

Titel en subtitel: Evaluatie van ondergrondse infrastructuur Een maatschappelijke kosten-batenanalyse van het ondergronds bundelen van kabels en leidingen		Schrijver(s): F. Rosenberg R. Lieshout T. van Wingerden W. Jonkhoff	
Datum rapport: Februari 2007		Type rapport: eindrapport	
Rapportnummer opdrachtnemer: 975		COB-publicatienummer: O15-07-07	
Projectleider(s) opdrachtnemer:		Projectbegeleider(s) opdrachtgever: drs. A.W.M. Kamphuis	
Projectbegeleider opdrachtnemer:		ISBN nummer: 978-90-77374-13-9	
Naam en adres opdrachtnemer: SEO Economisch Onderzoek KIWA TNO		Naam en adres opdrachtgever: COB Postbus 420 2800 AK Gouda	
Opmerkingen:			
Samenvatting rapport: In dit onderzoek door SEO, TNO en KIWA staat de vraag centraal wat het bundelen van kabels en leidingen betekent in termen van kosten en baten. Het doel van het project is het ontwikkelen van een leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) van bundeling van kabels en leidingen in de ondergrond. Deze leidraad wordt aan de hand van 3 cases toegepast. De 3 cases zijn gebaseerd op de gebiedstypen oude stadskern, ontwikkelingslocatie en bedrijventerrein.			
Relationele rapporten:			
Trefwoorden:		Verspreiding:	
Classificatie:	Classificatie deze pagina:	Aantal blz.: 83	Prijs: € 29,95
Versie:	Datum:	Namens opdrachtnemer:	Paraaf:
1			

AUTEURSRECHTEN

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de COB. Het is toegestaan overeenkomstig artikel 15a Auteurswet 1912 gegevens uit deze uitgave te citeren in artikelen, scripties en boeken, mits de bron op duidelijke wijze wordt vermeld, alsmede de aanduiding van de maker, indien deze in de bron voorkomt. 'Evaluatie van ondergrondse infrastructuur', juli 2007, Stichting COB, Gouda."

AANSPRAKELIJKHEID

COB en degenen die aan deze publicatie hebben meegewerkt, hebben een zo groot mogelijke zorgvuldigheid betracht bij het samenstellen van deze uitgave. Nochtans moet de mogelijkheid niet worden uitgesloten dat er toch fouten en onvolledigheden in deze uitgave voorkomen. Ieder gebruik van deze uitgave en gegevens daaruit is geheel voor eigen risico van de gebruiker en COB sluit, mede ten behoeve van al degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt, iedere aansprakelijkheid uit voor schade die mocht voortvloeien uit het gebruik van deze uitgave en de daarin opgenomen gegevens, tenzij de schade mocht voortvloeien uit opzet of grove schuld zijdens COB en/of degenen die aan deze uitgave hebben meegewerkt.

VOORWOORD

De kabel en leiding infrastructuur in Nederland wordt traditioneel in de grond onder de straten gelegd. Ontwikkelingen op het gebied van ontwikkeling bedrijventerreinen en stadsontwikkeling (stedelijke verdichting, kwaliteit van openbare ruimte) en nutsvoorzieningen (liberalisering, gescheiden rioolsystemen, warmte/koude opslag, afvalinzameling, stadsverwarming, districtskoeling, etc.) hebben recentelijk geleid tot studies naar de mogelijkheden om kabels en leidingen te bundelen in een Integrale Leidingentunnel (ILT). Voorbeelden van recente datum zijn Amsterdam Mahlerlaan, Arnhem herontwikkeling stationsgebied, Den Haag herontwikkeling stationsgebied en Utrecht herontwikkeling stationsgebied. Daarnaast zijn in de regio Europoort-Botlek tal van ILT's gerealiseerd, gepland of in aanleg.

Gebleken is dat er behoefte is aan een beter inzicht in de kwantificering van de maatschappelijke effecten van een dergelijke bundeling. Met maatschappelijke effecten worden alle voor –en nadelen bedoeld waar burgers, bedrijven en overheid mee geconfronteerd worden indien kabels en leidingen gebundeld worden aangelegd in plaats van de conventionele aanleg in de grond. Effecten als lagere onderhouds- en reparatiekosten, lagere kosten van beheer openbare ruimte, minder hinder en hinderkosten, etc. horen daar allemaal toe. In feite is er behoefte aan inzicht in de gehele kosten en baten kant want alleen dan kan een integrale afweging gemaakt worden.

Daarnaast wordt een goede methodiek voor een kostenvergelijk van leggen en beheren van kabels en leidingen in een ILT versus de traditionele situatie in de grond ernstig gemist. Tot op heden wordt gewerkt met het cryptische principe Niet Meer Dan Anders (NMDA). De uitwerking van dit principe is onduidelijk zolang een goede methodiek voor kostenvergelijking ontbreekt.

Tegen die achtergrond hebben een tiental partijen, verenigd in het COB College van Opdrachtgevers Integrale Leidingentunnels het initiatief genomen om in COB verband een handleiding op te stellen voor een kosten-batenanalyse van het ondergronds bundelen van kabels en leidingen en op basis hiervan een drietal cases uit te werken ter toetsing/aanscherping van de handleiding:

- een oude binnenstad locatie;
- een nieuwe VINEX locatie;
- een nieuw bedrijven/haven terrein.

Met deze eindrapportage wordt een belangrijke stap gezet om deze kosten-batenafweging te maken voor diverse bundelingssituaties. Voor het eerst in Nederland zijn op een gestructureerde wijze de kosten en baten van bundeling van kabels en leidingen kwantitatief geanalyseerd. Dit is een stap die bij zal dragen aan de objectivering van de kosten en baten van bundeling van kabels en leidingen in infrastructuur en daarmee aan de acceptatie van nieuwe concepten voor ruimtegebruik.

Daarnaast is dankzij de uitvoering van dit onderzoek vertrouwen gegroeid tussen de samenwerkende partijen (gemeenten, netbeheerders, leveranciers van nutsvoorzieningen, grondeigenaren, aannemers, kennisinstituten en adviseurs): het vertrouwen dat samenwerking loont. Dat is een tweede belangrijke verdienste van dit project.

De COB uitvoeringscommissie O-15 en het College van Opdrachtgevers Integrale Leidingentunnels hebben er alle vertrouwen in dat het gebruik van deze methode zal bijdragen aan de noodzakelijke ordening van de ondergrondse ruimte en dat de hinder in de openbare ruimte ten gevolge van ondergrondse infrastructuur sterk zal reduceren.

Het onderzoek naar de risico's van bundeling van kabels en leidingen heeft zich over een periode van 1,5 jaar uitgestrekt. Gedurende die periode hebben gemeenten, netbeheerders, leveranciers van nutsvoorzieningen, grondeigenaren, aannemers, kennisinstituten en adviseurs met elkaar overlegd en gediscussieerd. Daarbij zijn veel ervaringen en inzichten uitgewisseld. Er is veel tijd en moeite geïnvesteerd om elkaars problemen en oplossingen te begrijpen, en zich in te leven in de denkwereld van de andere partijen. Daarbij is begrip ontstaan voor elkaars standpunten en belangen. Deze rapportage is dan ook niet het enige wat de COB-uitvoeringscommissie "Risicoanalyse en Risicobeoordeling van bundeling van kabels en leidingen (O13)" nalaat. Vooral het vertrouwen dat is gegroeid tussen de samenwerkende partijen is een belangrijke verdienste van dit project; het vertrouwen dat samenwerking loont.

Frans Taselaar
Voorzitter COB kennisplatform
Kabels en Leidingen

Piet Kunst
Voorzitter COB
Uitvoeringscommissie
"Risicoanalyse en risicobeoordeling
van bundeling van kabels en
leidingen (O15)"

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door het College van Opdrachtgevers dat bestond uit:

Organisatie	Naam
St. Buisleidingenstraat	ing. J.A.H. Haeck
Continuon, mede namens EnergieNed	ir. F.K.A.M. Wiercx
Duinwaterbedrijf Zuid Holland	W. Boonsma
EnergieNed	H. van Bruchem
Gemeente Amsterdam	drs. F.M. Taselaar
Gemeente Arnhem	drs M. Robben
	ing. M.C.W. de Ruiter
Gemeente Den Haag	drs. C.H. Schaapman (v.a. mei 2005)
	ing. J. Snoeren (tot mei 2005)
Gemeentewerken Rotterdam	ir. G.L. Slee
Gemeente Utrecht	drs. S.F. van der Weide
Ingenieursbureau Den Haag	H.J. Hogenbirk MSc
NUON Assetmanagement mede namens NUON Warmte	ing. C. den Hartog
	ing. P.H.M. Verheijen
Port of Rotterdam	R. Kaptein
	drs. R.J. Eijsink
VEWIN	ir. D. Engelhardt
Zeeland Seaports	N. Durinck

Het onderzoek is begeleid en/of uitgevoerd door Uitvoeringscommissie O15

Organisatie	Naam
Grontmij Nederland bv	Ing. D.J. de Bijl
Zeeland Seaports	N. Durinck
Zeeland Seaports	ir. D. Engelhardt
TNO Bouw en Ondergrond	W. Jonkhoff
COB	drs. A.W.M. Kamphuis
Royal Haskoning	ir. P.A.J.C. Kunst
Stichting Economisch Onderzoek	M. Nooij
TNO Bouw en Ondergrond	drs. Th.A.M. Reijis
RIGO Research en Advies BV	F. Rosenberg
Balance Technisch Management B.V.	ing. M.C.W. de Ruiter
Hompe & Taselaar	drs. F.M. Taselaar
Gemeente Amsterdam Ingenieursbureau (IBA)	de heer W. de Vaal
	dr.ir. P.H. Waarts
Continuon Netbeheer	ir. F.K.A.M. Wiercx
KEMA Nederland B.V.	ir. T. van Wingerden

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	3
1 INLEIDING	9
2 ALGEMEEN KADER	17
2.1 DE MKBA	17
2.2 PROJECT- EN NULALTERNATIEF, PROJECTPERIODE EN VERDISCONTERING	17
2.3 OVERZICHT EFFECTEN: KOSTEN EN BATEN	18
2.4 DIRECTE EFFECTEN	19
2.5 EXTERNE EFFECTEN	25
2.6 KOSTEN	36
3 CASUS: MAASTRICHT	41
3.1 PROJECTGEBIED	41
3.2 NULALTERNATIEF EN PROJECTALTERNATIEVEN	41
3.3 DIRECTE EFFECTEN	42
3.4 EXTERNE EFFECTEN	43
3.5 KOSTEN	47
3.6 CONCLUSIE	49
4 CASUS: IJBURG	53
4.1 PROJECTGEBIED	53
4.2 NULALTERNATIEF EN PROJECTALTERNATIEVEN	53
4.3 DIRECTE EFFECTEN	54
4.4 EXTERNE EFFECTEN	56
4.5 KOSTEN	61
4.6 CONCLUSIE	62
5 CASUS HOECHSTTERREIN VLISSINGEN	69
5.1 PROJECTGEBIED	69
5.2 NULALTERNATIEF EN PROJECTALTERNATIEVEN	70
5.3 DIRECTE EFFECTEN	70
5.4 EXTERNE EFFECTEN	71
5.5 KOSTEN	72
5.6 CONCLUSIE	73
BIJLAGE:	
BEPALING VAN VERVANGINGSWAARDE VAN BOMEN	80

Kabels en leidingen liggen in Nederland overwegend ongecoördineerd in de grond. Dit kan aanleiding geven tot graafschade, leveringsonderbreking en overlast voor de omgeving. Bovendien kan er nodeloos een rem op bepaalde ruimtelijke toepassingen worden gezet. Er bestaat het alternatief van bundeling van kabels en leidingen. De problemen rond ongecoördineerde aanleg kunnen hiermee worden ondervangen.

In dit COB-onderzoek door SEO, TNO en KIWA staat de vraag centraal wat het bundelen van kabels en leidingen betekent in termen van kosten en baten. Het doel van het project is het ontwikkelen van een leidraad voor maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) van bundeling van kabels en leidingen in de ondergrond. Deze leidraad wordt aan de hand van 3 cases toegepast. De 3 cases zijn gebaseerd op de gebiedstypen oude stadskern, ontwikkelingslocatie en bedrijventerrein.

DE LEIDRAAD

Bij het opstellen van een leidraad voor kosten batenanalyse hoort als eerste stap het beschrijven van de verwachte (autonome) ontwikkelingen en de daarbij behorende onzekerheden. Voor een MKBA kabels en leidingen is de toekomstige dichtheid van bebouwing en de toe- of afname van het aantal kabels en leidingen van belang. We hebben bijvoorbeeld aangenomen dat de hoeveelheid kabels en leidingen gemiddeld met drie procent per jaar toeneemt.

Nulalternatief en projectalternatieven

Een tweede stap in kosten-batenanalyse bestaat uit het opstellen van een nulalternatief en projectalternatieven. Deze zullen al naar gelang het type project en gebied verschillen. In termen van de mate van bundeling van kabels en leidingen kan wel een algemene classificatie worden gegeven. Daarbij geldt als nulalternatief traditionele, ongecoördineerde aanleg. Opgemerkt moet daarbij worden dat het nulalternatief niet “nietsdoen” behelst. Het nulalternatief omvat het niet aanpassen van bestaand beleid of het met een minimum aan inspanning beperken van de problemen. Het kan dus zo zijn dat bij de aanleg van een nieuwe woonwijk al een zekere bundeling van kabels en leidingen optreedt of dat de verkeersoverlast door slimme planning tot een minimum beperkt wordt. Dit is dan het nulalternatief. Projectalternatieven zullen ten opzichte van een nulalternatief waarbij al een zekere bundeling optreedt, minder differentiëren in hun projecteffecten (over projecteffecten hieronder meer).

Projectalternatieven omvatten bij bundeling van kabels en leidingen duct/goot (gezamenlijk geheel of gedeeltelijk aanleggen van kabels en leidingen in een ondergronds kanaal dat op regelmatige afstanden toegankelijk is) en tunnel (het gezamenlijk geheel of gedeeltelijk aanleggen van voorzieningen in een tunnel die in de volle lengte toegankelijk is).

Projectperiode en discontovoet

Zoals gebruikelijk bij een maatschappelijke kosten baten analyse wordt gekozen voor een lange projectperiode (100 jaar) waarin baten en (onderhouds)kosten doorlopen. Er kunnen hooguit over het begin van een dergelijk lange projectperiode veronderstellingen worden gemaakt over investeringen die een zinnig nulalternatief vormen voor bundeling in een tunnel (het projectalternatief). De baten van alternatieve investeringen kunnen bovendien ver in de toekomst liggen en dus in het heden nog weinig waard zijn in verdisconteerde vorm.

Als discontovoet kiezen we analoog aan de OEI Leidraad vier procent als basis plus een risico-opslag van drie procent. Dit betekent dat baten die in de toekomst liggen worden verdisconteerd naar het heden met een voet van vier procent per jaar.

Kosten en baten

Vervolgens worden relevante kosten en baten onderscheiden. De omvang van kosten en baten wordt bepaald door het verschil tussen project- en nulalternatief. De baten kunnen positief of negatief zijn. Baten worden geformuleerd in termen van projecteffecten. De projecteffecten zijn algemeen onder te verdelen in directe effecten, externe effecten en indirecte effecten. Directe effecten zijn effecten die toevallen aan direct belanghebbenden bij kabels en leidingen, zoals exploitanten en afnemers van diensten geleverd via kabels en leidingen. Externe effecten zijn onbedoelde projecteffecten die toevallen aan anderen dan de direct betrokkenen. Voorbeelden zijn verkeersdeelnemers die extra reistijd ervaren als gevolg van een opgebroken straat omdat aan kabels en leidingen gewerkt moet worden. Indirecte effecten zijn effecten die in de rest van de economie optreden als gevolg van de projecteffecten, bijvoorbeeld een efficiënter productieproces bij een cluster van bedrijven die bij elkaar zijn gaan zitten vanwege het bundelen van kabels en leidingen. Vanwege de kleine schaalomvang van bundeling van kabels en leidingen wordt dit type effect buiten beschouwing gelaten.

Directe effecten

De directe effecten omvatten graafschade en leveringsonderbreking. Door bundeling van kabels en leidingen wordt de kans op graafschade door werkzaamheden verlaagd omdat er minder werkzaamheden benodigd zijn. Ook de kans op onderbreking van levering van diensten die geschieden via kabels en leidingen wordt hierdoor verlaagd. De directe effecten worden vastgesteld aan de hand van een model dat ontwikkeld is door COB in het onderzoek 013. Dit model stelt oorzaken en gevolgen vast per type kabel/leiding.

Als oorzaken van graafschade dan wel leveringsonderbreking worden onderscheiden:

1. ***Externe corrosie:*** aantasting van leidingen door corrosie, erosie en andersoortige aantastingen van buitenaf;
2. ***Interne corrosie:*** aantasting van leidingen door corrosie, erosie en andersoortige aantastingen van binnenuit;
3. ***Fabricagefouten:*** fouten die gedurende de fabricage en montage van de kabels en leidingen leiden tot falen van die leiding;
4. ***Graafschade:*** het falen van leidingen als gevolg van graafwerkzaamheden;

5. *Werkzaamheden*: onderhouds-, reparatie- en vervangingswerkzaamheden aan een leiding die als gevolg daarvan faalt;
6. *Werkzaamheden door derden*: onderhouds-, reparatie- en vervangingswerkzaamheden aan een leiding die het falen van een andere leiding tot gevolg hebben;
7. *Mechanische belastingen*: mechanische belastingen op leidingen en koppelingen, bijvoorbeeld door verkeersbelasting, boomwortels etc.;
8. *Zettingen*: grondzettingen die leiden tot het falen van een leiding.

Er zijn verlagingen van kansen op graafschade vastgesteld met het model. De kansen worden vastgesteld in schadegevallen per jaar. Met behulp van herstelkosten per schadegeval worden batenposten opgesteld. Hierbij moet worden benadrukt dat het gaat om indicatieve getallen die niet als zonder meer overdraagbaar zijn naar specifieke cases.

Leveringsonderbreking wordt onderscheiden naar consumenten en producenten. Met behulp van de gemiddelde duur van een onderbreking en het gemiddeld aantal getroffen consumenten en producenten per onderbreking wordt een batenpost opgesteld.

Externe effecten

Bij het indelen van externe effecten maken we onderscheid naar die effecten waarbij het louter om een gebied gaat (puntinfrastructuur), zoals een woonwijk of natuurgebied, en effecten waarbij het om vervoersstromen gaat (zoals voetgangers, auto's enzovoort). De externe effecten dienen idealiter te worden berekend voor de oorzaken graafschade, reguliere werkzaamheden, initiële aanleg en vervanging van kabels en leidingen.

De relevante effecten omvatten:

Hinder voor omgeving

- Kwaliteit van het maaiveld: leefbaarheid, veiligheid, stof, blubber, orde, netheid;
- Imagoschade van straat/gebied/gemeente/netbeheerder;
- Verlies door tijdelijke omzetting;
- Verminderde ruimte voor uit te geven grond;
- Verminderde ruimte voor groenvoorzieningen en recreatie;
- Verminderde ruimte voor waterberging.

Hinder verkeer en vervoer

- Hinder voor voetgangers;
- Hinder voor fietsers;
- Hinder voor autoverkeer;
- Hinder voor toeleveranciers.

Met name effecten op puntinfrastructuur zijn dikwijls (maar niet altijd) ongeprijsd. Dat betekent dat er geen marktprijzen bestaan waarmee de omvang van de effecten kan worden vastgesteld. In dat geval moeten schaduwrijzen worden vastgesteld: alternatieve beprijzingen om alsnog tot een batenpost te komen.

Bij de post *kwaliteit van het maaiveld* geldt dat dit een sterk subjectief element is, dat lastig in concrete goederen en diensten te vertalen is. Wij verwachten bovendien dat deze batenpost relatief klein zal zijn ook omdat alle effecten van schade en overlast al worden meegenomen.

Omzetderving kan een relevante negatieve batenpost zijn bij detailhandelszaken die gevestigd zijn aan de infrastructuur waar een wijziging van kabels en leidingen plaatsvindt. Hierbij gaat het om het effect op zakelijke activiteiten, zodat het mogelijk moet zijn met marktprijzen te rekenen. Probleem is de bepaling van de omvang van de afzetderving. In de cases is uitgegaan van schadevergoedingen aan detailhandelaren bij lopende wegoopbrekingsprojecten.

Verminderde ruimte voor uit te geven grond kan separaat als (negatieve) batenpost worden opgenomen door de grondprijs per eenheid te vermenigvuldigen met de hoeveelheid grond die het project aan de beschikbare voorraad onttrekt dan wel toevoegt.

Verminderde ruimte voor groen en blauw alsmede recreatieve functies is in wezen dezelfde soort batenpost als verminderde ruimte voor uit te geven grond; met dit verschil dat uitgeefbare grond een marktprijs kent en de grond voor groen/blauw/recreatie niet.

Een belangrijke post in het geval van kabels en leidingen is hier de kap van bomen om in de grond te kunnen werken dan wel schade aan bomen bij werkzaamheden. We sluiten bij de waardering van bomen aan bij de Aanvulling OEI Bodem, natuur en grondwater alsmede de boomtaxatierichtlijnen zoals opgesteld door de Nederlandse Vereniging van taxateurs van Bomen (NVTB). Meestal zijn geen marktprijzen aanwezig, zodat met vervangingswaarde moet worden gerekend. Er moet worden opgemerkt dat deze invulling uit gaat van de functies die een boom vervult (zoals schaduw bieden, lawaai tegenhouden) en daarmee van de gebruikswaarde ervan in combinatie met de kosten die daarvoor moeten worden gemaakt.

Verminderde ruimte voor waterberging is relevant indien bundeling van kabels en leidingen verandering aanbrengt in concrete plannen in het projectgebied met betrekking tot waterberging. Dat dient in projecten te worden getoetst.

Hinder voor het autoverkeer wordt vastgesteld op basis van reistijdwaarderingen zoals opgesteld door de Adviesdienst Verkeer en Vervoer. Per modaliteit (voetganger, fietser, auto, toeleverancier) dient een gemiddelde extra reistijd door werkzaamheden aan kabels en leidingen te worden vastgesteld. Deze wordt vermenigvuldigd met de reistijdwaardering per modaliteit om een batenpost te bereiken. De hinder voor *voetgangers, fietsers* en *toeleveranciers* wordt hiervan afgeleid.

Kosten

De kosten van bundeling worden onderscheiden in investeringskosten, vervangingskosten, onderhoudskosten en herstelkosten bestrating. Investeringskosten voor de aanleg van een duct/goot dan wel tunnel kennen een ruime marge vanwege specifieke projectomstandigheden. Er zijn marktprijzen maar de schattingen daaromtrent lopen uiteen

van € 1800 tot € 5000 per strekkende meter tunnel. De investeringskosten voor kabels en leidingen zelf lijken bij eerste uitrol lager dan voor het nulalternatief.

Vervangingskosten zijn lager in de projectalternatieven omdat de levensduur van kabels en leidingen in deze alternatieven langer is. Hetzelfde geldt voor onderhoudskosten. De herstelkosten van bestrating zijn in de projectalternatieven eveneens lager omdat minder vaak wegopbreking hoeft plaats te vinden.

TOEPASSING OP CASES

De genoemde getallen zijn erg onzeker, Het gaat echter om toepassing van de systematiek. Het verdient aanbeveling om deze leidraad toe te passen op concrete projecten en na een termijn van ongeveer twee jaar te evalueren.

Casus oude stadskern: Maastricht

De gevonden kosten- en batenposten zijn vervolgens geoperationaliseerd voor drie winkelstraten in de binnenstad van Maastricht: de Grote Staat, Kleine Staat en Maastrichter Brugstraat. Het projectalternatief is bundeling van kabels en leidingen in een tunnel. De doorrekening van kosten en batenposten leidt tot de volgende conclusies:

- De voornaamste baten bestaan uit vermeden hinder bij reguliere reparatiewerkzaamheden en bij vervangingen van kabels en leidingen;
- De hinder bij de initiële aanleg van de tunnel is echter substantieel;
- Directe effecten spelen in verhouding tot externe effecten een marginale rol;
- De investeringskosten van de tunnel zijn hoog en laten bovendien een grote bandbreedte zien. De vermeden kosten in het projectalternatief zijn evenwel ook aanzienlijk;
- Het kosten-batensaldo is sterk afhankelijk van de investeringskosten van de tunnel. Wordt uitgegaan van de laagste inschatting, dan is het saldo positief;
- Bij een gevoeligheidsanalyse met een hogere discontovoet voor onzekere toekomstige baten resulteert een negatief kosten-batensaldo.

Casus ontwikkelingslocatie: Amsterdam

Voor drie eilanden in Amsterdam-IJburg, te weten Haveneiland West, Haveneiland Oost en Steigereiland. De alternatieven worden over de lengte van de hoofdstraat, de IJburglaan, in beschouwing genomen. Belangrijk is hier op te merken dat het nulalternatief (de gerealiseerde situatie) al een zekere mate van bundeling inhoudt omdat de kabels en leidingen onder het trottoir zijn aangelegd. De volgende conclusies kunnen worden getrokken:

- De belangrijkste baten bestaan uit vermeden hinder bij reguliere reparatiewerkzaamheden en bij vervangingen van kabels en leidingen. Daar staat de additionele hinder bij aanleg van de tunnel tegenover. Deze kan echter vermeden worden indien de tunnel direct tijdens de aanleg van de ontwikkelingslocatie mee kan worden aangelegd. Ook de lange aanlegtijd is hier van belang; aanleg voor of tijdens ontwikkeling van de locatie verdient aanbeveling.

