdstructuur	20	0	+	+	+	+	0	+	+	0
		toe-/afname van verstoring door geluid of licht	35	0	+	+	+	+	+	+	+	+
		verandering grondwaterstand tpv. Waterafhankelijke natuur	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Sommatie	100									
Tijdelijke effecten	Verkeershinder	Westlandseweg	30	0	--	--	--	--	--	--	--	-
		tramlijn1	20	0	--	--	--	--	0	--	--	0
		overige verkeershinder	10	0	--	--	-	-	-	-	-	-
		fietsroutes	20	0	-	-	-	-	0	-	-	0
		treinstation	20	0	--	--	-	-	-	-	-	-
		Sommatie	100									
	Bouwhinder	hinderlocaties	50	0	--	--	-	-	-	-	-	-
		bouwtijd en -hinder	30	0	--	--	--	--	-	--	--	-
		busstation	10	0	-	-	0	0	0	0	0	0
		stedelijke ontwikkeling	10	0	--	--	--	--	--	--	--	--
		Sommatie	100									
	Visuele hinder	visuele aspecten	4	0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Sommatie		100									

4. RESULTATEN PER THEMA

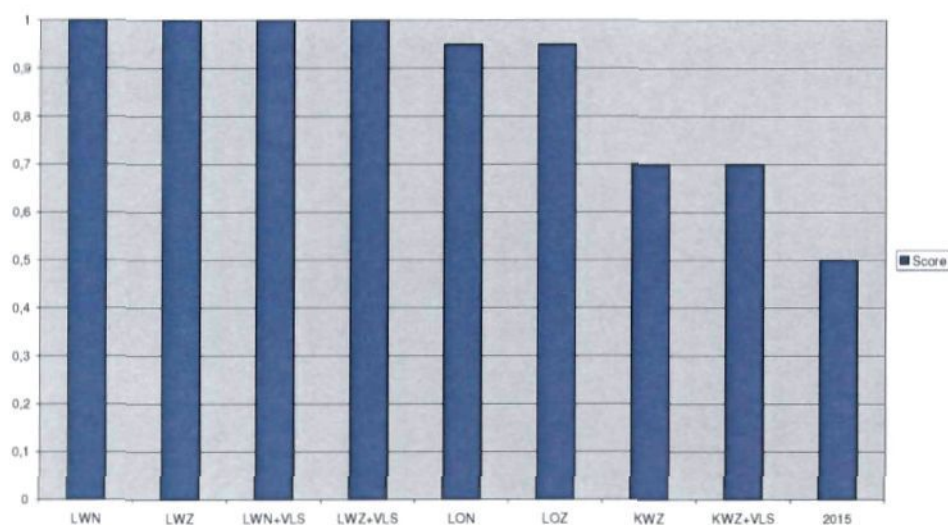
Onderstaand zijn de resultaten van de MCA per thema weergegeven, waarbij de thema's bodem en water en externe veiligheid in de visies niet meer zijn meegenomen. De resultaten per thema in combinatie met de gewichten zoals toegekend in de visies bepalen de rangorde van het eindresultaat (per visie).

Afbeelding 4.1. Verkeer en vervoer en Geluid

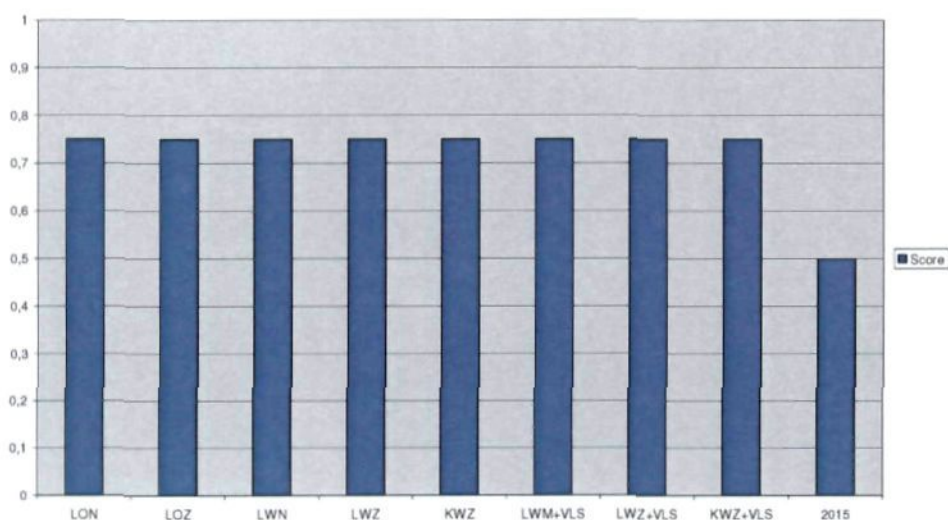


Afbeelding 4.2. Trillingen, Lucht en Interne veiligheid

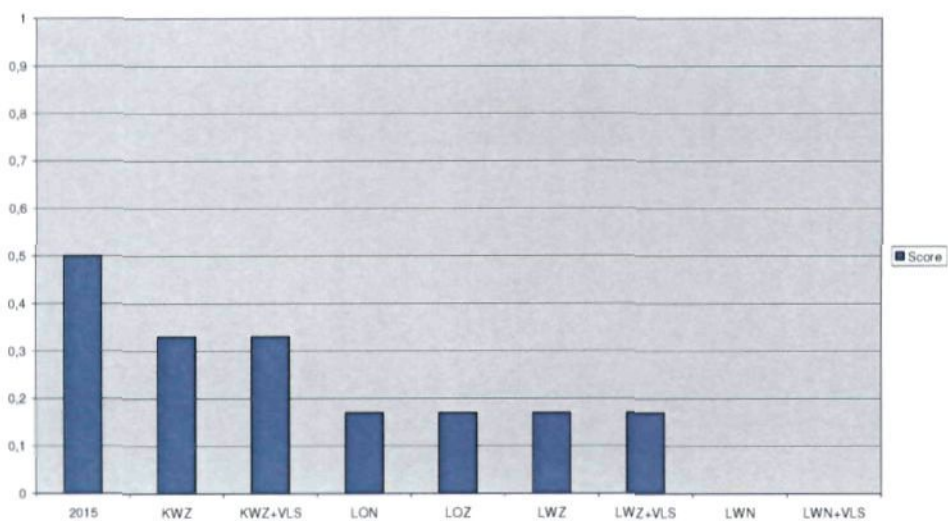
Trillingen



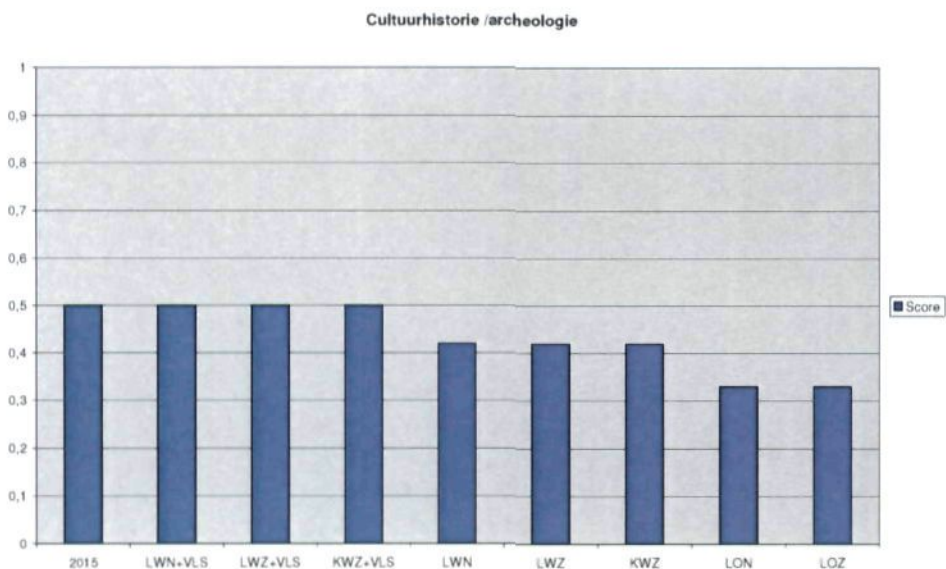
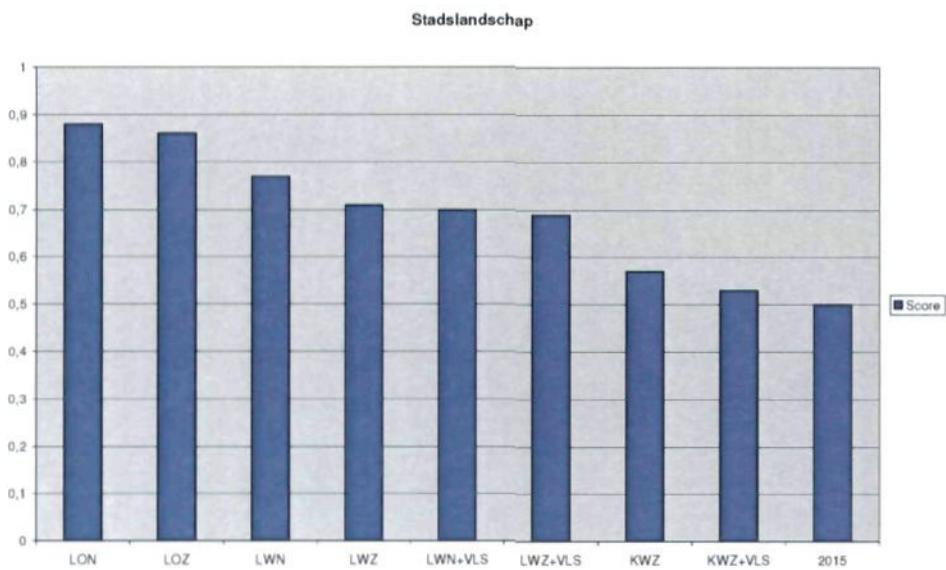
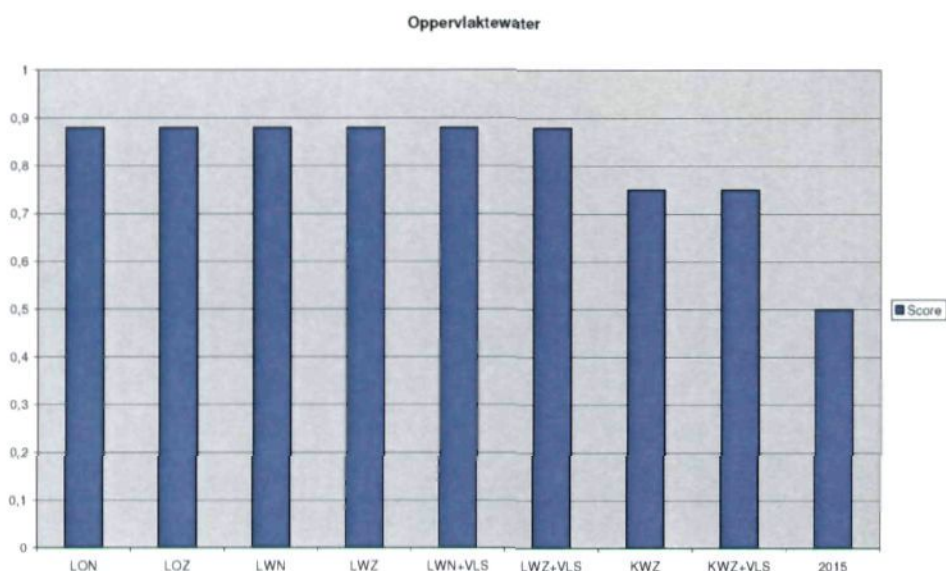
Lucht



