
Bijlage A Piekuurstromen

SUB-SCENARIO

2.laag

BLAD 1 INPUT

Pax 80 miljoen / jaar
Cargo 5.6 miljoen ton/jaar
Vgbew 550,000 /jaar

O/D 40%
O/D 90%
O/D Schiphol

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Invoerparameters	Symbol	Waarde	Eenheid
Aantal passagiers per jaar	A	80,000,000	
Aantal ton luchtvracht (cargo) per jaar	B	5,600,000	
Aantal vliegbewegingen per jaar	C	550,000	
Passagiersgebonden efficiency factor	Ep	0.8	
Vrachtgebonden efficiency factor	Ev	0.8	
Vliegtuiggebonden efficiency factor	Evl	0.8	
Efficiency factor voor algemene werkgelegenheid	Eo	0.8	
Piekuurfactor passagiers luchtzijde	Pp	0.025%	
Shuttle goederenpiek vracht	Ps1	0.017%	
Shuttle goederenpiek ondersteunende goederen	Ps2	0.5	
One wayfactor	R	60%	
O/D percentage luchtvracht	Sl	90%	
O/D percentage passagiers	Sp	40%	
Percentage ploegendienst werknemers op eiland	Wp	75%	
Percentage niet-ploegendienst werknemers op eiland	We	25%	
Extra werknemers airport city	X	0	
Extra bezoekers airport city per jaar	Y	0	
Extra ondersteunende goederen airport city	Z	0	
Ondersteunende goederen per vertrekkende passagier	OG	5 kg	
Aantal dagjesmensen per jaar	DM	0 p/j	
Externe werknemers per jaar	EW	0 p/j	
Ophoogfactor voor dagjesmensen in de zomer	a	1.5	
Ophoogfactor voor transformatie Pp naar piekfactor land	d	1.1	

SUB-SCENARIO

2.laag

BLAD 2 OUTPUT

Pax	80 miljoen / jaar	O/D	40%
Cargo	5.6 miljoen ton/jaar	O/D	90%
Vgbew	550,000 /jaar	O/D	Schiphol

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Output	Symbol	Waarde	Eenheid
Piekuur belasting passagiers (twee richtingen)	PP	8,800	p/uur
Piekuur belasting passagiers one way	1W	5,280	p/uur
Piekuurbelasting begeleiders	PB	880	p/uur
Piekuur belasting bezoekers	BB	-	p/uur
Piekuur belasting passagiers totaal	PPT	6,160	p/uur
Totaal aantal werknemers	TAW	87,829	
Piekuurbelasting werknemers	PW	13,614	p/uur
Scenario 1) piek werknemers + aanvullende passagiers	60%	17,310	p/uur
Scenario 2) piek passagiers + aanvullende werknemers	60%	14,328	p/uur
passagiers O/D		32	MAP
MAATGEVEND PIEKUR PERSONEN	MPB	17,500	p/uur
MAATGEVEND PIEKUR BAGAGE	Pbb	137	ton/uur
MAATGEVEND PIEKUR LUCHTVRACHT & MAIL	L&m	570	ton/uur
MAATGEVEND PIEKUR ONDERSTEUNENDE GOEDEREN	Pbo	25	ton/uur
OVERZICHT PERSONEEL			
passagiergebonden werkgelegenheid		26,880	
vrachtgebonden werkgelegenheid		19,264	
vliegtuiggebonden werkgelegenheid		13,200	
overige werkgelegenheid		28,485	
werkzaam op eiland		61,480	
werknemers Airport city		-	
Totaal aantal werknemers	TAW	87,829	

SUB-SCENARIO 2.hoog

BLAD 1 INPUT

Pax 80 miljoen / jaar
Cargo 5.6 miljoen ton/jaar
Vgbew 550,000 /jaar

O/D 60%
O/D 90%
O/D Schiphol

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Invoerparameters	Symbol	Waarde	Eenheid
Aantal passagiers per jaar	A	80,000,000	
Aantal ton luchtvracht (cargo) per jaar	B	5,600,000	
Aantal vliegbewegingen per jaar	C	550,000	
Passagiersgebonden efficiency factor	Ep	0.8	
Vrachtgebonden efficiency factor	Ev	0.8	
Vliegtuiggebonden efficiency factor	Evl	0.8	
Efficiency factor voor algemene werkgelegenheid	Eo	0.8	
Piekuurfactor passagiers luchtzijde	Pp	0.025%	
Shuttle goederenplek vracht	Ps1	0.017%	
Shuttle goederenplek ondersteunende goederen	Ps2	0.5	
One wayfactor	R	60%	
O/D percentage luchtvracht	SI	90%	
O/D percentage passagiers	Sp	60%	
Percentage ploegendienst werknemers op eiland	Wp	75%	
Percentage niet-ploegendienst werknemers op eiland	We	25%	
Extra werknemers airport city	X	0	
Extra bezoekers airport city per jaar	Y	0	
Extra ondersteunende goederen airport city	Z	0	
Ondersteunende goederen per vertrekkende passagier	OG	5 kg	
Aantal dagjesmensen per jaar	DM	0 p/j	
Externe werknemers per jaar	EW	0 p/j	
Ophoogfactor voor dagjesmensen in de zomer	a	1.5	
Ophoogfactor voor transformatie Pp naar piekfactor land	d	1.1	

SUB-SCENARIO

2.hoog

BLAD 2 OUTPUT

Pax	80 miljoen / jaar	O/D	60%
Cargo	5.6 miljoen ton/jaar	O/D	90%
Vgbew	550,000 /jaar	O/D	Schiphol

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Output	Symbol	Waarde	Eenheid
Piekuur belasting passagiers (twee richtingen)	PP	13,200	p/uur
Piekuur belasting passagiers one way	1W	7,920	p/uur
Piekuurbelasting begeleiders	PB	1,320	p/uur
Piekuur belasting bezoekers	BB	-	p/uur
Piekuur belasting passagiers totaal	PPT	9,240	p/uur
Totaal aantal werknemers	TAW	87,829	
Piekuurbelasting werknemers	PW	13,614	p/uur
Scenario 1) piek werknemers + aanvullende passagiers	60%	19,158	p/uur
Scenario 2) piek passagiers + aanvullende werknemers	60%	17,408	p/uur
passagiers O/D		48	MAP
MAATGEVEND PIEKUR PERSONEN	MPB	19,500	p/uur
MAATGEVEND PIEKUR BAGAGE	Pbb	206	ton/uur
MAATGEVEND PIEKUR LUCHTVRACHT & MAIL	L&m	570	ton/uur
MAATGEVEND PIEKUR ONDERSTEUNENDE GOEDEREN	Pbo	25	ton/uur
OVERZICHT PERSONEEL			
passagiergebonden werkgelegenheid		26,880	
vrachtgebonden werkgelegenheid		19,264	
vliegtuiggebonden werkgelegenheid		13,200	
overige werkgelegenheid		28,485	
werkzaam op eiland		61,480	
werknemers Airport city		-	
Totaal aantal werknemers	TAW	87,829	

SUB-SCENARIO 3a.laag

BLAD 1 INPUT

Pax	80 miljoen / jaar	O/D	40%
Cargo	5.6 miljoen ton/jaar	O/D	90%
Vgbew	550,000 /jaar	O/D	Eiland

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Invoerparameters	Symbol	Waarde	Eenheid
Aantal passagiers per jaar	A	80,000,000	
Aantal ton luchtvracht (cargo) per jaar	B	5,600,000	
Aantal vliegbewegingen per jaar	C	550,000	
Passagiersgebonden efficiency factor	Ep	0.8	
Vrachtgebonden efficiency factor	Ev	0.8	
Vliegtuiggebonden efficiency factor	Evl	0.8	
Efficiency factor voor algemene werkgelegenheid	Eo	0.8	
Piekuurfactor passagiers luchtzijde	Pp	0.025%	
Shuttle goederenpiek vracht	Ps1	0.017%	
Shuttle goederenpiek ondersteunende goederen	Ps2	0.5	
One wayfactor	R	60%	
O/D percentage luchtvracht	SI	90%	
O/D percentage passagiers	Sp	40%	
Percentage ploegendienst werknemers op eiland	Wp	100%	
Percentage niet-ploegendienst werknemers op eiland	We	100%	
Extra werknemers airport city	X	0	
Extra bezoekers airport city per jaar	Y	0	
Extra ondersteunende goederen airport city	Z	0	
Ondersteunende goederen per vertrekkende passagier	OG	5 kg	
Aantal dagjesmensen per jaar	DM	0 p/j	
Externe werknemers per jaar	EW	0 p/j	
Ophoogfactor voor dagjesmensen in de zomer	a	1.5	
Ophoogfactor voor transformatie Pp naar piekfactor land	d	1.1	

SUB-SCENARIO

3a.laag

BLAD 2 OUTPUT

Pax	80 miljoen / jaar	O/D	40%
Cargo	5.6 miljoen ton/jaar	O/D	90%
Vgbew	550,000 /jaar	O/D	Eiland