- De vermindering van graafschade en leveringsonderbreking lijkt in het projectalternatief uiterst beperkt.
- Het project is per saldo alleen rendabel als de kosten van de aanleg van de tunnel laag blijven.
- Bij een gevoeligheidsanalyse met een hogere discontovoet voor onzekere toekomstige baten resulteert een negatief kosten-batensaldo.

Casus bedrijventerrein: Vlissingen

In Vlissingen wordt het bedrijventerrein Hoechstterrein herontwikkeld. Doordat kabels en leidingen in het projectalternatief in een tunnel worden gebundeld, ontstaat ruimte om extra grond uit te geven. De volgende conclusies kunnen worden getrokken:

- De directe effecten zijn wederom klein;
- De externe effecten bestaan volledig uit extra ruimte die beschikbaar komt voor nieuwe industriële activiteiten;
- Deze batenpost is zo groot dat de kosten ruimschoots worden gedekt;
- Het project is daarmee tevens zeer rendabel;
- De vraag is derhalve aan de orde of er geen andere mogelijkheid is bundeling op een andere (goedkopere) wijze te realiseren of dat uitgifte van grond voor een niet-industriële activiteit in het nulalternatief mogelijk is;
- Gevoeligheidsanalyse met een hogere discontovoet voor onzekere toekomstige baten leidt nog steeds tot een positief saldo.

ALGEMENE CONCLUSIES

Een eerste conclusie uit het onderzoek is dat het goed mogelijk is relevante kosten- en batenposten voor bundeling van kabels en leidingen op te stellen.

Ten tweede moet echter worden opgemerkt dat zowel aan de kosten- als de batenkant veel aannames moeten worden gemaakt omdat diverse factoren een grote bandbreedte vertonen of erg gebiedsspecifiek zijn. Het duidelijkst komt dit naar voren bij de investeringskosten in het projectalternatief tunnel. De omvang van kosten en baten zoals gehanteerd in dit onderzoek heeft dan ook een indicatief karakter. Bovendien moet worden bedacht dat kosten in de tijd kunnen verschillen.

Een derde belangrijke conclusie is dat (met een slag om de arm) de directe effecten graafschade en leveringsonderbreking een minder belangrijke batenpost blijken dan externe baten.

Verkeershinder blijkt een belangrijke (negatieve) batenpost. Ook ruimte voor uit te geven grond kan een belangrijke post zijn, getuige de casus Vlissingen. Essentieel is voorts de raming van kosten; bij de 2 cases in woongebieden bleken de kosten doorslaggevend voor het bereiken van een al of niet positief kosten-batensaldo. Ook lijkt het zinnig om bundeling met name te overwegen in gebieden met hoge dichtheden van bewoning en verkeer. Interessant kunnen voorts alternatieven zijn waarbij de hoge kosten van bundeling in tunnels worden vermeden en minder verkeershinder wordt veroorzaakt.

1. INLEIDING

Kabels en leidingen liggen in Nederland overwegend ongecoördineerd in de grond. Dit kan tot problemen leiden bij onderhoud en aanleg van kabels en leidingen. Te denken valt aan graafschade en leveringsonderbrekingen. Door de snelle ontwikkelingen op het gebied van informatie- en communicatietechnologie stijgt bovendien de hoeveelheid kabels en leidingen in de grond snel en worden de problemen hiermee versterkt. Ook neemt in ons land de ruimtedruk toe, zodat een efficiënte benutting van de ondergrond aan belang wint. Tot slot kan worden gewezen op de schadelijke effecten van het ongecoördineerde plegen van onderhoud aan kabels en leidingen, dat kan zorgen voor overlast voor de omgeving o.a. in de vorm van verkeersproblemen en omzetsdaling bij winkeliers.

Bundeling van kabels en leidingen in tunnels kan mogelijk bijdragen aan een oplossing van de problematiek rond ondergrondse infrastructuur. Bundeling kan zorgen voor een verminderde kans op schade en een verlaging van de kosten voor onderhoud. Daartegenover staan de kosten voor het bundelen bijvoorbeeld in de vorm van een tunnel.

Vanuit het Centrum Ondergronds Bouwen (COB) bestaat er behoefte aan het evalueren van alternatieve manieren van aanleg en exploitatie van kabels en leidingen. Analooq aan de OEI Leidraad van het Centraal Planbureau (Eijgenraam e.a. 2000 en Aanvullingen, 2004) kan een eenduidig overzicht van kosten en baten (projecteffecten) worden opgesteld. Daarbij wordt getracht om alle aanwezige kosten- en batenposten zoveel mogelijk van een kwantificering en monetaisering te voorzien.

In dit onderzoek stellen SEO Economisch Onderzoek, TNO Innovatie & Ruimte en KIWA gezamenlijk een handleiding op voor een kosten-batenanalyse van het ondergronds bundelen van kabels en leidingen. Dit wordt gedaan aan de hand van een drietal casusgebieden, te weten: winkelstraten in de Maastrichtse binnenstad, IJburg in Amsterdam en het Vlissings industriegebied Hoechstterrein. Daarbij wordt voortgeborduurd op een eerder project in opdracht van COB, waarin de kansen verbonden met graafschade en leveringsonderbreking modelmatig zijn berekend (Nelisse e.a. 2006).

LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt uiteengezet welke kosten- en batenposten relevant zijn en hoe men deze op verantwoorde wijze kan berekenen. In hoofdstuk 3, 4 en 5 worden de drie cases beschreven. Per casus wordt een overzicht van de effecten gegeven, alsmede een beschrijving van de berekeningswijze en de resultaten.

2. ALGEMEEN KADER

2.1. DE MKBA

Kosten-batenanalyse maakt het mogelijk het rendement van een investering te bepalen en alternatieve investeringen onderling te vergelijken. Voor het bedrijfsleven is dit een zeer gangbare methode. De methode wordt echter ook toegepast op investeringen die een brede maatschappelijke impact hebben. We spreken dan van een maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA). In de MKBA worden alle effecten die burgers ondervinden als gevolg van een investering meegenomen en zoveel mogelijk in geld uitgedrukt.

In dit onderzoek worden alle maatschappelijke effecten van de bundeling van kabels en leidingen bepaald. Het gaat dan niet alleen om de impact op kabel- en leidingexploitanten maar ook om de afnemers van diensten die daarmee verbonden zijn en om effecten op de omgeving.

De output van de MKBA is in eerste instantie een beschrijving van voor en nadelen van de investering voor de gehele maatschappij. Wie de voor- en nadelen krijgen wordt in een tweede stap bepaald (actoranalyse). Aan het eind van de analyse wordt bovendien aangegeven in hoeverre de uitkomsten van de analyse enigszins robuust zijn (gevoeligheidsanalyse).

2.2. PROJECT- EN NULALTERNATIEF, PROJECTPERIODE EN VERDISCONTERING

Voorafgaand aan het bepalen van effecten en haar input en berekeningsmethoden dienen nulalternatief en projectalternatief per casus te worden vastgesteld. Het is van groot belang om beide zorgvuldig vast te stellen. Komt de keuze van het projectalternatief vanuit de onderzoeksvraag die voorligt relatief eenvoudig naar voren, de keuze van een nulalternatief is dikwijls lastiger. Het nulalternatief betreft de situatie waarbij het project niet wordt uitgevoerd. Dit betekent echter niet dat er helemaal niet wordt geïnvesteerd. Zo kunnen zich in het nulalternatief situaties voordoen waarin kabels en leidingen wel degelijk worden gebundeld, bijvoorbeeld omdat de bouw van een parkeergarage daartoe noopt. Dit zou van invloed zijn op de baten in het projectalternatief. In dit voorbeeld zouden deze lager uitvallen, omdat immers in het nulalternatief ook baten te verwachten zijn van verplaatsing dan wel bundeling. Toch ligt het in rede dat bij kosten-batenanalyse van kabels en leidingen gekozen wordt voor een nulalternatief waarbij niet wordt gebundeld. Een reden hiervoor is dat bundeling een lange projectperiode behelst omdat gebundelde kabels en leidingen langzaam afschrijven. Er wordt gekozen voor een projectperiode van 100 jaar. Er kunnen hooguit over het begin van een dergelijk lange projectperiode veronderstellingen worden gemaakt over

investerings die een zinnig nulalternatief vormen voor bundeling in een tunnel (het projectalternatief). De baten van alternatieve investeringen kunnen bovendien ver in de toekomst liggen en dus in het heden nog weinig waard zijn in verdisconteerde vorm.

Als discontovoet kiezen we vier procent. Dit betekent dat toekomstige kosten en baten worden verdisconteerd naar het heden met een voet van vier procent per jaar. Het effect van een hogere discontovoet zal worden onderzocht middels een gevoeligheidsanalyse.

Het gebruik van 4% is gebaseerd op een afspraak uit de jaren 90 over de hoogte van een rendement op een risicoloze investering. Voor toekomstige effecten die onzekere zijn wordt het disconto verhoogd met een risicopremie van 3%. Dat betekent dat onzekere toekomstige baten relatief minder waard worden. In principe moet voor elk effect bekeken worden hoe onzeker deze is. Vaak betekent dit dat de kosten met 4% en de baten met 7% verdisconteerd worden. Een verhoging met een risicopremie van 3% extra zal het rendement doen verminderen. Daarnaast is momenteel een discussie gaande gericht op het verlagen van de discontovoet van 4 naar 3%. Dit vanwege de lagere lange termijn rentevoet op de kapitaalmarkt. Zoals gezegd zijn we in eerste instantie uitgegaan van 4%. Dit zal de lange termijn baten in waarde doen toenemen en het rendement vermeerderen.

2.3. OVERZICHT EFFECTEN: KOSTEN EN BATEN

Gebruikelijk is om de effecten in te delen in directe, indirecte en externe effecten (Eijgenraam e.a., 2005). Hieronder wordt een beschrijving van de drie typen effecten gegeven.

- > *Directe effecten.* Dit betreft de effecten voor de exploitant van tunnel en voor haar gebruikers (beheerders en eigenaren van netwerken en leidingen plus de eindgebruikers daarvan: consumenten en bedrijven);
- > *Externe effecten.* Het betreft hier de effecten die derden ondervinden van de bundeling (omwonenden, het verkeer, et cetera). Deze groep kunnen we ook omschrijven als de onvrijwillige gebruikers.¹
- > *Indirecte effecten.* Dit zijn de effecten die in andere sectoren van de economie optreden als gevolg van de bundeling (efficiency-, schaalvoordelen bij bedrijven als gevolg van verbeterde voorzieningen). In het geval van bundeling is het niet erg waarschijnlijk dat er dergelijke effecten optreden, aangezien deze zich doorgaans alleen voordoen bij zeer grote concentraties van bedrijven. Bundeling van kabels en leidingen zal in de meeste gevallen volgend zijn op een dergelijke concentratie en niet de oorzaak daarvan. We nemen dit effect daarom niet verder mee in onze aanpak.

¹ In principe zouden de groep eindgebruikers ook als extern kunnen worden aangemerkt. Zij zijn geen directe gebruikers maar krijgen wel (onvrijwillig) met de gevolgen te maken. Omdat echter een (grote) eindgebruiker ook zelf gebruiker van de tunnel kan zijn, lijkt het overzichtelijker om gebruikers en eindgebruikers bij elkaar te voegen.

- > *Kosten.* Hieronder vallen de kosten van aanleg en onderhoud en eventueel vermeden kosten die anders in het nulalternatief waren gemaakt.

Voor het bundelen van kabels en leidingen zijn de volgende relevante effecten vastgesteld (hier weergegeven samen met typen kosten):

Tabel 2.1 Overzicht van baten- en kostenposten bij bundeling van kabels en leidingen

Baten	Effecten
Directe effecten	Graafschade Leveringsonderbreking en -beperking
Externe effecten	Overlast omwonenden Overlast detailhandel Verandering in ruimte voor uit te geven grond Verandering ruimte voor groen en blauw Verkeershinder (automobilisten, fietsers, voetgangers, detailhandel)
Kosten	Investeringskosten Vervangingsinvesteringen Onderhoudskosten Herstellkosten Bestratingskosten

De typen effecten worden hieronder beurtelings behandeld voor bundeling van kabels en leidingen.

2.4. DIRECTE EFFECTEN

De directe effecten omvatten schade bij graafwerkzaamheden en onderbreking van leveringen. Deze effecten kunnen worden omschreven als een kans dat schade dan wel onderbreking optreedt, vermenigvuldigd met de omvang van de schade/onderbreking. Deze gelden als negatieve baten. Voor de vaststelling van kansen maken we gebruik van het TNO-model zoals toegepast in COB-project O13 (Nelisse e.a. 2006). In dit model wordt voor diverse typen kabels en leidingen een kans en een effect berekend. Het model kent de volgende informatiebehoefte:

- > Welk *type leidingen* is aan de orde?;
- > Welk *type oorzaak*? Hierbij is vooral van belang of er bij leidingen zettingen verwacht worden (in West-Nederland op veengrond komt dit veelal voor) en of er mechanische vormen van belasting zijn op de kabels en leidingen (zoals zwaar vrachtverkeer, bomen, containers);
- > Om *hoeveel kilometer* kabels en leidingen gaat het, gesplitst naar het medium;
- > Welk *materiaal*? Hierbij is de aanname dat state-of-the-art materiaal wordt gebruikt; een gietijzeren gasleiding geldt als achterhaald; schadekansen zijn dan niet relevant. De reden hiervoor is dat het model is opgesteld op basis van state-of-the-art materiaal. Rekenen met verouderde materialen levert derhalve onjuiste schattingen op.;

In tabel 2.2 zijn de voor het model geschikte typen kabels en leidingen weergegeven. In de rechterkolom is per type kabel/leiding de veronderstelde materiaalkeuze vermeld. Vaak zal er in het projectalternatief sprake zijn van reservecapaciteit. Deze wordt als pro memorie-post weergegeven; de omvang van de graafschade is niet geheel duidelijk terwijl er geen schade is door leveringsonderbreking. .

Tabel 2.2 Typen kabels en leidingen en materiaalkeuze bij vaststelling directe effecten via het model

Type Kabel of leiding	Materiaal*
Aardgas	Staal of kunststof (PVC)
Drinkwater	Kunststof (PVC), staal en beton in grotere diameters
Elektriciteit	Kunststof (XLPE, GPLK)
Warmte	Staal
Koude	Staal
RWA riool ²	Beton of kunststof (PE)
Telecom	Kunststof
Industriële gassen	Staal
Industriewater	Staal of kunststof
Vloeibare brandstoffen	Staal
DWA riool ³	Beton of kunststof (PE)
Stoom	Staal
Perslucht	Staal
Afval	Staal

** Voor de materiaalkeuze is uitgegaan van het materiaal dat op dit moment gebruikelijk is in de aanleg van nieuwe kabels en leidingen in de volle grond. Wanneer in een bundeling een ander materiaal wordt toegepast, wordt dat beschouwd als een maatregel die genomen wordt. Zo zal voor aardgas in een ILT staal worden toegepast in verband met het voorkomen van beschadiging, ook drinkwater wordt in staal uitgevoerd. (Bron: Nelisse e.a., p. 21.)*

We nemen aan dat over de projectperiode beschouwd de hoeveelheid kabels en leidingen in de grond met gemiddeld drie procent per jaar toeneemt. Dit verhoogt de omvang van de directe effecten.

Het model werkt zoals afgebeeld in Figuur 2.1⁴. Oorzaken, media en gevolgen worden aan elkaar gerelateerd in een zogeheten Bayesiaans netwerk. Aan de linkerzijde staan oorzaken van veranderingen in baten:

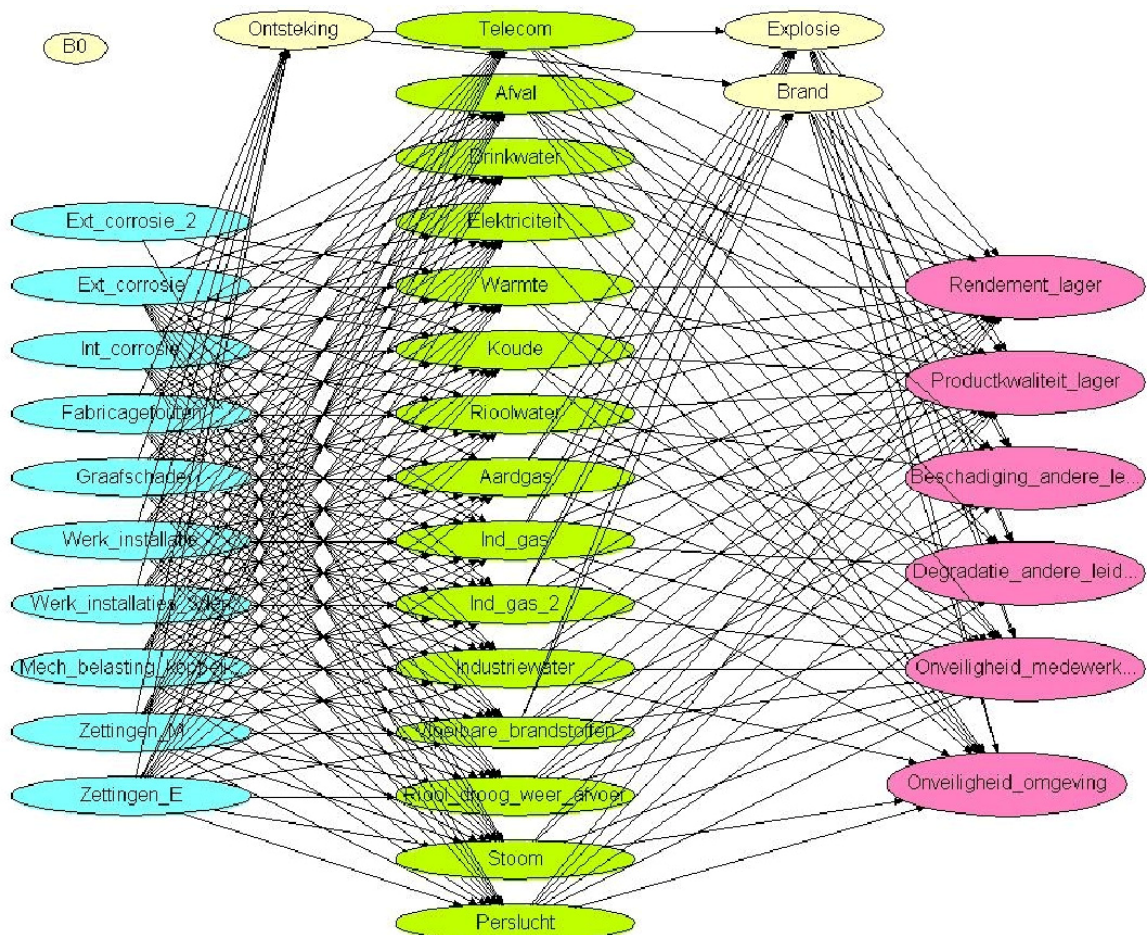
- > *Externe corrosie.* Dit betreft de aantasting van leidingen door corrosie, erosie en andersoortige aantastingen van buitenaf;
- > *Interne corrosie.* Onder interne corrosie wordt de aantasting van leidingen door corrosie, erosie en andersoortige aantastingen van binnenuit verstaan;
- > *Fabricagefouten.* Fouten die gedurende de fabricage en montage van de kabels en leidingen leiden tot falen van die leiding worden onder de noemer fabricagefouten geschaard;
- > *Graafschade.* Graafschade betreft het beschadigen (en daardoor falen) van kabels en leidingen als gevolg van graafwerkzaamheden;

² RWA, RegenWaterAfvoer, in de Exceltabel ook wel genoemd “rioolwater” is de hemelwaterafvoer.

³ DWA, DroogWeerAfvoer, in de Exceltabel ook wel genoemd “riool droog weer” is de vuilwaterafvoer.

⁴ Voor een gedetailleerde beschouwing verwijzen we naar de rapportage van project O13 van het COB.

- > *Werkzaamheden*. Dit betreft onderhouds-, reparatie- en vervangingswerkzaamheden aan een leiding die als gevolg daarvan faalt;
- > *Werkzaamheden door derden*. Dit betreffen onderhouds-, reparatie- en vervangingswerkzaamheden aan een leiding die het falen van een andere leiding tot gevolg hebben;
- > *Mechanische belastingen*. Onder deze oorzaak vallen mechanische belastingen op leidingen en koppelingen, bijvoorbeeld door verkeersbelasting, boomwortels etc.;
- > *Zettingen*. Hieronder worden grondzettingen beschouwd die leiden tot het falen van een leiding.



Figuur 2.1 Modellerings van oorzaken en gevolgen bij kansberekening van graafschade en leveringszekerheid (bron: Nelisse e.a. -2006)

In het midden van Figuur 2.1 bevinden zich de onderscheiden typen kabels en leidingen. Onder falen van een leiding is lekkage verstaan, in de breedste zin van het woord. Dus ook het beschadigen van een elektriciteitsleiding leidt tot 'lekkage'. Uitval van kabels en leidingen is niet in het model opgenomen, omdat de gevolgen in termen van rendementsverlies uitsluitend van effect zijn op de leidingeigenaar en daarom geen meerwaarde heeft ten behoeve van de afweging voor een bepaald type bundeling (Nelisse e.a. 2006, p. 26).

Aan de rechterzijde van het model zijn de gevolgen van leidingfalen gerelateerd aan de typen leidingen. Hierbij is de volgende onderverdeling gemaakt (Nelisse e.a. 2006):

- > *Lager rendement van het product.* Door falen van een leiding kan de levering van het getransporteerde product afnemen of zelfs volledig stilvallen. Hierdoor neemt het rendement af;
- > *Lagere productkwaliteit.* Door falen van een leiding kan de kwaliteit van een product verminderen, met name bij lekkage. Hierdoor ontstaat een opening in de kabel of leiding, waardoor vuil, ongedierte of andere zaken die de productkwaliteit aantasten kunnen indringen. Wanneer een leiding onder druk staat, zal de indringing en daarmee de vermindering van de productkwaliteit beperkt zijn;
- > *Beschadiging van andere leidingen (direct).* Door falen van andere leidingen kunnen situaties ontstaan die als gevolg hebben dat andere leidingen direct falen. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan brand en explosie;
- > *Degradatie van andere leidingen (lange termijn).* Degradatie van andere leidingen met als gevolg falen op de langere termijn kan optreden als gevolg van het falen van een leiding en het vrijkomen van een stof die bijvoorbeeld corrosief is of op een andere wijze andere leidingen kan aantasten;
- > *Onveiligheid voor medewerkers.* Bij het falen van een leiding en met name bij het lekken kunnen stoffen vrijkomen die gevaar voor aanwezigen kunnen opleveren. Hierbij hoeft geen sprake te zijn van gevaarlijke stoffen, ook bijvoorbeeld grote hoeveelheden drinkwater kunnen voor verdrinkingsgevaar zorgen;
- > *Onveiligheid voor omgeving.* Door lekkage van stoffen als gevolg van falen van een leiding kan een gevaarlijke situatie voor de omgeving ontstaan. Hierbij kan worden gedacht aan het vrijkomen van toxische stoffen, brand en explosie;

Een speciaal gevolg is wanneer het vrijkomen van een brandbare of explosieve stof samenvalt met het ontstaan van een ontsteking en de combinatie leidt tot een brand of explosie. Dit is uiteraard een gevolg dat niet bij alle kabels en leidingen kan voorkomen.

2.4.1. GRAAFSCHADE

Wanneer kabels en leidingen ongebundeld in de grond liggen kunnen deze beschadigd raken bij graafwerkzaamheden. De schades kunnen leiden tot acute onderbrekingen van leveranties of tot beschadigingen die pas in de toekomst aan het licht komen. In onze berekeningen zijn we uitgegaan van alleen de acute onderbrekingen wat een onderschatting van de schade behelst. Bij bundeling in een tunnel zal de kans op schade kleiner zijn, ten eerste doordat de kabels en leidingen beschermd worden door de tunnelwand en ten tweede doordat duidelijk is waar de tunnel zich precies bevindt; iets wat met losse kabels en leidingen veel moeilijker is vast te stellen. In Tael 2.3 zijn de kansen in de nul- en projectsituatie weergegeven (kansen in km/jaar).

Het verschil in kansen geeft de vermeden kans die bundeling tot gevolg heeft. Door deze vermeden kans te vermenigvuldigen met het aantal kilometers kabels en leidingen dat ondergronds gebundeld wordt, wordt het aantal vermeden graafschades per jaar verkregen. Dit aantal vermenigvuldigd met de herstelkosten per schadegeval geeft de totale verminderde kosten als gevolg van graafschade in een bepaald jaar.

Doordat het aantal kilometers kabels en leidingen jaarlijks met 3% toeneemt, neemt ook het aantal vermeden graafschades jaarlijks met 3% toe. Doordat de verminderde kosten echter worden verdisconteerd nemen deze minder toe.

Voor de meeste typen kabels en leidingen liggen de herstellkosten tussen de 400 en 800 euro. Het betreft dan hoofdzakelijk arbeidsloon. Bij de typen waarvoor de kosten hoger liggen, zijn de arbeidskosten doorgaans hoger en komen er vaak ook kosten van materieel en materiaal bij kijken. Voor de vervanging van een rioolbuis is bijvoorbeeld een graafmachine nodig en een nieuw stuk buis.