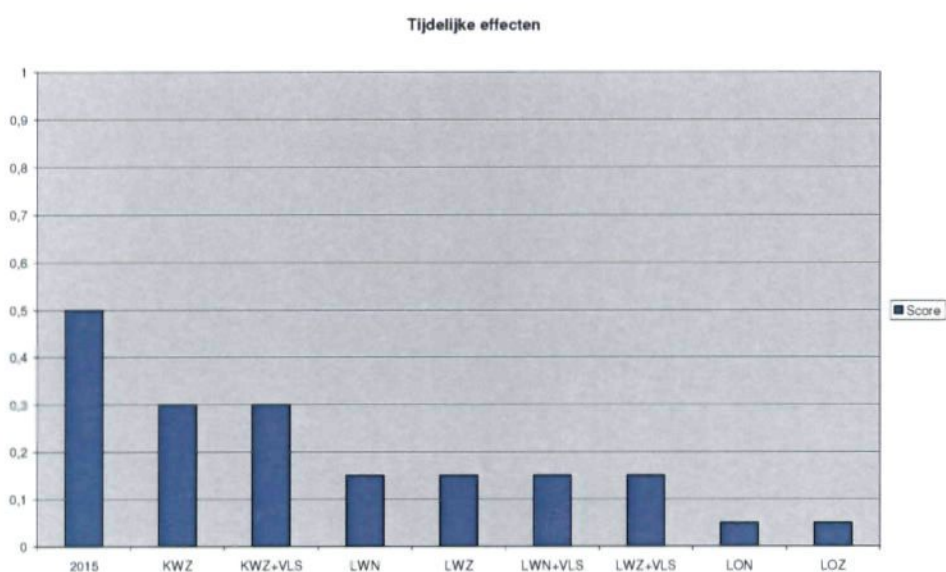
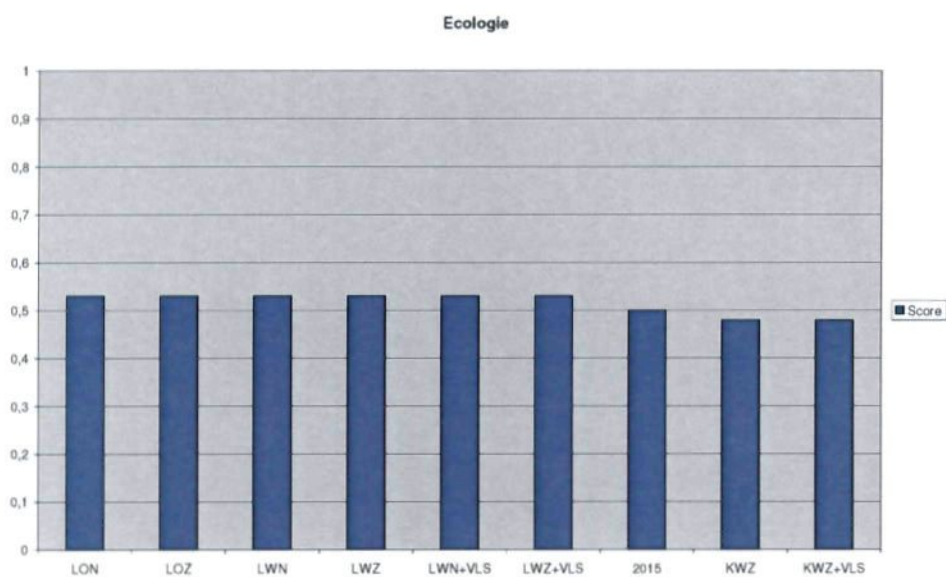
Interne veiligheid



Afbeelding 4.3. Oppervlaktewater, Stadslandschap en Cultuurhistorie en archeologie



Afbeelding 4.4. Ecologie en Tijdelijke effecten



5. VISIE HINDER

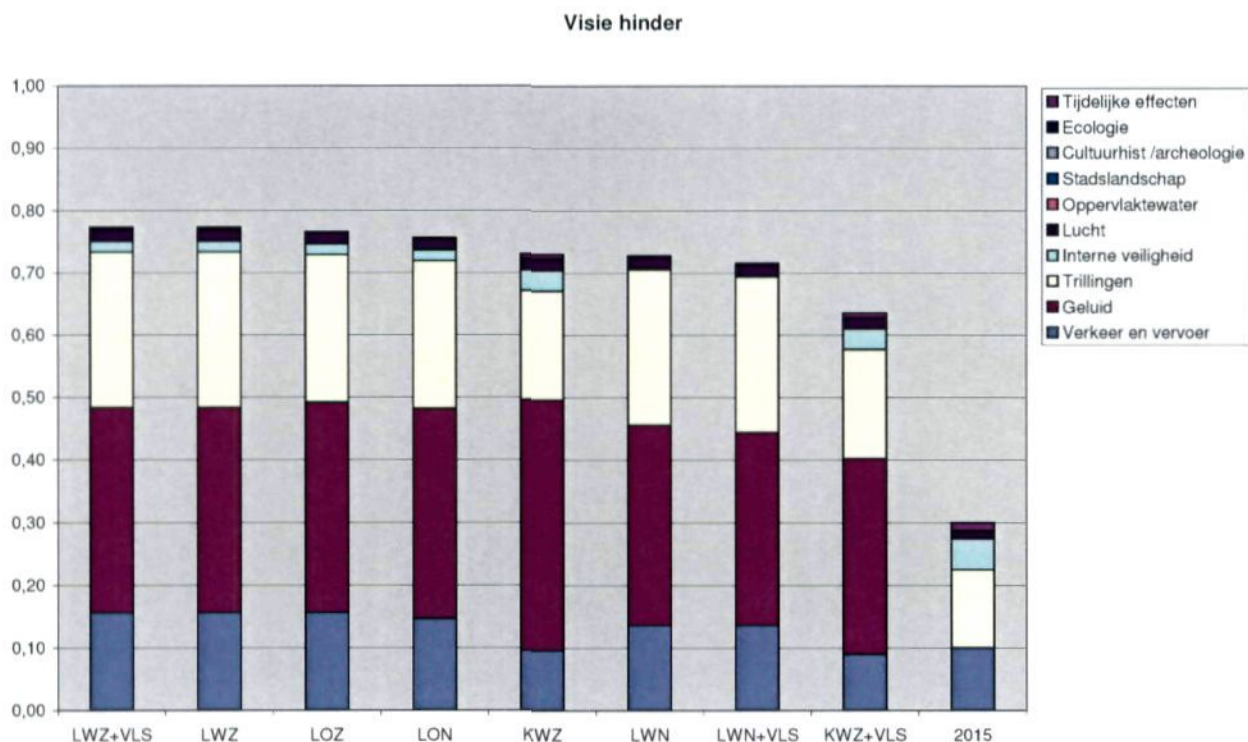
5.1. Uitkomsten MCA

Een belangrijke aanleiding voor de spoortunnel is het verbeteren van de leefbaarheid van de stad in de eindsituatie. Het gaat dan vooral om geluid- en trillingshinder, maar ook om de veiligheid en luchtkwaliteit. In de visie hinder is aan deze thema's een relatief groter gewicht toegekend.

thema	visie hinder
Verkeer & Vervoer	20
Geluid	40
Trillingen	25
Interne veiligheid	10
Externe veiligheid	0
Lucht	2,5
Oppervlaktewater	0
Bodem en grondwater	0
Stadslandschap	0
Cultuurhistorie & archeologie	0
Ecologie	0
Tijdelijke effecten	2,5
som	100

Afbeelding 5.1. geeft een overzicht van de uitkomsten van de MCA voor de visie hinder. Hierbij is tevens de bijdrage van ieder thema aan het eindresultaat per alternatief zichtbaar gemaakt.

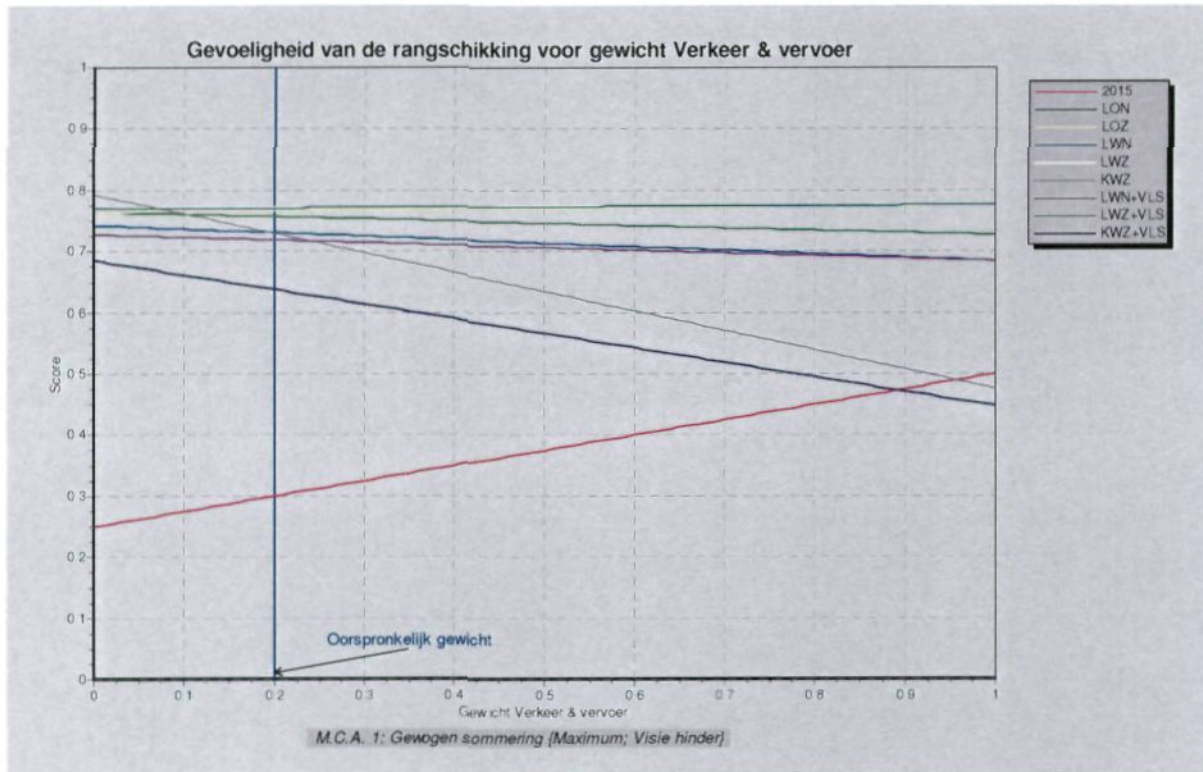
Afbeelding 5.1. Uitkomsten MCA visie hinder



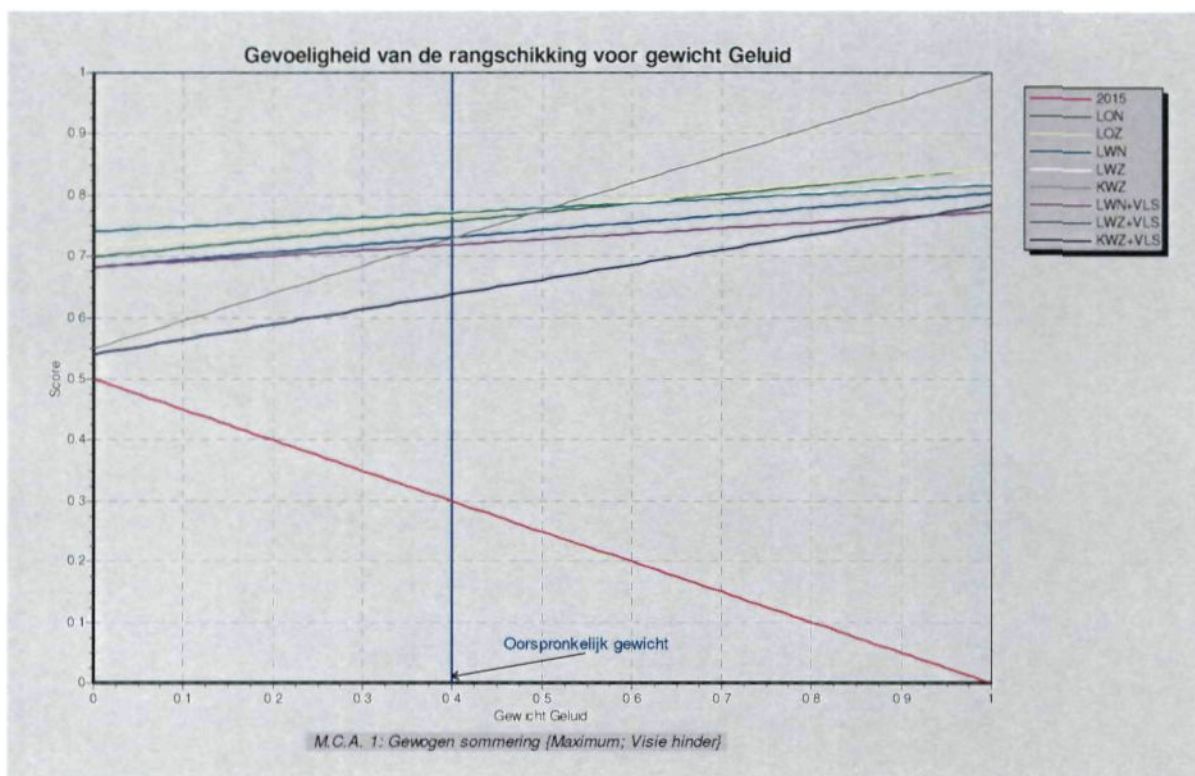
5.2. Gevoeligheidsanalyse

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd om te toetsen in hoeverre de rangorde van de alternatieven verandert bij een verandering van de gewichtenset. Voor de thema's externe veiligheid, oppervlaktewater, bodem en grondwater, stadslandschap, cultuurhistorie en archeologie en ecologie is geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, aangezien deze thema's binnen de visie hinder geen gewicht hebben gekregen.