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Output	Symbol	Waarde	Eenheid
Piekuur belasting passagiers (twee richtingen)	PP	8,800	p/uur
Piekuur belasting passagiers one way	1W	5,280	p/uur
Piekuurbelasting begeleiders	PB	880	p/uur
Piekuur belasting bezoekers	BB	-	p/uur
Piekuur belasting passagiers totaal	PPT	6,160	p/uur
Totaal aantal werknemers	TAW	87,829	p/uur
Piekuurbelasting werknemers	PW	22,836	p/uur
Scenario 1) piek werknemers + aanvullende passagiers	60%	26,532	p/uur
Scenario 2) piek passagiers + aanvullende werknemers	60%	19,861	p/uur
passagiers O/D		32	MAP
MAATGEVEND PIEKUUUR PERSONEN			
MAATGEVEND PIEKUUUR BAGAGE	MPB	27,000	p/uur
MAATGEVEND PIEKUUUR LUCHTVRACHT & MAIL	Pbb	137	ton/uur
MAATGEVEND PIEKUUUR ONDERSTEUNENDE GOEDEREN	L&m	570	ton/uur
	Pbo	25	ton/uur
OVERZICHT PERSONEEL			
passagiergebonden werkgelegenheid		26,880	
vrachtgebonden werkgelegenheid		19,264	
vliegtuiggebonden werkgelegenheid		13,200	
overige werkgelegenheid		28,485	
werkzaam op eiland		87,829	
werknemers Airport city		-	
Totaal aantal werknemers	TAW	87,829	

SUB-SCENARIO

3a.hoog

BLAD 1 INPUT

Pax 80 miljoen / jaar
Cargo 5.6 miljoen ton/jaar
Vgbew 550,000 /jaar

O/D 60%
O/D 90%
O/D Eiland

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Invoerparameters	Symbol	Waarde	Eenheid
Aantal passagiers per jaar	A	80,000,000	
Aantal ton luchtvracht (cargo) per jaar	B	5,600,000	
Aantal vliegbewegingen per jaar	C	550,000	
Passagiersgebonden efficiency factor	Ep	0.8	
Vrachtgebonden efficiency factor	Ev	0.8	
Vliegtuiggebonden efficiency factor	Evl	0.8	
Efficiency factor voor algemene werkgelegenheid	Eo	0.8	
Piekuufactor passagiers luchtzijde	Pp	0.025%	
Shuttle goederenpiek vracht	Ps1	0.017%	
Shuttle goederenpiek ondersteunende goederen	Ps2	0.5	
One wayfactor	R	60%	
O/D percentage luchtvracht	Sl	90%	
O/D percentage passagiers	Sp	60%	
Percentage ploegendienst werknemers op eiland	Wp	100%	
Percentage niet-ploegendienst werknemers op eiland	We	100%	
Extra werknemers airport city	X	0	
Extra bezoekers airport city per jaar	Y	0	
Extra ondersteunende goederen airport city	Z	0	
Ondersteunende goederen per vertrekkende passagier	OG	5 kg	
Aantal dagjesmensen per jaar	DM	0 p/j	
Externe werknemers per jaar	EW	0 p/j	
Ophoogfactor voor dagjesmensen in de zomer	a	1.5	
Ophoogfactor voor transformatie Pp naar piekfactor land	d	1.1	

SUB-SCENARIO

3a.hoog

BLAD 2 OUTPUT

Pax	80 miljoen / jaar	O/D	60%
Cargo	5.6 miljoen ton/jaar	O/D	90%
Vgbew	550,000 /jaar	O/D	Eiland

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Output	Symbol	Waarde	Eenheid
Piekuur belasting passagiers (twee richtingen)	PP	13,200	p/uur
Piekuur belasting passagiers one way	1W	7,920	p/uur
Piekuurbelasting begeleiders	PB	1,320	p/uur
Piekuur belasting bezoekers	BB	-	p/uur
Piekuur belasting passagiers totaal	PPT	9,240	p/uur
Totaal aantal werknemers	TAW	87,829	
Piekuurbelasting werknemers	PW	22,836	p/uur
Scenario 1) piek werknemers + aanvullende passagiers	60%	28,380	p/uur
Scenario 2) piek passagiers + aanvullende werknemers	60%	22,941	p/uur
passagiers O/D		48	MAP
MAATGEVEND PIEKUR PERSONEN			
MAATGEVEND PIEKUR BAGAGE	MPB	28,500	p/uur
MAATGEVEND PIEKUR LUCHTVRACHT & MAIL	Pbb	206	ton/uur
MAATGEVEND PIEKUR ONDERSTEUNENDE GOEDEREN	L&m	570	ton/uur
	Pbo	25	ton/uur
OVERZICHT PERSONEEL			
passagiergebonden werkgelegenheid		26,880	
vrachtgebonden werkgelegenheid		19,264	
vliegtuiggebonden werkgelegenheid		13,200	
overige werkgelegenheid		28,485	
werkzaam op eiland		87,829	
werknemers Airport city		-	
Totaal aantal werknemers	TAW	87,829	

SUB-SCENARIO

3c.laag

BLAD 1 INPUT

Pax 120 miljoen / jaar
Cargo 8.4 miljoen ton/jaar
Vgbew 875,000 /jaar

O/D 40%
O/D 90%
O/D Eiland

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Invoerparameters	Symbol	Waarde	Eenheid
Aantal passagiers per jaar	A	120,000,000	
Aantal ton luchtvracht (cargo) per jaar	B	8,400,000	
Aantal vliegbewegingen per jaar	C	875,000	
Passagiersgebonden efficiency factor	Ep	0.8	
Vrachtgebonden efficiency factor	Ev	0.8	
Vliegtuiggebonden efficiency factor	Evl	0.8	
Efficiency factor voor algemene werkgelegenheid	Eo	0.8	
Piekuurfactor passagiers luchtzijde	Pp	0.025%	
Shuttle goederenpiek vracht	Ps1	0.017%	
Shuttle goederenpiek ondersteunende goederen	Ps2	0.5	
One wayfactor	R	60%	
O/D percentage luchtvracht	Sl	90%	
O/D percentage passagiers	Sp	40%	
Percentage ploegendienst werknemers op eiland	Wp	100%	
Percentage niet-ploegendienst werknemers op eiland	We	100%	
Extra werknemers airport city	X	0	
Extra bezoekers airport city per jaar	Y	0	
Extra ondersteunende goederen airport city	Z	0	
Ondersteunende goederen per vertrekkende passagier	OG	5 kg	
Aantal dagjesmensen per jaar	DM	0 p/j	
Externe werknemers per jaar	EW	0 p/j	
Ophoogfactor voor dagjesmensen in de zomer	a	1.5	
Ophoogfactor voor transformatie Pp naar piekfactor land	d	1.1	

SUB-SCENARIO

3c.laag

BLAD 2 OUTPUT

Pax	120 miljoen / jaar	O/D	40%
Cargo	8.4 miljoen ton/jaar	O/D	90%
Vgbew	875,000 /jaar	O/D	Eiland

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Output	Symbool	Waarde	Eenheid
Piekuur belasting passagiers (twee richtingen)	PP	13,200	p/uur
Piekuur belasting passagiers one way	1W	7,920	p/uur
Piekuurbelasting begeleiders	PB	1,320	p/uur
Piekuur belasting bezoekers	BB	-	p/uur
Piekuur belasting passagiers totaal	PPT	9,240	p/uur
Totaal aantal werknemers	TAW	133,520	
Piekuurbelasting werknemers	PW	34,715	p/uur
Scenario 1) piek werknemers + aanvullende passagiers	60%	40,259	p/uur
Scenario 2) piek passagiers + aanvullende werknemers	60%	30,069	p/uur
passagiers O/D		48	MAP
MAATGEVEND PIEKUUUR PERSONEN	MPB	40,500	p/uur
MAATGEVEND PIEKUUUR BAGAGE	Pbb	206	ton/uur
MAATGEVEND PIEKUUUR LUCHTVRACHT & MAIL	L&m	854	ton/uur
MAATGEVEND PIEKUUUR ONDERSTEUNENDE GOEDEREN	Pbo	38	ton/uur
OVERZICHT PERSONEEL			
passagiergebonden werkgelegenheid		40,320	
vrachtgebonden werkgelegenheid		28,896	
vliegtuiggebonden werkgelegenheid		21,000	
overige werkgelegenheid		43,304	
werkzaam op eiland		133,520	
werknemers Airport city		-	
Totaal aantal werknemers	TAW	133,520	

SUB-SCENARIO 3c.hoog

BLAD 1 INPUT

Pax 120 miljoen / jaar
 Cargo 8.4 miljoen ton/jaar
 Vgbew 875,000 /jaar

O/D 60%
 O/D 90%
 O/D Eiland

Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

Invoerparameters	Symbol	Waarde	Eenheid
Aantal passagiers per jaar	A	120,000,000	
Aantal ton luchtvracht (cargo) per jaar	B	8,400,000	
Aantal vliegbewegingen per jaar	C	875,000	
Passagiersgebonden efficiency factor	Ep	0.8	
Vrachtgebonden efficiency factor	Ev	0.8	
Vliegtuiggebonden efficiency factor	Evl	0.8	
Efficiency factor voor algemene werkgelegenheid	Eo	0.8	
Piekuurfactor passagiers luchtzijde	Pp	0.025%	
Shuttle goederenpiek vracht	Ps1	0.017%	
Shuttle goederenpiek ondersteunende goederen	Ps2	0.5	
One wayfactor	R	60%	
O/D percentage luchtvracht	SI	90%	
O/D percentage passagiers	Sp	60%	
Percentage ploegendienst werknemers op eiland	Wp	100%	
Percentage niet-ploegendienst werknemers op eiland	We	100%	
Extra werknemers airport city	X	0	
Extra bezoekers airport city per jaar	Y	0	
Extra ondersteunende goederen airport city	Z	0	
Ondersteunende goederen per vertrekkende passagier	OG	5 kg	
Aantal dagjesmensen per jaar	DM	0 p/j	
Externe werknemers per jaar	EW	0 p/j	
Ophoogfactor voor dagjesmensen in de zomer	a	1.5	
Ophoogfactor voor transformatie Pp naar piekfactor land	d	1.1	