Tabel 2.3 Vermindering van de schade in het projectalternatief t.o.v. nulalternatief en herstellkosten per schadegeval

Type kabel / leiding	Kans op schade (km/jaar)		Herstellkosten (€) per schadegeval	Bron
	Nulsituatie*	Projectsituatie*		
Waterleiding	0,0100	0,000001	576	V.d. Boomen
Gasleiding	0,0100	0,000001	600	KIWA
Elektriciteit	0,0100	0,000001	600	KEMA**
Riool	0,0010	0,000001	1.853	Elsevier
CAI (kabels en leidingen)	0,0100	0,000001	480	KPN
KPN, telecom en overige kabels	0,0100	0,000001	480	KPN
Warmte/koude leidingen	0,0001	0,000001	1.152	Elsevier
Industriële gasleidingen	0,0100	0,000001	600	Zie gasleiding
Industriewater leidingen	0,0010	0,000001	576	Zie waterleiding
Vloeibare brandstofleidingen	0,0010	0,000001	1.164	Elsevier
DWA riool	0,0010	0,000001	1.853	Elsevier
Stoomleidingen	0,0001	0,000001	400	KIWA
Persluchtleidingen	0,0100	0,000001	600	Zie gasleiding
Afvalleidingen	0,0001	0,000001	800	Schatting o.b.v. Elsevier
Reservecapaciteit	PM	0,000001	PM	-

* Nelisse e.a., Het gaat hier om de ordegrootte. Deze is voor drinkwater, gas en elektriciteit gebaseerd op statistische gegevens, voor Riool op basis van gegevens van Rioned, voor kabels op basis van schattingen van KPN. De overige leidingen zijn geschat op basis van gelijkenis met netwerken waarvan de gegevens bekend zijn.

** Het betreft een gewogen gemiddelde van laagspanning en middenspanning.

2.4.2. LEVERINGSONDERBREKING

De graafschades leiden tot het falen van de kabels en leidingen, waardoor de levering van gas, water, licht, data et cetera aan consumenten en bedrijven stil komt te liggen. De kansen op leveringsonderbrekingen zijn dus gelijk aan de kansen op graafschades. Hetzelfde geldt daarom ook voor het vermeden aantal onderbrekingen.

De baat voor de consumenten en producenten is het verminderde aantal onderbrekingen vermenigvuldigd met de gemiddelde duur van een onderbreking maal het aantal getroffen klanten maal de schade per uur per klant. In onderstaande tabel is de gemiddelde onderbrekingsduur en het aantal getroffen klanten per onderbreking bepaald. In een eerder SEO rapport is de schade per uur als gevolg van een elektriciteits-

onderbreking berekend voor elke gemeente in Nederland.⁵ Bij producenten bestaat de schade uit het verlies aan toegevoegde waarde. Bij consumenten bestaat de schade uit het verlies aan vrije tijd. Voor de schade per uur van een onderbreking van de elektriciteitslevering zijn die cijfers dus bij uitstek geschikt. De schades per gemeente per uur worden aan de hand van het aantal vestigingen per sector en het aantal inwoners omgerekend naar schades per uur per getroffen bedrijf en getroffen inwoner.

De schades voor de overige typen kabels en leidingen worden afgeleid van de schades als gevolg van een elektriciteitsonderbreking door toepassing van de ingeschatte percentages uit Tabel 2.4. Zo wordt voor een onderbreking van de gaslevering aangenomen dat dit leidt tot 30% van de schade die gepaard gaat met een onderbreking van de elektriciteitslevering, omdat bedrijven voor hun productie en consumenten bij hun vrijetijdsbesteding veelal minder afhankelijk zijn van gas dan van elektriciteit. Aan bedrijven die zeer afhankelijk zijn van gas in het productieproces en daarom gebruik maken van industriële gasleidingen, wordt wel de volledige schade toegerekend.

Tabel 2.4 Duur en gemiddeld aantal getroffen en van schade van leveringsonderbreking

Type kabel / leiding	Gemiddelde duur onderbreking* (uren)	Schade t.o.v. schade bij elektriciteitsonderbreking**	Gemiddeld aantal getroffen klanten per onderbreking***
Waterleiding	2	20%	15
Gasleiding	1,65	30%	8
Elektriciteit	2,13	100%	266
Riool	8	20%	8
CAI (kabels en leidingen)	8	20%	266
KPN, telecom en overige kabels	8	20%	266
Warmte/koude leidingen	8	20%	266
Industriële gasleidingen	4	100%	266
Industriewater leidingen	4	100%	266
Vloeibare brandstofleidingen	8	100%	266
DWA riool	8	20%	266
Stoomleidingen	4	20%	266
Persluchtleidingen	1,65	100%	266
Afvalleidingen	8	100%	266

* Gasleiding: Lock e.a., elektriciteit: EnergieNed / KEMA, waterleiding: schatting KIWA Water research, Perslucht (zie gasleiding), overige onderbrekingsduren: expert opinion uit Nelisse e.a.

** Nelisse e.a.

*** Gasleiding Lock e.a., elektriciteit: EnergieNed / KEMA, waterleiding: schatting KIWA Water research, overige typen zijn gerelateerd aan elektriciteit

Naast leveringsonderbrekingen is het denkbaar dat in specifieke stadscentra bepaalde faciliteiten überhaupt niet of alleen tegen

⁵ De Nooij, M., Lieshout, R.B.T., Bijvoet, C.C., Koopmans, C.C. (2004). Verfijning regionale informatie, SEO-rapport nr. 770. SEO Economisch Onderzoek, Amsterdam, 2004.

exorbitant hoge bedragen kunnen worden aangeboden (**leveringsbeperking!**). In dat geval zou er een welvaartsverlies ontstaan bij de bewoners van het centrum en bovendien de functiemogelijkheden van het centrum beperken. We zijn dit effect niet in onze drie uitgewerkte cases tegengekomen en hebben dit effect (nog) niet gewaardeerd.

2.5. EXTERNE EFFECTEN

Bij het indelen van externe effecten maken we onderscheid naar die effecten waarbij het louter om een gebied gaat (puntinfrastructuur), zoals een woonwijk of natuurgebied, en effecten waarbij het om vervoersstromen ofwel lijninfrastructuur gaat (zoals voetgangers, auto's enzovoort). De effecten in Tabel 2.5 worden externe effecten genoemd omdat ze toevallen aan andere partijen dan de bij de kabels en leidingen direct betrokkenen. Dikwijls zijn deze effecten ongeprijsd: er is geen markt waarop prijzen voor deze effecten tot stand komen of veranderen door een ruimtelijke ingreep.

Dit geeft problemen op het vlak van waardering. Als er geen marktprijzen bestaan, is het nodig zogeheten schaduw prijzen vast te stellen. Soms is dit onmogelijk, moeilijk of kostbaar. Vaak worden ongeprijsde effecten dan ook niet dan wel als pro memorie post meegenomen in de maatschappelijke kosten-batenanalyse. De wijze waarop schaduw prijzen worden vastgesteld, kan naar type goed sterk verschillen. Waar het gaat om de reistijdwaardering van automobilisten, bestaan goed gedocumenteerde waarderingen van de Adviesdienst Verkeer en Vervoer (AVV).

Tabel 2.5 Typen externe effecten bij bundeling van kabels en leidingen

Puntinfrastructuur: omgeving	Overlast ⁶ voor <i>detailhandel</i> bij graafwerkzaamheden; Overlast voor <i>omwonenden</i> bij graafwerkzaamheden Imagoschade eigenaren kabels en leidingen bij graafschade. Verminderde ruimte voor uit te geven grond;
Puntinfrastructuur: natuur	Verminderde ruimte voor waterberging; Kwaliteit van het maaiveld; Verminderde ruimte voor groenvoorzieningen en recreatie; Verhoogde kans op legionella.
Lijninfrastructuur: verkeer	<i>Hinder verkeer en vervoer</i> . Hinder voor automobilisten (en passagiers), fietsers, voetgangers en toeleveranciers van de detailhandel als gevolg van graafschade, reparatie- en onderhoudswerkzaamheden en de eventuele aanleg van de tunnel.

2.5.1. OMGEVING

VERMEDEN OVERLAST VOOR DETAILHANDEL BIJ GRAAFWERKZAAMHEDEN

Omgevingshinder omvat ten eerste overlast voor detailhandelaren en omwonenden bij graafwerkzaamheden. De volgende typen

⁶ De termen overlast en verminderde ruimte etc. laten de negatieve kant zien van de huidige aanleg methode (nulalternatief). Met bundeling (projectalternatief) worden deze negatieve invloeden verminderd.

graafwerkzaamheden kunnen hierbij worden onderscheiden:

- > Werkzaamheden voortvloeiend uit graafschade;
- > Reguliere graafwerkzaamheden;
- > Eerste aanleg van kabels en leidingen;
- > Vervanging van kabels en leidingen.

Omzetderving kan een relevante negatieve batenpost zijn bij detailhandelszaken die gevestigd zijn aan de infrastructuur waar een wijziging van kabels en leidingen worden overwogen. Hierbij gaat het om verhandelbare goederen, zodat het mogelijk moet zijn met marktprijzen te rekenen. Uit COB-onderzoek N430 volgt dat de gemiddelde omzet per vierkante meter vloeroppervlak (m^2 bvo) in 1998 circa 6.000 gulden bedroeg.⁷ Omgerekend naar huidige prijzen is dit bijna 3.250 euro. Door wegopbrekingen daalt deze met gemiddeld 20%. De winstmarge bedraagt circa 30%. Aan de hand van deze cijfers kan de winstderving per vierkante meter voor een bedrijf worden bepaald dat te maken krijgt met een opbreking. Vervolgens dient het aantal vierkante meter bedrijfsoppervlak te worden bepaald dat te maken krijgt met de winstderving. Aangenomen is dat bij puntvormige graafwerkzaamheden (graafschade en reguliere graafwerkzaamheden) bedrijven in een straal van 50 meter om de werkzaamheden hinder (en dus winstderving) ondervinden. Lijnvormige werkzaamheden (eerste aanleg en vervanging) kunnen gezien worden als puntvormige graafwerkzaamheden die zich verplaatsen; steeds bevindt een ander deel van bijvoorbeeld een winkelstraat zich in de straal van 50 meter en ondervindt last. Een bedrijf kan hierdoor meerdere dagen hinder ondervinden, terwijl de werkzaamheden zich verplaatsen. Aan de hand hiervan kan de winstderving per dag worden bepaald van een opbreking. Door deze waarde te vermenigvuldigen met de gemiddelde duur van een opbreking en het aantal opbrekingen per jaar wordt het jaarlijkse effect verkregen.

VERMEDEN OVERLAST VOOR OMWONENDEN BIJ GRAAFWERKZAAMHEDEN

Het moneteriseren van de overlast die bewoners ondervinden is lastiger vast te stellen. Er kan voor gekozen worden de acceptatiebereidheid (willingness-to-accept) van individuele bewoners vast te stellen, maar de kans is groot dat hierbij overschattingen optreden. Hier is er daarom voor gekozen uit te gaan van betaalde vergoedingen voor hinder, zoals bij de aanleg van de Noord/Zuidlijn in Amsterdam, waar een vergoeding geldt van € 40,35 per huishouden per maand. De berekening van de schade verloopt grotendeels analoog aan die voor de detailhandel, met als enige verschil dat er niet wordt gerekend met schades en aantallen vierkante meters, maar met schades per huishoudens en aantallen gehinderde huishoudens.

VERMEDEN IMAGOSCHADE EIGENAREN KABELS EN LEIDINGEN BIJ GRAAFSCHADE

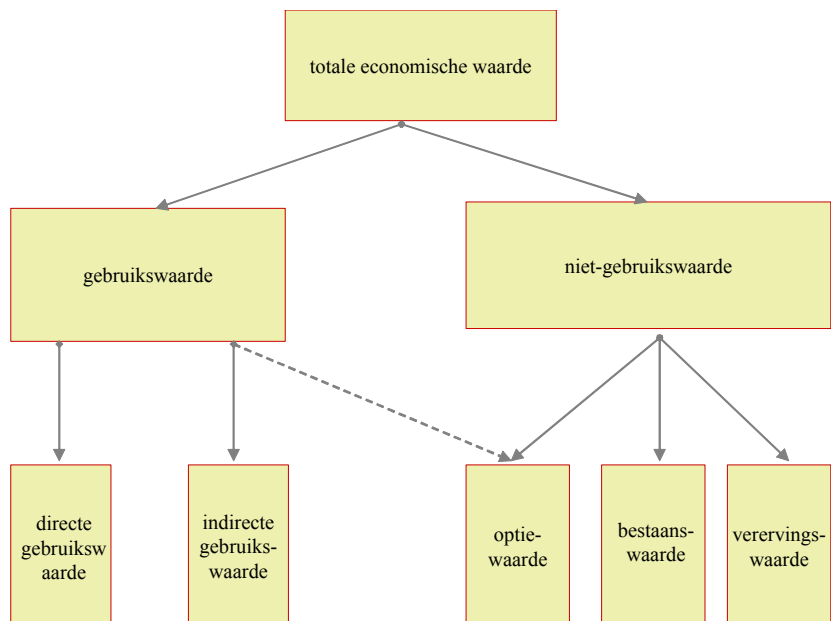
De leveringsonderbreking die voort kan vloeien uit graafschade leidt tot overlast bij consumenten en bedrijven. Komen dergelijke onderbrekingen vaak voor (wat niet aan de eigenaren van de kabels en leidingen hoeft te liggen, de schade kan immers ook veroorzaakt worden

⁷ COB (1998). Monetarisering van ruimtelijke effecten. COB rapport N 430-01, Gouda, September 1998.

door een andere partij), dan kan dit negatieve effecten hebben voor het imago van de eigenaren van de kabels en leidingen. Imagoschade is moeilijk vast te stellen en daarom ook moeilijk te waarderen. Bovendien schatten wij in dat dit effect zeer klein zal zijn. Immers, de afzonderlijke schades zijn reeds in kaart gebracht en vervolgens zal het imago effect met name invloed hebben op de keuze tussen leveranciers. Het gaat dan met name om een verdelingseffect en niet om een additioneel welvaartseffect, waardoor besloten is het achterwege te laten.

2.5.2. NATUUR EN BODEM

Gaat het om natuur-, bodem- en waterwaardering, dan is het meestal minder eenvoudig om schaduw prijzen vast te stellen, omdat de waardering minder homogeen van aard is. Er zijn veel automobilisten, fietsers en voetgangers, maar er zijn per eenheid natuur over het algemeen minder recreanten. Natuur wordt op meerdere wijzen dan alleen gebruik gewaardeerd. Om op alternatieve wijze waarderingen te bepalen, wordt uitgegaan van typen waardering. Het type waardering bepaalt (mede) de wijze waarop wordt gewaardeerd. Daarbij wordt de volgende indeling gehanteerd (Ruijgrok e.a. 2004, blz. 22):

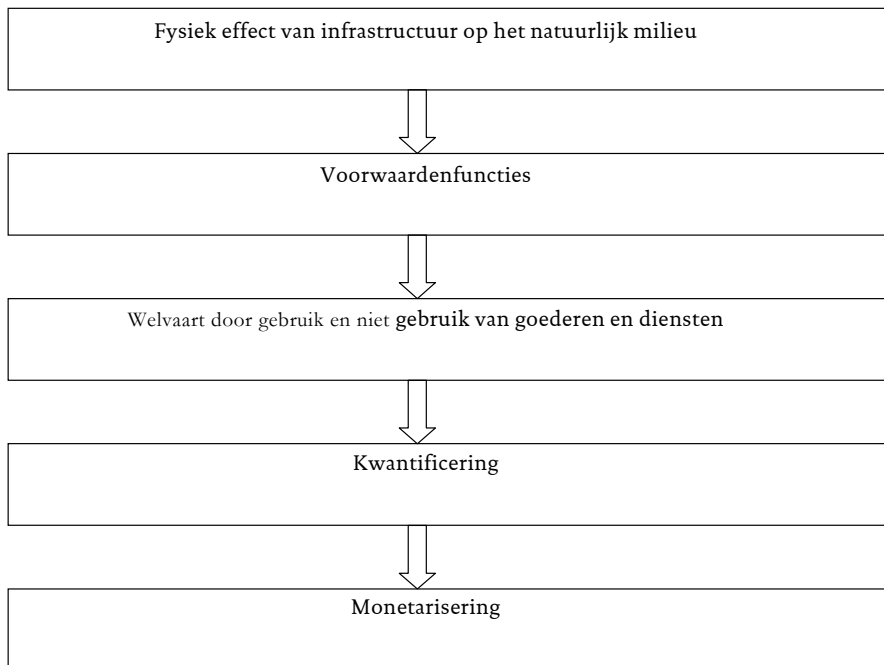


Figuur 2.2 Totale economische waarde ingedeeld in deelbegrippen (bron: TNO op basis van Ruijgrok e.a. 2004)

De volgende vraag is, om welk type waarde het in het geval van externe effecten bij kabels en leidingen gaat en hoe vervolgens wordt gewaardeerd. Bij de typen waarde zijn in de literatuur bruikbare monetariseringsmethoden aangewezen (zie voor nadere uitleg Ruijgrok e.a. 2004). Figuur 2.3 geeft schematisch weer hoe de doorrekening van fysieke effecten naar welvaartseffecten plaatsvindt.

De eerste stap is het fysiek beschrijven van natuureffecten, bijvoorbeeld dat de aanleg van een woonwijk een aantal hectaren natuur doet verdwijnen. Belangrijker is de tweede stap, het bepalen van voorwaardenfuncties. Deze stap vergemakkelijkt het toeschrijven van welvaartseffecten aan natuurverandering, voorkomt dubbeltelling en maakt duidelijk of direct kan worden gewaardeerd of dat dit als proxy moet geschieden. De derde stap is het bepalen van goederen en diensten

die met de natuur in kwestie kunnen worden voortgebracht en waarmee derhalve welvaartseffecten kunnen worden bepaald via marktprijzen. Als zowel stap 2 als 3 gezet zijn, kan in de vierde stap worden bepaald of wordt gekwantificeerd via voorwaardenfuncties (stap 2) of via goederen en diensten (stap 3). In de laatste, vijfde stap worden de gevonden kwantiteiten gemonetariseerd. Hiervoor zijn verschillende methoden beschikbaar (zie Ruijgrok e.a. blz. 27-34; 41-63).



Figuur 2.3 Van fysiek effect naar gemonetariseerd effect - Ruijgrok e.a. 2004, blz. 27

KWALITEIT VAN HET MAAIVELD

Bij de post kwaliteit van het maaiveld onderscheiden we leefbaarheid, veiligheid en netheid. Voor leefbaarheid geldt dat dit een sterk subjectief element is, dat lastig in concrete goederen en diensten te vertalen is. In dat geval verdient het aanbeveling af te gaan op de betalingsbereidheid van individuen. Daarbij wordt gevraagd wat een individu bereid is te betalen voor een bepaalde mate van leefbaarheid.

Bij veiligheid zou men de verandering in het aantal doden en gewonden als gevolg van een wijziging in kabels en leidingen kunnen schatten. Deze werkwijze is gebruikelijk bij projecten in droge weginfrastructuur (zie Bickel e.a. 2005). Hiervoor moet men wel een waardering hebben van letselvormen alsmede een verwachte wijziging in de kans dat bepaalde vormen van letsel optreden. Anders dan bij weginfrastructuur lijkt er bij bundeling van kabels en leidingen nog geen betrouwbare database van risicoschattingen op dit vlak beschikbaar.

Bij netheid gaat het om de waardering van bewoners voor rommel (stof, blubber) van het openleggen van de openbare ruimte in verband met een wijziging in de kabel- en leidingeninfrastructuur. Hier wordt voorgesteld de zelfde werkwijze te volgen als bij leefbaarheid omdat ook hier een sterke subjectieve insteek geboden is. We gaan ervan uit dat de waardering van omwonenden voor netheid wordt meegenomen bij de post overlast voor omwonenden. Om dubbeltellingen te voorkomen, wordt deze post hier verder niet uitgewerkt.

RUIMTE VOOR UIT TE GEVEN GROND

Het kan zo zijn dat door bundeling van kabels en leidingen de hoeveelheid uitgeefbare grond voor bedrijven toe- of af neemt. De verandering in ruimte voor uit te geven grond in het projectalternatief kan separaat als batenpost worden opgenomen door de grondprijs per eenheid te vermenigvuldigen met de hoeveelheid grond die het project aan de beschikbare voorraad toevoegt/onttrekt.

Door toevoeging aan het aanbod van grond kan een prijsdaling resulteren die van invloed is op de baten tijdens de projectperiode. Bij onttrekking kan de grondprijs door versmald aanbod stijgen. Met prijselasticiteiten van de vraag naar grond kan een dergelijk effect worden vastgesteld. We zien hier evenwel verder van dergelijke indirecte effecten af.

WAARDERING VAN GROENE EN BLAUWE NATUUR

Van groene en blauwe natuur kan de waardering door individuen ook besloten zitten in iets anders dan het gebruik ervan. Er wordt hierbij (zie het schema hierboven) gesproken van niet-gebruikswaarde, die valt onder te verdelen naar de optiewaarde, de bestaanswaarde en de verwervingswaarde. De optiewaarde is de waarde van het houden van de keuze tussen toepassingsmogelijkheden van een goed bij de huidige generatie mensen. Verwervingswaarde is de waarde van behoud van keuzemogelijkheden voor toekomstige generaties. Bestaanswaarde is de waarde die de huidige generatie mensen hecht aan het bestaan van een natuurproduct, ongeacht het gebruik (Ruijgrok e.a., 2004, blz. 22, 41-2). Bij de niet-gebruikswaarde wordt in de Aanvulling OEI aangeraden te werken met de conditionele waarderingmethode. Centraal hierbij staat dat respondenten wordt gevraagd naar hun beleving en waardering van veranderingen in natuur en milieu (zie Ruijgrok e.a. 2004, blz. 58-62). Voordeel van deze methode is dat het de enige methode is waarmee niet-gebruikswaarde kan worden vastgesteld. De keerzijde is dat dit gebeurt door te veronderstellen dat er een markt is, met prijzen, terwijl dit in werkelijkheid niet aan de orde is. Men vraagt respondenten naar hun betalingsbereidheid, zonder dat daadwerkelijk zal worden betaald.

Bomen

Bomen vormen een belangrijke batenpost bij kabels en leidingen. Ingenieurs geven aan dat dikwijls schade aan bomen optreedt bij werkzaamheden aan kabels en leidingen. Dit wordt evenwel ongeregistreerd gelaten, zodat niet bekend is hoeveel schadegevallen zich voordoen. Daartoe moeten aannames worden gemaakt. Is er voldoende informatie bekend over de bomen, dan kan op basis van een stappenplan van de NVTB worden gemonetariseerd (zie bijlage 1).

De waarde van bomen in de straat

Wat zijn bomen waard? Een voorbeeld van de taxatiemethode van de NVTB kan dit verduidelijken. Een rij populieren langs het Noord-Hollands Kanaal staat er nu veertien jaar. De bomen hebben een stamdiameter van 30 a 35 centimeter en een hoogte van 12 tot 14 meter bereikt.

Omlooptijd

Een populier langs het Noord-Hollands Kanaal bereikt gemiddeld de leeftijd van 45 jaar. Daarna worden de bomen vervangen omdat takbreuk te riskant wordt.

Functionievervulling

De bomen functioneren als verkeersgeleiding, aankleding van de berm, windvang en stofvanger. Verder huisvesten ze dieren en bieden automobilisten schaduw. Na vijftien jaar wordt hierbij de volledige functionievervulling bereikt. Daarvoor moeten nog een keer kosten worden gemaakt om te snoeien en op te kronen.

Resultaat

De NVTB-rekenmethode levert voor dergelijke bomen een waarde van € 1.750. Dit betekent dat het kappen en vervangen van een volledige rij van dergelijke bomen aan weerszijden van een autowegvak (met dezelfde functies) van 100 meter lang, op 20 meter onderlinge afstand, € 17.500 kost (10 bomen).

Bron: E. Ros (2005)

RUIMTE VOOR WATERBERGING

Met de klimaatverandering (en de daarmee gepaard gaande stijging van de zeespiegel) wordt watermanagement een steeds belangrijker onderwerp. Om ons tegen het water te beschermen, kan een aantal maatregelen worden genomen. Eén ervan is het investeren in pompen. Een ander is het creëren van extra ruimte voor het water, bijvoorbeeld in de vorm van overloopgebieden, meren, sloten en kanalen. Het creëren van extra ruimte voor water spaart andere kosten uit, zoals de kosten van een mogelijke overstroming indien geen maatregelen worden genomen, de kosten van pompen et cetera. Dit betekent dat waterberging een bepaalde waarde heeft, welke op verschillende manieren gewaardeerd kan worden. Zo kan de kans worden genomen op een overstroming, wanneer geen maatregelen worden genomen, vermenigvuldigd met de schade. Ook kunnen bijvoorbeeld de vermeden pompkosten worden genomen.

Wanneer zich verspreid in de grond kabels en leidingen bevinden, kan er niet gemakkelijk een sloot worden aangelegd. Indien de kabels en leidingen geclusterd zijn, is dit gemakkelijker, aangezien er in een bepaald gebied dan vaak wel een stuk grond kan worden gevonden, waar zich geen kabels en leidingen bevinden. Die grond kan vervolgens mogelijk efficiënter worden gebruikt door deze te gebruiken voor waterberging.

Kortom, het bundelen van kabels en leidingen (al dan niet in een tunnel), kan de mogelijkheden tot waterberging doen toenemen. Aangezien waterberging andere kosten uitspaart, vertegenwoordigen deze gebieden een bepaalde waarde. In het projectalternatief zijn de mogelijkheden tot waterberging groter dan in het nulalternatief. De baten hiervan dienen te worden meegenomen in de MKBA. In geen van de cases zijn er plannen voor waterberging, zodat dit effect hier achterweg gelaten wordt.