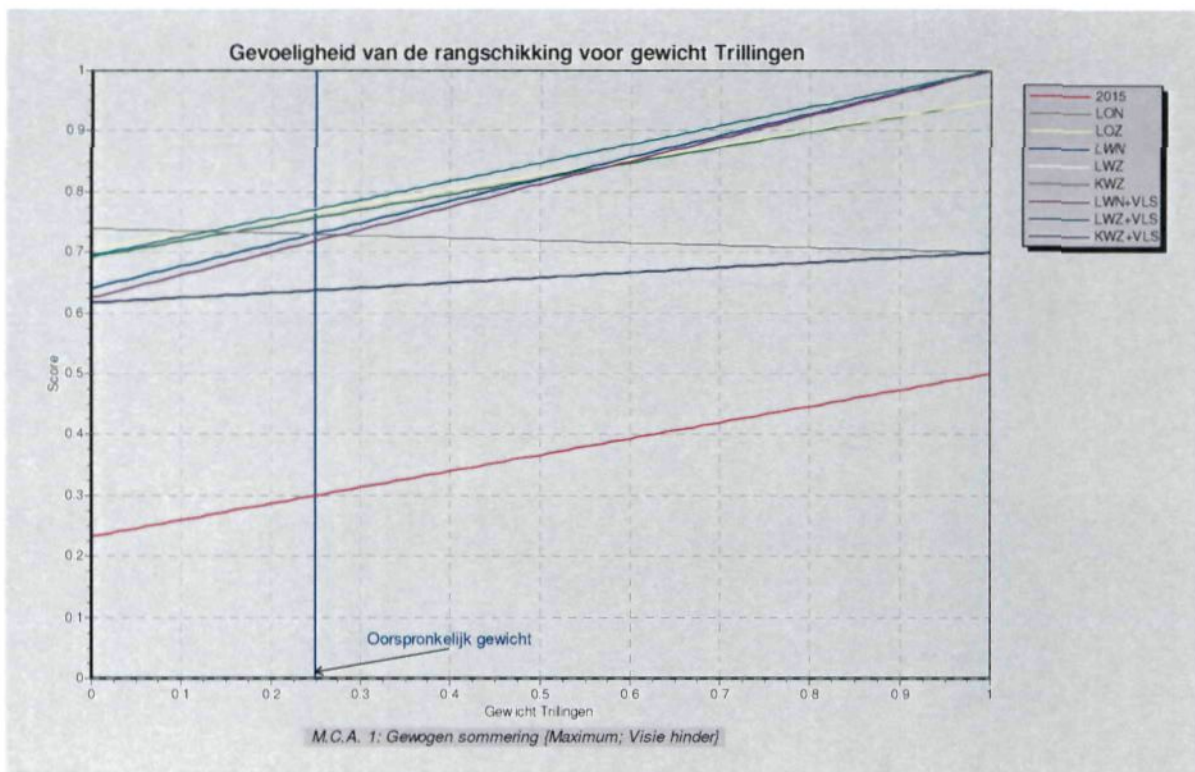
Afbeelding 5.2. Verkeer en vervoer



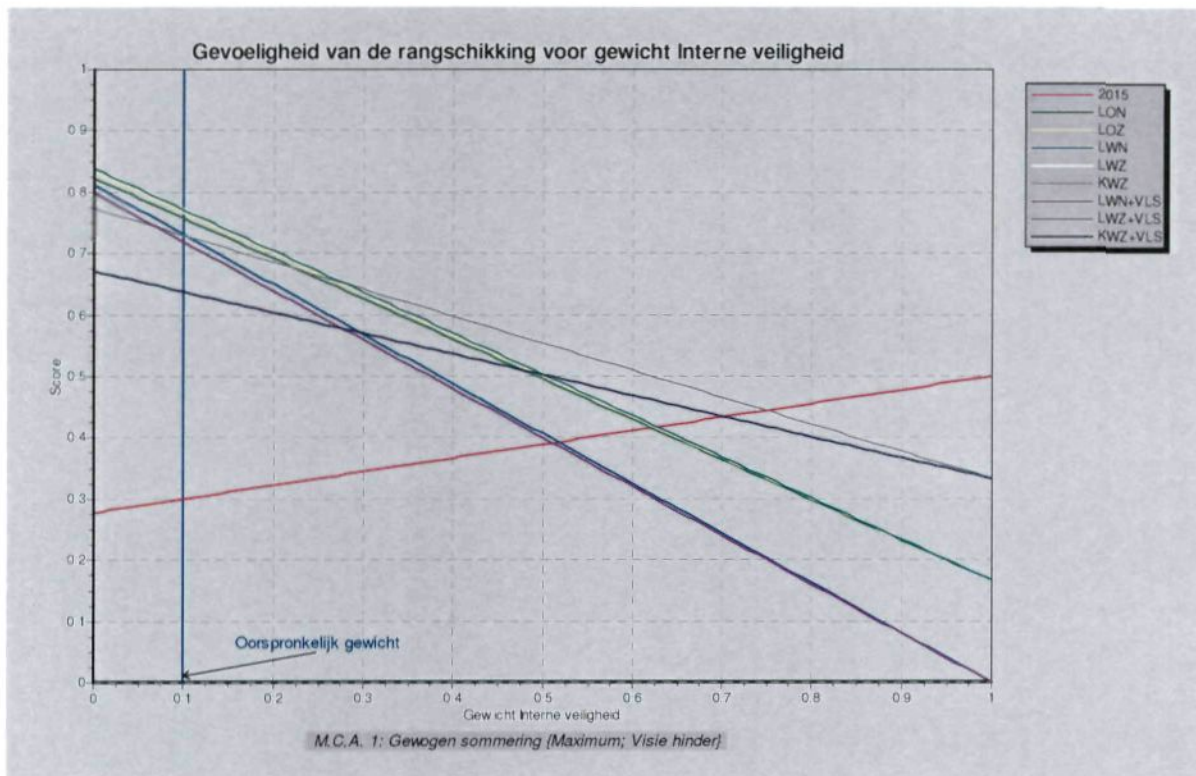
Afbeelding 5.3. Geluid



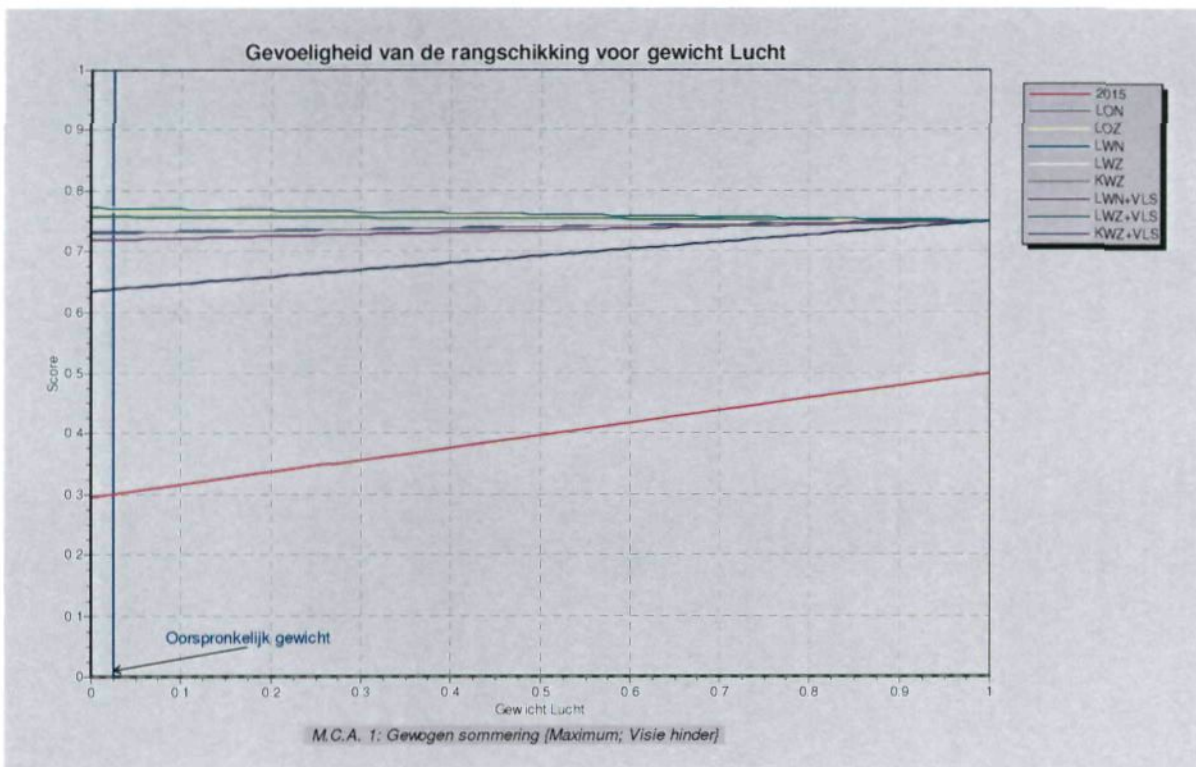
Afbeelding 5.4. Trillingen



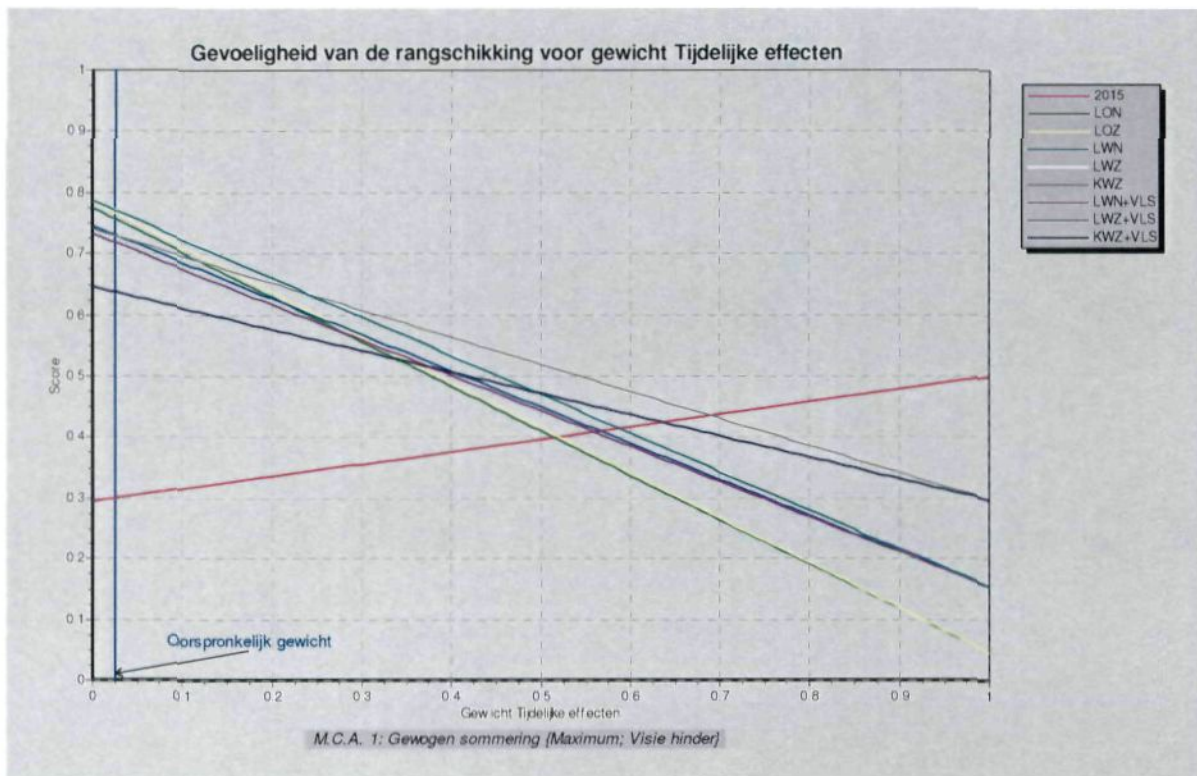
Afbeelding 5.5. Interne veiligheid



Afbeelding 5.6. Lucht



Afbeelding 5.7. Tijdelijke effecten

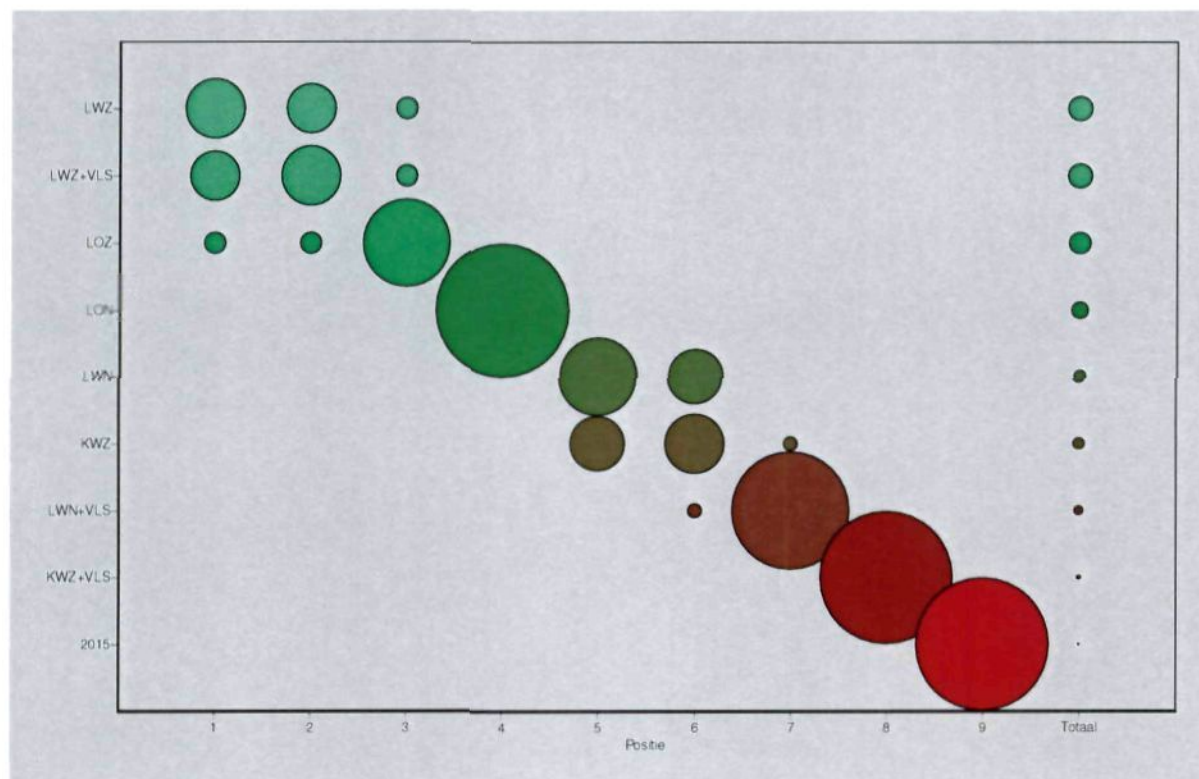


5.3. Onzekerheden in gewichten en scores

Het effect van de nauwkeurigheid in de gewichten en scores op de rangorde is beschouwd. Dit heeft plaatsgevonden door aan alle gewichten een onzekerheidsmarge toe te kennen. Aan alle gewichten is een onzekerheidspercentage van 15% toegekend. De onzekerheidspercentages geven aan in welke mate de toegekende gewichten redelijkerwijs naar boven of naar beneden kunnen afwijken.

Het resultaat van de gevoeligheidsanalyse is een zogenaamde waarschijnlijkheidstabel die voor elk alternatief aangeeft hoe groot de kans is dat een bepaald alternatief een bepaald rangnummer heeft, gegeven de gespecificeerde onzekerheid in gewichten en effectscores.

Afbeelding 5.8. Onzekerheid in gewichten (15%)



onzekerheid in scores

De rangorde van alternatieven is redelijk gevoelig voor de onzekerheid in (effect)scores. Als met de effectscores wordt gevarieerd wordt de uitkomst (rangorde) vrij instabiel.

6. VISIE KWALITEIT STEDELIJK ONTWERP

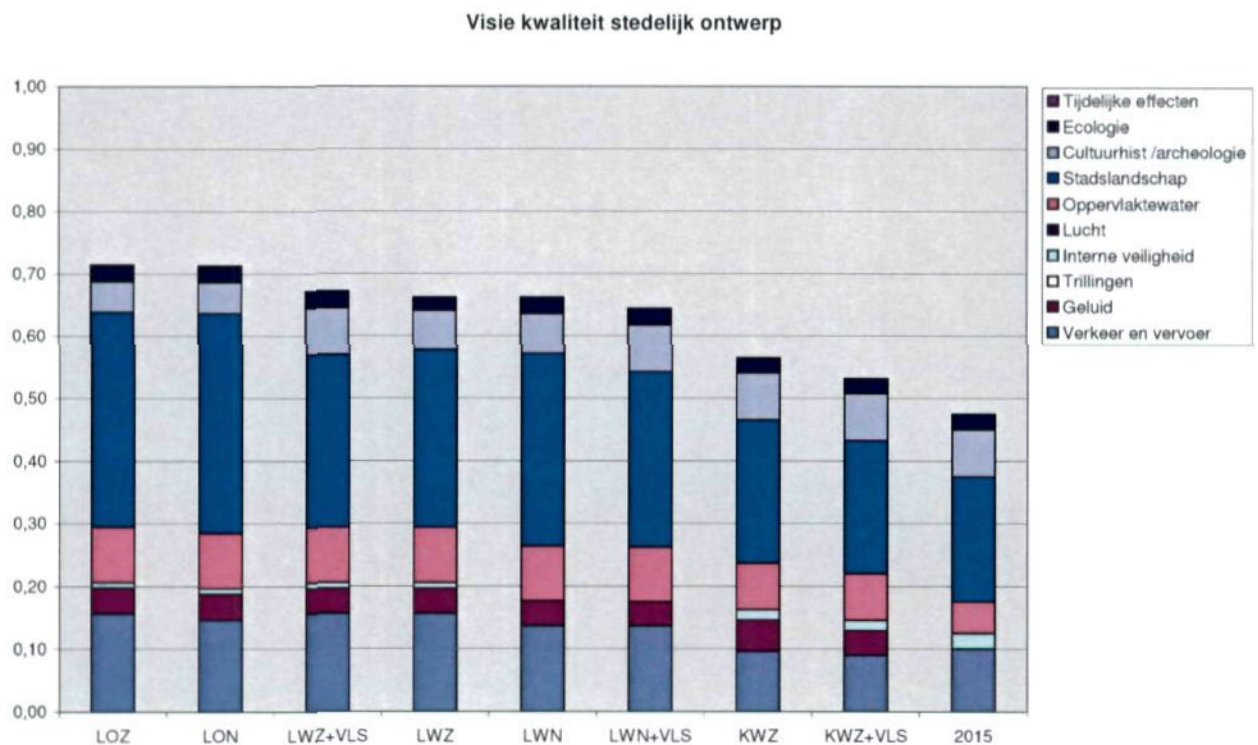