SUB-SCENARIO

3c.hoog

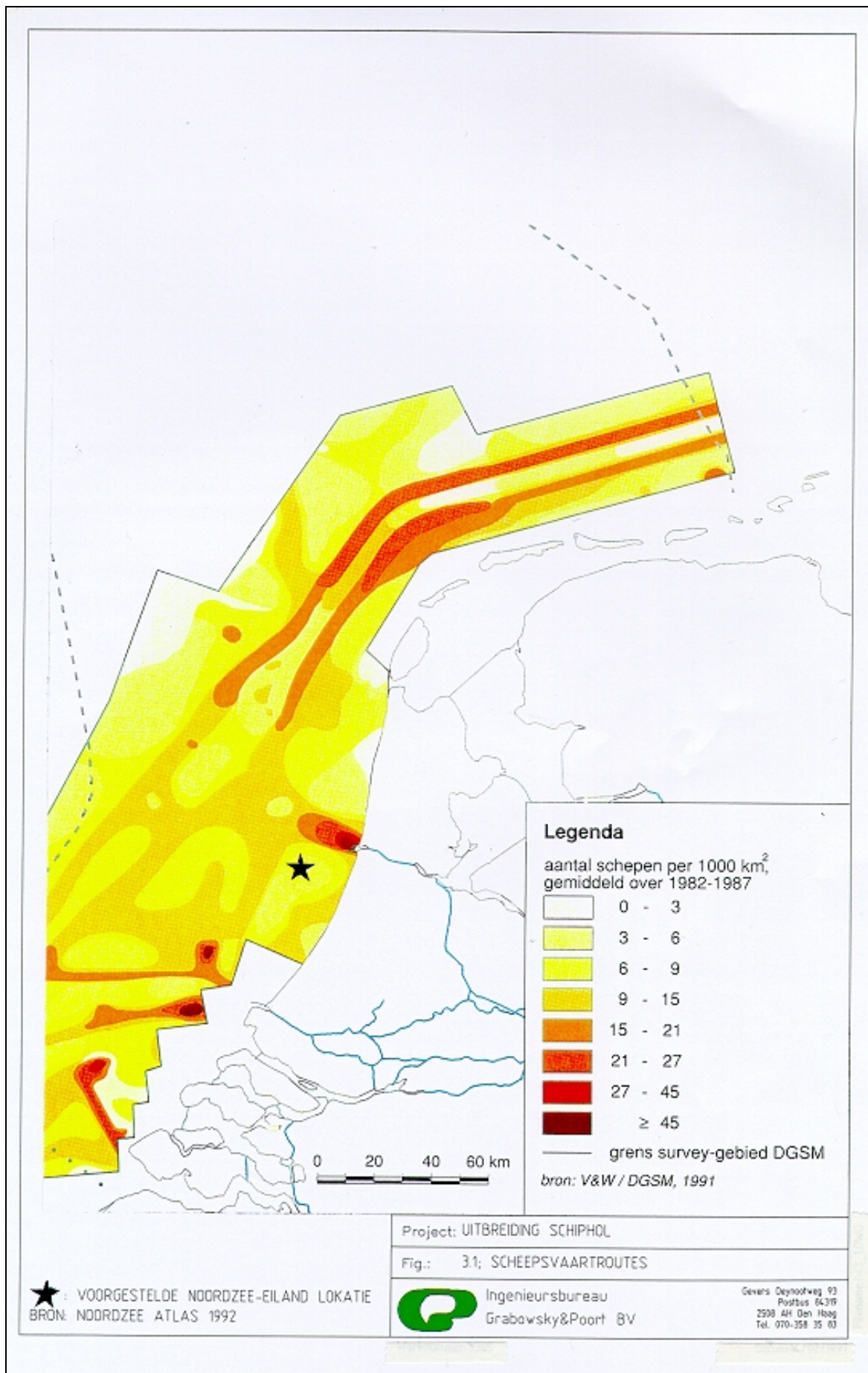
BLAD 2 OUTPUT

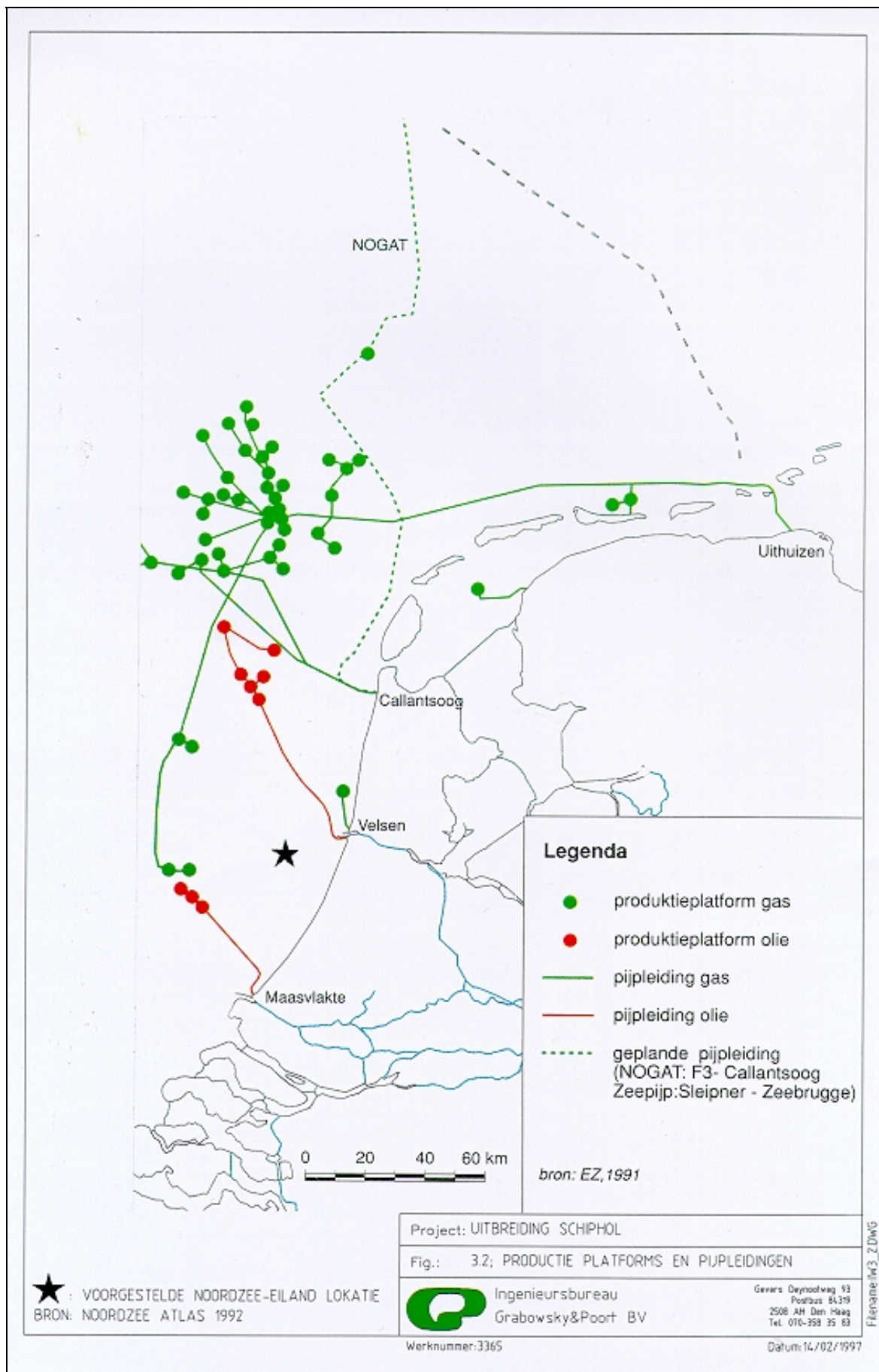
Pax	120 miljoen / jaar	O/D	60%
Cargo	8.4 miljoen ton/jaar	O/D	90%
Vgbew	875,000 /jaar	O/D	Eiland