KANS OP LEGIONELLA

Wanneer een water- en een warmtebron (bijvoorbeeld warmte-distributie of elektriciteitskabel) dicht naast elkaar liggen, kan de waterleiding opwarmen, wat de kans op een legionellabesmetting in de waterleiding kan doen toenemen. Doordat de kabels en leidingen in het projectalternatief dichter op elkaar liggen dan in het nulalternatief is de kans op een dergelijke besmetting groter in het projectalternatief. Door hiermee rekening te houden in het ontwerp van de bundeling (plaats van de leiding, kortere verblijftijd, e.d.) en alle controles op de waterkwaliteit blijft deze kans echter nihil, waardoor is besloten dit effect achterwege te laten. Door rekening te houden met zaken zoals het ontstaan van legionella worden echter extra kosten gegenereerd. Afhankelijk van de toegepaste techniek zal dat aanzienlijk of nihil zijn. Deze kosten zijn in onze rapportage niet verder uitgewerkt wat tot een mogelijke onderschatting van het effect kan leiden.

2.5.3. VERKEER

Analoog aan de behandeling van directe effecten maken we bij de hinder voor verkeer en vervoer een indeling in oorzaken, media en gevolgen. Als oorzaken onderscheiden we⁸:

- > Graafschade;
- > Reguliere graafwerkzaamheden;
- > Eerste aanleg van kabels en leidingen;
- > Vervanging van kabels en leidingen.

Hinder voor verkeer en vervoer omvat de volgende vier media ofwel modaliteiten:

- > Autoverkeer;
- > Fietzers;
- > Voetgangers;
- > Toeleveranciers.

Voor alle oorzaken dient de duur van de opbreking te worden gekoppeld aan een reistijdverlies en een geldwaardering van die tijd. Deze gemonetariseerde reistijdverliezen worden voor alle jaren binnen de projectperiode berekend en vervolgens verdisconteerd naar nu. Aan de geldwaardering van de reistijdverliezen liggen aannames omtrent bevolkings- en mobiliteitsontwikkeling ten grondslag. In de cases is aangenomen dat landelijk de mobiliteit met gemiddeld 0,5 procent jaarlijks groeit. De bevolkingsgroei is per gemeente vastgesteld. Omdat jaarlijkse groeipercentages voor bevolking en mobiliteit worden

⁸ Uiteraard zijn ook andere schades mogelijk zoals parkeerschade deze zijn hier niet in meegenomen.

gehanteerd, dienen jaarlijkse cijfers te worden opgesteld over de hoeveelheid mobiliteit en het reistijdverlies dat bij opbreking optreedt. Om het aantal verplaatsingen te bepalen wordt waar mogelijk gebruik gemaakt van tellingen. Indien deze tellingen niet beschikbaar zijn wordt het aantal verplaatsingen bepaald door het aantal bewoners te vermenigvuldigen met het gemiddeld aantal verplaatsingen per persoon per dag per modaliteit (zie Tabel 2.6). Hierbij wordt uiteraard ook weer rekening gehouden met de eventuele groei van de mobiliteit en de bevolking.

Tabel 2.6 Gemiddeld aantal verplaatsingen per persoon per dag per modaliteit

Modaliteit	Verplaatsingen
Auto (bestuurder)	0,97
Fiets	0,80
Lopen	0,55

Bron: Adviesdienst Verkeer en Vervoer

Voor autoverkeer geldt dat niet alleen de bestuurders, maar ook eventuele inzittenden reistijdverlies kunnen ervaren door een opbreking. Om tot het aantal automobilisten en passagiers te komen vermenigvuldigen dient het aantal autoverplaatsingen vermenigvuldigd te worden met de gemiddelde bezettingsgraad. In onderstaande tabel zijn de bezettingsgraden voor een drietal jaren weergegeven voor diverse motieven. Allereerst wordt een gewogen gemiddelde bezettingsgraad berekend. De weging die elk motief krijgt is afhankelijk van het type weg en de locatie. In een winkelstraat bevindt zich bijvoorbeeld relatief weinig woon-werk en zakelijk verkeer en veel recreatief verkeer. Woon-werk en zakelijk verkeer krijgen dan een kleine wegingsfactor en recreatief verkeer (overig) een hoge. Vervolgens wordt aangenomen dat de gewogen gemiddelde bezettingsgraad aan het einde van de tijdshorizon (2104) circa 15% lager is dan in 2000. Tenslotte worden de bezettingsgraden voor de tussenliggende jaren lineair geëxtrapoleerd.

Tabel 2.7 Bezettingsgraden (personen) per auto verdeeld naar reismotief

Jaar	Woon-werk	Zakelijk	Overig
2000	1,16	1,12	1,54
2006	1,14	1,11	1,50
2020	1,12	1,09	1,39

Bron: Adviesdienst Verkeer en Vervoer

Per locatie kan vervolgens een omrijdfactor worden vastgesteld in uren per verplaatsing. Dit kan modelmatig of per aanname geschieden. In de cases over Maastricht en Vlissingen hanteren we de aannames uit Tabel 2.8. Voor IJburg hanteren we kortere omrijdfactoren voor automobilisten, en fietsers, maar langere voor voetgangers, omdat de kabels en leidingen in die case gebundeld onder het trottoir liggen. Hierdoor ondervinden automobilisten en fietsers in tegenstelling tot voetgangers minder hinder. Vermenigvuldiging van de omrijdfactor per modaliteit met het aantal verplaatsingen per dag geeft het totale reistijdverlies per dag in uren voor afzonderlijke jaren binnen de projectperiode.

Tabel 2.8 Omrijdfactor per modaliteit

Modaliteit	Omrijdfactor (in min)
Automobilisten (en passagiers)	5,0
Fietsers	1,0
Voetgangers	0,5
Toeleveranciers	15,0

Het totale reistijdverlies in uren per dag kan vervolgens per modaliteit worden vermenigvuldigd met de reistijdwaardering. De reistijdwaarderingen voor autoverkeer worden door de AVV gegeven tot en met het jaar 2020 (zie Tabel 2.9)⁹ De waarderingen nemen toe doordat het inkomen sneller toeneemt dan de inflatie. Aan de hand van de gemiddelde groei van de reistijdwaarderingen in de periode 2005-2020 zijn de reistijdwaarderingen in de periode 2021-2104 bepaald. De reistijdwaarderingen zijn onderscheiden naar de reismotieven: woon-werk, zakelijk en overig. Aan de hand van de eerder genoemde wegingsfactoren, kan ook hier weer een gewogen gemiddelde waardering worden bepaald.

Tabel 2.9 Reistijdwaardering autoverkeer (€) per uur voor de jaren 2005-2020 en gemiddelde groeivoet, bepaald als gemiddelde van de jaarlijkse groeivoeten 2005-2020

Jaar	Woon-werk	Zakelijk	Overig	Alle motieven
2005	8,50	29,43	5,87	9,49
2006	8,48	29,36	5,86	9,47
2007	8,50	29,43	5,87	9,49
2008	8,57	29,68	5,92	9,57
2009	8,64	29,93	5,97	9,65
2010	8,72	30,18	6,02	9,73
2011	8,79	30,43	6,07	9,81
2012	8,86	30,69	6,12	9,90
2013	8,94	30,94	6,17	9,98
2014	9,01	31,20	6,22	10,06
2015	9,09	31,47	6,28	10,15
2016	9,16	31,73	6,33	10,23
2017	9,24	32,00	6,38	10,32
2018	9,32	32,27	6,44	10,40
2019	9,40	32,54	6,49	10,49
2020	9,48	32,81	6,54	10,58
Gemiddelde jaarlijkse groeivoet (%)	0,73	0,73	0,72	0,73

Bron: Adviesdienst Verkeer en Vervoer

De reistijdwaardering van fietsers en voetgangers is gebaseerd op de reistijdwaarderingen van AVV voor bus en tram. De reistijdwaardering voor bus en tram ligt lager dan voor autoverkeer. In de cases wordt ervan uitgegaan dat bus en tram geen extra reistijd ervaren als gevolg van graven voor kabels en leidingen. Evenals bij het autoverkeer worden de reistijdwaarderingen voor jaren die binnen de projectperiode maar na 2020 vallen, berkeend op basis van gemiddelde groeivoeten over de periode 2005-2020.

⁹ AVV (2005), Personen vervoer: groei reistijdwaardering in de tijd, Rotterdam, 2005.

Tabel 2.10 Reistijdwaardering bus- en tramverkeer (€) per uur voor de jaren 2005-2020 en gemiddelde groeivoet, bepaald als gemiddelde van de jaarlijkse groeivoeten 2005-2020

Jaar	Woon-werk	Zakelijk	Overig	Alle motieven
2005	7,97	13,89	5,04	5,92
2006	7,95	13,86	5,03	5,91
2007	7,97	13,89	5,04	5,92
2008	8,04	14,01	5,08	5,97
2009	8,10	14,12	5,12	6,02
2010	8,17	14,24	5,17	6,07
2011	8,24	14,36	5,21	6,12
2012	8,31	14,48	5,26	6,17
2013	8,38	14,60	5,30	6,22
2014	8,45	14,73	5,34	6,28
2015	8,52	14,85	5,39	6,33
2016	8,59	14,98	5,43	6,38
2017	8,67	15,10	5,48	6,44
2018	8,74	15,23	5,53	6,49
2019	8,81	15,36	5,57	6,55
2020	8,89	15,49	5,62	6,6
Gemiddelde jaarlijkse groeivoet (%)	0,73	0,73	0,73	0,73

Bron: Adviesdienst Verkeer en Vervoer

Naast autoverkeer, fietsers en voetgangers ondervinden ook toeleveranciers van bedrijven reistijdverlies als gevolg van opbrekingen. De aanname is hier dat elke bedrijf in een gebied waar gewerkt wordt aan kabels en leidingen een bepaald aantal keren per week wordt beleverd. Verder wordt aangenomen dat een levering bij opbreking 15 minuten langer duurt. Met behulp van tijdwaarderingen voor het goederenvervoer kunnen vervolgens de in het projectalternatief vermeden effecten voor toeleveranciers als bate worden berekend. De tijdwaardering voor goederenvervoer is in de cases voor 2005 op € 30 gesteld en vervolgens voor alle jaren in de projectperiode (tot 2104) geëxtrapoleerd op basis van de gemiddelde groeivoet voor zakelijk autoverkeer (ongeveer 0,73 procent toename per jaar) over de jaren 2005-2104.

Het product van reistijdwaardering en hoeveelheid reistijdverlies geeft nog geen inzicht in de verschillen in gemonetariseerd reistijdverlies per type kabel dan wel leiding tussen het nulalternatief en het projectalternatief. Daarvoor moet het verschil in opbrekingsduur tussen conventionele aanleg en de gebundelde aanleg in een tunnel worden meegenomen. In het projectalternatief is er geen sprake van een opbreking omdat alle werkzaamheden ondergronds (vanuit de tunnel) worden uitgevoerd, wat betekent dat er in de projectsituatie geen verkeershinder optreedt en dat de totale baat dus bestaat uit de vermeden verkeershinder in de nulsituatie. De opbrekingsduur in het nulalternatief verschilt per oorzaak:

Graafschade. Bij graafschade wordt de berekende reistijdwaardering per dag voor elke modaliteit apart vermenigvuldigd met de fractie van de dag dat de weg in gebruik is. Vervolgens wordt dit vermenigvuldigd met het aantal uur dat de opbreking gemiddeld duurt (zie Tabel 2.4). Nu hebben we het vermeden reistijdverlies van één enkele opbreking als

gevolg van graafschade. Om de jaarlijkse reistijdbaat te krijgen wordt dit getal vermenigvuldigd met het aantal vermeden graafschade gevallen. Zoals reeds eerder opgemerkt, neemt dit aantal toe in de tijd, doordat het aantal kabels en leidingen toeneemt. Tenslotte worden de reistijdbaten over de tijdshorizon van 100 jaar verdisconteerd.

Reguliere werkzaamheden. De berekening van het reistijdverlies bij een reguliere opbreking komt grotendeels overeen met die bij graafschade. De duur van een reguliere opbreking verschilt echter aanzienlijk van de duur bij graafschade. In onderstaande tabel is de opbrekingsduur (in dagen) bij reguliere werkzaamheden weergegeven. Daarnaast verschilt ook het aantal vermeden reguliere opbrekingen. Dit aantal wordt berekend door het aantal reguliere opbrekingen per km per jaar te vermenigvuldigen met het aantal kilometers kabels en leidingen, dat ondergronds gebundeld wordt.

Tabel 2.11 Gemiddelde duur en kans van een reguliere onderbreking

Type kabel / leiding	Gemiddelde duur van de onderbreking in dagen (nulsituatie)	Gemiddeld aantal reguliere opbrekingen per km per jaar
Waterleiding	2	0,07
Gasleiding	2	0,07
Elektriciteit	2	0,07
Riool	2	0,07
CAI (kabels en leidingen)	2	0,07
KPN, telecom en overige kabels	2	0,07
Warmte/koude leidingen	2	0,07
Industriële gasleidingen	2	0,07
Industriewater leidingen	2	0,07
Vloeibare brandstofleidingen	2	0,07
DWA riool	2	0,07
Stoomleidingen	2	0,07
Persluchtleidingen	2	0,07
Afvalleidingen	2	0,07
Reservecapaciteit	2	PM

Bron: Nelisse e.a.

Eerste aanleg. Ook hiervoor geldt weer dat de berekeningswijze grotendeels analoog is aan die bij graafschade. Mits de tunnel geboord wordt leidt de gebundelde aanleg van kabels en leidingen hier in de projectsituatie wel tot verkeershinder. Tevens verschilt de aanlegduur in de nulsituatie van die in de projectsituatie. De aanlegduur van kabels en leidingen in de grond kan met onderstaande formule grofweg worden bepaald (hierbij wordt uitgegaan van gelijktijdige aanleg van alle infrastructuren in de straat).

$$\text{Aanlegduur (in dagen)} = 20 + \text{lengte kabels en leidingen (in meters)} / 5$$

Dit betekent dat er gemiddeld 5 meter kabels en leidingen per dag gelegd wordt. De aanleg van een tunnel neemt circa 2,7 keer zoveel tijd in beslag en leidt daarom ook tot meer overlast. De aanlegduur van een tunnel kan met onderstaande formule worden ingeschat:

$$\text{Aanlegduur (in dagen)} = 20 + \text{lengte tunnel (in meters)} / 1,85$$

In tegenstelling tot voorgaande oorzaken is hier (binnen de gestelde tijdshorizon van 100 jaar) geen sprake van herhaling, waardoor het

totale effect op het moment van aanleg valt. Hierbij moet worden bedacht de eerste aanleg niet altijd tot extra reistijd leidt, bijvoorbeeld bij eerste aanleg in een nieuwbouwwijk.

Vervanging van kabels en leidingen. Ook hiervoor geldt weer dat de berekening van de reistijdbaten grotendeels analoog loopt aan de baten bij eerste aanleg. Er is echter een tweetal belangrijke verschillen. Ten eerste is hier geen sprake van verkeershinder in de projectsituatie, doordat vervanging ondergronds plaatsvindt. Ten tweede is hier (binnen de tijdshorizon van 100 jaar) wel sprake van herhaling doordat de levensduur van kabels en leidingen doorgaans minder dan 100 jaar bedraagt. Bovendien verschilt de levensduur tussen nul- en projectsituatie. De levensduur van de kabels en leidingen in de projectsituatie is hier echter niet relevant omdat er in de projectsituatie geen sprake is van verkeershinder. In onderstaande tabel zijn de levensduren van de verschillende typen kabels en leidingen weergegeven voor nul- en projectsituatie.

Tabel 2.12 Levensduur (jaren) van kabels en leidingen in het nul- en het projectalternatief

Type kabel / leiding	Nulalternatief (conventioneel)	Projectalternatief (tunnel)
Waterleiding	65	80
Gasleiding	65	80
Elektriciteit	65	65
Riool	55	55
CAI (kabels en leidingen)	45	45
KPN, telecom en overige kabels	45	45
Warmte/koude leidingen	35	35
Industriële gasleidingen	65	80
Industriewater leidingen	65	80
Vloeibare brandstofleidingen	65	80
DWA riool	55	55
Stoomleidingen	30	30
Persluchtleidingen	30	30
Afvalleidingen	55	55
Reservecapaciteit	PM	PM

Bron: KIWA, KEMA op basis van toegepaste materialen en beïnvloeding van externe factoren.

De aanlegduur van de kabels en leidingen in de nulsituatie is gelijk aan de aanlegduur in de nulsituatie bij eerste aanleg (zie bovenstaande formule). De aanlegduur in de projectsituatie is niet van belang, doordat er in de projectsituatie geen sprake is van verkeershinder.

2.6. KOSTEN

De kosten van kabels en leidingen kunnen worden onderverdeeld in:

- > Investeringskosten van kabels, leidingen en tunnel;
- > Vervangingskosten;
- > Onderhoudskosten;
- > Bestratingskosten.

2.6.1. INVESTERINGSKOSTEN VAN KABELS, LEIDINGEN EN TUNNEL

De investeringskosten van de kabels en leidingen bestaan uit de kosten van de kabels en leidingen bij eerste aanleg. In het nulalternatief gelden verschillende aanlegkosten per type bebouwing (stad/VINEX). In de binnenstad liggen de aanlegkosten hoger dan in een nieuwbouwwijk (zie Tabel. 2.13). Een reden hiervoor kan zijn dat de ruimtedruk hoger is en er met allerlei vormen van bestaande infrastructuur rekening moet worden gehouden. Ook kan het zo zijn dat er sprake is van sloopkosten van de oude kabels en leidingen. Uit Tabel 2.13 blijkt dat de investeringskosten van de kabels en leidingen in het nulalternatief minstens zo hoog zijn als in het projectalternatief. Dit betekent dat er een netto bate uitgaat van het leggen van kabels en leidingen in een tunnel. Het jaarlijkse effect wordt berekend door het verschil in aanlegkosten per meter te vermenigvuldigen met het aantal meters dat in de tunnel wordt ondergebracht. Zoals eerder reeds is opgemerkt neemt dit aantal door de jaren heen toe, waardoor het effect voor ieder jaar afzonderlijk wordt berekend; deze effecten worden vervolgens verdisconteerd om de totale kosten over de planningshorizon te krijgen.

Tabel 2.13 Aanlegkosten van kabels en leidingen

Type kabel / leiding	Aanlegkosten kabels en leidingen in €/m			
	Grond		Tunnel	
	Stad	VINEX	Eerste keer	Volgende keer
Waterleiding	80	50	50	65
Gasleiding	80	50	50	65
Elektriciteit	75	58	58	75
Riool	500	300	250	325
CAI (kabels en leidingen)	45	30	30	39
KPN, telecom en overige kabels	45	30	30	39
Warmte/koude leidingen	500	350	200	260
Industriële gasleidingen	85	55	55	72
Industriewater leidingen	80	50	50	65
Vloeibare brandstofleidingen	90	60	60	78
DWA riool	500	300	250	325
Stoomleidingen	120	90	80	104
Persluchtleidingen	80	50	50	65
Afvalleidingen	500	300	300	390
Reservecapaciteit	PM	PM	PM	PM

Bron: Elsevier, KIWA, KEMA, Stein.

Uit de literatuur volgt dat de aanlegkosten van een tunnel 1.800 tot 3.200 euro per strekkende meter bedragen. Dit zijn indicatieve getallen. Uit de Maastrichtse casus zal blijken dat de kosten daar hoger uitvielen (5.300 euro per strekkende meter). De bandbreedte in kosten lijkt dus omvangrijk en verdient per casus afzonderlijke studie om een juiste inschatting te kunnen maken.

2.6.2. VERVANGINGSKOSTEN

Uit Tabel 2.12 bleek dat alle levensduren korter zijn dan de gehanteerde tijdshorizon van 100 jaar, waardoor de kabels en leidingen op enig moment binnen de tijdshorizon vervangen dienen te worden. In het projectalternatief valt de levensduur van kabels en leidingen over het algemeen hoger uit, doordat er minder corrosie optreedt en de kansen op zettingen kleiner zijn dan in het nulalternatief. Dit betekent dat gedurende de projectperiode minder vaak vervangingsinvesteringen hoeven te worden gedaan. De netto-baat wordt berekend door voor de nul- en projectsituatie te bepalen in welk jaar naar alle waarschijnlijkheid vervanging plaatsvindt en vervolgens voor die jaren aan de hand van de aanlegkosten uit Tabel 2.13¹⁰ de kosten in elk van die jaren te bepalen. Het verdisconteerde kostenverschil geeft tenslotte het effect.

2.6.3. ONDERHOUDSKOSTEN

Voor het nulalternatief gelden afzonderlijke prijskaartjes per kilometer per type kabel/leiding. Voor het projectalternatief daarentegen gaat het om een geïntegreerd tarief (zie Tabel 2.14). Door deze prijzen te vermenigvuldigen met het aantal kilometer kabel per type, worden de totale jaarlijkse onderhoudskosten verkregen in de nul- en projectsituatie. Het verschil geeft het effect.

Tabel 2.14 Onderhoudskosten per meter kabel/leiding per jaar

Type kabel / leiding	Grond	Tunnel
Waterleiding	0,012	
Gasleiding	0,012	
Elektriciteit	0,019	
Riool	0,012	
CAI (kabels en leidingen)	0,024	
KPN, telecom en overige kabels	0,024	
Warmte/koude leidingen	0,024	
Industriële gasleidingen	0,012	
Industriewater leidingen	0,012	
Vloeibare brandstofleidingen	0,012	
DWA riool	0,012	
Stoomleidingen	0,012	
Persluchtleidingen	0,012	
Afvalleidingen	0,012	
Reservecapaciteit	PM	
Totaal voor tunnel		0,24

Bron: Elsevier, KIWA Water Research, KIWA gastec technology, KEMA, RioNed, KPN, Stein

¹⁰ Uit Tabel 2.13 blijkt dat de initiële aanleg van de kabels en leidingen in de tunnel goedkoper is dan vervanging. Dit heeft onder andere te maken met het feit dat het lastig is oude kabels te verwijderen en nieuwe toe te voegen in een tunnel die reeds goed gevuld is.

2.6.4. BESTRATINGSKOSTEN

Doordat de weg opgebroken is, ontstaat schade aan het trottoir. De herstellkosten hiervan spelen een rol in het nulalternatief bij reparatiewerkzaamheden en vervangingsinvesteringen. In het projectalternatief behoeft de weg hiervoor niet opgebroken te worden, waardoor bestratingskosten worden uitgespaard. Ook bij de eerste aanleg is sprake van bestratingskosten, maar deze zitten al in de kosten van de eerste aanleg. Om dubbeltellingen te voorkomen worden die kosten hier weggelaten.

De bestratingskosten zijn afhankelijk van het type materiaal dat wordt gebruikt. Zo bedragen de kosten voor klinkers circa € 30 per vierkante meter en voor asfalt € 300 per vierkante meter. In de cases is aangenomen dat hiervan € 20 uit arbeidskosten bestaat; de overige kosten zijn materiaalkosten. Bovendien wordt in de cases aangenomen dat 20 procent van het materiaal beschadigd raakt tijdens de opbreking en daardoor niet hergebruikt kan worden als de opbreking weer wordt afgedekt.

Om de bestratingskosten bij reparatiewerkzaamheden te berekenen worden allereerst de kosten per vierkante meter berekend. Deze bedragen 20 euro (arbeidsloon) vermeerderd met 20% van de materiaalkosten. Nu de kosten per vierkante meter bekend zijn worden deze vermenigvuldigd met het aantal vierkante meter bestrating dat doorgaans voor een reparatie wordt verwijderd. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat in het nulalternatief circa 3 vierkante meter moet worden verwijderd. Door tenslotte te vermenigvuldigen met het aantal reguliere reparaties per jaar worden de jaarlijkse kosten verkregen. Door de kosten in de verschillende jaren te verdisconteren, worden de totaalkosten over de gehele tijdshorizon verkregen.

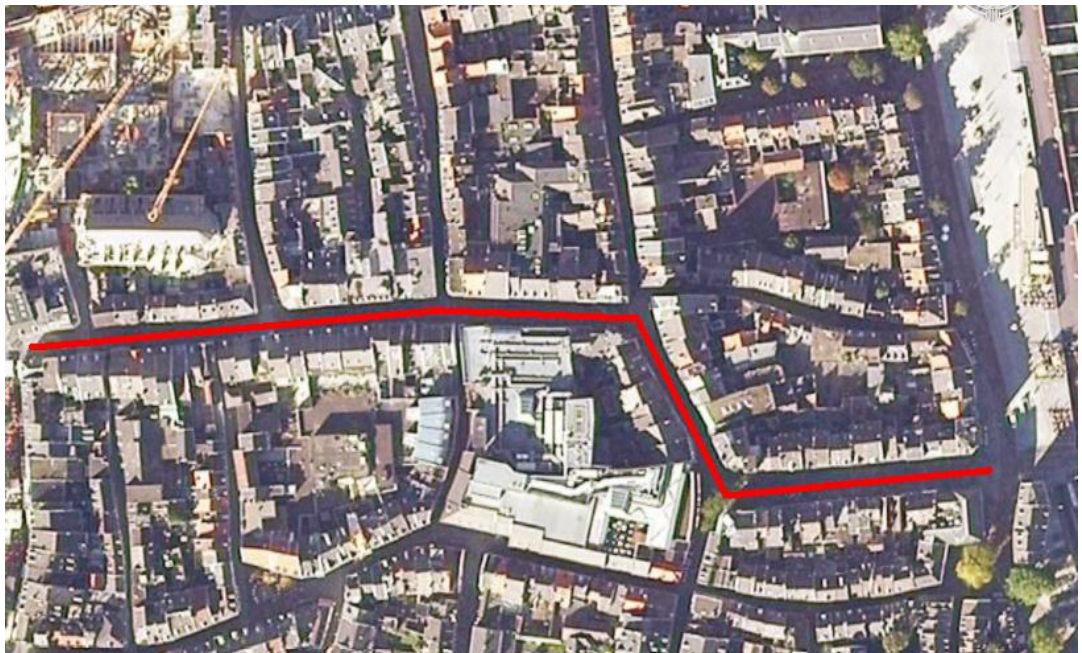
Voor de berekening van bestratingskosten bij vervangingsinvesteringen, worden allereerst op overeenkomstige wijze als hiervoor beschreven de kosten per vierkante meter bepaald. Vervolgens worden deze vermenigvuldigd met de lengte van de te vervangen kabel cq. leiding. De vervangingsfrequenties zijn in Tabel 2.12 (levensduur kabels en leidingen) opgenomen.