6.1. Uitkomsten MCA

Een belangrijk doel (boven het maaiveld) is de ruimtelijke kwaliteit in de spoorzone te verbeteren. Dan gaat het vooral om de verkeersontsluiting, het stadslandschap en de cultuurhistorie. Deze doelstelling is qua gewichtenverdeling over de thema's vormgegeven in de visie kwaliteit stedelijk ontwerp.

thema	visie kwaliteit stedelijk ontwerp
Verkeer & Vervoer	20
Geluid	5
Trillingen	0
Interne veiligheid	5
Externe veiligheid	0
Lucht	0
Oppervlaktewater	10
Bodem en grondwater	0
Stadslandschap	40
Cultuurhistorie & archeologie	15
Ecologie	5
Tijdelijke effecten	0
som	100

Afbeelding 6.1. geeft een overzicht van de uitkomsten van de MCA voor de visie kwaliteit stedelijk ontwerp. Hierbij is tevens de bijdrage van ieder thema aan het eindresultaat per alternatief zichtbaar gemaakt.

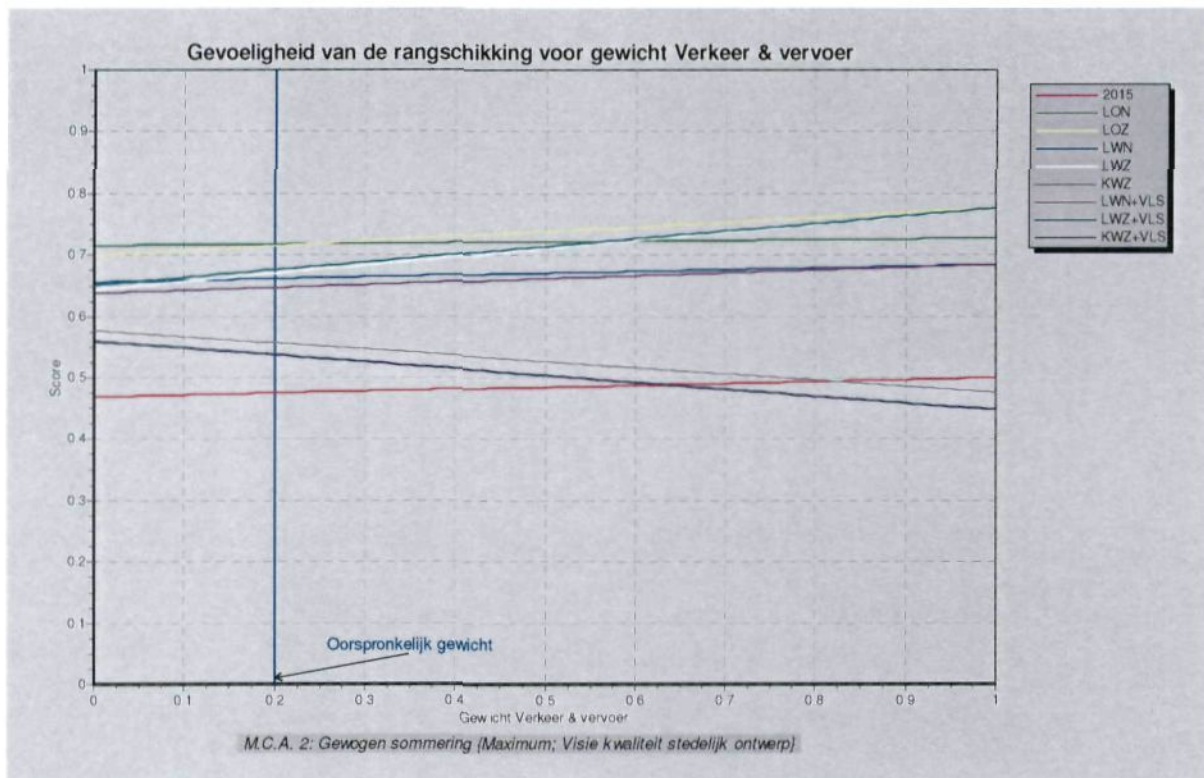
Afbeelding 6.1. Uitkomsten MCA voor de visie kwaliteit stedelijk ontwerp



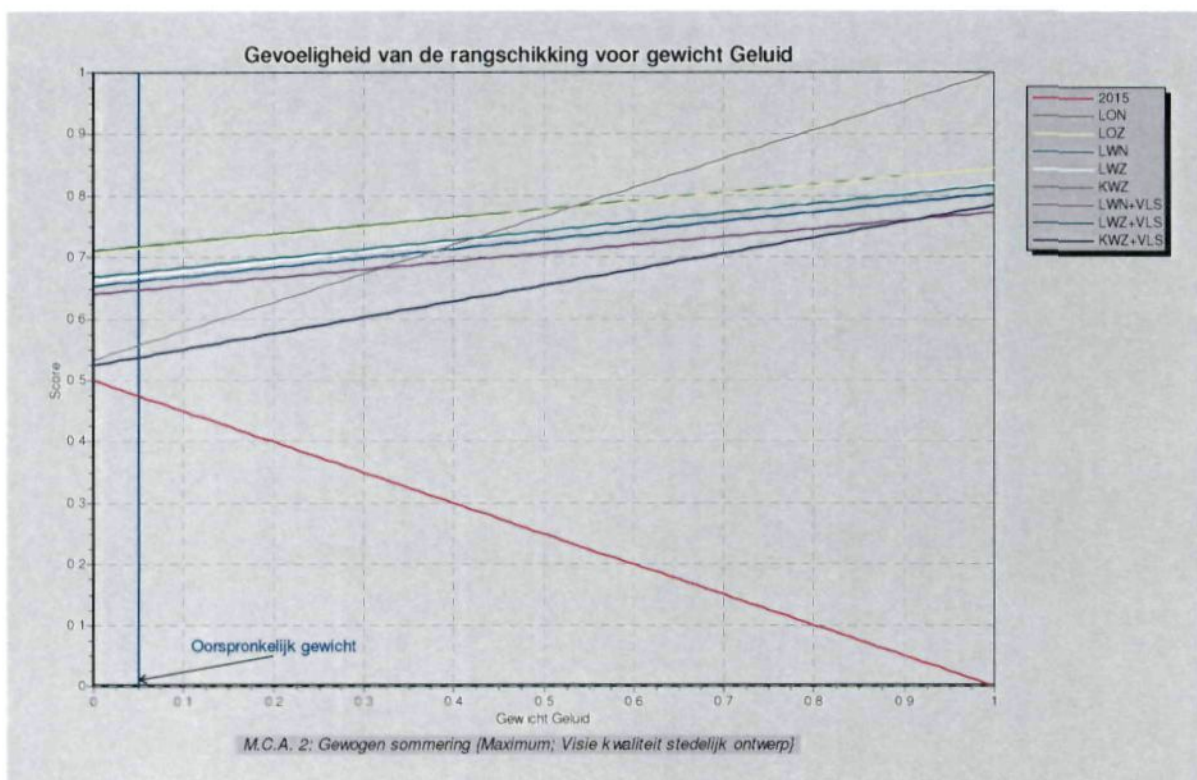
6.2. Gevoeligheidsanalyse

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd om te toetsen in hoeverre de rangorde van de alternatieven verandert bij een verandering van de gewichtenset. Voor de thema's trillingen, externe veiligheid, lucht, bodem en grondwater en tijdelijke effecten is geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, aangezien deze thema's binnen de visie kwaliteit stedelijk ontwerp geen gewicht hebben gekregen.