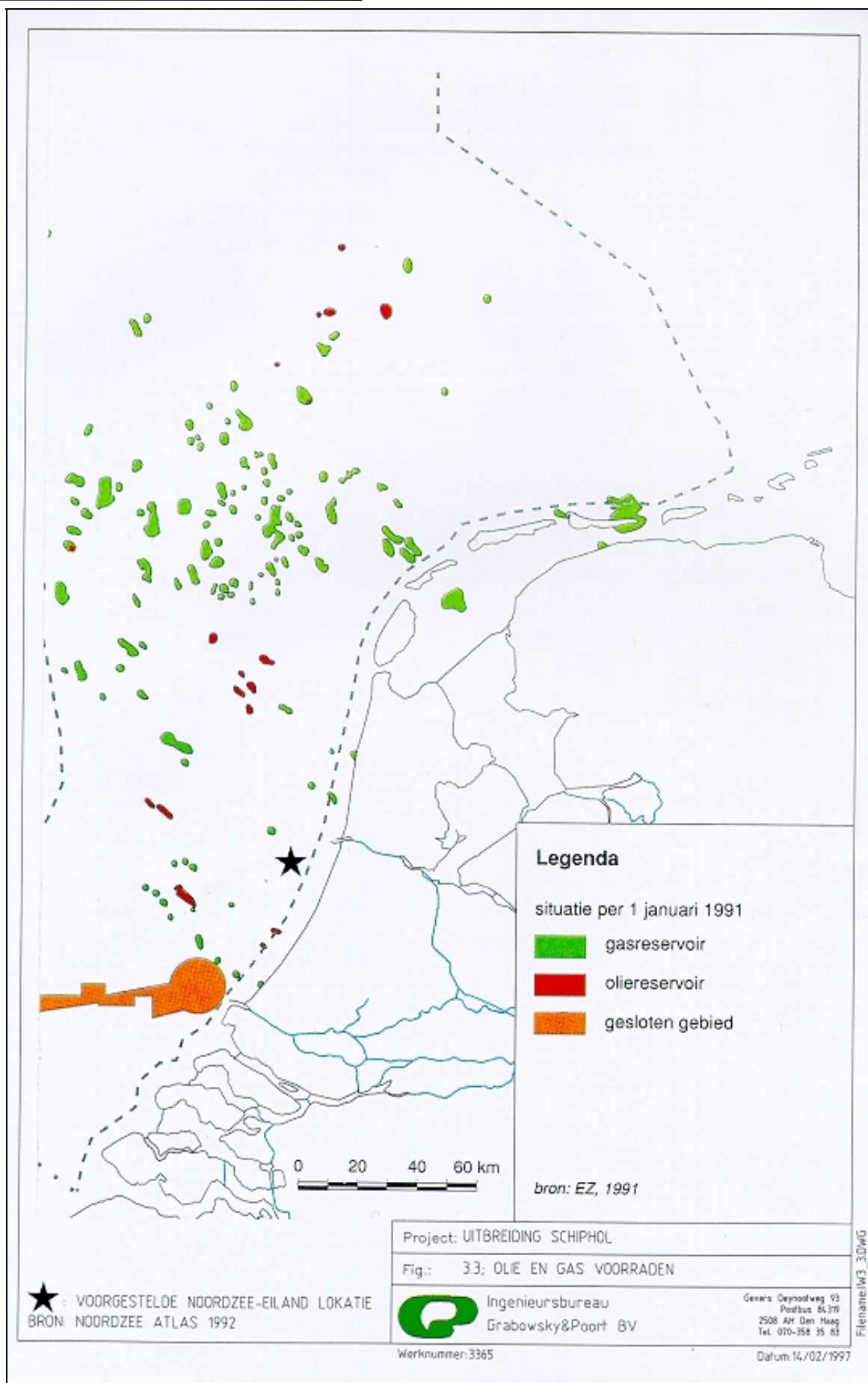
Voor berekeningsmethodiek zie bijlage A, "berekeningen maatgevende verkeersstromen".

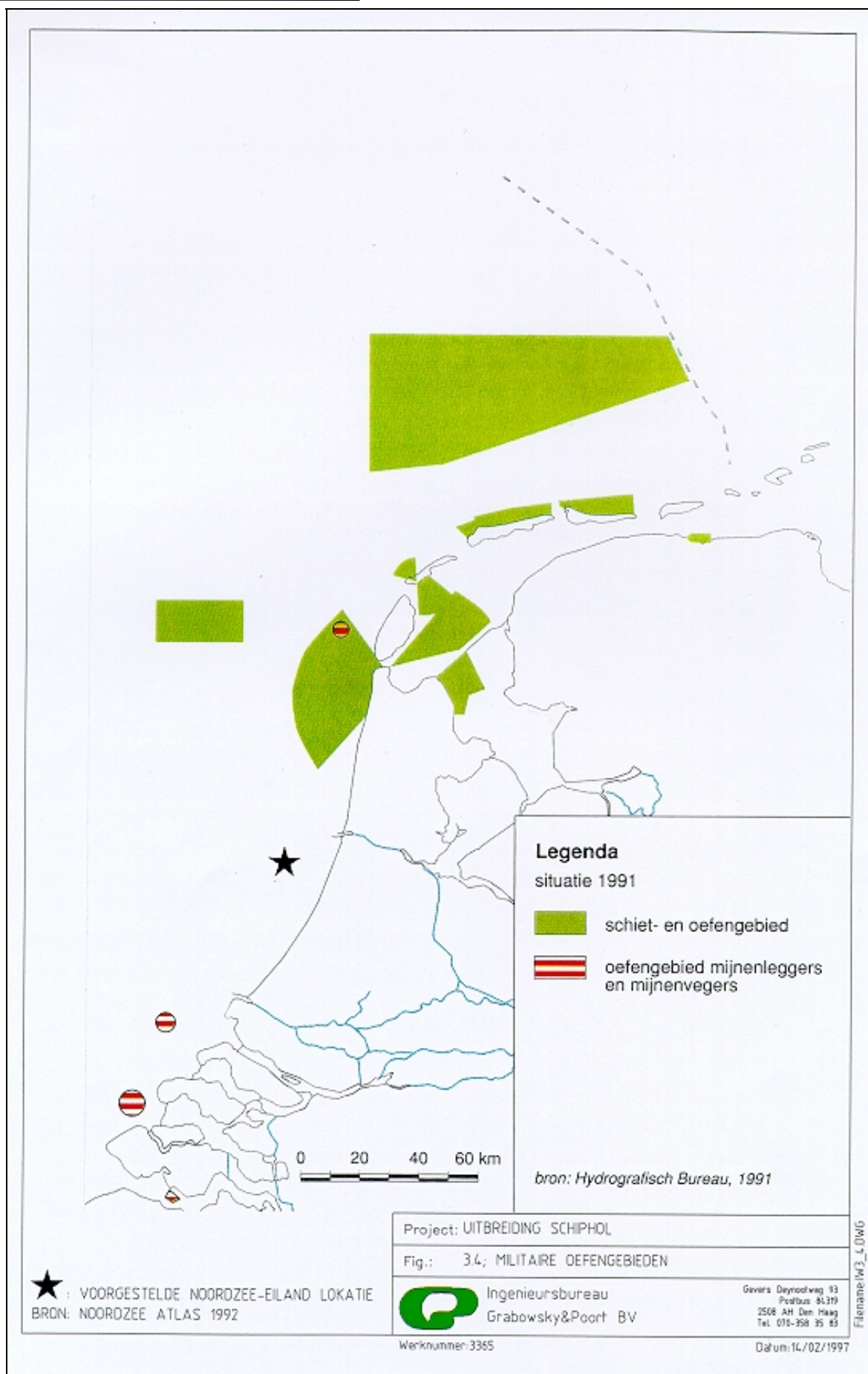
Output	Symbool	Waarde	Eenheid
Piekuur belasting passagiers (twee richtingen)	PP	19,800	p/uur
Piekuur belasting passagiers one way	1W	11,880	p/uur
Piekuurbelasting begeleiders	PB	1,980	p/uur
Piekuur belasting bezoekers	BB	-	p/uur
Piekuur belasting passagiers totaal	PPT	13,860	p/uur
Totaal aantal werknemers	TAW	133,520	
Piekuurbelasting werknemers	PW	34,715	p/uur
Scenario 1) piek werknemers + aanvullende passagiers	60%	43,031	p/uur
Scenario 2) piek passagiers + aanvullende werknemers	60%	34,689	p/uur
passagiers O/D		72	MAP
MAATGEVEND PIEKUUR PERSONEN	MPB	43,500	p/uur
MAATGEVEND PIEKUUR BAGAGE	Pbb	309	ton/uur
MAATGEVEND PIEKUUR LUCHTVRACHT & MAIL	L&m	854	ton/uur
MAATGEVEND PIEKUUR ONDERSTEUNENDE GOEDEREN	Pbo	38	ton/uur
OVERZICHT PERSONEEL			
passagiergebonden werkgelegenheid		40,320	
vrachtgebonden werkgelegenheid		28,896	
vliegtuiggebonden werkgelegenheid		21,000	
overige werkgelegenheid		43,304	
werkzaam op eiland		133,520	
werknemers Airport city		-	
Totaal aantal werknemers	TAW	133,520	