3. CASUS: MAASTRICHT

In Maastricht werd in 2001 overwogen de straten Kleine Staat, Grote Staat en Maastrichter Brugstraat te voorzien van integrale leidingentunnels (Ingenieursbureau Maastricht, 2001). Deze drie straten zijn hoofdwinkelstraten in het centrum van Maastricht. Autoverkeer (afgezien van laden en lossen) is verboden. Dagelijks bezoekt een groot aantal mensen het winkelgebied.

3.1. PROJECTGEBIED

Het projectgebied omvat drie straten in het hoofdwinkelcentrum van Maastricht: de Grote Staat, Kleine Staat en de Maastrichter Brugstraat. In Figuur 3.1 zijn deze straten van west naar oost weergegeven.



Figuur 3.1 Projectgebied Maastricht (bron: Google Earth)

3.2. NULALTERNATIEF EN PROJECTALTERNATIEVEN

De keuze van het nulalternatief is in hoge mate bepalend voor de uitkomsten van de kosten-batenanalyse. Welk nulalternatief moet in het geval van de Maastrichter binnenstad worden vastgesteld? Niets doen kan een optie zijn omdat er reeds een netwerk van kabels en leidingen ligt; in dat geval zullen toenemende ruimtelijke inpassingproblemen en afnemende leveringszekerheid van bepaalde diensten tot de effecten behoren. Dit is in het kernwinkelgebied van Maastricht door de hoge voorzieningendichtheid a fortiori van belang. Het nulalternatief kan evenwel niet zijn ‘niets doen’. De ontwikkeling van de behoefte aan ict/telecom-voorzieningen is voor de komende decennia ongewis (Ingenieursbureau Maastricht, 2001). Wel lijkt duidelijk dat de toename hierin substantieel zal zijn. Zoals in de algemene effectenbeschrijving in hoofdstuk 2 werd opgemerkt, nemen we aan dat de hoeveelheid kabels en leidingen in de grond tijdens de

projectperiode met gemiddeld drie procent per jaar toeneemt; dit ligt boven de verwachte gemiddelde groei van het bruto nationaal product.

Als projectalternatief wordt het tunnelalternatief voorgesteld: de aanleg van een integrale leidingentunnel in de Maastrichter Brugstraat, de Kleine Staat en de Grote Staat. Uit onderzoek blijken de alternatieven duct en goot, waarbij in mindere mate wordt gebundeld, niet aan de orde te zijn. Dit geldt ook voor de overige cases.

3.3. DIRECTE EFFECTEN

3.3.1. GRAAFSCHADE

De kansenreductie uit hoofdstuk 2 gebruiken we om aan de hand van het aantal kilometers kabels en leidingen in de drie straten de graafschade vast te stellen. Het projectgebied beslaat een lengte van circa 450 meter. In onderstaande tabel is aangegeven hoeveel kabels van elk type zich naar schatting in het projectgebied bevinden. Aan de hand daarvan kan het totaal aantal kilometer kabel cq. leiding per type worden bepaald in het basisjaar (2005). Dit aantal neemt elk jaar met 3% toe.

Tabel 3.1 Vermeden graafschade

Type kabel / leiding	Aantal	Kilometers in 2005	Vermeden schade- Gevallen in 2005	Vermeden graaf- schade (euro's) in 2005	Vermeden graaf- schade verdisc. (euro's) 2005-2104
Waterleiding	1	0,45	0,00450	3	167
Gasleiding	1	0,45	0,00450	3	174
Elektriciteit	4	1,8	0,01800	11	696
Riool	2	0,9	0,00090	2	107
CAI (kabels en leidingen)	4	1,8	0,01800	9	557
KPN, telecom en overige kabels	4	1,8	0,01800	9	557
Warmte/koude leidingen	2	0,9	0,00009	0	7
Totaal	18	8,1		35	2.264

Hoewel de kansen op graafschade aanzienlijk afnemen wanneer kabel en leidingen gebundeld in een tunnel worden ondergebracht, blijft het aantal vermeden gevallen van graafschade klein. Dit komt doordat de kans op een graafschade per kilometer nog steeds erg klein is en het projectgebied bovendien een kleine omvang heeft. De totale verdisconteerde baat komt uit op 2.264 euro.

3.3.2. LEVERINGSONDERBREKING

Leveringsonderbrekingen zijn het gevolg van graafschades, waardoor dezelfde kansverdelingen worden gehanteerd (Tabel 2.3). Het aantal vermeden leveringsonderbrekingen is daardoor per definitie ook gelijk aan het aantal vermeden graafschades (Tabel 3.1). Dit aantal wordt vermenigvuldigd met de gemiddelde duur (in uren) van een leveringsonderbreking per type kabel/leiding (Tabel 2.4) en de omvang van de schade per uur.

Deze omvang van de schade leiden we af uit de omvang van de schade bij onderbreking van de levering van elektriciteit. Uit een eerder SEO onderzoek¹¹ blijkt dat de dienstensector in de gemeente Maastricht bij een elektriciteitsonderbreking een schade ondervindt van 62.000 euro per uur.¹² Huishoudens ondervinden een schade van ruim 270.000 euro per uur. Dit zijn echter getallen voor de hele gemeente, terwijl slechts een deel van de gemeente getroffen wordt bij een leveringsonderbreking als gevolg van graafschade. In Tabel 2.4 is aangegeven om hoeveel getroffen het gemiddeld gaat per onderbreking en per type kabel en leiding. Aangenomen is dat in de Maastrichtse binnenstad circa 1/3 van de getroffen klanten huishoudens betreft, het overige deel betreft detailhandel. Door deze aantallen te delen op het totaal aantal huishoudens (circa 60.000) en detailhandelsvestigingen (circa 3.800)¹³ in de gemeente Maastricht wordt de getroffen fractie gekregen die kan worden toegepast op de hiervoor genoemde schadebedragen per uur. Tabel 3.2 zijn de effecten per jaar voor zowel de getroffen detailhandel als de getroffen huishoudens weergegeven. De effecten zijn wederom klein, om dezelfde redenen als bij de vermeden graafschade. De verdisconteerde baten voor detailhandel en huishouden komen uit op respectievelijk ruim 9.000 en bijna 5.000 euro.

Tabel 3.2 Vermeden leveringsonderbrekingen

Type kabel / leiding	Getroffen klanten		Vermeden schade leveringsonderbrekingen (euro's) in 2005		Vermeden schade leveringsonderbrekingen (euro's) 2005-2104	
	Detail-handel	Huis-houdens	Detail-handel	Huis-houdens	Detail-handel	Huis-houdens
Waterleiding	5	10	0	0	9	5
Gasleiding	3	5	0	0	6	3
Elektriciteit	88	178	56	30	3.588	1.962
Riool	3	5	0	0	4	2
CAI (kabels en leidingen)	88	178	42	23	2.691	1.471
KPN, telecom en overige kabels	88	178	42	23	2.691	1.471
Warmte/koude leidingen	88	178	0	0	13	7
Totaal			140	76	9.002	4.922

3.4. EXTERNE EFFECTEN

Voor de berekening van de hinder aan niet-betrokkenen moeten we het aantal gehinderde omwonenden, bedrijven en verkeersdeelnemers inschatten.

Aan de batenposten liggen aannames omtrent bevolkings- en mobiliteitsontwikkeling ten grondslag. We hebben (zoals in hoofdstuk 2 werd beschreven) aangenomen dat landelijk de mobiliteit met

¹¹ De Nooij, M., Lieshout, R.B.T., Bijvoet, C.C., Koopmans, C.C. (2004). Verfijning regionale informatie, SEO-rapport nr. 770. SEO Economisch Onderzoek, Amsterdam, 2004.

¹² In het projectgebied bevindt zich voornamelijk detailhandel, wat we tot de dienstensector rekenen.

¹³ CBS Statline

gemiddeld 0,5% jaarlijks groeit. De woningen die nodig zijn om de landelijke groei op te vangen zullen voornamelijk in nieuwe uitleggebieden worden gerealiseerd. Het is niet aannemelijk dat in de directe omgeving van het projectgebied verdichting plaatsvindt, dan wel dat de gemiddelde woningbezetting toeneemt. Daarom is aangenomen dat de bevolkingsgroei in het projectgebied in Maastricht over de gehele tijdshorizon 0% bedraagt. Omdat jaarlijkse groeipercentages voor bevolking en mobiliteit worden gehanteerd, dienen jaarlijkse cijfers te worden opgesteld over de hoeveelheid mobiliteit en het reistijdverlies dat bij opbreking optreedt.

3.4.1. OMGEVING

Teneinde de overlast voor omwonenden en detailhandel te kunnen bepalen, dient eerste te worden vastgesteld hoeveel mensen in het projectgebied wonen en hoeveel vierkante meter bedrijfsoppervlak aanwezig is. We gaan er voorts van uit dat een pand gemiddeld 8 meter breed en 15 meter diep is. We nemen voorts aan dat er in het projectgebied gestapeld wordt gebouwd met 3 lagen per pand. We gaan ervan uit dat 1 van die laag commercieel benut kan worden, de andere 2 lagen zijn dus woonlagen. Het aantal gehinderde bewoners krijgen we door het aantal woningen met 2 te vermenigvuldigen (het gemiddeld aantal bewoners per woning). Circa 80% van de straat is bebouwd. In Tabel 3.3 is berekend om hoeveel bewoners en vierkante meter bedrijfsvloeroppervlak we het dan hebben.

Tabel 3.3 Aantal omwonenden en omvang detailhandel

Lengte straat (m)	450
Breedte pand (m)	8
Diepte pand (m)	15
Percentage van straat bebouwd	80%
Ingeschat aantal panden	90
Lagen per pand	3
Aantal adressen	270
<i>waarvan detailhandel (33%)</i>	89
<i>waarvan woningen (67%)</i>	181
Aantal bewoners per woning	2
Aantal bewoners in projectgebied	362
Bedrijfsoppervlak in projectgebied (aantal adressen x lengte x breedte)	10.692

Bij puntvormige graafwerkzaamheden (graafschade en reguliere werkzaamheden) zullen niet alle bewoners en detailhandelaren hinder ondervinden. Aangenomen is dat alleen de panden in een straal van 50 meter rondom de werkzaamheden (100 meter van de straat) hinder ondervindt. Bij lijnvormige graafwerkzaamheden (eerste aanleg en vervanging) is aangenomen dat de werkzaamheden gefaseerd worden uitgevoerd, waardoor steeds slechts 100 meter van de straat last heeft). Voor elk van de volgende oorzaken van hinder zullen de effecten voor de omwonenden en de detailhandel worden bepaald:

- > Werkzaamheden voortvloeiend uit graafschade;
- > Reguliere graafwerkzaamheden;
- > Eerste aanleg van kabels en leidingen;
- > Vervanging van kabels en leidingen.

Door de genoemde aantallen gehinderde eenheden (personen of vierkante meters) te vermenigvuldigen met de duur van de werkzaamheden, de schade per uur per gehinderde eenheid en het aantal werkzaamheden per jaar, wordt het jaarlijkse effect verkregen. De duur van de werkzaamheden voortvloeiend uit graafschade is in Tabel 2.4 opgenomen. Reguliere graafwerkzaamheden nemen gemiddeld 2 dagen in beslag. Aan de hand van de formules voor de aanlegduur kunnen de aanlegduren in de nul- en projectsituatie worden berekend. Deze bedragen respectievelijk 110 en 263 dagen.¹⁴ De vervangingsduur in de nulsituatie is eveneens 110 dagen. In de projectsituatie is de vervangingsduur niet relevant, omdat vervanging dan niet met overlast gepaard gaat. In hoofdstuk 2 zijn de schades per gehinderde eenheid reeds besproken; voor gehinderde omwonenden wordt aangesloten bij de compensaties die gehinderden van de Noord/Zuidlijn ontvangen. Voor detaillisten wordt de helft van de winstderving genomen. In onderstaande tabellen worden de diverse effecten voor respectievelijk de omwonenden en de detaillisten weergegeven.

Tabel 3.4 Vermeden overlast omwonenden in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Werkzaamheden a.g.v. graafschade		Regulier graafwerk		Graafwerk bij vervanging	
	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104
Waterleiding	0,01	1	0,85	55	0	116
Gasleiding	0,01	1	0,85	55	0	116
Elektriciteit	0,06	4	3,41	219	0	116
Riool	0,01	1	1,70	110	0	172
CAI (kabels en leidingen)	0,22	14	3,41	219	0	298
KPN, telecom en overige kabels	0,22	14	3,41	219	0	298
Warmte/koude leidingen	0,00	0	1,70	110	0	472
Totaal	0,53	34	15,33	988	0	1.589

De hinder bij eerste aanleg is in het projectalternatief hoger dan in het nulalternatief, doordat de werkzaamheden in het projectalternatief langer in beslag nemen. De kost bedraagt 2.068 euro en valt volledig in het jaar van aanleg.

Tabel 3.5 Vermeden overlast detailhandel in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Werkzaamheden a.g.v. graafschade		Regulier graafwerk		Graafwerk bij vervanging	
	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104
Waterleiding	1	48	47	3.006	0	6.365
Gasleiding	1	39	47	3.006	0	6.365
Elektriciteit	3	204	187	12.023	0	6.365
Riool	1	38	93	6.012	0	9.422
CAI (kabels en leidingen)	12	763	187	12.023	0	16.334
KPN, telecom en overige kabels	12	763	187	12.023	0	16.334
Warmte/koude leidingen	0	4	93	6.012	0	25.876
Totaal	29	1.859	840	54.105	0	87.061

¹⁴ $20 + 450/5 = 110$; $20 + 450/1,85 = 263$

Ook hier geldt weer dat de hinder bij eerste aanleg in de projectsituatie groter is dan in de nulsituatie. De detailhandel ondervindt een kost van 113.309 euro in het jaar van aanleg.

3.4.2. NATUUR EN BODEM

MEER RUIMTE VOOR UIT TE GEVEN GROND

Bundeling van kabels en leidingen in een tunnel, leidt in deze case niet tot extra bebouwingsmogelijkheden op het maaiveld.

MEER RUIMTE ONDER DE GROND

Gebundelde aanleg van kabels en leidingen kan tot meer ruimte onder de grond leiden bijvoorbeeld ten behoeve van extra parkeerplaatsen gedacht. De ruimte voor extra parkeerplaatsen onder de winkelstraat lijkt echter niet aanwezig. Bovendien zal het waarschijnlijk goedkoper zijn om extra parkeerplaatsen aan de andere kant van de Maas aan te leggen.

MEER RUIMTE VOOR GROEN, BLAUW EN RECREATIEVE FUNCTIES

In het projectgebied bevinden zich geen bomen of andere flora en fauna. Daarom is deze batenpost hier niet aan de orde.

3.4.3. VERKEER

De effecten voor het verkeer worden berekend op de in hoofdstuk 2 beschreven wijze. Kort resumerend wordt allereerst het aantal gehinderde verkeersdeelnemers per uur bepaald. In het projectgebied is geen auto- en fietsverkeer toegestaan. We kijken daarom uitsluitend naar voetgangers en toeleveranciers. Vermenigvuldigd met de omrijdfactoren uit Tabel 2.8 en de duur van de opbreking wordt het aantal verliesuren verkregen. Voor de voetgangers vermenigvuldigen we deze aantallen met de reistijdwaarderingen van de AVV. Voor toeleveranciers maken we gebruik van tijdwaarderingen voor het goederenvervoer. Door tenslotte te vermenigvuldigen met het aantal opbrekingen per jaar, wordt het jaarlijkse effect verkregen. Verdiscontering levert uiteindelijk het totaaleffect op.

Uit tellingen op een zaterdag blijkt dat circa 45.000 mensen door de drie winkelstraten lopen. Om het wekelijkse totaal te krijgen vermenigvuldigen we dit aantal met twee. Verder nemen we aan dat iedere winkel in het projectgebied gemiddeld 3 keer per week wordt beleverd, waardoor het aantal gehinderde toeleveranciers uitkomt op bijna 270 per week. In onderstaande tabellen worden de reistijdbaten voor respectievelijk voetgangers en toeleveranciers weergegeven voor elk van de verschillende oorzaken van wegopbrekingen.

Tabel 3.6 Vermeden verkeershinder voor voetgangers in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Werkzaamheden a.g.v. graafschade		Regulier graafwerk		Graafwerk bij vervanging	
	2005	2005-2104	2005	2005-2104	2005	2005-2104
Waterleiding	0	36	35	3.992	0	10.605
Gasleiding	0	29	35	3.992	0	10.605
Elektriciteit	1	152	140	15.968	0	10.605
Riool	0	28	70	7.984	0	13.887
CAI (kabels en leidingen)	5	570	140	15.968	0	23.590
KPN, telecom en overige kabels	5	570	140	15.968	0	23.590
Warmte/koude leidingen	0	3	70	7.984	0	33.081
Totaal	12	1.389	631	71.857	0	125.962

Doordat de eerste aanleg in de projectsituatie langer duurt dan in de nulsituatie ondervindt het verkeer in de projectsituatie langer hinder. De kosten hiervan zijn in de projectsituatie voor de voetgangers en toeleveranciers respectievelijk 85.123 en 43.818 euro hoger dan in de nulsituatie. Deze kosten vallen in het jaar van aanleg.

Tabel 3.7 Vermeden verkeershinder voor toeleveranciers in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Werkzaamheden a.g.v. graafschade		Regulier graafwerk		Graafwerk bij vervanging	
	2005	2005-2104	2005	2005-2104	2005	2005-2104
Waterleiding	0	25	18	1.603	0	3.915
Gasleiding	0	21	18	1.603	0	3.915
Elektriciteit	1	109	72	6.413	0	3.915
Riool	0	20	36	3.206	0	5.390
CAI (kabels en leidingen)	5	407	72	6.413	0	9.181
KPN, telecom en overige kabels	5	407	72	6.413	0	9.181
Warmte/koude leidingen	0	2	36	3.206	0	13.552
Totaal	11	966	325	28.858	0	49.048

3.5. KOSTEN

3.5.1. INVESTERINGSKOSTEN VAN KABELS, LEIDINGEN EN TUNNEL

Uit een begroting die de gemeente Maastricht heeft laten opstellen voor de aanleg van de tunnel, blijkt dat de kosten van de tunnel in 2002 circa 2,3 miljoen euro bedroegen. Dit houdt een prijs in van circa 5.300 euro per strekkende meter in (prijsspeil 2005). Daar staat tegenover dat de kosten van de eerste uitrol van de kabels en leidingen in de projectsituatie lager zijn dan in de nulsituatie (zie Tabel 2.13). In onderstaande tabel is weergegeven hoe groot deze besparing is.

Tabel 3.8 Vermeden investerings- en onderhoudskosten in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Vermeden investeringskosten		Vermeden vervangingskosten	
	2005	2005-2104	2005	2005-2104
Waterleiding	13.500	13.500	0	5.708
Gasleiding	13.500	13.500	0	5.708
Elektriciteit	30.600	30.600	0	-384
Riool	225.000	225.000	0	92.575
CAI (kabels en leidingen)	27.000	27.000	0	11.519
KPN, telecom en overige kabels	27.000	27.000	0	11.519
Warmte/koude leidingen	270.000	270.000	0	263.856
Totaal	606.600	606.600	0	390.500

3.5.2. VERVANGINGSKOSTEN

De levensduur van alle typen kabels en leidingen is korter dan de tijdshorizon van 100 jaar, waardoor elk type binnen die 100 jaar minstens één keer vervangen dienen te worden. Doordat de levensduur van kabels en leidingen in een tunnel langer is dan van kabels en leidingen in de grond en tevens de aanlegkosten in beide situaties verschillen, rekenen we eerst in beide situaties de kosten uit. Het verschil geeft het effect weer. In Tabel 3.8 is zowel het effect voor 2005 als het totale verdisconteerde effect opgenomen.

3.5.3. ONDERHOUDSKOSTEN

Doordat de onderhoudskosten van kabels en leidingen in een tunnel verschillen van die in de grond berekenen we ook nu de kosten weer apart voor nul- en projectsituatie, waarna we deze van elkaar aftrekken om het totale effect te krijgen. In onderstaande tabel is zowel het effect voor 2005 als het totale verdisconteerde effect opgenomen.

Tabel 3.9 Onderhoudskosten in het nul- en projectalternatief en het effect voor 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	2005			2005 - 2104		
	Nul-situatie	Project-situatie	Effect	Nul-Situatie	Project-situatie	Effect
Waterleiding	-5			-348		
Gasleiding	-5			-348		
Elektriciteit	-35			-2.227		
Riool	-11			-696		
CAI (kabels en leidingen)	-43			-2.783		
KPN, telecom en overige kabels	-43			-2.783		
Warmte/koude leidingen	-22			-1.392		
Totaal	-164	-108	56	-10.576	-2.752	7.824

3.5.4. BESTRATINGSKOSTEN

Als kabels en leidingen geïntegreerd worden in een tunnel, worden herstelkosten van bestrating vermeden in geval van reguliere reparatiewerkzaamheden en vervangingen van kabels en leidingen. Als een tunnel wordt aangelegd, moet uiteraard ook bestrating worden verwijderd; maar deze kosten zijn al opgenomen in de totale kosten van de tunnel. Voor het projectgebied wordt aangenomen dat dure

straattegels worden geplaatst, die per vierkante meter € 200 kosten. Met betrekking tot hoeveelheid wordt ervan uitgegaan dat 20 procent van het materiaal beschadigd raakt tijdens de opbreking en daardoor niet hergebruikt kan worden als de opbreking weer wordt hersteld. Bovendien wordt aangenomen dat een gemiddelde reguliere opbreking 3 vierkante meter straatverwijdering nodig maakt.

Tabel 3.10 Vermeden bestratingskosten bij reguliere reparatiewerkzaamheden en vervangingen van kabels en leidingen in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Reguliere reparaties		Vervanging	
	2005	2005-2104	2005	2005-2104
Waterleiding	5	341	0	1.267
Gasleiding	5	341	0	1.267
Elektriciteit	21	1.364	0	1.267
Riool	11	682	0	1.876
CAI (kabels en leidingen)	21	1.364	0	3.252
KPN, telecom en overige kabels	21	1.364	0	3.252
Warmte/koude leidingen	11	682	0	5.152
Totaal	95	6.137	0	17.334

3.6. CONCLUSIE

3.6.1. SALDO

In Tabel 3.11 zijn alle (verdisconteerde) effecten op overzichtelijke wijze onder elkaar gezet. Hieruit blijkt dat de voornaamste baten bestaan uit de vermeden hinder voor verkeer en detailhandel bij reguliere reparatiewerkzaamheden en bij vervangingen van kabels en leidingen.

Tabel 3.11 Overzicht van kosten en baten

Baten		
<i>Directe effecten</i>		
Vermeden graafschade		2.264
Vermeden schade leveranciers		0
Vermeden productieverlies afnemers		9.002
Vermeden productiviteitsverlies consumenten		4.922
<i>Externe effecten</i>		
Vermeden overlast omwonenden bij graafschade		34
Vermeden overlast detailhandel bij graafschade		1.859
Meer ruimte voor uit te geven grond		0
Meer ruimte voor groen en blauw		0
Vermeden verkeershinder bij graafschade		1.389
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	1.389	
- Toeleveranciers	0	
Vermeden overlast omwonenden bij reparatiewerkzaamheden		988
Vermeden overlast detailhandel bij reparatiewerkzaamheden		54.105
Vermeden verkeershinder bij reparatiewerkzaamheden		100.715
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	71.857	
- Toeleveranciers	28.858	
Overlast omwonenden bij aanleg tunnel		-2.068
Overlast detailhandel bij aanleg tunnel		-113.309
Verkeershinder bij aanleg tunnel		-128.941
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	-85.123	
- Toeleveranciers	-43.818	
Vermeden overlast omwonenden bij vervanging kabels/leidingen		1.589
Vermeden overlast detailhandel bij vervanging kabels en leidingen		87.061
Vermeden verkeershinder bij vervanging kabels en leidingen		175.011
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	125.962	
- Toeleveranciers	49.048	
Totaal baten		194.620
Kosten		
Investeringskosten tunnel		-2.384.199
Vermeden investeringskosten kabels en leidingen		606.600
Vermeden vervangingsinvesteringen kabels en leidingen		390.500
Vermeden onderhoudskosten		7.824
Vermeden herstelkosten bestrating		23.471
- Bij reparatiewerkzaamheden	6.137	
- Bij vervanging kabels/leidingen	17.334	
Totaal kosten		-1.355.805
Saldo		-1.161.184

Daar staat tegenover dat de eerste aanleg van een tunnel meer hinder oplevert dan in de nulsituatie. Directe effecten spelen in vergelijking tot de externe effecten een marginale rol.