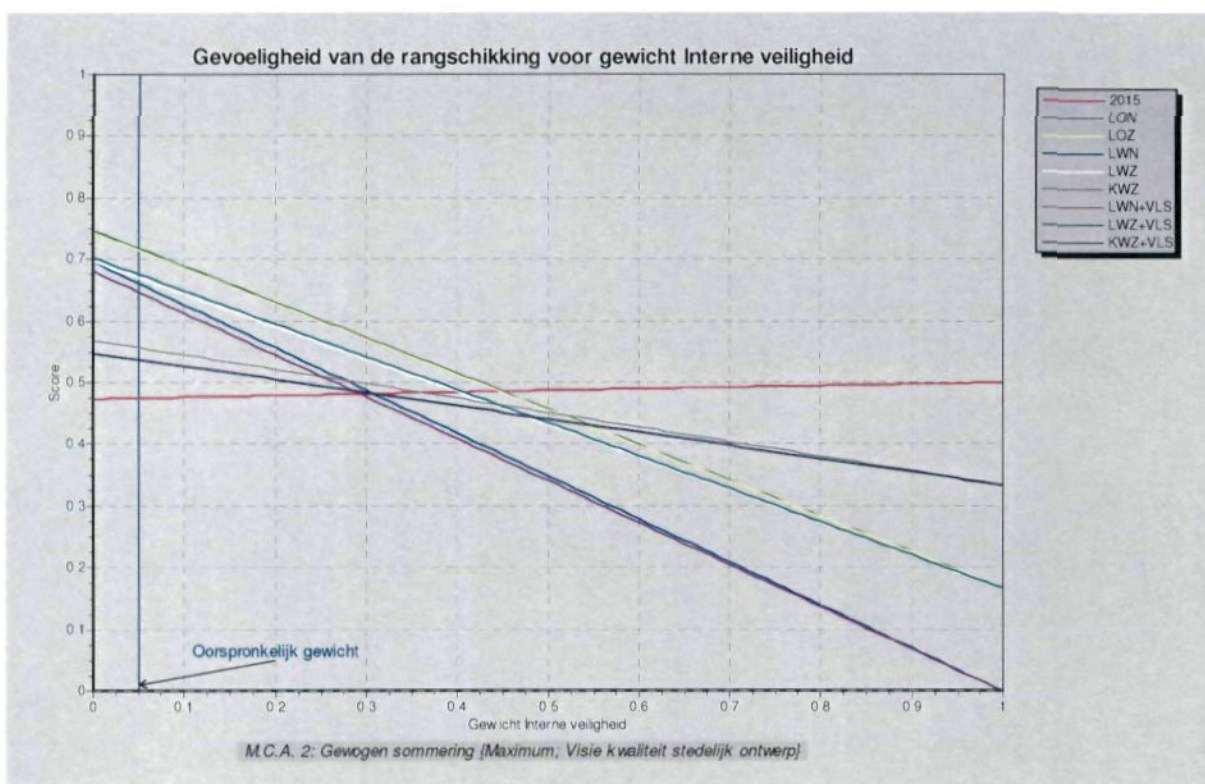
Afbeelding 6.2. Verkeer en vervoer



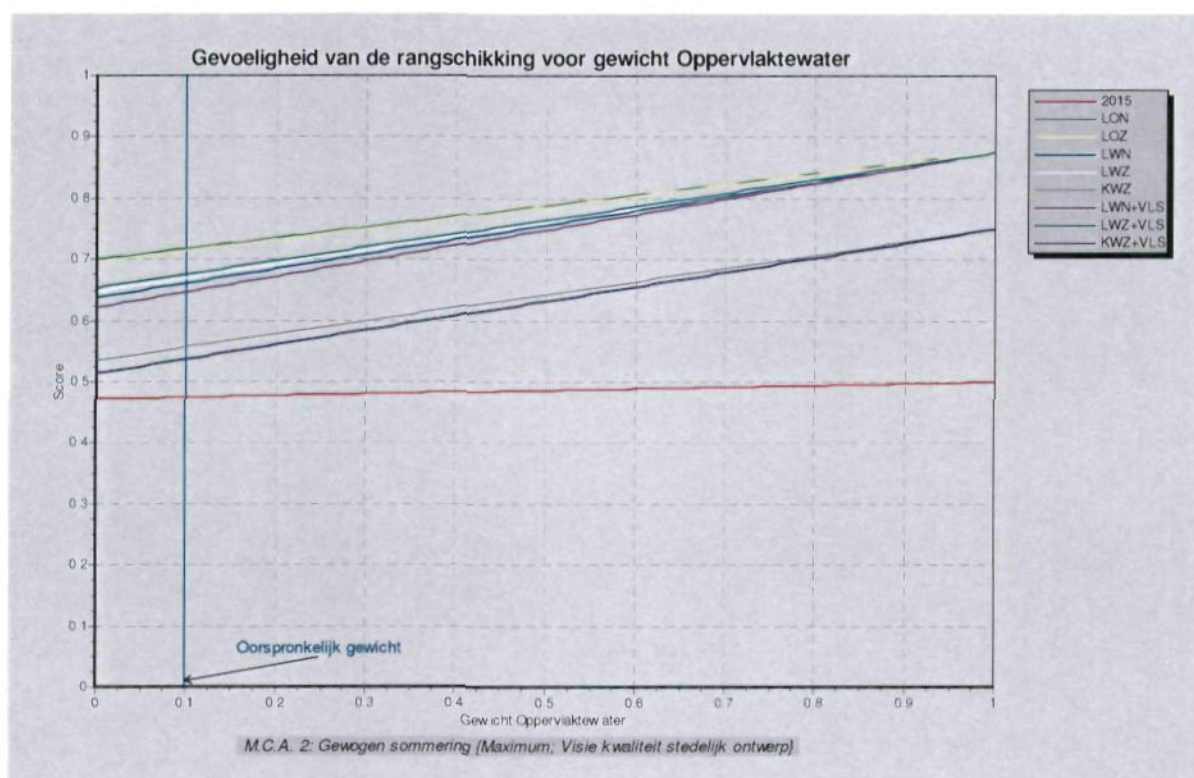
Afbeelding 6.3. Geluid



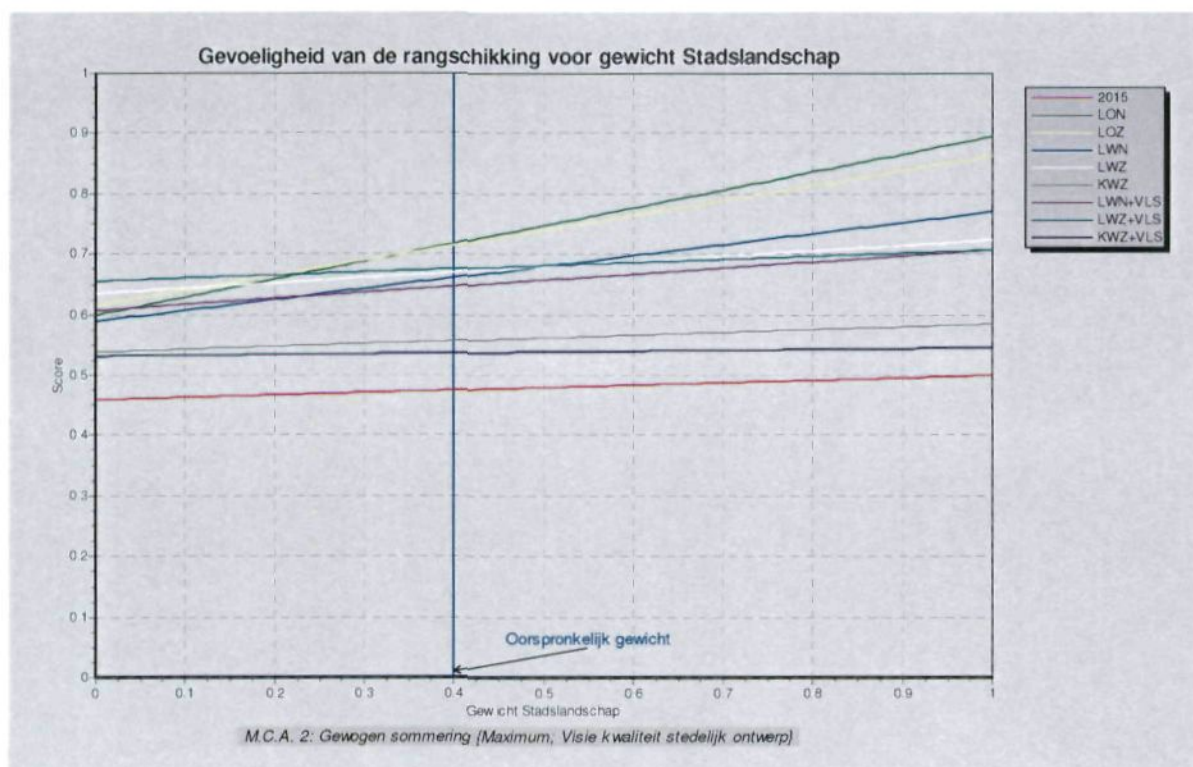
Afbeelding 6.4. Interne veiligheid



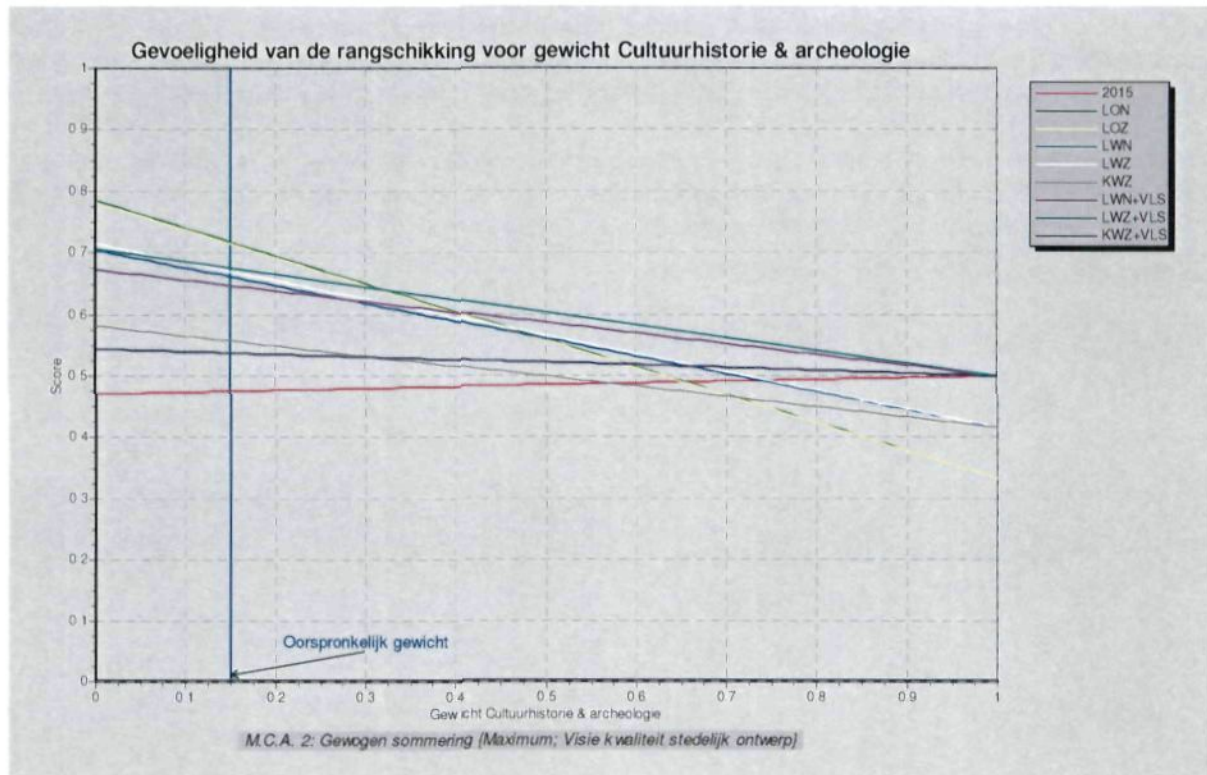
Afbeelding 6.5. Oppervlaktewater



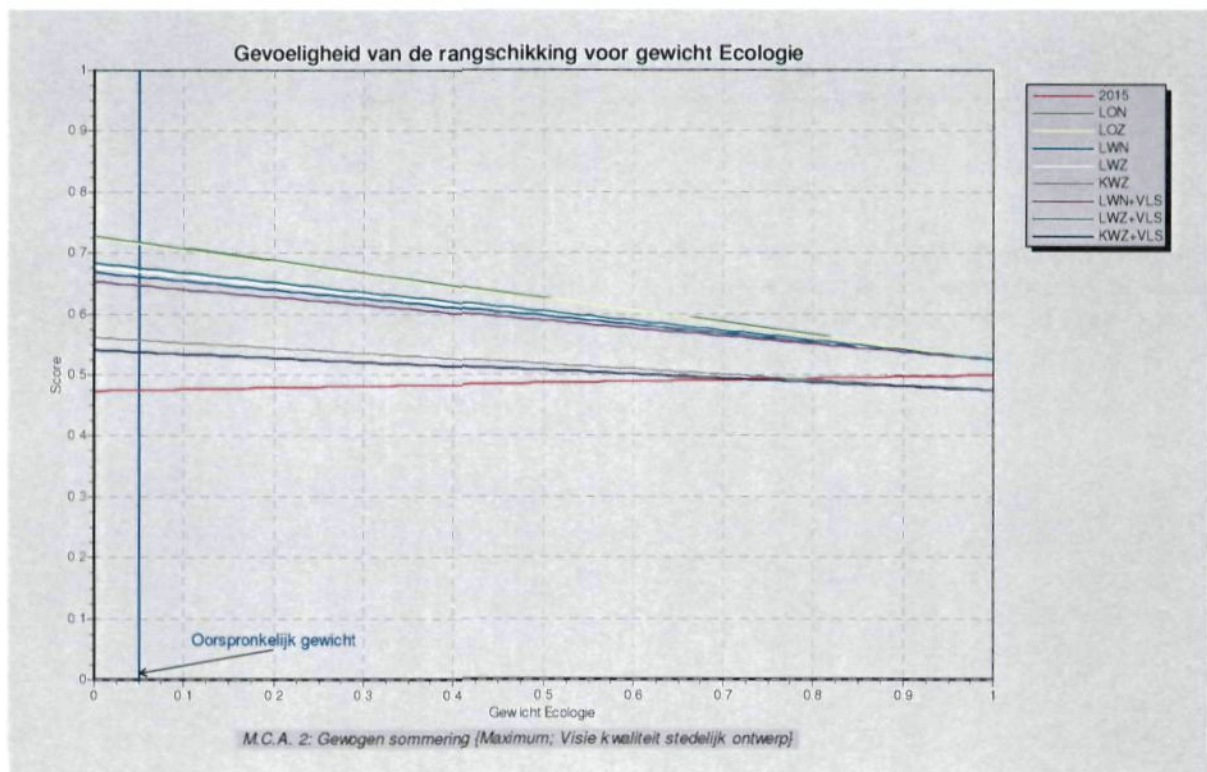
Afbeelding 6.6. Stadslandschap



Afbeelding 6.7. Cultuurhistorie en archeologie



Afbeelding 6.8. Ecologie

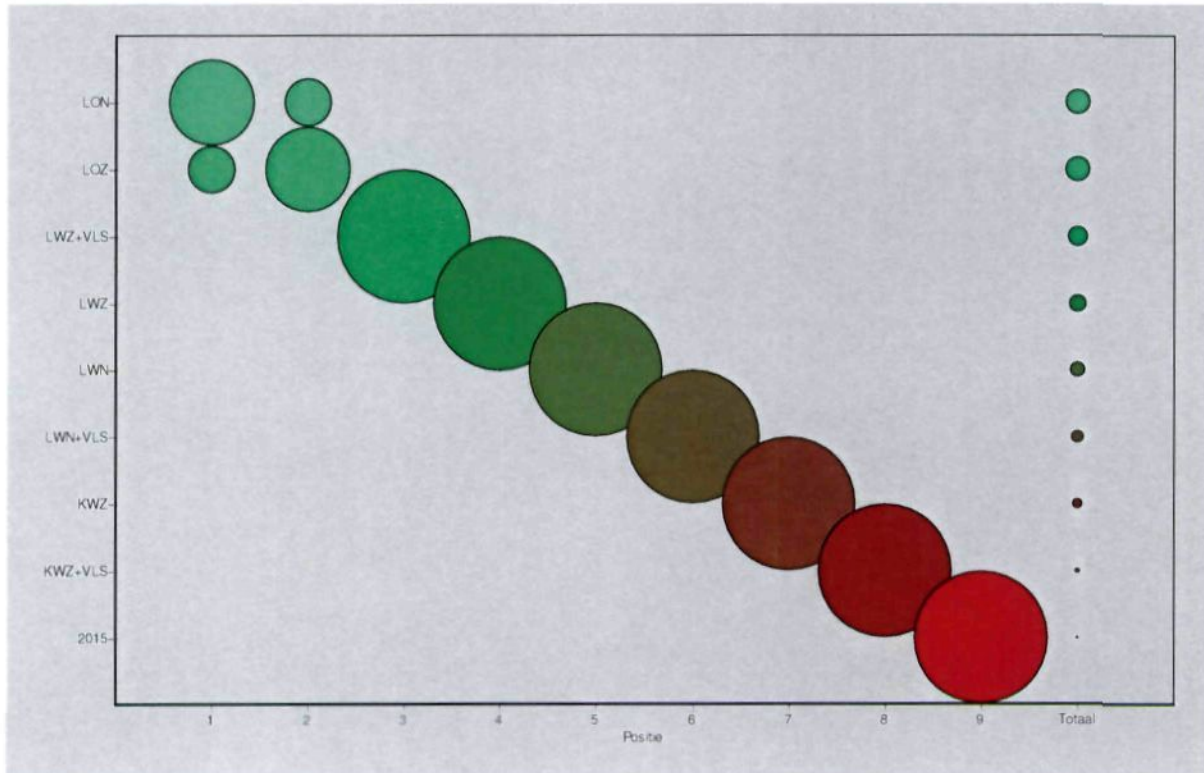


6.3. Onzekerheden in gewichten en scores

Het effect van de nauwkeurigheid in de gewichten en scores op de rangorde is beschouwd. Dit heeft plaatsgevonden door aan alle gewichten een onzekerheidsmarge toe te kennen. Aan alle gewichten is een onzekerheidspercentage van 15% toegekend. De onzekerheidspercentages geven aan in welke mate de toegekende gewichten redelijkerwijs naar boven of naar beneden kunnen afwijken.

Het resultaat van de gevoeligheidsanalyse is een zogenaamde waarschijnlijkheidstabel die voor elk alternatief aangeeft hoe groot de kans is dat een bepaald alternatief een bepaald rangnummer heeft, gegeven de gespecificeerde onzekerheid in gewichten en effectscores.