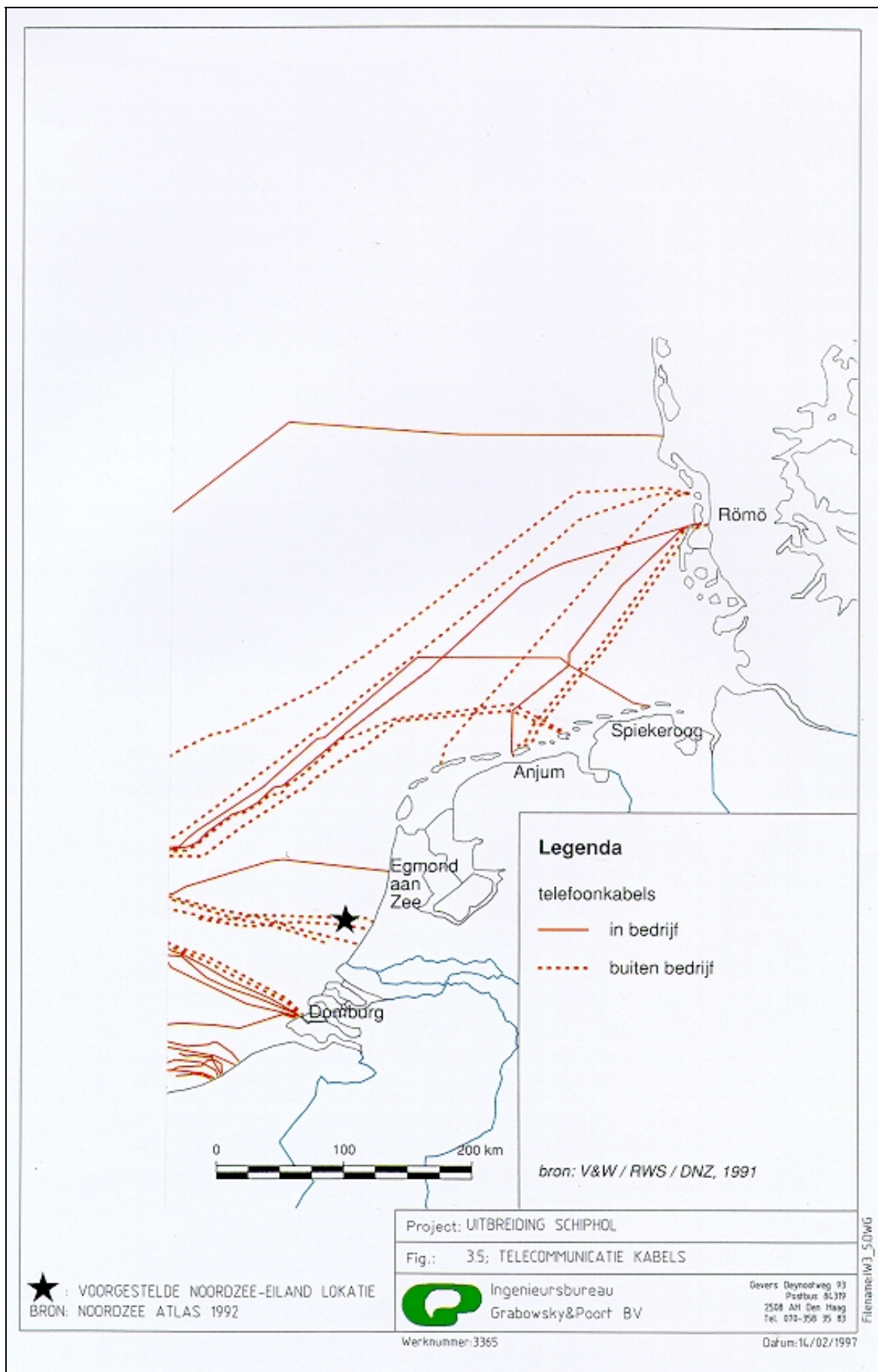
Bijlage B : Figuren Zeegebonden gebruik

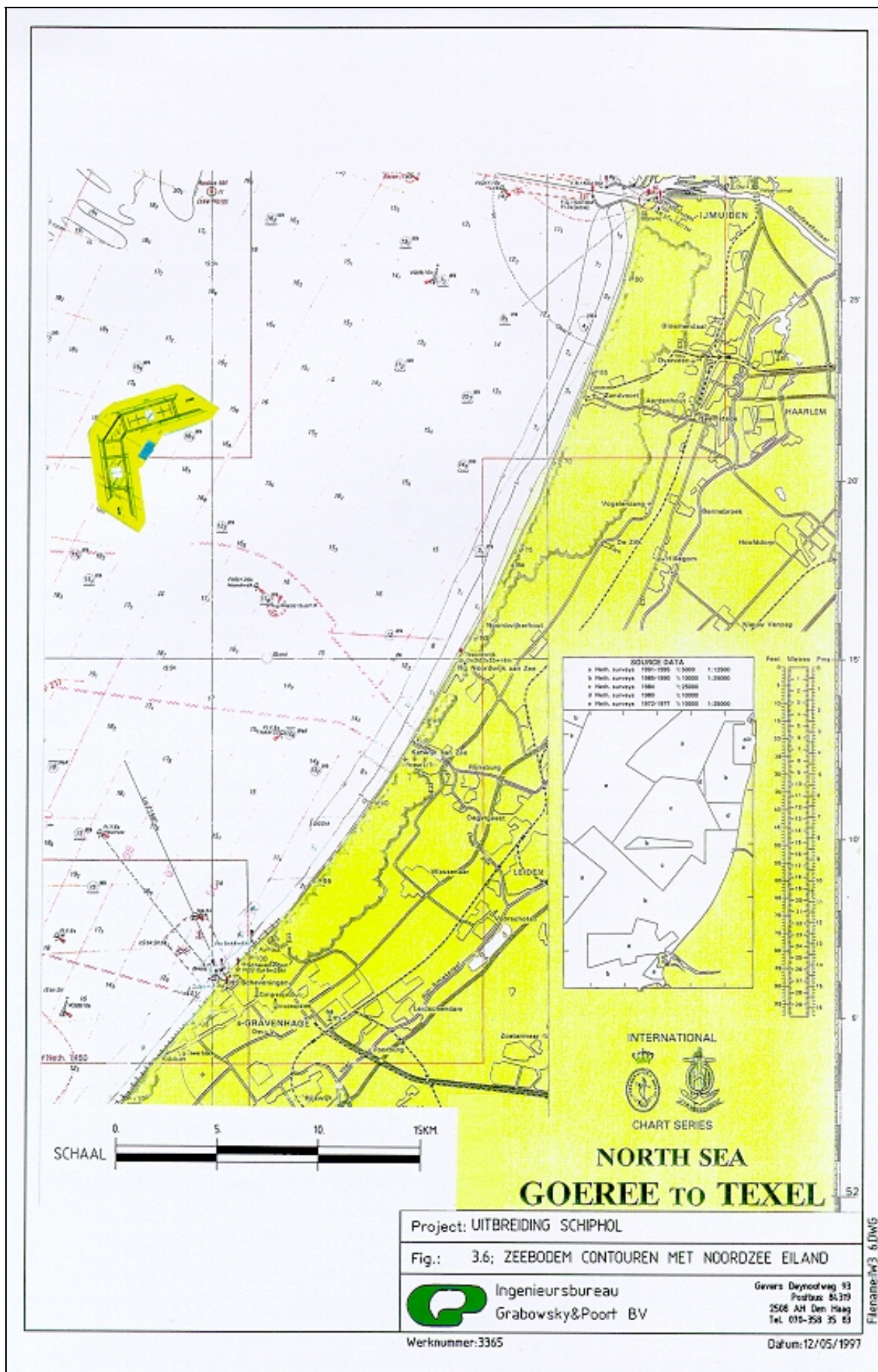








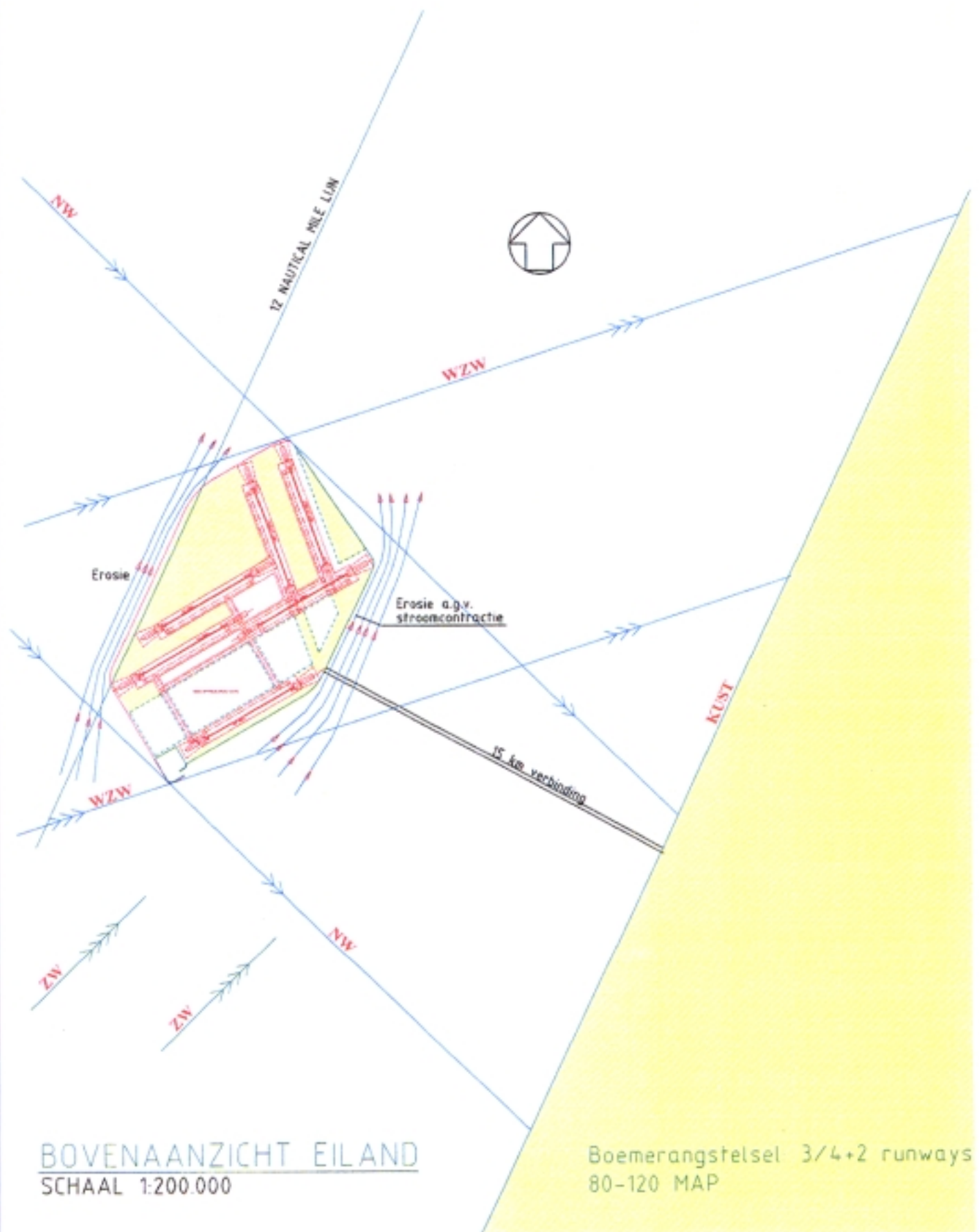


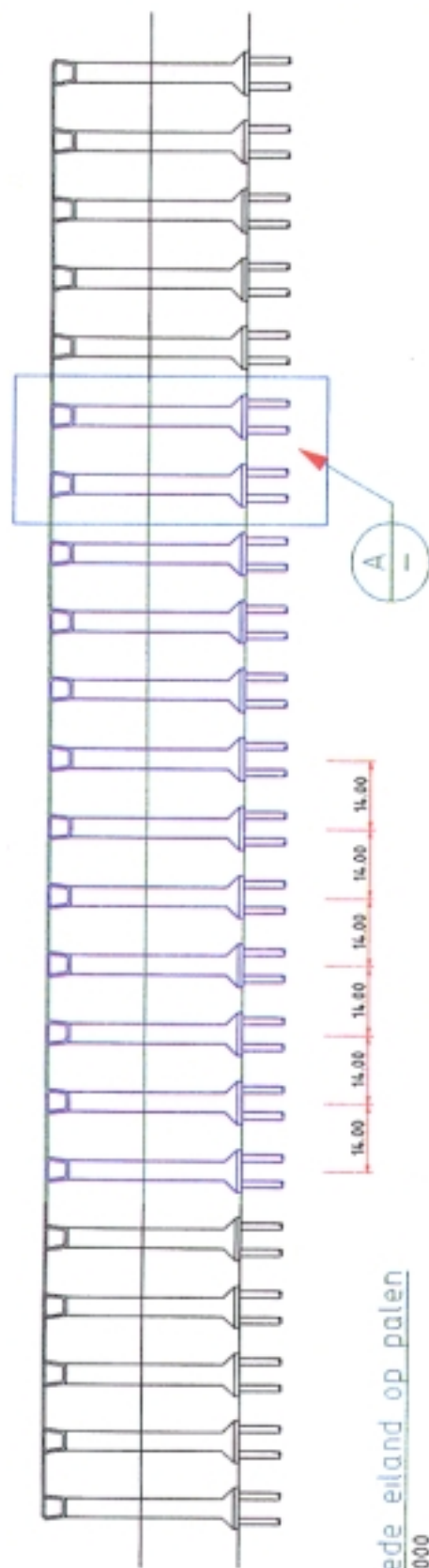


Bijlage C: Tekeningen eiland en zeewering

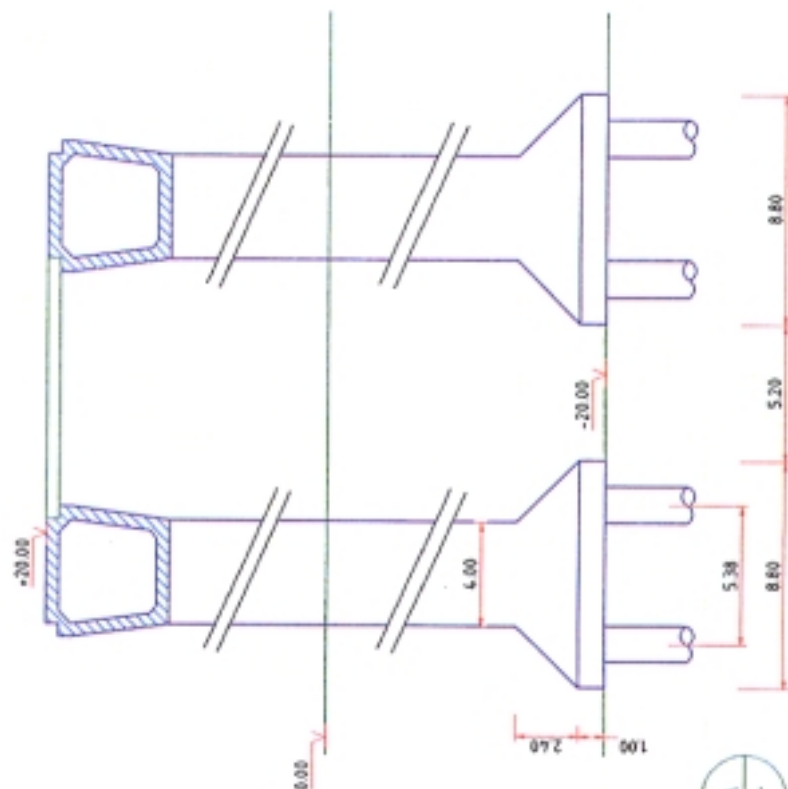
ARCADIS - LIEVENSE