De investeringskosten van de tunnel zijn hoog en overtreffen baten. De vermeden kosten in het projectalternatief zijn echter ook aanzienlijk. De hoge investeringskosten leiden ertoe dat de MKBA negatief uitvalt.

3.6.2. GEVOELIGHEIDSANALYSE

HOGERE DISCONTOVOET

Om het zicht op de onzekerheden in de uitkomsten van kosten en baten te vergroten, verdisconteren we in een alternatieve kosten-batentabel alle baten- en kostenposten die onzeker zijn, met zeven in plaats van met vier procent. Dit betekent dat deze posten minder worden gewaardeerd dan in de initiële uitkomstentabel, naarmate ze verder in de toekomst liggen.

Concreet betekent dit dat alle batenposten met uitzondering van de overlast en verkeershinder bij de aanleg van de tunnel en alle kostenposten met uitzondering van de investering in de tunnel alsmede de vermeden investeringskosten in kabels en leidingen tegen zeven procent worden verdisconteerd. Dat de initiële baten en kosten van aanleg van de tunnel niet veranderen, houdt verband met het feit dat zij aan het begin van het project plaatsvinden. Daardoor heeft disconto geen invloed op hun omvang. Anders gezegd, initiële aanleg is een zekere kosten- en batenpost.

In de gevoeligheidsanalyse blijkt het saldo van kosten en baten voor het gehele domein van investeringskosten negatief. Dit is niet verwonderlijk omdat alle toekomstige batenposten maar niet alle toekomstige kostenposten minder waard zijn geworden. Vooral de vermeden verkeershinder voor voetgangers valt fors lager uit bij gevoeligheidsanalyse.

Tabel 3.12 Overzicht van kosten en baten gevoeligheidsanalyse

Baten		
<i>Directe effecten</i>		
Vermeden graafschade		919
Vermeden schade leveranciers		0
Vermeden productieverlies afnemers		3.655
Vermeden productiviteitsverlies consumenten		1.999
<i>Externe effecten</i>		
Vermeden overlast omwonenden bij graafschade		14
Vermeden overlast detailhandel bij graafschade		755
Meer ruimte voor uit te geven grond		0
Meer ruimte voor groen en blauw		0
Vermeden verkeershinder bij graafschade		441
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	441	
- Toeleveranciers	0	
Vermeden overlast omwonenden bij reparatiewerkzaamheden		401
Vermeden overlast detailhandel bij reparatiewerkzaamheden		21.968
Vermeden verkeershinder bij reparatiewerkzaamheden		32.972
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	22.800	
- Toeleveranciers	10.172	
Overlast omwonenden bij aanleg tunnel		-2.068
Overlast detailhandel bij aanleg tunnel		-113.309
Verkeershinder bij aanleg tunnel		-128.941
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	-85.123	
- Toeleveranciers	-43.818	
Vermeden overlast omwonenden bij vervanging kabels/leidingen		392
Vermeden overlast detailhandel bij vervanging kabels en leidingen		21.451
Vermeden verkeershinder bij vervanging kabels en leidingen		40.544
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	28.936	
- Toeleveranciers	11.609	
Totaal baten		-118.810
Kosten		
Investeringskosten tunnel		-2.384.199
Vermeden investeringskosten kabels en leidingen		606.600
Vermeden vervangingsinvesteringen kabels en leidingen		99.109
Vermeden onderhoudskosten		2.645
Vermeden herstellkosten bestrating		6.763
- Bij reparatiewerkzaamheden	2.492	
- Bij vervanging kabels/leidingen	4.271	
Totaal kosten		-1.669.083
Saldo		-1.787.892

4. CASUS: IJBURG

4.1. PROJECTGEBIED

IJburg is een Amsterdamse uitbreidingswijk die vrij ver van het centrum ligt. Met de bouw van de wijk werd rond 2001 begonnen; momenteel is deze nog in volle gang. Als projectgebied zijn Haveneiland West, Haveneiland Oost en Steigereiland bepaald. Dit betekent dat we de kabels en leidingen bestuderen die op deze eilanden liggen. Het Steigereiland bevindt zich linksboven in Figuur 4.1. Het haveneiland ligt daaronder. De effectenbepaling strekt evenwel verder dan deze eilanden; hier is geheel IJburg (totale geplande woningbouw 18.000 woningen, winkelcentrum van 20.000 m²; totaal aan commerciële en maatschappelijke functies 490.000 m²) van belang, dus inclusief de nog te bouwen eiland Buiteneiland, Middeneiland en Strandeiland, evenals Zeeburgereiland (additioneel 5.500 woningen en 186.000 m² voorzieningen). Aangezien IJburg een nieuwe, gedeeltelijk nog aan te leggen woonwijk is, speelt het probleem van ongeorganiseerde netwerken van kabels en leidingen, zoals die in binnensteden worden gevonden, geen relevante rol.



Figuur 4.1 Projectgebied IJburg (bron: Google Earth)

4.2. NULALTERNATIEF EN PROJECTALTERNATIEVEN

Voorgesteld wordt de huidige situatie als nulalternatief te kiezen; dit is de situatie waarbij de kabels en leidingen onder voetgangersgebied

worden gelegd, dus onder het trottoir. In wezen houdt deze constructie al een zekere bundeling in, waarbij het autoverkeer weinig hinder ondervindt van aanleg en onderhoud.

Ten opzichte van dit nulalternatief (“gebundeld”) geldt dan het projectalternatief “tunnel”. Deze tunnel, waarbij de tunnel onder een rijstrook van de IJburglaan wordt aangelegd (zie de rode lijn in Figuur 4.1). De energielevering geschiedt vanuit de Hemwegcentrale, die ten oosten van IJburg ligt. Dit heeft consequenties voor de route die in de kabels en leidingen wordt afgelegd.

Omdat in het nulalternatief al een zekere mate van bundeling optreedt, differentiëren de batenposten in het projectalternatief minder dan in gevallen waar kabels en leidingen in het nulalternatief ongecoördineerd in de grond worden gelegd.

Evenals in de casus Maastricht is het van belang te bedenken dat er van hetzelfde type kabels en leidingen meerdere in de grond kunnen liggen. Hiervoor wordt in de berekeningen van kosten en baten gecorrigeerd.

4.3. DIRECTE EFFECTEN

4.3.1. GRAAFSCHADE

Evenals in de casus Maastricht berekenen we op basis van het aantal kilometers kabels en leidingen gesplitst naar type de vermeden herstelkosten en verdisconteren deze. Hierbij nemen we weer aan dat de hoeveelheid kabels en leidingen in de grond jaarlijks met gemiddeld drie procent toeneemt.

Tabel 4.1 Vermeden graafschade

Type kabel / leiding	Aantal	Kilometers in 2005	Vermeden schade- Gevallen in 2005	Vermeden graaf- schade (euro's) in 2005	Vermeden graaf- schade verdisc. (euro's) 2005-2104
Waterleiding	1	3	0,03000	17	1.113
Gasleiding	1	3	0,03000	18	1.160
Elektriciteit	4	12	0,11999	72	4.638
Riool	2	6	0,00599	11	715
CAI (kabels en leidingen)	4	12	0,11999	58	3.711
KPN, telecom en overige kabels	4	12	0,11999	58	3.711
Warmte/koude leidingen	2	6	0,00059	1	44
Totaal	18	54		234	15.091

De tunnel en dus ook de kabels en leidingen zijn met 3 kilometer circa 6 keer langer dan in Maastricht. Het aantal vermeden gevallen van graafschade is hierdoor ook circa 6 keer groter. De gebruikte herstelkosten zijn dezelfde als in de casus Maastricht, waardoor de totale (verdisconteerde) baat als gevolg ook circa 6 keer hoger uitvalt dan in Maastricht. Deze baat is echter nog altijd klein, wat te maken heeft met

het feit dat de kans op graafschades in nul- en projectsituaties erg klein zijn.

4.3.2. LEVERINGSONDERBREKING

Graafschades leiden tot leveringsonderbrekingen voor de klant. Dit kunnen zowel bedrijven als huishoudens zijn. Het aantal leveringsonderbrekingen per jaar is dus gelijk aan het aantal graafschades (Tabel 4.1). Dit aantal wordt vermenigvuldigd met de gemiddelde duur (in uren) van een leveringsonderbreking per type kabel/leiding (Tabel 2.4) en de omvang van de schade per uur.

De schade per uur voor bedrijven en huishoudens leiden we af uit de omvang van de schade bij onderbreking van de levering van elektriciteit. Uit een eerder SEO onderzoek¹⁵ blijkt dat de dienstensector in de gemeente Maastricht bij een elektriciteitsonderbreking een schade ondervindt van 707.755 euro per uur.¹⁶ Huishoudens ondervinden een schade van bijna 1,7 miljoen euro per uur. Dit zijn echter getallen voor de hele gemeente, terwijl slechts een deel van de gemeente getroffen wordt bij een leveringsonderbreking als gevolg van graafschade. In Tabel 2.4 is aangegeven om hoeveel getroffen en het gemiddeld gaat per onderbreking en per type kabel en leiding. Aangenomen is dat op IJburg circa 90% van de getroffen klanten huishoudens betreft, het overige deel betreft detailhandel. Door deze aantallen te delen op het totaal aantal huishoudens (bijna 300.000) en detailhandelsvestigingen (circa 32.000)¹⁷ in de gemeente Amsterdam wordt de getroffen fractie gekregen die kan worden toegepast op de hiervoor genoemde schadebedragen per uur.

Tabel 4.2 Vermeden leveringsonderbrekingen

Type kabel / leiding	Getroffen klanten		Vermeden schade leveringsonderbrekingen (euro's)		Vermeden schade leveringsonderbrekingen (euro's)	
			in 2005		2005-2104	
	Detail-handel	Huishoudens	Detail-handel	Huishoudens	Detail-handel	Huishoudens
Waterleiding	2	14	0	1	25	60
Gasleiding	1	7	0	1	16	39
Elektriciteit	27	240	150	354	9.661	22.803
Riool	1	7	0	0	11	25
CAI (kabels en leidingen)	27	240	112	265	7.246	17.102
KPN, telecom en overige kabels	27	240	112	265	7.246	17.102
Warmte/koude leidingen	27	240	1	1	36	85
Totaal			376	888	24.240	57.216

¹⁵ De Nooij, M., Lieshout, R.B.T., Bijvoet, C.C., Koopmans, C.C. (2004). Verfijning regionale informatie, SEO-rapport nr. 770. SEO Economisch Onderzoek, Amsterdam, 2004.

¹⁶ In het projectgebied bevindt zich voornamelijk detailhandel, wat we tot de dienstensector rekenen.

¹⁷ CBS Statline

In Tabel 4.2 zijn de effecten per jaar voor zowel de getroffen detailhandel als de getroffen huishoudens weergegeven. De effecten zijn wederom klein, om dezelfde redenen als bij de vermeden graafschade. De verdisconteerde baten voor detailhandel en huishouden komen uit op respectievelijk ruim 24.000 en 57.000 euro.

4.4. EXTERNE EFFECTEN

De externe effecten bestaan onder andere uit hinder voor omwonenden, detailhandel en het verkeer. Allereerst worden daarom eerst het aantal gehinderde bewoners, detaillisten en verkeersdeelnemers vastgesteld.

Momenteel wonen er circa 5.500 mensen op het Steigereiland en de Haveneilanden. In 2025 zullen er naar schatting zo'n 22.500 mensen woonachtig zijn op IJburg, dan zijn namelijk ook de overige geplande eilanden voltooid. Aangezien de IJburglaan een doorgaande weg is en de nieuwe bewoners er ook gebruik van zullen gaan maken, dient bij de berekening van de verkeershinder rekening gehouden te worden met deze nieuwe bewoners. Daarom laten we de bevolking tot 2025 groeien met circa 7,3% per jaar, wat leidt tot een totale bevolkingsomvang van 22.500 in 2025. Voor mobiliteit geldt wederom als aanname dat deze jaarlijks met 0,5 procent groeit.

4.4.1. OMGEVING

Ook hier is weer aangenomen dat alle panden in een straal van 50 meter om een opbreking hinder ondervinden. Concreet betekent voor IJburg dat alleen bewoners en detaillisten aan de IJburglaan hinder ondervinden. Aangenomen dat zich langs 80% van de 3 kilometer lange laan bebouwing bevindt en dat de bebouwing uit vier lagen bestaat, waarbij panden een gemiddelde breedte hebben van 8 meter en een diepte van 20 meter. We nemen verder aan dat 10% van het vloeroppervlak een commerciële functie heeft. We hebben nu het aantal gehinderde woningen en het aantal gehinderde bedrijven. Het aantal gehinderde bewoners op IJburg krijgen we door het aantal woningen met 2,5 te vermenigvuldigen (het gemiddeld aantal bewoners per woning). In Tabel 4.3 is het aantal gehinderde bewoners en gehinderde vierkante meters bedrijfsvloeroppervlak ingeschat.

Tabel 4.3 Aantal omwonenden en omvang detailhandel

Lengte straat (m)	3.000
Breedte pand (m)	8
Diepte pand (m)	20
Percentage van straat bebouwd	80%
Ingeschat aantal panden	600
Lagen per pand	4
Aantal adressen	2.400
<i>waarvan detailhandel (33%)</i>	240
<i>waarvan woningen (67%)</i>	2.160
Aantal bewoners per woning	2,5
Aantal bewoners in projectgebied	5.430
Bedrijfsoppervlak in projectgebied (aantal adressen x lengte x breedte)	5.900

Bij puntvormige graafwerkzaamheden (graafschade en reguliere werkzaamheden) zullen niet alle bewoners en detailhandelaren hinder ondervinden. Aangenomen is dat alleen de panden in een straal van 50 meter rondom de werkzaamheden (100 meter van de straat) hinder ondervindt. Bij lijnvormige graafwerkzaamheden (eerste aanleg en vervanging) is aangenomen dat de werkzaamheden gefaseerd worden uitgevoerd, waardoor steeds slechts 100 meter van de straat last heeft).

Voor elk van de volgende oorzaken van hinder zullen de effecten voor de omwonenden en de detailhandel afzonderlijk worden bepaald:

- > Werkzaamheden voortvloeiend uit graafschade;
- > Reguliere graafwerkzaamheden;
- > Eerste aanleg van kabels en leidingen;
- > Vervanging van kabels en leidingen.

Door de genoemde aantallen gehinderde eenheden (personen of vierkante meters) te vermenigvuldigen met de duur van de werkzaamheden, de schade per uur per gehinderde eenheid en het aantal werkzaamheden per jaar, wordt het jaarlijkse effect verkregen. De duur van de werkzaamheden voortvloeiend uit graafschade is in Tabel 2.4 opgenomen. Reguliere graafwerkzaamheden nemen gemiddeld 2 dagen in beslag. Aan de hand van de formules voor de aanlegduur kunnen de aanlegduren in de nul- en projectsituatie worden berekend. Deze bedragen respectievelijk 620 en 1.640 dagen. De vervangingsduur in de nulsituatie is eveneens 620 dagen. In de projectsituatie is de vervangingsduur van kabels en leidingen niet relevant, omdat vervanging dan niet met overlast gepaard gaat. In hoofdstuk 2 zijn de schades per gehinderde eenheid reeds besproken; voor gehinderde omwonenden wordt aangesloten bij de compensaties die gehinderden van de Noord/Zuidlijn ontvangen. Voor detaillisten wordt de helft van de winstderving genomen. In onderstaande tabellen worden de diverse effecten voor respectievelijk de omwonenden en de detaillisten weergegeven.

Tabel 4.4 Vermeden overlast omwonenden in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Werkzaamheden a.g.v. graafschade		Regulier graafwerk		Graafwerk bij vervanging	
	2005	2005-2104	2005	2005-2104	2005	2005-2104
Waterleiding	0	13	13	823	0	1.474
Gasleiding	0	11	13	823	0	1.474
Elektriciteit	1	56	51	3.294	0	1.474
Riool	0	10	26	1.647	0	2.182
CAI (kabels en leidingen)	3	209	51	3.294	0	3.783
KPN, telecom en overige kabels	3	209	51	3.294	0	3.783
Warmte/koude leidingen	0	1	26	1.647	0	5.993
Totaal	8	509	230	14.822	0	20.164

De hinder bij eerste aanleg is in het projectalternatief hoger dan in het nulalternatief, doordat de werkzaamheden in het projectalternatief langer in beslag nemen. De kost bedraagt 31.041 euro en valt volledig in het jaar van aanleg.

Tabel 4.5 Vermeden overlast detailhandel in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Werkzaamheden a.g.v. graafschade		Regulier graafwerk		Graafwerk bij vervanging	
	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104
Waterleiding	0	26	26	1.659	0	2.969
Gasleiding	0	22	26	1.659	0	2.969
Elektriciteit	2	112	103	6.635	0	2.969
Riool	0	21	51	3.317	0	4.396
CAI (kabels en leidingen)	7	421	103	6.635	0	7.620
KPN, telecom en overige kabels	7	421	103	6.635	0	7.620
Warmte/koude leidingen	0	2	51	3.317	0	12.072
Totaal	16	1.026	463	29.856	0	40.617

Ook hier geldt weer dat de hinder bij eerste aanleg in de projectsituatie groter is dan in de nulsituatie. De detailhandel ondervindt een kost van 62.525 euro in het jaar van aanleg.

4.4.2. NATUUR EN BODEM

MEER RUIMTE VOOR UIT TE GEVEN GROND

De kabels en leidingen liggen in deze case al gebundeld onder het trottoir. De mate van bundeling verschilt daarom niet tussen nul- en projectsituatie. Hierdoor is er geen sprake van extra ruimte voor uit te geven grond.

MEER RUIMTE VOOR GROEN, BLAUW EN RECREATIEVE FUNCTIES

Langs de IJburglaan staan om de 10 meter vier rijen met bomen. Het gaat in totaal dus om 1.200 bomen, welke in het nulalternatief beschadigd kunnen raken bij graafwerkzaamheden. Overigens kan ook in het projectalternatief schade optreden bij de aanleg van de tunnel. We veronderstellen dat de kans op beschadigingen in het nulalternatief 1% groter is dan in het projectalternatief en dat een beschadigde boom 20% korter leeft. Dit betekent dat jaarlijks circa 12 bomen beschadigd raken, wat leidt tot een verlies van 2,5 boom. Bij een gemiddelde boomwaarde van 900 euro betekent dit dat de jaarlijkse vermeden boomschade in het nulalternatief circa 2.200 euro bedraagt. Verdisconteerd over de gehele planningsperiode komt het totale effect uit op ruim 55.000 euro.

4.4.3. VERKEER EN VERVOER

In tegenstelling tot de Maastricht case, ondervinden in deze case naast voetgangers ook fietsers en automobilisten (inclusief hun passagiers) overlast in de vorm van reistijdverlies door opbrekingen. Aan de hand van het totaal aantal bewoners op IJburg (dat in de tijd toeneemt) en het gemiddeld aantal verplaatsingen per persoon kunnen we het aantal verplaatsingen berekenen dat zij gemiddeld per dag per modaliteit maken. De bewoners zullen bij graafwerkzaamheden (in de nulsituatie) echter niet allemaal met een langere reistijd te maken krijgen, omdat de graafwerkzaamheden bij herstel op een bepaald punt zullen plaatsvinden en niet iedereen langs dat punt zal hoeven te rijden/fietsen/lopen. Daarom hanteren we hier een factor 0,25. Ofwel, 25% van de bewoners op IJburg ondervindt bij een verplaatsing hinder. Daarnaast hanteren we een opslagfactor van 1,1 om te corrigeren voor de

mensen die IJburg bezoeken en geconfronteerd worden met de hinder. Toepassing van de bevolkings- en mobiliteitsgroei geeft het totaal aantal gehinderde verkeersdeelnemers per modaliteit per dag voor elk jaar uit de planningshorizon

Door deze aantallen te vermenigvuldigen met de duur van een opbreking, wordt het totaal aantal gehinderden verkregen. Vermenigvuldiging met de omrijdfactoren, de reistijdwaarderingen van de AVV en het aantal opbrekingen per jaar geeft het jaarlijkse effect. Aangezien de kabels en leidingen gebundeld onder het trottoir liggen, zullen voornamelijk voetganger hinder ondervinden van opbrekingen. Automobilisten en fietsers daarentegen ondervinden minder reistijdverlies. Daarom wordt in deze case afgeweken van de 'standaard' omrijdfactoren uit hoofdstuk 2. In onderstaande tabel staan de hier gehanteerde factoren.

Tabel 4.6 Omrijdfactor per modaliteit

Modaliteit	Omrijdfactor (in min)
Automobilisten (en passagiers)	2
Fietsers	1
Voetgangers	1
Toeleveranciers	15

Voor toeleveranciers maken we gebruik van tijdwaarderingen voor het goederenvervoer. De aanname is hier dat van de bebouwing van het projectgebied 10 procent een bedrijf is. Bovendien gaan we ervan uit dat elk bedrijf in het projectgebied tweemaal per week wordt beleverd.

De vier oorzaken van extra reistijd (graafschade, reguliere graafwerkzaamheden, eerste aanleg en vervanging van kabels en leidingen) kennen allemaal een verschillende opbrekingsduur en komen niet elk jaar in gelijke mate voor. Vandaar dat de verkeershinder voor elk van de oorzaken apart berekend wordt voor de diverse modaliteiten en voor de toeleveranciers.

Tabel 4.7 Vermeden verkeershinder voor automobilisten in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Werkzaamheden a.g.v. graafschade		Regulier graafwerk		Graafwerk bij vervanging	
	2005	2005-2104	2005	2005-2104	2005	2005-2104
Waterleiding	2	742	218	83.060	0	201.463
Gasleiding	2	613	218	83.060	0	201.463
Elektriciteit	8	3164	871	332.242	0	201.463
Riool	2	593	436	166.121	0	267.028
CAI (kabels en leidingen)	31	11.865	871	332.242	0	453.428
KPN, telecom en overige kabels	31	11.865	871	332.242	0	453.428
Warmte/koude leidingen	0	59	436	166.121	0	643.905
Totaal	76	28.899	3.922	1.495.087	0	2.422.178

Tabel 4.8 Vermeden verkeershinder voor fietsers in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Werkzaamheden a.g.v. graafschade		Regulier graafwerk		Graafwerk bij vervanging	
	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104
Waterleiding	0,02	10	3	1.110	0	2.726
Gasleiding	0,02	8	3	1.110	0	2.726
Elektriciteit	0,10	42	10	4.439	0	2.726
Riool	0,02	8	5	2.220	0	3.570
CAI (kabels en leidingen)	0,37	159	10	4.439	0	6.064
KPN, telecom en overige kabels	0,37	159	10	4.439	0	6.064
Warmte/koude leidingen	0,00	1	5	2.220	0	8.503
Totaal	0,91	386	47	19.977	0	32.379

Tabel 4.9 Vermeden verkeershinder voor voetgangers in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Werkzaamheden a.g.v. graafschade		Regulier graafwerk		Graafwerk bij vervanging	
	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104
Waterleiding	0	167	44	18.676	0	45.874
Gasleiding	0	138	44	18.676	0	45.874
Elektriciteit	2	711	175	74.704	0	45.874
Riool	0	133	88	37.352	0	60.072
CAI (kabels en leidingen)	6	2.668	175	74.704	0	102.042
KPN, telecom en overige kabels	6	2.668	175	74.704	0	102.042
Warmte/koude leidingen	0	13	88	37.352	0	143.101
Totaal	15	6.498	789	336.167	0	544.879

Tabel 4.10 Vermeden verkeershinder voor toeleveranciers in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Werkzaamheden a.g.v. graafschade		Regulier graafwerk		Graafwerk bij vervanging	
	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104	2005	2005- 2104
Waterleiding	3	305	216	19.193	0	39.626
Gasleiding	3	252	216	19.193	0	39.626
Elektriciteit	15	1.300	864	76.773	0	39.626
Riool	3	243	432	38.386	0	54.553
CAI (kabels en leidingen)	55	4.874	864	76.773	0	92.921
KPN, telecom en overige kabels	55	4.874	864	76.773	0	92.921
Warmte/koude leidingen	0	24	432	38.386	0	137.165
Totaal	130	11.567	3.888	345.477	0	496.437

Doordat de eerste aanleg in de projectsituatie langer duurt dan in de nulsituatie ondervindt het verkeer in de projectsituatie langer hinder. De kosten hiervan zijn in de projectsituatie voor de automobilisten (inclusief passagiers), fietsers, voetgangers en toeleveranciers respectievelijk 529.111, 6.325, 106.462 en 524.571 euro hoger dan in de nulsituatie. Deze kosten vallen in het jaar van aanleg.

4.5. KOSTEN

4.5.1. INVESTERINGSKOSTEN VAN KABELS, LEIDINGEN EN TUNNEL

Aangezien de tunnel op IJburg circa 6 keer langer zal zijn dan in Maastricht vallen de aanlegkosten ervan, met 5,4 a 9,6 miljoen euro, ook circa 6 keer hoger uit. Daar staan baten tegenover die de eerste uitrol van de kabels en leidingen met zich meebrengt. De kosten van de eerste uitrol zijn in de projectsituatie namelijk lager zijn dan in de nulsituatie (zie Tabel 2.13) voor het riool en voor de warmte/koude leidingen. In onderstaande tabel is weergegeven hoe groot deze baten precies zijn.