Afbeelding 6.9. Onzekerheid in gewichten (15%)



onzekerheid in scores

De rangorde van alternatieven is redelijk gevoelig voor de onzekerheid in (effect)scores. Als met de effectscores wordt gevarieerd wordt de uitkomst (rangorde) vrij instabiel.

7. VISIE KWALITEIT VISIE DOELSTELLINGEN

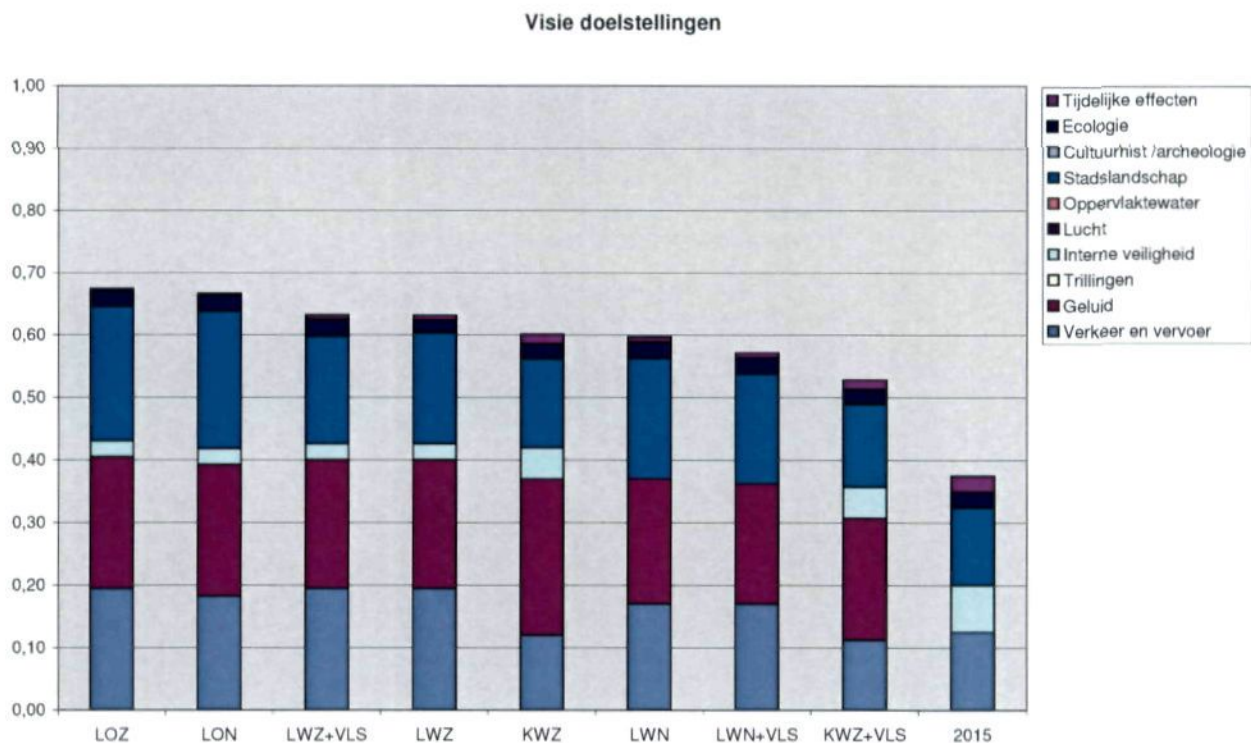
7.1. Uitkomsten MCA

Op stedelijk niveau is het verhogen van de bereikbaarheid van de stad (opheffen barrières), het opheffen van de geluidsproblematiek en het versterken van de stedelijk samenhang van belang. Dit is qua gewichtenverdeling tussen de thema's verwoord in de visie doelstellingen. Feitelijk dus de grootste gemeene deler van de twee voorgaande visies (hinder en kwaliteit van het stedelijk ontwerp).

thema	visie doelstellingen
Verkeer & Vervoer	25
Geluid	25
Trillingen	0
Interne veiligheid	15
Externe veiligheid	0
Lucht	0
Oppervlaktewater	0
Bodem en grondwater	0
Stadslandschap	25
Cultuurhistorie & archeologie	0
Ecologie	5
Tijdelijke effecten	5
som	100

Afbeelding 7.1. geeft een overzicht van de uitkomsten van de MCA voor de visie kwaliteit stedelijk ontwerp. Hierbij is de bijdrage van ieder thema aan het eindresultaat per alternatief zichtbaar gemaakt.