In opdracht van Bouwdienst Rijkswaterstaat





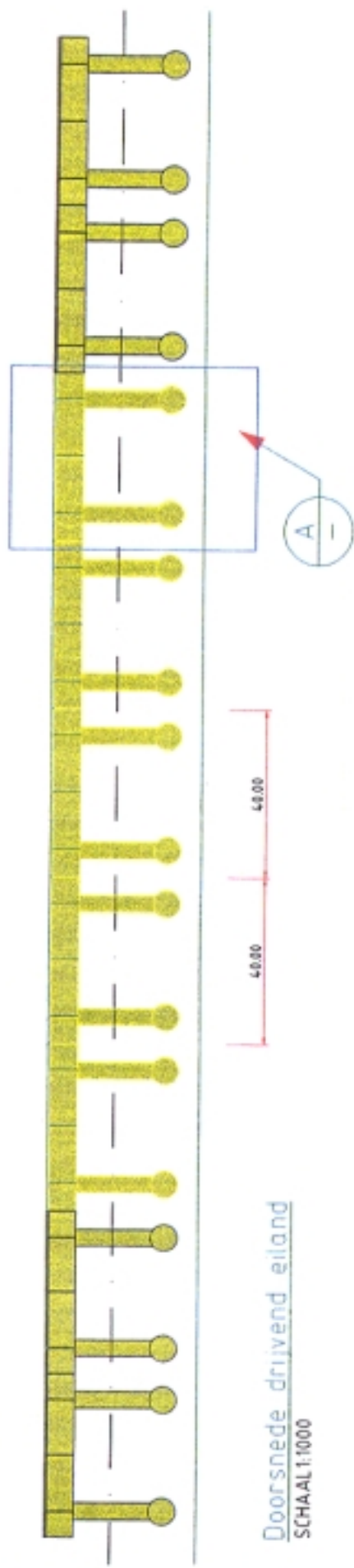
Doorsnede eiland op palen
SCHAAL 1:1000



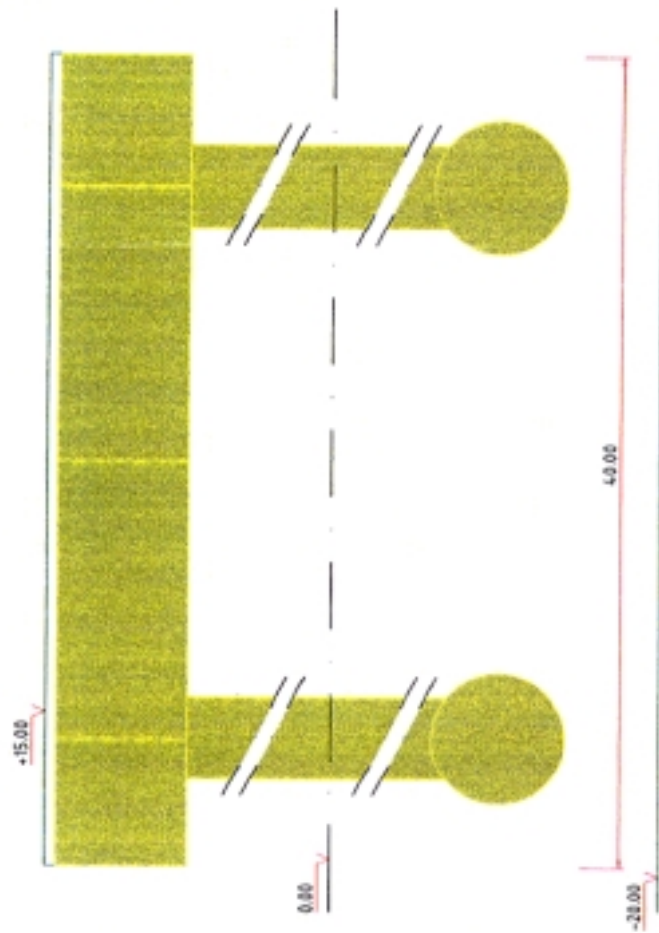
DETAIL
SCHAAL 1:200

Toelichting:

Maten in meters, tenzij anders aangegeven.
Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.