Tabel 4.11 Vermeden investerings- en onderhoudskosten in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Vermeden investeringskosten		Vermeden vervangingskosten	
	2005	2005-2104	2005	2005-2104
Waterleiding	0	0	0	-9.975
Gasleiding	0	0	0	-9.975
Elektriciteit	0	0	0	-111.425
Riool	300.000	300.000	0	-88.167
CAI (kabels en leidingen)	0	0	0	-115.186
KPN, telecom en overige kabels	0	0	0	-115.186
Warmte/koude leidingen	900.000	900.000	0	659.639
Totaal	1.200.000	1.200.000	0	209.727

4.5.2. VERVANGINGSKOSTEN

De levensduur van alle typen kabels en leidingen is korter dan de tijdshorizon van 100 jaar, waardoor elk type binnen die 100 jaar minstens één keer vervangen dienen te worden. Doordat de levensduur van kabels en leidingen in een tunnel langer is dan van kabels en leidingen in de grond en tevens de aanlegkosten in beide situaties verschillen, rekenen we eerst in beide situaties de kosten uit. Het verschil geeft het effect weer. In Tabel 4.11 is zowel het effect voor 2005 als het totale verdisconteerde effect opgenomen.

4.5.3. ONDERHOUDSKOSTEN

Doordat de onderhoudskosten van kabels en leidingen in een tunnel verschillen van die in de grond berekenen we ook nu de kosten weer apart voor nul- en projectsituatie, waarna we deze van elkaar aftrekken om het totale effect te krijgen. In onderstaande tabel is zowel het effect voor 2005 als het totale verdisconteerde effect opgenomen.

Tabel 4.12 Onderhoudskosten in het nul- en projectalternatief en het effect voor 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	2005			2005 - 2104		
	Nul-situatie	Project-situatie	Effect	Nul-situatie	Project-situatie	Effect
Waterleiding	-36			-2.319		
Gasleiding	-36			-2.319		
Elektriciteit	-230			-14.843		
Riool	-72			-4.639		
CAI (kabels en leidingen)	-288			-18.554		
KPN, telecom en overige kabels	-288			-18.554		
Warmte/koude leidingen	-144			-9.277		
Totaal	-1.094	-720	374	-70.507	-18.349	52.157

4.5.4. BESTRATINGSKOSTEN

Als kabels en leidingen geïntegreerd worden in een tunnel, worden herstelkosten van bestrating vermeden in geval van reguliere reparatiewerkzaamheden en vervangingen van kabels en leidingen. Als een tunnel wordt aangelegd, moet uiteraard ook bestrating worden verwijderd; maar deze kosten zijn al opgenomen in de totale kosten van de tunnel. Voor het projectgebied wordt aangenomen dat voor 50 procent asfalt wordt gebruikt voor € 300 per vierkante meter en voor de helft goedkope bestrating voor € 30 per vierkante meter. Met betrekking tot hoeveelheid wordt ervan uitgegaan dat 20 procent van het materiaal beschadigd raakt tijdens de opbreking en daardoor niet hergebruikt kan worden als de opbreking weer wordt hersteld. Bovendien wordt aangenomen dat een gemiddelde reguliere opbreking 3 vierkante meter straatverwijdering nodig maakt.

Tabel 4.13 Vermeden bestratingskosten bij reguliere reparatiewerkzaamheden en vervangingen van kabels en leidingen in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Reguliere reparaties		Vervanging	
	2005	2005-2104	2005	2005-2104
Waterleiding	25	1.583	0	9.142
Gasleiding	25	1.583	0	9.142
Elektriciteit	98	6.332	0	9.142
Riool	49	3.166	0	13.532
CAI (kabels en leidingen)	98	6.332	0	23.459
KPN, telecom en overige kabels	98	6.332	0	23.459
Warmte/koude leidingen	49	3.166	0	37.163
Totaal	442	28.493	0	125.038

4.6. CONCLUSIE

4.6.1. SALDO

In Tabel 4.14 zijn alle (verdisconteerde) effecten op overzichtelijke wijze onder elkaar gezet. Wederom blijkt dat de baten voornamelijk bestaan uit de vermeden hinder bij reguliere reparatiewerkzaamheden en bij vervangingen van kabels en leidingen. De eerste aanleg van een tunnel daarentegen levert meer hinder op dan in de nulsituatie. Van groot belang is hier de hinder voor autoverkeer omdat automobilititeit in tijd

hoog wordt gewaardeerd. De winst in het projectalternatief terzake van graafschade en leveringsonderbreking is uiterst beperkt. Anders dan in de casus Maastricht zijn het vooral automobilisten die profijt hebben van een leidingentunnel.

De conclusie luidt dat het project alleen dan rendabel is, wanneer de kosten van de aanleg van de tunnel laag blijven. Het is zinvol hier nogmaals te wijzen op de omstandigheid dat in het nulalternatief al enigszins wordt gebundeld door kabels en leidingen onder het trottoir te leggen. Hierdoor verschillen de projecteffecten minder van het nulalternatief dan bij een nulalternatief zonder bundeling.

Zoals uit Tabel 4.14 blijkt, zijn de kosten van verkeershinder bij eerste aanleg in het projectalternatief relatief hoog vergeleken met de kosten in het nulalternatief. De oorzaak hiervan is de langere aanlegduur van een tunnel ten opzichte van conventionele aanleg in de grond. Gevolg is dat verkeersdeelnemers gedurende langere tijd gehinderd worden en het reistijdverlies groter is.

Bij nieuw te ontwikkelen locaties, zoals IJburg, kan het dan ook nuttig zijn de tunnel aan te leggen voordat het gebied gebruikt gaat worden. De overlast van de aanleg wordt dan vermeden. Daarnaast ondervinden de bewoners en detaillisten geen overlast. Voor IJburg zou dit de KBA 1,25 miljoen euro positiever laten uitvallen (bij een discontovoet van 4%).

4.6.2. GEVOELIGHEIDSANALYSES

DISCONTVOET

Om het zicht op de onzekerheden in de uitkomsten van kosten en baten te vergroten, verdisconteren we in een alternatieve kosten-batentabel alle baten- en kostenposten die onzeker zijn, met zeven in plaats van met vier procent. Dit betekent dat deze posten minder worden gewaardeerd dan in de initiële uitkomstentabel, naarmate ze verder in de toekomst liggen. Concreet betekent dit dat alle batenposten met uitzondering van overlast en verkeershinder bij de aanleg van de tunnel en alle kostenposten met uitzondering van de investering in de tunnel alsmede de vermeden investeringkosten in kabels en leidingen tegen zeven procent worden verdisconteerd (zie Tabel 4.15).

Tabel 4.14 Overzicht van kosten en baten

Baten			
<i>Directe effecten</i>			
Vermeden graafschade			15.091
Vermeden schade leveranciers			0
Vermeden productieverlies afnemers			24.240
Vermeden productiviteitsverlies consumenten			57.216
<i>Externe effecten</i>			
Vermeden overlast omwonenden bij graafschade			509
Vermeden overlast detailhandel bij graafschade			1.026
Meer ruimte voor uit te geven grond			0
Meer ruimte voor groen en blauw			55.048
Vermeden verkeershinder bij graafschade			35.783
- Automobiliten	28.899		
- Fietzers	386		
- Voetgangers	6.498		
- Toeleveranciers	0		
Vermeden overlast omwonenden bij reparatiewerkzaamheden			14.822
Vermeden overlast detailhandel bij reparatiewerkzaamheden			29.856
Vermeden verkeershinder bij reparatiewerkzaamheden			2.196.707
- Automobiliten	1.495.087		
- Fietzers	19.977		
- Voetgangers	336.167		
- Toeleveranciers	345.477		
Overlast omwonenden bij aanleg tunnel			-31.041
Overlast detailhandel bij aanleg tunnel			-62.525
Verkeershinder bij aanleg tunnel			-1.166.470
- Automobiliten	-529.111		
- Fietzers	-6.325		
- Voetgangers	-106.462		
- Toeleveranciers	-524.571		
Vermeden overlast omwonenden bij vervanging kabels/leidingen			20.164
Vermeden overlast detailhandel bij vervanging kabels en leidingen			40.617
Vermeden verkeershinder bij vervanging kabels en leidingen			3.495.872
- Automobiliten	2.422.178		
- Fietzers	32.379		
- Voetgangers	544.879		
- Toeleveranciers	496.437		
Totaal baten			4.726.916
Kosten		<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
		-	-
Investeringskosten tunnel		9.600.000	5.400.000
Vermeden investeringskosten kabels en leidingen			1.200.000
Vermeden vervangingsinvesteringen kabels en leidingen			209.727
Vermeden onderhoudskosten			52.157
Vermeden herstellkosten bestrating			153.531
- Bij reparatiewerkzaamheden	28.493		
- Bij vervanging kabels/leidingen	125.038		
Totaal kosten		-7.984.585	-3.784.585
		<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Saldo		-3.257.669	942.331

De gevoeligheidsanalyse maakt eens te meer duidelijk hoe groot het belang van overlast en met name verkeershinder bij reparatie en aanleg is, zelfs ingeval kabels en leidingen al half gebundeld onder het trottoir liggen. In de gevoeligheidsanalyse blijven de posten behorende bij aanleg gelijk. Dit betekent dat de hinder voor autoverkeer, een hoge negatieve batenpost, niet verandert. Toekomstige batenposten, zoals verkeershinder van reparatiewerkzaamheden, verandert wel. Het resultaat is dat ook bij hoge investeringskosten het projectalternatief zeer negatief scoort. Evenals in de casus Maastricht moet dus worden geconcludeerd dat het project maatschappelijk alleen rendabel kan zijn mits de voor aanleg benodigde investeringen laag blijven en onzekere projecteffecten gunstig uitvallen.

KANSEN OP GRAAFSCHADE

Er bestaat enige onzekerheid met betrekking tot de kansen op graafschade in de nulsituatie (zie Tabel 2.3). De kansen op graafschade voor waterleidingen, gasleidingen, elektriciteitskabels, de riolering en signaalkabels zouden mogelijk tot een factor twee hoger of lager uit kunnen vallen. Voor vloeibare brandstofleidingen, perslucht, afval en stoom is een factor 10 mogelijk. Deze typen komen echter niet voor in deze case, waardoor alleen een gevoeligheidsanalyse op eerstgenoemde groep kan worden gedaan.

Door de kansen op graafschade in de nulsituatie te verdubbelen neemt het aantal vermeden schadegevallen met een factor twee toe. De directe effecten verdubbelen hierdoor. Hetzelfde geldt voor de vermeden overlast voor omwonenden/detailhandel en het verkeer bij graafschade. Genoemde posten waren relatief klein, waardoor verdubbeling weinig effect heeft op het saldo van de KBA. De baten en daarom ook het saldo (aan de kostenkant verandert er niets) vallen circa 150.000 euro hoger uit. Wanneer de kansen op graafschade juist twee keer kleiner worden verondersteld, halveren de effecten juist, wat leidt tot een afname van de baten en het saldo met circa 70.000 euro.

HERSTELDUUR BIJ GRAAFSCHADE

Naast de kansen op graafschade, bestaat er ook enige onzekerheid met betrekking tot de gemiddelde onderbrekingsduur bij graafschade (zie Tabel 2.4). Deze zou mogelijk gemiddeld 50% hoger of lager uit kunnen vallen voor de diverse typen kabels en leidingen. Natuurlijk komt het ook voor dat het soms dagen duurt voordat de levering herstelt is, maar het gemiddelde varieert veel minder.

Wanneer de gemiddelde onderbrekingsduur in de nulsituatie met 50% toeneemt, dan neemt de tijd dat consumenten en producenten geconfronteerd worden met een leveringsonderbreking met 50% toe. In de projectsituatie neemt het vermeden productiviteitsverlies hierdoor met 50% toe. Het verkeer wordt met een 50% langere wegopbreking geconfronteerd. De vermeden verkeershinder neemt hierdoor ook met 50% toe. Wederom geldt dat de genoemde effecten reeds relatief klein waren, waardoor een toename van 50% weinig effect heeft. De baten en het saldo nemen met circa 60.000 euro toe. Wanneer de onderbrekingsduur in de nulsituatie 50% kleiner wordt verondersteld, geldt het omgekeerde en nemen de baten en het saldo met 60.000 euro af.

Tabel 4.15 Overzicht van kosten en baten bij hogere discontovoet

Baten			
<i>Directe effecten</i>			
Vermeden graafschade			6.127
Vermeden schade leveranciers			0
Vermeden productieverlies afnemers			9.842
Vermeden productiviteitsverlies consumenten			23.231
<i>Externe effecten</i>			
Vermeden overlast omwonenden bij graafschade			207
Vermeden overlast detailhandel bij graafschade			417
Meer ruimte voor uit te geven grond			0
Meer ruimte voor groen en blauw			32.979
Vermeden verkeershinder bij graafschade			9.859
- Automobiliten	8.001		
- Fietzers	104		
- Voetgangers	1.753		
- Toeleveranciers	0		
Vermeden overlast omwonenden bij reparatiewerkzaamheden			6.018
Vermeden overlast detailhandel bij reparatiewerkzaamheden			12.122
Vermeden verkeershinder bij reparatiewerkzaamheden			631.813
- Automobiliten	413.954		
- Fietzers	5.389		
- Voetgangers	90.700		
- Toeleveranciers	121.770		
Overlast omwonenden bij aanleg tunnel			-31.041
Overlast detailhandel bij aanleg tunnel			-62.525
Verkeershinder bij aanleg tunnel			-1.166.470
- Automobiliten	-529.111		
- Fietzers	-6.325		
- Voetgangers	-106.462		
- Toeleveranciers	-524.571		
Vermeden overlast omwonenden bij vervanging kabels/leidingen			4.968
Vermeden overlast detailhandel bij vervanging kabels en leidingen			10.007
Vermeden verkeershinder bij vervanging kabels en leidingen			810.624
- Automobiliten	560.523		
- Fietzers	7.438		
- Voetgangers	125.167		
- Toeleveranciers	117.496		
Totaal baten			298.177
Kosten		<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
		-	-
Investeringskosten tunnel		9.600.000	5.400.000
Vermeden investeringskosten kabels en leidingen			1.200.000
Vermeden vervangingsinvesteringen kabels en leidingen			104.639
Vermeden onderhoudskosten			17.634
Vermeden herstelkosten bestrating			42.376
- Bij reparatiewerkzaamheden	11.568		
- Bij vervanging kabels/leidingen	30.808		
Totaal kosten		-8.235.351	-4.035.351
		<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Saldo		-7.937.174	-3.737.174

DUUR EN FREQUENTIE VAN REGULIERE OPBREKINGEN

De gemiddelde duur van een reguliere opbreking is vastgesteld op gemiddeld 2 dagen (zie Tabel 2.11). Wanneer dit eveneens 50% zou zijn, dan neemt ook de overlast voor omwonenden, detailhandel en het verkeer met 50% toe in de nulsituatie. In de projectsituatie wordt deze overlast vermeden, waardoor de baten met 1,1 miljoen toenemen. Blijkt de gemiddelde duur juist 50% lager te zijn, dan dalen de baten met hetzelfde bedrag.

Het verhogen of verlagen van de gemiddelde opbrekingsfrequentie met 50% heeft hetzelfde effect. Daarnaast heeft het wijzigen van de frequentie invloed op de vermeden bestratingskosten. Moet in de nulsituatie bijvoorbeeld gemiddeld vaker de straat worden opengebroken dan aangenomen, dan neemt de baat van de vermeden bestratingskosten toe. Dit effect is echter zeer gering; circa 13.500 euro bij een toename van de gemiddelde frequentie met 50%. Voor een lagere frequentie geldt het tegenovergestelde.

ONDERHOUDSKOSTEN KABELS EN LEIDINGEN

Afhankelijk van de dynamiek van de omgeving kunnen de onderhoudskosten van kabels en leidingen in de grond 2 keer hoger of lager uitvallen dan weergegeven in Tabel 2.14. Bij twee keer hogere kosten, verdubbelen de onderhoudskosten in de nulsituatie; de kosten in de projectsituatie blijven gelijk. De vermeden onderhoudskosten nemen hierdoor toe met circa 70.000 euro. Wanneer de kosten twee keer lager worden ingeschat, dan nemen de vermeden kosten af met 35.000 euro.

AANTAL KABELS EN LEIDINGEN

Wanneer het aantal kabels en leidingen dat gepland is in een tunnel twee keer hoger uitvalt dan weergegeven in Tabel 4.1, dan verdubbelen bijna alle effecten. De effecten die niet veranderen zijn ten eerste de vermeden overlast en verkeershinder bij eerste aanleg van de tunnel (aangenomen dat de extra kabels geen grotere tunnel behoeven). Ten tweede de vermeden overlast, verkeershinder en bestratingskosten bij vervanging. Deze post verandert niet omdat is aangenomen dat alle kabels van hetzelfde type tegelijkertijd aan vervanging toe zijn en het vervangen van 1 kabel evenveel tijd in beslag neemt als het vervangen van 2 kabels. Tenslotte veranderen de investeringskosten van de tunnel niet.

Dit betekent kortom dat alle batenposten verdubbelen, met uitzondering van de vermeden overlast en verkeershinder bij vervanging en dat beide kostenposten (overlast en verkeershinder bij aanleg tunnel en de investeringskosten van de tunnel) gelijk blijven. Het saldo valt hierdoor, ook bij een hoge inschatting van de investeringskosten van de tunnel, positief uit. In Tabel 4.16 is een overzicht van de effecten weergegeven.

Des te meer kabels er in een tunnel kunnen worden ondergebracht des te positiever het saldo. Hierbij is echter geen rekening gehouden met het feit dat de tunnel mogelijk groter moet worden uitgevoerd om alle kabels te kunnen herbergen en genoeg ruimte over te laten voor onderhouds- en reparatiewerkzaamheden.

Tabel 4.16 Overzicht van kosten en baten bij verdubbeling van het aantal kabels en leidingen

Baten		
<i>Directe effecten</i>		
Vermeden graafschade		30.183
Vermeden schade leveranciers		0
Vermeden productieverlies afnemers		48.481
Vermeden productiviteitsverlies consumenten		114.432
<i>Externe effecten</i>		
Vermeden overlast omwonenden bij graafschade		1.019
Vermeden overlast detailhandel bij graafschade		2.052
Meer ruimte voor uit te geven grond		0
Vermeden verkeershinder bij graafschade		71.565
- Automobilsten	57.797	
- Fietsters	772	
- Voetgangers	12.996	
- Toeleveranciers	0	
Vermeden overlast omwonenden bij reparatiewerkzaamheden		29.644
Vermeden overlast detailhandel bij reparatiewerkzaamheden		59.712
Vermeden verkeershinder bij reparatiewerkzaamheden		4.393.415
- Automobilsten	2.990.174	
- Fietsters	39.953	
- Voetgangers	672.333	
- Toeleveranciers	690.955	
Overlast omwonenden bij aanleg tunnel		-31.041
Overlast detailhandel bij aanleg tunnel		-62.525
Verkeershinder bij aanleg tunnel		-1.166.470
- Automobilsten	-529.111	
- Fietsters	-6.325	
- Voetgangers	-106.462	
- Toeleveranciers	-524.571	
Vermeden overlast omwonenden bij vervanging kabels/leidingen		20.164
Vermeden overlast detailhandel bij vervanging kabels en leidingen		40.617
Vermeden verkeershinder bij vervanging kabels en leidingen		3.495.872
- Automobilsten	2.422.178	
- Fietsters	32.379	
- Voetgangers	544.879	
- Toeleveranciers	496.437	
Totaal baten		7.102.168
Kosten	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Investeringskosten tunnel	-9.600.000	-5.400.000
Vermeden investeringskosten kabels en leidingen		2.400.000
Vermeden vervangingsinvesteringen kabels en leidingen		419.454
Vermeden onderhoudskosten		122.664
Vermeden herstellkosten bestrating		182.023
- Bij reparatiewerkzaamheden	56.985	
- Bij vervanging kabels/leidingen	125.038	
Totaal kosten	-6.475.859	-2.275.859
Saldo	626.308	4.826.308

5. CASUS HOECHSTTERREIN VLISSINGEN

5.1. PROJECTGEBIED

Het voormalig bedrijventerrein Hoechst te Vlissingen wordt geherstructureerd. Alle terreinen die in eigendom waren van bedrijven zijn terugverkocht aan Zeeland Seaports. Op de nieuwe uitgeefbare terreinen vestigen zich nieuwe bedrijven. Met de komst van deze nieuwe bedrijven wordt een groter beslag gelegd op de boven- en ondergrondse infrastructuur. Dit geldt met name voor de nieuwe elektriciteitscentrale. Het inpassen van nieuwe bedrijven met hun behoefte aan infrastructuur wordt daarbij steeds lastiger.

Aanvullende industriële activiteiten op het terrein vereisen nieuwe gasleidingen en elektriciteitskabels. Ruimte hiervoor is echter schaars. De omvang van het ruimtebeslag komt door de veiligheidseisen. Vanwege het knelpunt kan men echter gedwongen zijn uitgeefbare ruimte op te offeren voor de aanleg van infrastructuur of een situatie krijgen dat bepaalde terreinen niet meer uitgeefbaar zijn omdat er niet voldoende infrastructuur naar toe leidt.



Figuur 5.1 Projectgebied Vlissingen (bron: Google Earth)

Het probleem dat hiermee ontstaat, is met name een bedrijfseconomisch probleem: uitgifte van terreinen aan bedrijven die veel infrastructuur eisen beperkt de mogelijkheden van uitgifte van andere terreinen. De effecten zullen naar verwachtingen weinig invloed hebben op derden maar veel meer op exploitant en gebruikers van het terrein.

5.2. NULALTERNATIEF EN PROJECTALTERNATIEVEN

De nulsituatie bestaat uit benutting van de huidige ruimte voor kabels en leidingen. Bij nieuwe uitgifte van grond wordt steeds gekeken of er nog ruimte in de infrastructuur ligt, zoniet zal er een specifieke oplossing gezocht worden. Dit beleid kan ertoe leiden dat terreinen uiteindelijk niet meer bereikbaar en daarmee niet meer uitgeefbaar zijn.

Het bedrijf DELTA NV is voornemens een nieuwe centrale te bouwen op het terrein. De geplande locatie van deze centrale is in Figuur 5.1 in het groen aangegeven. De bijbehorende kabels en leidingen moeten worden ingepast. Door de reeds aanwezige bovengrondse hoogspanningskabels is er nauwelijks fysieke ruimte over voor de extra infrastructuur. Ook in de ondergrond is de ruimte te beperkt om daar voldoende kabels en leidingen (naast elkaar) kwijt te kunnen. Daarbij komt dat als gevolg van de gestelde veiligheidseisen een deel van de omliggende ruimte ook niet gebruikt kan worden voor andere doeleinden. In de projectsituatie wordt de bovengrondse hoogspanning ondergronds gebundeld in een tunnel, waarmee de gebruiksmogelijkheden van de gronden waarop de hoogspanningsmasten staan worden vergroot en de nieuwe elektriciteitscentrale gebouwd kan worden. De tunnel waarin de hoogspanning zal komen te liggen is circa 780 meter lang en is in Figuur 5.1 met een rode lijn aangegeven.

5.3. DIRECTE EFFECTEN

5.3.1. GRAAFSCHADE

De vermeden herstelkosten van graafschade worden wederom berekend op basis van het aantal kilometers kabels en leidingen gesplitst naar type. In de tunnel zijn vooralsnog vier 150 kV kabels en een gasleiding voorzien. Ook wordt hier weer aangenomen dat de hoeveelheid kabels en leidingen in de grond jaarlijks met gemiddeld drie procent toeneemt.

Tabel 5.1 Vermeden graafschade

Type kabel / leiding	Aantal	Kilometers in 2005	Vermeden schade- Gevallen in 2005	Vermeden graaf- schade (euro's) in 2005	Vermeden graaf- schade verdisc. (euro's) 2005-2104
Gasleiding	1	0,78	0,00780	5	301
Elektriciteit	4	3,12	0,03120	19	1.206
Totaal	5	3,90		23	1.507

Het effect van vermeden graafschades is ook in deze case klein; als reden kunnen het kleine aantal kabels en leidingen en de kleine kansen op graafschade in het nul- en projectsituaties worden genoemd.

5.3.2. LEVERINGSONDERBREKING

Graafschades leiden tot leveringsonderbrekingen voor de klant. Het aantal vermeden leveringsonderbrekingen is daardoor per definitie

gelijk aan het aantal vermeden graafschades (Tabel 5.1). Dit aantal wordt vermenigvuldigd met de gemiddelde duur (in uren) van een leveringsonderbreking per type kabel/leiding (Tabel 2.4) en de omvang van de schade per uur.

De omvang van de schade leiden we af uit de omvang van de schade bij onderbreking van de levering van elektriciteit. Deze schades leiden we weer af uit een eerder SEO onderzoek.¹⁸ In het projectgebied bevinden zich circa 10 bedrijven, waarvan naar schatting 6 in de industriector, 2 in de energiesector en 2 in de transportsector. Er bevinden zich geen huishoudens in het gebied. De totale schade in de gemeente Vlissingen als gevolg van een elektriciteitsonderbreking bedraagt voor deze sectoren respectievelijk: 1.310, 26.573 en 2.040 euro per uur. Dit zijn echter getallen voor de hele gemeente, terwijl slechts een deel van de gemeente getroffen wordt bij een leveringsonderbreking als gevolg van graafschade. Door het aantal bedrijven per sector in het projectgebied te delen op het totaal aantal per sector in de gemeente, worden de schades per uur voor het projectgebied verkregen.

In Tabel 5.2 zijn de effecten per jaar voor de bedrijven in het projectgebied weergegeven. De effecten zijn wederom klein, om dezelfde redenen als bij de vermeden graafschade. De verdisconteerde baat komt uit op bijna 13.000 euro.