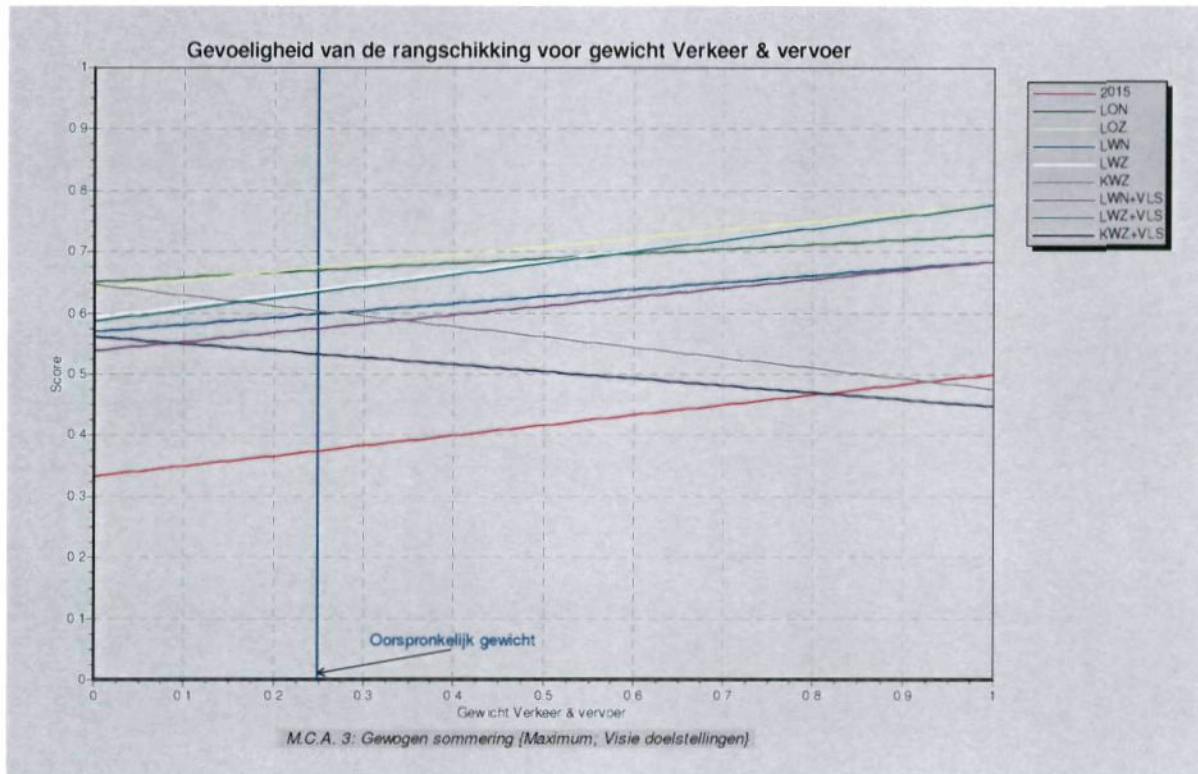
Afbeelding 7.1. Uitkomsten MCA visie doelstellingen



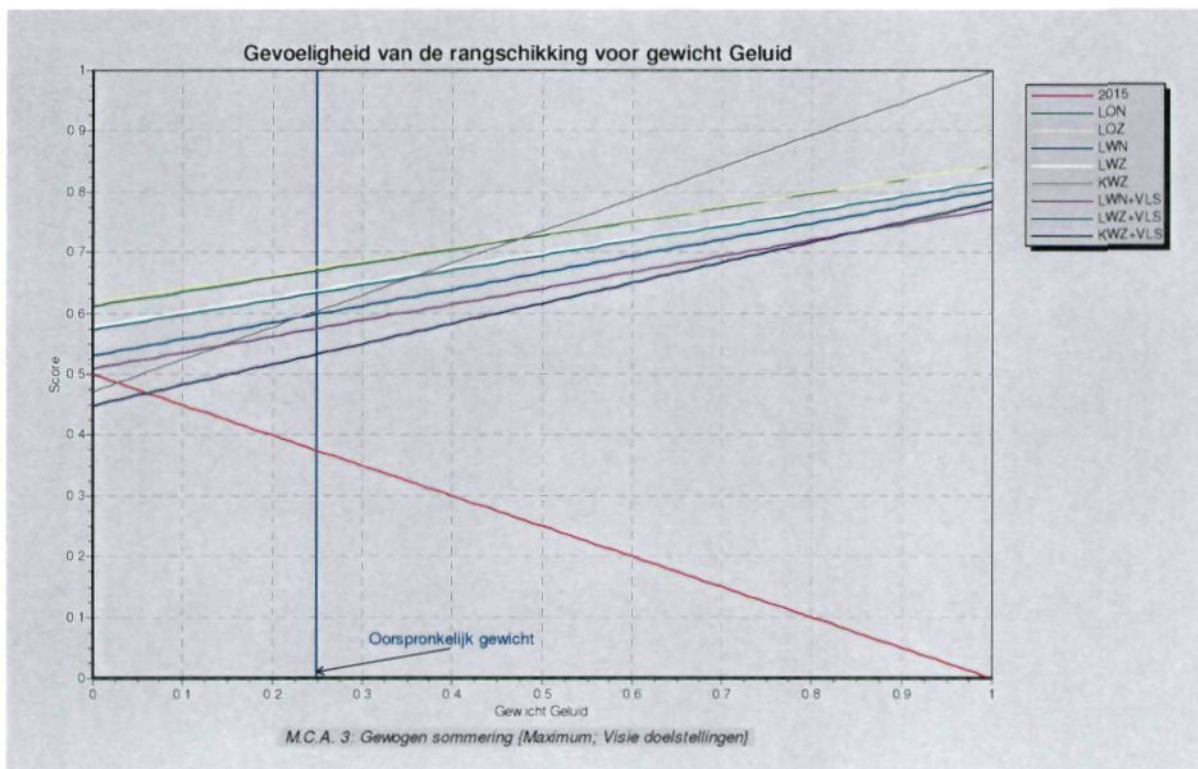
7.2. Gevoeligheidsanalyse

Een gevoeligheidsanalyse is uitgevoerd om te toetsen in hoeverre de rangorde van de alternatieven verandert bij een verandering van de gewichtenset. Voor de thema's trillingen, externe veiligheid, lucht, oppervlaktewater, bodem en grondwater en cultuurhistorie en archeologie is geen gevoeligheidsanalyse uitgevoerd, aangezien deze thema's binnen de visie doelstellingen geen gewicht hebben gekregen.