Doorsnede drijvend eiland
SCHAAL 1:1000



DETAIL
SCHAAL 1:250

Toelichting:

Maten in meters, tenzij anders aangegeven.
Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.



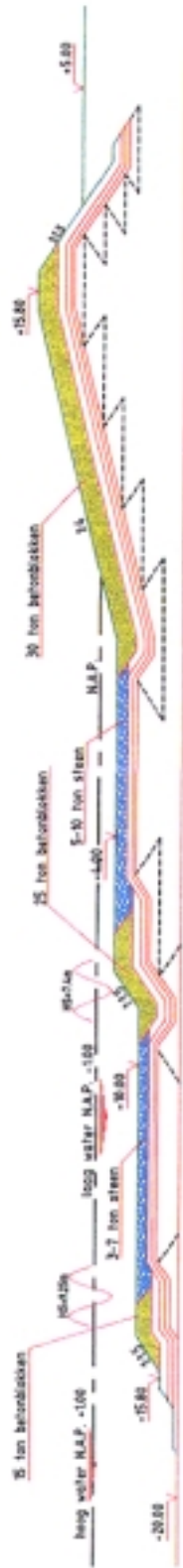
Doorsnede golfbreker dijkprofiel
 Golfoverslag $q=1$ l/s/m
 SCHAAL 1:1250



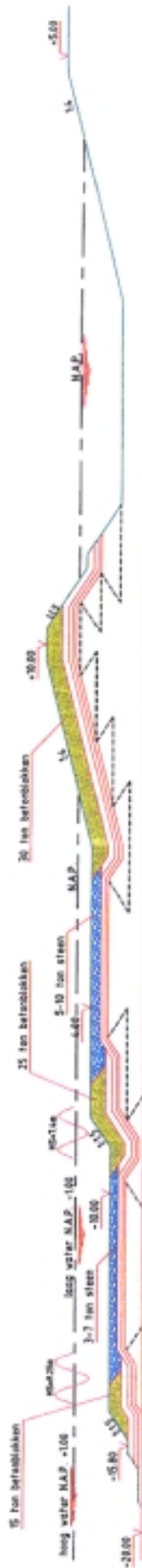
Doorsnede golfbreker dijkprofiel
 Alternatief: Golfoverslag $q=50$ l/s/m
 SCHAAL 1:1250

Toelichting:

Maten in meters, tenzij anders aangegeven.
 Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.



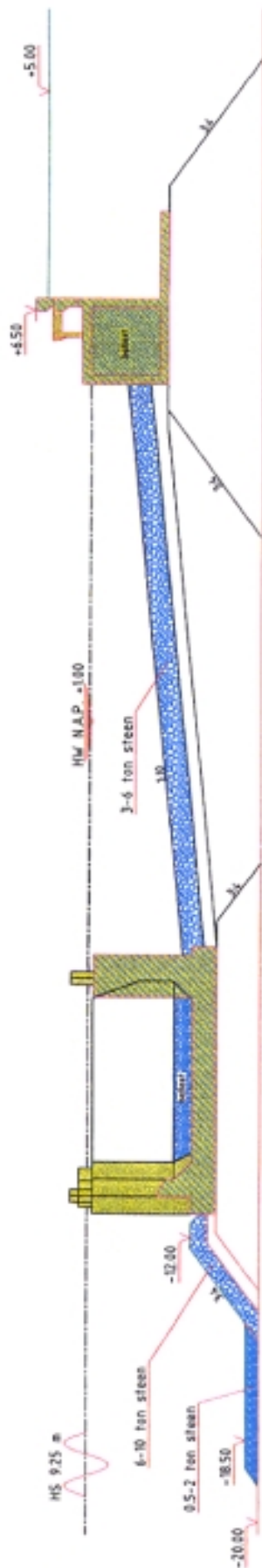
Doorsnede getrapte golfbreker
 Golfverslag $q=1$ l/s/m
 SCHAAL 1:1250



Doorsnede getrapte golfbreker
 Alternatief: Golfverslag $q=50$ l/s/m
 SCHAAL 1:1250

Toelichting

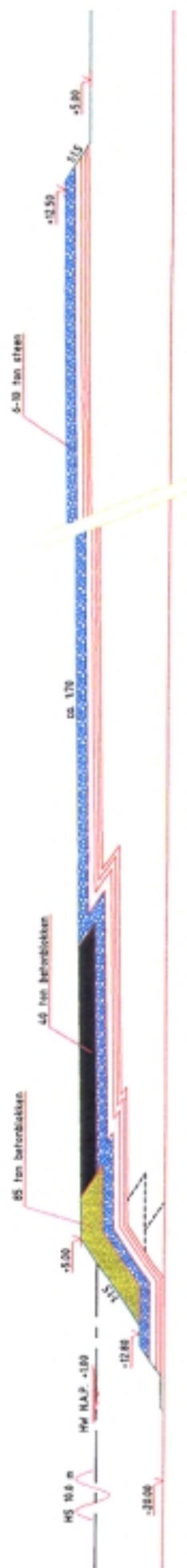
Maten in meters, tenzij anders aangegeven.
 Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.



Doorsnede caisson golfbreker
 Golfverslag q=1 l/s/m
 SCHAAL 1:500

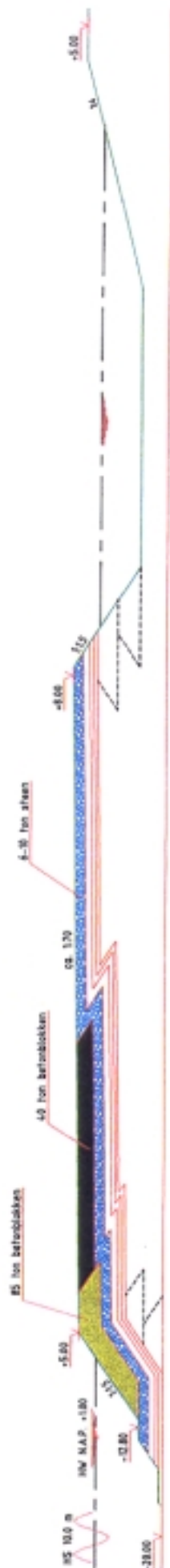
Toelichting

Maten in meters, tenzij anders aangegeven.
 Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.



Doorsnede golfbreker voorland

Golfverslag $q=1$ l/s/m
SCHAAL 1:250



Doorsnede golfbreker voorland

Alternatief: Golfverslag $q=50$ l/s/m
SCHAAL 1:1000

Toelichting:

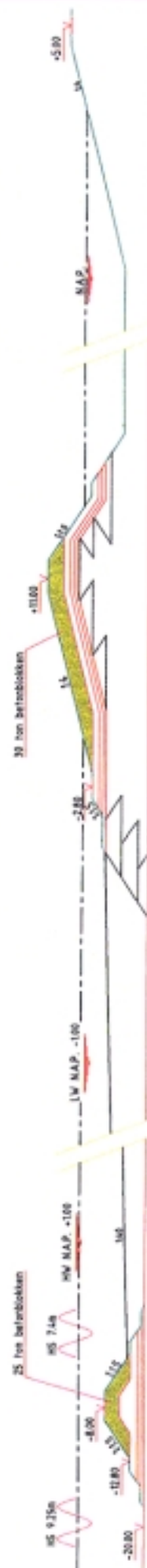
Maten in meters, tenzij anders aangegeven.
Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.