Tabel 5.2 Vermeden leveringsonderbrekingen

Type kabel / leiding	Getroffen bedrijven	Vermeden schade leveringsonderbrekingen (euro's) in 2005	Vermeden schade leveringsonderbrekingen (euro's) 2005-2104
Gasleiding	10	11	713
Elektriciteit	10	191	12.278
Totaal		202	12.992

5.4. EXTERNE EFFECTEN

5.4.1. OMGEVING

We gaan ervan uit dat het Hoechtsterrein geen omwonenden heeft. Ook is er geen detailhandel van betekenis. De vermeden hinder voor deze twee actoren is dan ook nul.

5.4.2. NATUUR EN BODEM

MEER RUIMTE VOOR UIT TE GEVEN GROND

In het projectalternatief kan een deel van het braakliggende stuk grond op het Hoechtsterrein gebruikt worden voor de bouw van een elektriciteitscentrale. De baat bestaat uit een hogere gebruikswaarde van de grond, wat tot uitdrukking komt in de grondprijs. In Vlissingen

¹⁸ De Nooij, M., Lieshout, R.B.T., Bijvoet, C.C., Koopmans, C.C. (2004). Verfijning regionale informatie, SEO-rapport nr. 770. SEO Economisch Onderzoek, Amsterdam, 2004.

liggen de grondprijzen op bedrijventerreinen tussen circa 70 en 170 euro per vierkante meter (excl. BTW). Wij zullen rekenen met het gemiddelde, ofwel 120 euro per vierkante meter.

Het braakliggende terrein heeft in de nulsituatie, weliswaar een lagere waarde, maar deze waarde is niet nul, omdat het terrein mogelijk gebruikt kan worden als landbouwgrond of voor de opslag van containers, autowrakken et cetera. We nemen aan dat de waarde van de grond in de nulsituatie 20 euro per vierkante meter bedraagt.

In de projectsituatie neemt de waarde van de grond dan ook met 100 euro per vierkante meter toe. Het nieuw te ontwikkelen terrein heeft een omvang van circa 125.000 vierkante meter, waardoor de totale baat 12,5 miljoen euro bedraagt.

MEER RUIMTE VOOR GROEN, BLAUW EN RECREATIEVE FUNCTIES

In het projectgebied bevinden zich geen bomen of andere flora en fauna. Daarom is deze batenpost hier niet aan de orde.

5.4.3. VERKEER

De tunnel is gepland in een stuk braakliggend land. Graafwerkzaamheden zullen dan ook niet leiden tot verkeershinder. In het projectalternatief is er dan ook geen sprake van vermeden verkeershinder.

5.5. KOSTEN

5.5.1. INVESTERINGSKOSTEN VAN KABELS, LEIDINGEN EN TUNNEL

De kosten van de tunnel bedragen 1.404.000 a 2.496.000 euro. De eerste uitrol van de kabels en leidingen leidt hier niet tot baten, omdat de geplande typen kabels en leidingen (elektriciteit en gas) dezelfde aanlegkosten in nul- en projectsituatie.

Tabel 5.3 Vermeden investerings- en onderhoudskosten in 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	Vermeden investeringskosten		Vermeden vervangingskosten	
	2005	2005-2104	2005	2005-2104
Gasleiding	0	0	0	-2.593
Elektriciteit	0	0	0	-28.971
Totaal	0	0	0	-31.564

5.5.2. VERVANGINGSKOSTEN

De levensduur van alle typen kabels en leidingen is korter dan de tijdshorizon van 100 jaar, waardoor elk type binnen die 100 jaar minstens één keer vervangen dienen te worden. Doordat de levensduur gasleidingen in de tunnel langer is dan wanneer de leidingen in de grond zouden worden gelegd en de vervangingskosten verschillen tussen nul- en projectsituatie, rekenen we eerst in beide situaties de kosten uit. Het verschil geeft het effect weer. In Tabel 5.3 is zowel het effect voor 2005

als het totale verdisconteerde effect opgenomen. Hoewel de geplande gasleiding minder snel hoeft te vervangen in de projectsituatie, zijn de kosten van vervanging voor beide geplande typen hoger in de projectsituatie, wat leidt tot een netto kost van 31.564 euro.

5.5.3. ONDERHOUDSKOSTEN

Doordat de onderhoudskosten van kabels en leidingen in een tunnel verschillen van die in de grond berekenen we ook nu de kosten weer apart voor nul- en projectsituatie, waarna we deze van elkaar aftrekken om het totale effect te krijgen. In onderstaande tabel is zowel het effect voor 2005 als het totale verdisconteerde effect opgenomen.

Tabel 54 Onderhoudskosten in het nul- en projectalternatief en het effect voor 2005 en verdisconteerd voor hele planningshorizon (in euro's)

Type kabel / leiding	2005			2005 - 2104		
	Nul-situatie	Project-situatie	Effect	Nul-situatie	Project-situatie	Effect
Gasleiding	-9			-603		
Elektriciteit	-60			-3.859		
Totaal	-69	-187	-118	-4.462	-4.771	-309

De onderhoudskosten hangen in de nulsituatie af van het aantal kilometers kabel en in de projectsituatie van de lengte van de tunnel. Gezien het feit dat in 2005 het aantal kabels en leidingen relatief klein is, zijn ook de onderhoudskosten klein. Zelfs kleiner dan in de projectsituatie, wat betekent dat het onderhoud in de tunnel duurder uitvalt. Doordat het aantal kabels en leidingen jaarlijks met 3% toeneemt, nemen ook de onderhoudskosten in de nulsituatie toe; terwijl die in de projectsituatie gelijk blijven. In 2039 zullen de kosten in de nulsituatie voor het eerst groter zijn dan in de projectsituatie, dat is echter te laat om het totale (verdisconteerde) effect nog positief te laten uitvallen.

5.5.4. BESTRATINGSKOSTEN

Aangezien de tunnel gepland wordt in een braakliggend stuk land, zal er in de projectsituatie geen sprake zijn van vermeden bestratingskosten.

5.6. CONCLUSIE

5.6.1. SALDO

In Tabel 5.5 zijn alle (verdisconteerde) effecten op overzichtelijke wijze onder elkaar gezet. De directe effecten zijn wederom klein. De externe effecten bestaan volledig uit de extra ruimte die beschikbaar komt voor nieuwe industriële activiteiten. Deze baat is zo groot dat de kosten daarmee ruimschoots worden gedekt. Het project is daarom ook zeer rendabel.

De vraag is in dit geval of er geen andere mogelijkheid is de bundeling te organiseren of dat uitgifte van grond voor niet industriële activiteit in het nulalternatief mogelijk is.

5.6.2. GEVOELIGHEIDSANALYSES

DISCONTVOET

Om het zicht op de onzekerheden in de uitkomsten van kosten en baten te vergroten, verdisconteren we in een alternatieve kosten-batentabel alle baten- en kostenposten die onzeker zijn, met zeven in plaats van met vier procent. Dit betekent dat deze posten minder worden gewaardeerd dan in de initiële uitkomstentabel, naarmate ze verder in de toekomst liggen.

Concreet betekent dit dat alle batenposten met uitzondering van overlast en verkeershinder bij de aanleg van de tunnel en alle kostenposten met uitzondering van de investering in de tunnel alsmede de vermeden investeringkosten in kabels en leidingen tegen zeven procent worden verdisconteerd.

De conclusie is dat de projecteffecten robuust zijn; ze zijn ongevoelig voor onzekere baten en kosten in de toekomst. Het belang van ruimte voor uit te geven grond is hierbij essentieel. De omstandigheid dat alleen bij bundeling van kabels en leidingen in een tunnel het uitgeven van grond mogelijk is, is bepalend voor het projectsaldo.

Tabel 5.5 Overzicht van kosten en baten

Baten		
<i>Directe effecten</i>		
Vermeden graafschade		1.507
Vermeden schade leveranciers		0
Vermeden productieverlies afnemers		12.992
Vermeden productiviteitsverlies consumenten		0
<i>Externe effecten</i>		
Vermeden overlast omwonenden bij graafschade		0
Vermeden overlast detailhandel bij graafschade		0
Meer ruimte voor uit te geven grond		12.500.000
Meer ruimte voor groen en blauw		0
Vermeden verkeershinder bij graafschade		0
- Automobilisten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	0	
- Toeleveranciers	0	
Vermeden overlast omwonenden bij reparatiewerkzaamheden		0
Vermeden overlast detailhandel bij reparatiewerkzaamheden		0
Vermeden verkeershinder bij reparatiewerkzaamheden		0
- Automobilisten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	0	
- Toeleveranciers	0	
Overlast omwonenden bij aanleg tunnel		0
Overlast detailhandel bij aanleg tunnel		0
Verkeershinder bij aanleg tunnel		0
- Automobilisten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	0	
- Toeleveranciers	0	
Vermeden overlast omwonenden bij vervanging kabels/leidingen		0
Vermeden overlast detailhandel bij vervanging kabels en leidingen		0
Vermeden verkeershinder bij vervanging kabels en leidingen		0
- Automobilisten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	0	
- Toeleveranciers	0	
Totaal baten		12.514.499
Kosten		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Investeren tunnel	-2.496.000	-1.404.000
Vermeden investeringskosten kabels en leidingen		0
Vermeden vervangingsinvesteringen kabels en leidingen		-31.564
Vermeden onderhoudskosten		-309
Vermeden herstelkosten bestrating		0
- Bij reparatiewerkzaamheden	0	
- Bij vervanging kabels/leidingen	0	
Totaal kosten	-2.527.872	-1.435.872
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Saldo	9.986.627	11.078.627

Tabel 5.6 Overzicht van kosten en baten bij een hogere discontovoet

Baten		
<i>Directe effecten</i>		
Vermeden graafschade		612
Vermeden schade leveranciers		0
Vermeden productieverlies afnemers		5.275
Vermeden productiviteitsverlies consumenten		0
<i>Externe effecten</i>		
Vermeden overlast omwonenden bij graafschade		0
Vermeden overlast detailhandel bij graafschade		0
Meer ruimte voor uit te geven grond		12.500.000
Meer ruimte voor groen en blauw		0
Vermeden verkeershinder bij graafschade		0
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	0	
- Toeleveranciers	0	
Vermeden overlast omwonenden bij reparatiewerkzaamheden		0
Vermeden overlast detailhandel bij reparatiewerkzaamheden		0
Vermeden verkeershinder bij reparatiewerkzaamheden		0
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	0	
- Toeleveranciers	0	
Overlast omwonenden bij aanleg tunnel		0
Overlast detailhandel bij aanleg tunnel		0
Verkeershinder bij aanleg tunnel		0
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	0	
- Toeleveranciers	0	
Vermeden overlast omwonenden bij vervanging kabels/leidingen		0
Vermeden overlast detailhandel bij vervanging kabels en leidingen		0
Vermeden verkeershinder bij vervanging kabels en leidingen		0
- Automobiliten	0	
- Fietzers	0	
- Voetgangers	0	
- Toeleveranciers	0	
Totaal baten		12.505.887
Kosten		
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Investeringskosten tunnel	-2.496.000	-1.404.000
Vermeden investeringskosten kabels en leidingen		0
Vermeden vervangingsinvesteringen kabels en leidingen		-3.691
Vermeden onderhoudskosten		-1.046
Vermeden herstelkosten bestrating		0
- Bij reparatiewerkzaamheden	0	
- Bij vervanging kabels/leidingen	0	
Totaal kosten	-2.500.737	-1.408.737
	<i>Minimum</i>	<i>Maximum</i>
Saldo	10.005.150	11.097.150

CONCLUSIES

Bundeling van kabels en leidingen verdient vanuit maatschappelijk oogpunt serieuze overweging voor de gebiedstypen binnenstad, woonwijk en bedrijventerrein. De directe effecten blijken relatief klein te zijn en minder belang dan de externe effecten. Indirecte effecten lijken hier niet van toepassing.

Directe effecten omvatten graafschade en leveringsonderbreking. Omdat ook bij ongebundelde kabels en leidingen de kansen op graafschade en leveringsonderbreking laag zijn, leiden deze posten niet tot hoge baten in het projectalternatief.

Externe effecten omvatten overlast voor omwonenden en detailhandel, omgevingshinder (natuur en uit te geven grond), verkeershinder voor automobilisten, fietsers, voetgangers en aanlevering van goederen voor de detailhandel. Het is met name het autoverkeer dat een voornamelijk batenpost oplevert. Bundeling van kabels en leidingen kan hoge baten opleveren als daarmee verkeershinder voor automobilisten wordt beperkt. De waardering van reistijd en de aanname dat er reistijdverlies optreedt, ligt hier voor een groot deel aan ten grondslag.

Een andere belangrijke post blijkt de ruimte voor uit te geven grond. Als bundeling van kabels en leidingen ertoe bijdraagt dat meer grond kan worden uitgegeven, levert dit grote baten op. Het is daarbij wel van belang scherp af te wegen of bundeling van kabels en leidingen een noodzakelijke voorwaarde is voor gronduitgifte.

Van groot belang is ten slotte hoe hoog de investeringskosten van het project zijn. Omdat hier over het algemeen sprake is van een grote marge, verdient het goed in de hand houden van de investeringskosten voor bundeling in een tunnel de volle aandacht. Omdat projectkosten vooraf vaak te laag worden ingeschat, is het van groot belang hiervoor te waken. Deze beïnvloeden het projectsaldo in hoge mate.

Voor de berekening van zowel de kosten als de baten zijn veel aannames gemaakt omdat diverse factoren een grote bandbreedte vertonen of erg gebiedsspecifiek zijn. Het duidelijkst komt dit naar voren bij de investeringskosten in het projectalternatief tunnel. Bovendien moet worden bedacht dat kosten in de tijd kunnen verschillen. De omvang van kosten en baten zoals gehanteerd in dit onderzoek heeft dan ook een indicatief karakter.

De omvang van de projectbaten blijkt flink te verschillen al naar gelang het aantal en type kabels en leidingen dat wordt gebundeld in het projectalternatief. Het is van groot belang om bij evaluatie van bundelingprojecten van te voren grondig vast te stellen hoeveel en welk type kabels en leidingen met het projectalternatief gemoeid zijn.

Daarnaast zijn de lage directe effecten van leveringsonderbrekingen opvallend. Deze effecten zijn gebaseerd op de ingeschatte kansen uit project O13. De vraag rijst of bij grote concentraties van hoogwaardige activiteiten de directe effecten wel mee gaan wegen.

Kan er een gebiedstype worden aangewezen waar bundeling van kabels en leidingen het meest rendabel is? Ervan uitgaande dat situaties waarbij bundeling noodzakelijk is voor gronduitgifte vrij uitzonderlijk zijn, lijkt bundeling van kabels en leidingen vooral aantrekkelijk in gebieden met veel bewoners, handel en verkeer. In het bijzonder is bundeling aantrekkelijk waar sprake is van veel vermeden hinder voor het autoverkeer. De waardering van verkeershinder door voetgangers en fietsers verdient daarbij echter verdere studie.

De hoge investeringskosten en de relatief grote externe effecten zouden ons ook de weg kunnen wijzen naar andere minder kostbare, maar externe effecten mijdende, vormen van aanleg van kabels en leidingen.

De opzet van de kosten batenanalyse voor gebundelde aanleg van kabels en leidingen lijkt redelijk robuust. Het verdient aanbeveling om de leidraad toe te passen op concrete projecten waarbij de set van praktische alternatieven opnieuw wordt bekeken en de omvang van kosten en baten nader wordt onderzocht. De opgedane ervaring zou na een termijn van ongeveer twee jaar moeten leiden tot een evaluatie van de leidraad.

REFERENTIES

Adviesdienst Verkeer en Vervoer (2005a), *Value of time personenvervoer: auto per motief*, Basisjaar 2005, Rotterdam, 2005.

Adviesdienst Verkeer en Vervoer (2005b), *Personen vervoer: groei reistijdwaardering in de tijd*, Rotterdam, 2005

P. Bickel, A. Hunt, G. de Jong, J.J. Laird, C. Lieb, G. Lindberg, S. Navrud, P. Mackie, T. Odgaard, J. Shires en L.A. Tavasszy (2005), *Proposal for harmonised guidelines*, HEATCO, project voor geharmoniseerde kostenbatenanalyse, Europese Commissie, Brussel, 2005; <http://heatco.ier.uni-stuttgart.de/mainprin.pdf>

Van den Boomen, M. (2006). *Invoering Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten Onderzoek naar de gevolgen voor de drinkwatersector*, VEWIN, maart 2006

COB (1998). *Monetarisering van ruimtelijke effecten*. COB rapport N 430-01, Gouda, September 1998.

Dullemond, A., Phillipson, F., Wiegerinck, A., Van der Vliet, C. (2006), *Masterglass blauwdruk*, TNO rapport, Delft, juli 2006

Elsevier kosten informatie, *GWW kosten Leidingwerk, riolering en duikers*. Editie 2006

EnergieNed, *Betrouwbaarheid van elektriciteitsnetten in Nederland in 2004*. EnergieNed 315126 /KEMA 4051022-TDC 05-50342A.

Ingenieursbureau Maastricht (2001), *Project integrale leidingentunnel kernwinkelgebied Maastricht*, Dienst Stadsbeheer en Facilitaire Zaken, Maastricht, februari 2001

Lock, C., Stappenbelt, J. (2004). *Storingsregistratie cijfers gasdistributienetten 2004*. EnergieNed, KIWA-Gastec Rapportnummer: GT-050581/St

Nelisse, R.M.L., Waarts, P.H., Van Wingerden, A.J.M., Beuken, R., Huijzer, E.L., Lombaers, A., Van Breen H.J., Bloemhof G.A. (2006), *Risicoanalyse en risicobeoordeling van bundeling van kabels en leidingen* (O13), COB rapport, augustus 2006, TNO, Delft

De Nooij, M., Lieshout, R.B.T., Bijvoet, C.C., Koopmans, C.C. (2004). *Verfijning regionale informatie*, SEO-rapport nr. 770. SEO Economisch Onderzoek, Amsterdam, 2004.

Ros, E. (2005). Bomen taxeren volgens de nieuwe methode, *Tuin & Landschap*, nr 9, 2005, blz. 42-44.

Ruijgrok, E.C.M., Brouwer, R., Verbruggen, H. (2004), *Waardering van natuur, water en bodem in maatschappelijke kosten-batenanalyses*, aanvulling op de Leidraad OEI, Ministerie van Verkeer en Waterstaat/Ministerie van Economische Zaken, Den Haag, december 2004

Stein, D. (2002). *Der begehbare Leitungsgang*. D.Ernst & Sohn, Berlin, 2002

BIJLAGE:

BEPALING VAN VERVANGINGSWAARDE VAN BOMEN

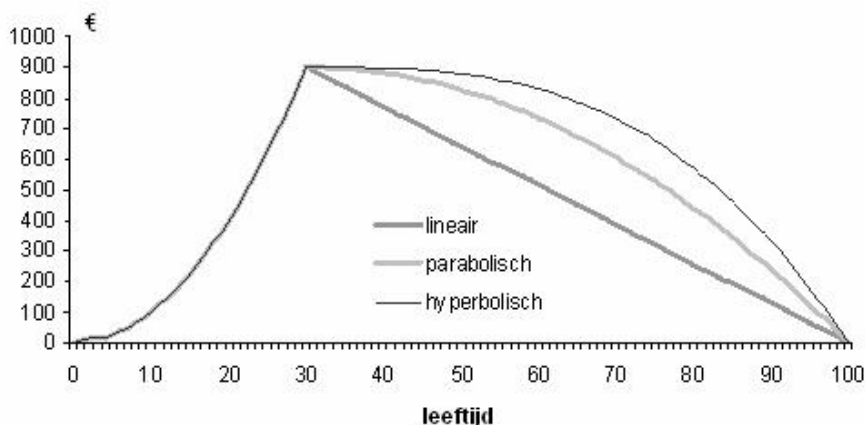
MONETARISERING

Marktwaaarde wordt gebruikt als sprake is van bomen met een primair economische gebruiksfunctie, waarbij de handelswaarde bekend is of kan worden afgeleid uit de waarde van vergelijkbare bomen. Deze waardebepaling is vooral geschikt voor kwekerijbomen of productiebomen dan voor bomen in de straat. Als het niet mogelijk is met marktprijzen te werken, wordt via de vervangingswaarde een schaduwprijs vastgesteld. Hierbij wordt de boomwaarde berekend uit de kosten die theoretisch moeten worden gemaakt om de boom op dezelfde locatie te vervangen (NVTB 2005). Er wordt uitgegaan van de functie(s) die de boom vervult. Deze worden gevat in een boomwaarde op het tijdstip van volledige functievervulling. Deze waarden kunnen flink uiteen lopen, van enkele tientallen tot vele duizenden euro's. De NVTB heeft taxatieschema's voor boomwaarden bij volledige functievervulling naar type.

Het vaststellen van de vervangingswaarde splitst de NVTB uit in drie fasen van de levensduur van de boom:

- 1 *Aanslagfase*
De kosten van aanschaf, transport en planten alsmede onderhoud in de eerste drie jaar, met garantie. Berekend inclusief rente over gemaakte kosten.
- 2 *Periode tot functievervulling*
De kosten van jaarlijks onderhoud tot het moment van functievervulling; inclusief rente in deze periode.
- 3 *Afschrijvingsfase*
De vervangingswaarde van de boom neemt geleidelijk af door afschrijving. Keuze uit lineair, parabolisch dan wel hyperbolisch afschrijvingspatroon afhankelijk van type boom en voorwaardenfuncties.

In schema ziet de waarde van een boom die na 30 jaar zijn functievervulling bereikt, dan € 900 aan functiewaarde heeft en een levensverwachting heeft van 100 jaar er als volgt uit:



Figuur 5.1 Waarde van een boom met levensverwachting 100 jaar, functievervulling na 30 jaar en op die leeftijd functiewaarde (B) van € 900 bij lineaire, parabolische en hyperbolische afschrijving (bron: TNO op basis van NVTB)

Bekijken we bijvoorbeeld de waarde van de boom rond de 62 jaar (de meest rechtse stippellijn) dan valt af te lezen dat bij lineaire afschrijving de waarde iets boven de € 500 ligt. Bij parabolische afschrijving zou de waarde hoger zijn, ruim € 700. Bij hyperbolische afschrijving zou de waarde zelfs nog boven de € 800 liggen.

De keuze van een afschrijvingstraject hangt af van de mate waarin functies met het klimmen van de leeftijd afnemen. Algemeen kan het afschrijvingstraject als volgt worden geformuleerd:

$$B_t = B - (L_t^n / V^n) * B$$

Met $1 \leq n \leq \infty$

Waarbij:

B_t = Boomwaarde in jaar t

B = Boomwaarde op moment van functievervulling

L_t = Actuele leeftijd vanaf functievervulling (B) in jaar t

V = Overeenkomstig soort en standplaats de reële levensverwachting vanaf functievervulling

n = afschrijvingstraject; hoe meer functies over de leeftijd van de boom hun waarde behouden, hoe hoger n . Een lineair afschrijvingstraject (snel functieverlies) geeft $n = 1$; parabolisch $n = 2$ en hyperbolisch $n = 3$. Als de functies van de boom constant blijven qua waarde, geldt dat n oneindig is.

FUNCTIEVERLIES

Is de schade aan een boom van lichte aard, dan treedt waarschijnlijk alleen functieverlies op. Als dit het geval is, wordt ten eerste de boomwaarde op het moment van functieverlies vastgesteld. Dit bedrag is lager dan de waarde voordat schade werd toegebracht. Op basis hiervan wordt een kortere levensduur van de boom van kracht. Er zijn functieverliespercentages vastgesteld om de schade uit te drukken in waardevermindering. De meest relevante voor beschadiging door werkzaamheden aan kabels en leidingen geven we hier onder.

Tabel 6.1 Boomwaardevermindering door functieverlies

Soort schade	Duur van functieverlies in relatie tot de resterende levensduur	Schade tot 25% aan stamomtrek of kroon- dan wel wortelvolumen	Schade tot 50% aan stamomtrek of kroon- dan wel wortelvolumen
<i>Wortelschade</i>	$\frac{1}{5}$ van levensduur	5-10%	10-15%
	$\frac{1}{4}$ van levensduur	10-15%	15-20%
	$\frac{1}{2}$ van levensduur	15-20%	20-25%
	$\frac{3}{4}$ van levensduur	20-25%	25-30%
<i>Bast- en diepe weefselschade</i>	$\frac{1}{5}$ van levensduur	0-5%	5-10%
	$\frac{1}{4}$ van levensduur	5-10%	10-15%
	$\frac{1}{2}$ van levensduur	10-15%	15-20%
	$\frac{3}{4}$ van levensduur	15-20%	20-25%

Bron: TNO op basis van NVTB.

De schade is dan het product van de boomwaarde op tijdstip t (B_t) en het percentage in de tabel. Dit kan in mindering worden gebracht op de boomwaarde.

VERKORTE LEVENSDUUR

Bedraagt de schade meer dan 50 procent functieverlies, of is er anderszins reden tot twijfel over de resterende levensduur van de boom, dan verdient het aanbeveling een verkorte resterende levensduur vast te stellen. Stel bijvoorbeeld dat de verwachte levensduur (V) daalt van 100 naar 80 jaar. Dan wordt de oorspronkelijke boomwaarde zonder schade vastgesteld op $t = 80$. Deze waarde is de schade als gevolg van verkorte levensduur (NVTB 2005). Aan de schade als gevolg van verkorte levensduur kan de schade als gevolg van functieverlies worden toegevoegd.

OVERIG

Aan de schadeposten dienen extra beheerkosten en bijkomende kosten (zoals van melding, registratie, verkeersmaatregelen) te worden toegevoegd. Als er fatale schade aan de boom wordt toegebracht, is de boomwaardevermindering gelijk aan de waarde die de boom op het moment van uitval zou hebben.