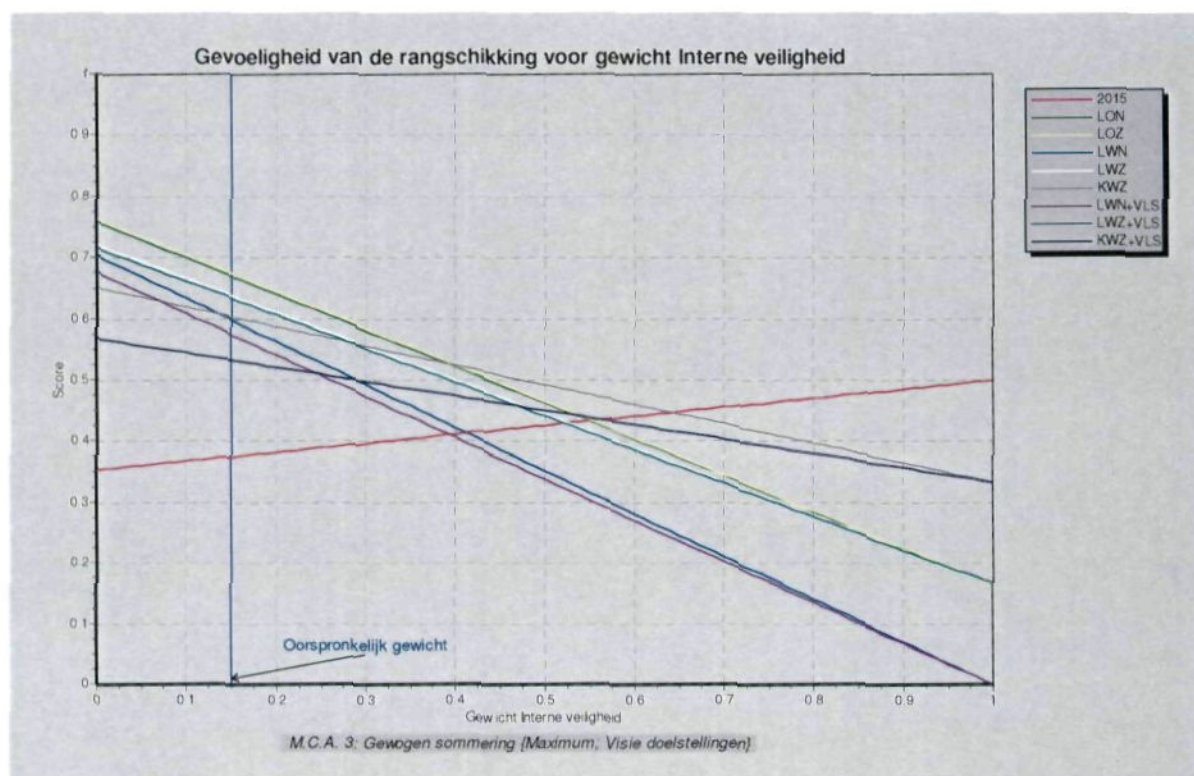
Afbeelding 7.2. Verkeer en vervoer



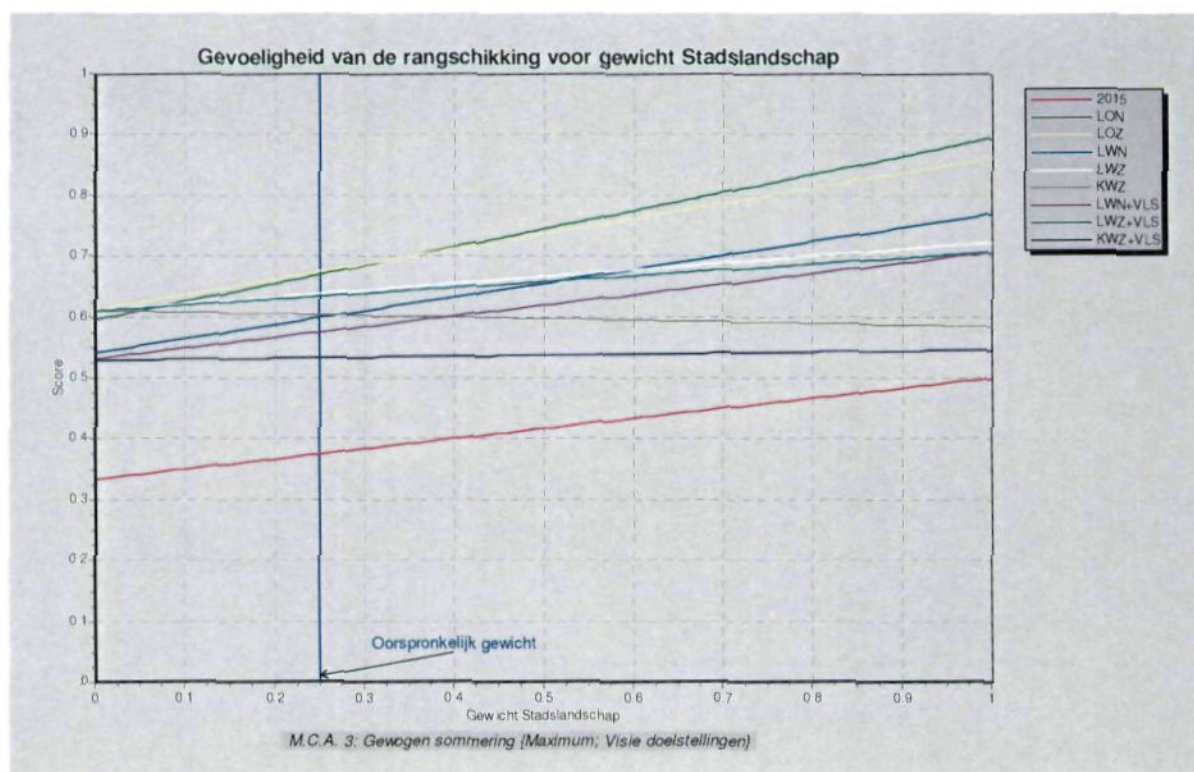
Afbeelding 7.3. Geluid



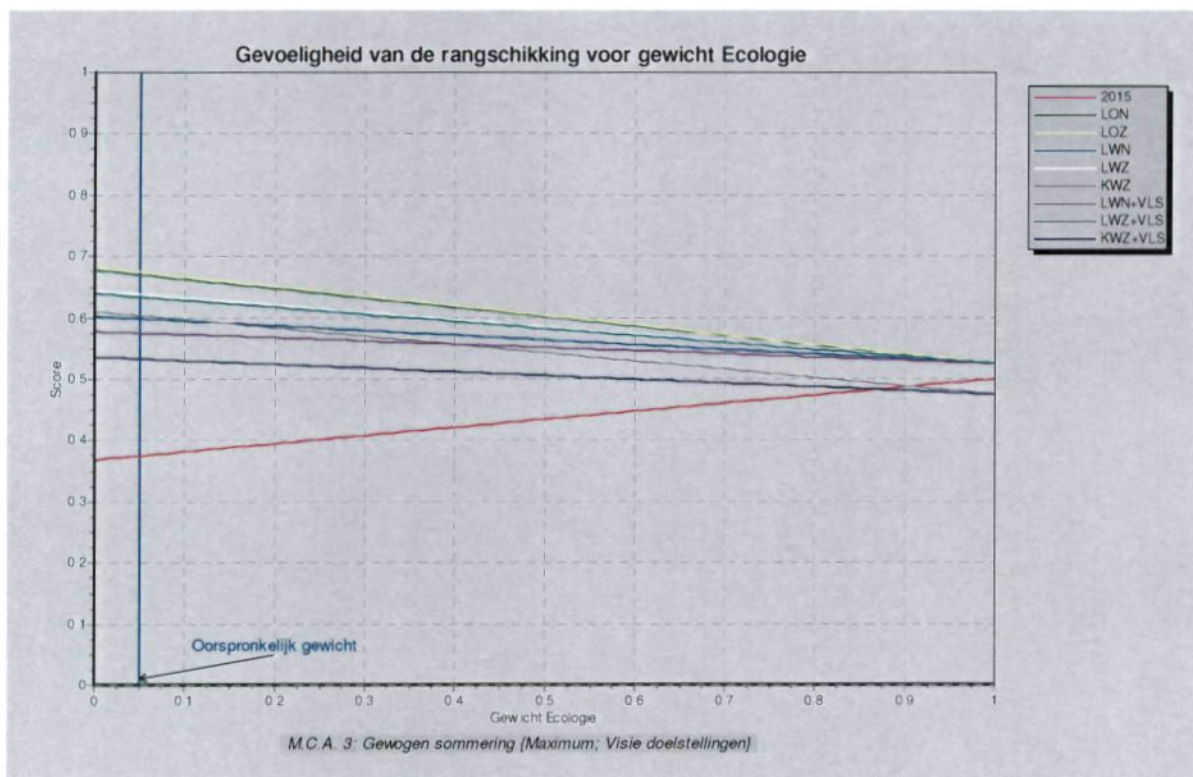
Afbeelding 7.4. Interne veiligheid



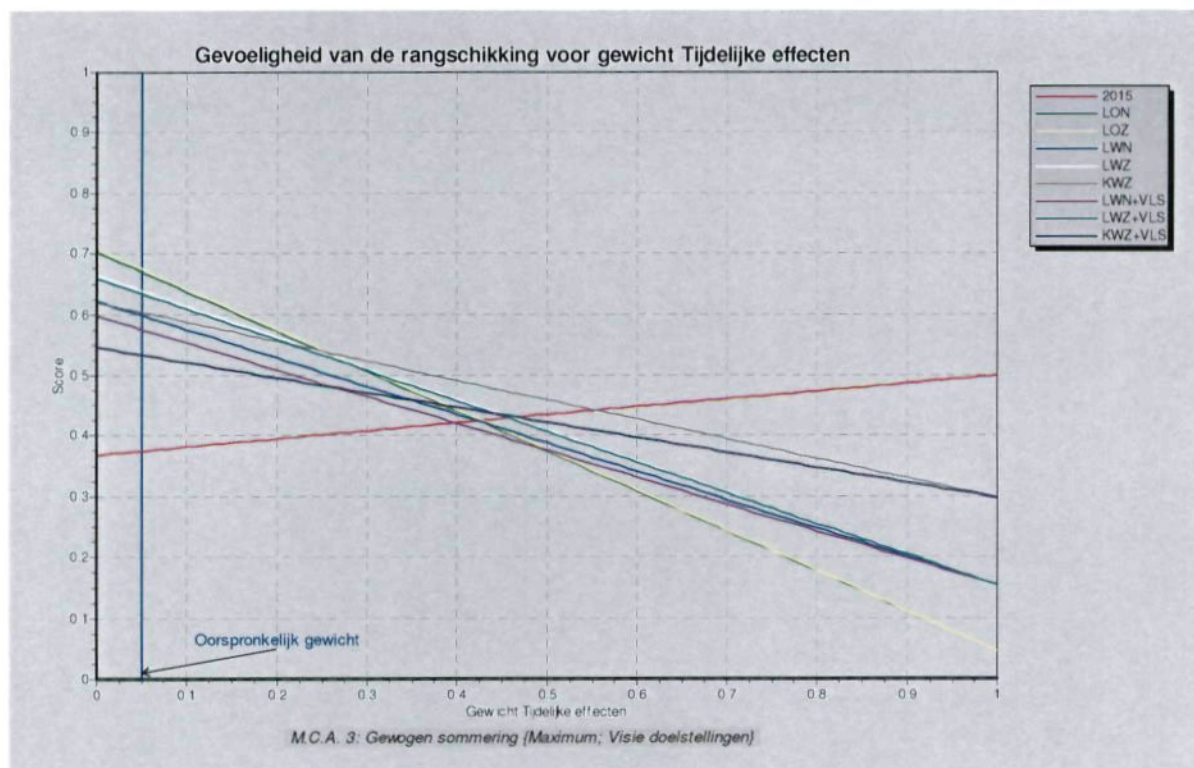
Afbeelding 7.5. Stadslandschap



Afbeelding 7.6. Ecologie



Afbeelding 7.7. Tijdelijke effecten

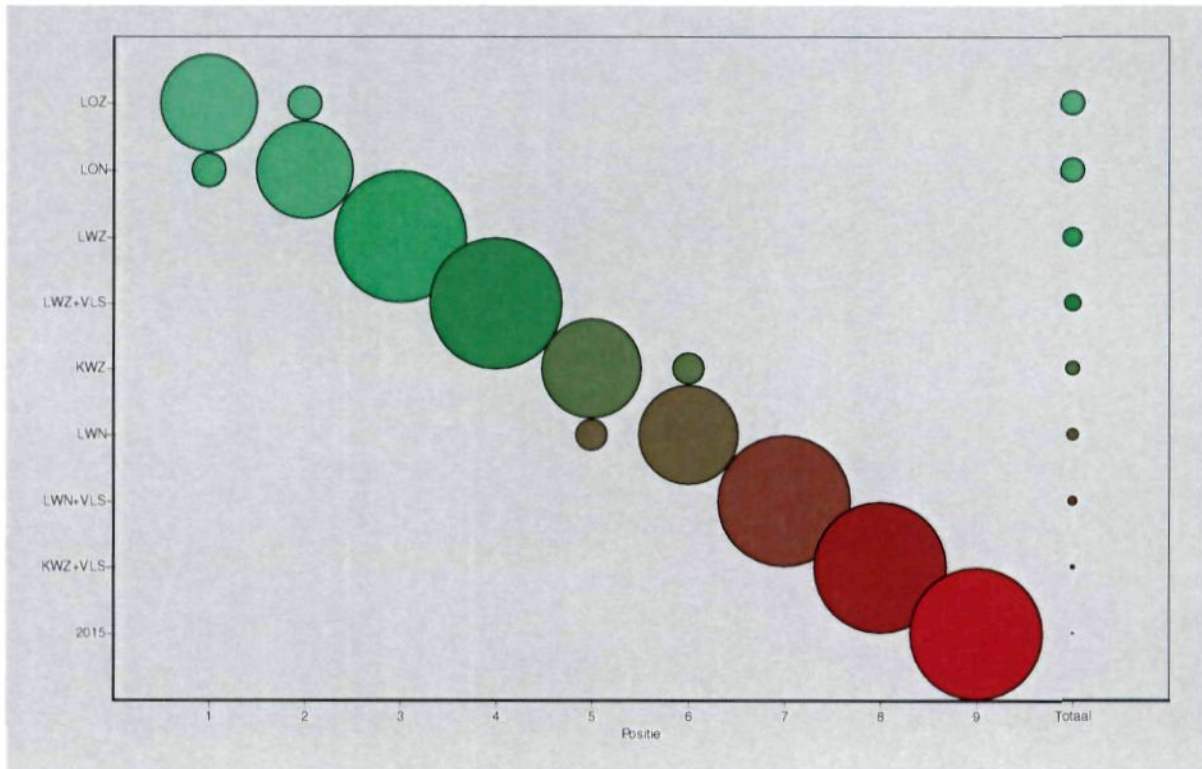


7.3. Onzekerheden in gewichten en scores

Het effect van de nauwkeurigheid in de gewichten en scores op de rangorde is beschouwd. Dit heeft plaatsgevonden door aan alle gewichten een onzekerheidsmarge toe te kennen. Aan alle gewichten is een onzekerheidspercentage van 15% toegekend. De onzekerheidspercentages geven aan in welke mate de toegekende gewichten redelijkerwijs naar boven of naar beneden kunnen afwijken.

Het resultaat van de gevoeligheidsanalyse is een zogenaamde waarschijnlijkheidstabel die voor elk alternatief aangeeft hoe groot de kans is dat een bepaald alternatief een bepaald rangnummer heeft, gegeven de gespecificeerde onzekerheid in gewichten en effectscores.

Afbeelding 7.8. Onzekerheid in gewichten (15%)



onzekerheid in scores

De rangorde van alternatieven is redelijk gevoelig voor de onzekerheid in (effect)scores. Als met de effectscores wordt gevarieerd wordt de uitkomst (rangorde) vrij instabiel.

8. HET MEEST MILIEUVRIENDELIJKE ALTERNATIEF

8.1. Inleiding

In hoofdstuk 5 is gebleken dat er niet één alternatief is aan te wijzen dat alle milieuvoordelen in zich verenigt. Wel is gebleken dat een lange tunnel met een oostelijk tracé (LON/LOZ) gemiddeld de meeste voordelen combineert, maar dat een lange tunnel in westelijke ligging en een zuidelijk station (LWZ/+VLS) ook specifieke voordelen heeft voor trillingen, interne veiligheid en cultuurhistorie en tijdelijke effecten. Dit maakt ook dat het vinden van een meest milieuvriendelijk alternatief niet direct uit de vergelijking is af te leiden.

Om het meest milieuvriendelijk alternatief te bepalen, worden daarom de vier vanuit de visies best scorende alternatieven uit de vergelijking van alternatieven op milieugevolgen (LON, LOZ, LWZ, LWZ+VLS) nogmaals onderling vergeleken, maar nu na toepassing van mitigerende maatregelen (zie bijlagenrapport XVII). De alternatieven worden vervolgens vergeleken op basis van een weging tussen de onderscheidende milieuthema's.

8.2. Invoergegevens

In tabel 6.1 van het hoofdrapport is een overzicht van de gemitigeerde scores voor de 4 alternatieven opgenomen. Alle (overige) criteria, aspecten en thema's die niet onderscheidend zijn tussen deze alternatieven zijn verwijderd. De gewichtenset binnen een thema is op deze verwijdering aangepast, waarbij de onderlinge verhoudingen tussen de criteria en aspecten onderling gelijk zijn gebleven. De verandering in de gewichtenset per thema veranderen daardoor niet in relatieve zin, maar wel in absolute zin.

Om de alternatieven onderling nogmaals te vergelijken zijn er tussen de thema's nieuwe gewichten toegekend:

- verkeer en vervoer	gewicht 40%;
- trillingen	gewicht 2%;
- stadslandschap	gewicht 40%;
- cultuurhistorie en archeologie	gewicht 9%;
- tijdelijke effecten	gewicht 9%.

8.3. Uitkomsten

Bij de neutrale weging hebben alle thema's een gelijk gewicht gekregen, dat wil zeggen ieder thema 10%.

Afbeelding 8.1. geeft de uitkomsten weer van de MCA bij neutrale weging. Hierbij is tevens de bijdrage van ieder thema aan het eindresultaat per alternatief zichtbaar gemaakt.

Afbeelding 8.1. Uitkomsten MCA voor het meest milieuvriendelijke alternatief