Doorsnede golfbreker 'Hangend' strand

Golfverslag q=1 l/s/m

SCHAAL 1:1250



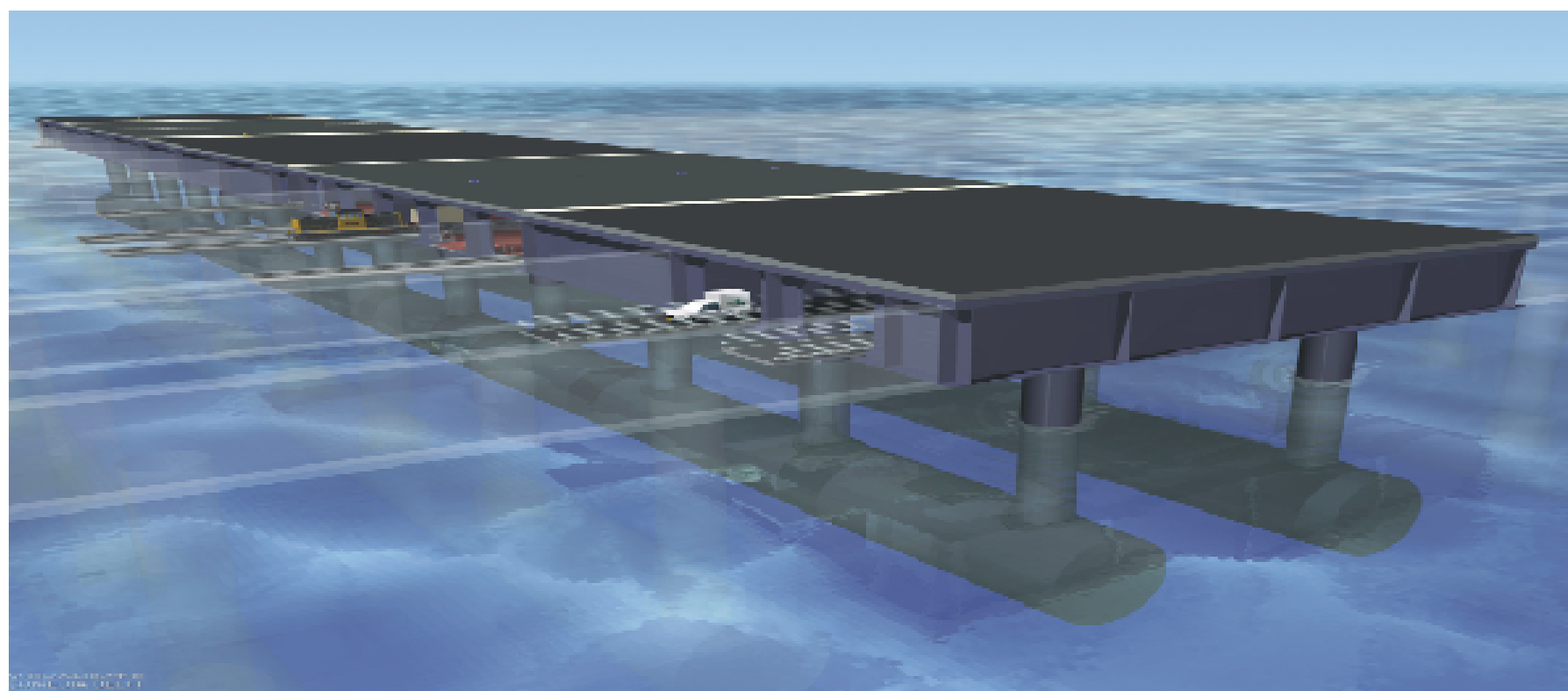
Doorsnede golfbreker 'Hangend' strand

Alternatief: Golfverslag q=50 l/s/m

SCHAAL 1:1250

Toelichting:

Maten in meters, tenzij anders aangegeven.
Hoogtematen in meters t.o.v. N.A.P.



Drijvende luchthaven in de Noordzee

InfraGroep heeft een innovatief en origineel concept ontwikkeld voor een luchthaven in zee.

De ingenieurs, die een ruime ervaring hebben in ontwerp en detaillering van boorplatforms, hebben de negatieve aspecten van een eiland in de Noordzee weten om te buigen in positieve aspecten van een drijvende luchthaven met drijvers onder water.

Bijlage D: Beoordeling landaanwinningen

In deze bijlage wordt een beoordeling uitgevoerd voor een aantal traditionele en innovatieve vormen van landaanwinning. De volgende oplossingen zijn beoordeeld:

- het zandeiland;
- het poldermodel;
- platform op palen;
- drijvend eiland.

Van elk van deze alternatieven zijn zeer voorlopige ontwerpen gemaakt of verkregen uitsluitend en alleen bedoeld voor een eerste onderlinge vergelijking.

Om de verschillende technieken van landaanwinning te kunnen evalueren, zullen deze onderling worden vergeleken aan de hand van de volgende aspecten:

- technische haalbaarheid (bewezen techniek),
- bouwtijd,
- faseringsmogelijkheden,
- uitbreidbaarheid van het eiland,
- materiaalverbruik,
- meervoudig ruimtegebruik,
- onderhoud,
- levensduur,
- kosten,
- stroming en morfologie,
- werkhaven c.q. werkeiland,
- vogelproblematiek,
- salt-spray,
- landzijdige ontsluiting.

D.1 Zandeiland

Algemeen

Bij deze vorm van landaanwinning wordt een zandeiland opgespoten als “pannekoek” en gedeeltelijk binnen een ringdijk van perskaden. Het zandeiland kan worden gezien als de meest traditionele vorm van landaanwinnen is derhalve bewezen techniek. Een zeekering beschermt het zandeiland tegen golven en stroming.

Technische haalbaarheid (bewezen techniek)

Het opspuiten van een eiland in zee is een traditionele oplossingsmethode en is derhalve bewezen techniek.

Bouwtijd

Gezien de omvang van het eiland, zal het opspuiten van het zandeiland en het bouwen van de zeekering een aanzienlijke tijd vergen. De bouwsnelheid wordt vooral bepaald door het aanvoer- en verwerkingstempo van de buitengewoon grote hoeveelheden benodigd zand en breuksteen. Daarnaast spelen ook het aantal werkbare dagen en de hoeveelheid beschikbare equipment een rol.

Faseringsmogelijkheden

Een zandeiland en de bijbehorende zeewering kunnen gefaseerd aangelegd worden. Uitgangspunt hierbij is dat het eiland van achter de harde zeewering wordt uitgebouwd. De faseringsmogelijkheden en de omvang daarvan kunnen optimaal op de vraag worden afgestemd.

Uitbreidbaarheid van het eiland

De uitbreidbaarheid van het zandeiland is goed. De harde zeewering aan de westzijde van het eiland is relatief kostbaar en dient bijvoorbeeld intact te worden gelaten. De meest geëigende richting voor uitbreiding is de oostelijke zijde, waar zich de zachte zeewering bevindt. Kapitaalvernietiging blijft hierdoor beperkt.

Materiaalverbruik

Voor de bouw van een opgespoten eiland zijn grote hoeveelheden zand, breuksteen en betonnen elementen nodig. Optimalisatie van het materiaalverbruik kan geschieden door een gedeelte van het eiland op een lager niveau op te spuiten (bv. op NAP – 1.0 m) en vervolgens een simpele bemaling toe te passen om 'in den droge' ondergrondse ruimten te bouwen als parkeergarages, stationsruimten, bagage afhandeling, kantoren e.d.. De ondergrond van start-, landings- en taxibanen dient wel tot de definitieve hoogte te worden opgespoten in verband met de hier optredende belastingen.

Meervoudig ruimtegebruik

Optimalisatie van het ruimtegebruik kan worden gerealiseerd door ondergronds te bouwen. Met name parkeergarages, stationsruimten, bagage afhandeling, kantoren e.d. zouden ondergronds gesitueerd kunnen worden.

Onderhoud

Het onderhoud van het opgespoten eiland heeft met name betrekking op het onderhoud van de zeewering. Indien de zeewering wordt ontworpen op extreme omgevingscondities, kan het onderhoud gedurende de levensduur tot een minimum beperkt worden. Er dient een optimum te worden gevonden voor de gekapitaliseerde onderhoudskosten en de primaire investeringskosten. Aangezien er sprake is van een stabiele ondergrond, zijn er geen problemen met zettingen te verwachten.

Levensduur

Een opgespoten eiland heeft een zeer lange levensduur. De levensduur kan in principe onbeperkt verlengd worden door op gezette tijden inspecties en, zo nodig, onderhoud te plegen.

Kosten

Voor een opgespoten eiland is een globale kostenindicatie gemaakt inclusief de benodigde zeeweringen doch exclusief de basis infrastructuur en de verbinding met het vaste land. De globale kostenindicatie laat een prijs zien van fl 300,-- à fl 350,-- per vierkante meter. In het bouwdienstrapport 'Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten' is als kostenindicatie een bedrag opgenomen van fl 238,-- per vierkante meter. Door de lange levensduur van een opgespoten eiland en het beperkte onderhoud is het zandeiland ook gunstig in exploitatie.

Stroming en morfologie

De vorm van de landaanwinning wordt bepaald door de golf- en stromingscondities. De morfologische effecten worden beperkt door het opgespoten eiland een gestroomlijnde vorm te geven en ver uit de kust te situeren.

Werkhaven c.q. werkeiland

Tijdens de aanleg van de luchthaven op een opgespoten eiland is een werkhaven c.q. werkeiland nodig. Er zijn echter ook andere alternatieven mogelijk, zoals bijvoorbeeld een werkhaven aan vaste wal of een werkhaven in de vorm van een tussenopslagplaats door middel van pontons. Het keuzeprobleem betreffende de aanleg van een werkhaven op het eiland lijkt niet aan de orde wanneer een permanente haven deel zal uitmaken van het eiland.

Vogelproblematiek

Om aan de vogelproblematiek (vliegveiligheid) tegemoet te komen wordt het opgespoten eiland zo ver mogelijk uit de kust gesitueerd en de zeewering zo laag mogelijk gehouden.

Salt-spray

De zeewering voor het opgespoten eiland dient een minimum aan golfoverslag toe te laten en dient zo laag mogelijk te worden uitgevoerd om zodoende de salt-spray beperkt te houden.

Landzijdige ontsluiting

De landzijdige ontsluiting van het eiland kan zowel via een brug-, dam- als via een tunnelverbinding plaatsvinden.

D.2. Poldermodel

Bij deze vorm van landaanwinning wordt de luchthaven aangelegd in een polder in de Noordzee. De luchthaven kan beneden NAP en in het uiterste geval zelfs op de bodem van de Noordzee aangelegd worden. Het veiligheidsniveau zal zeer hoog moeten zijn, omdat in geval van overstroming de polder vol zal lopen. Een kans op overstroming van gemiddeld één keer per tienduizend jaar (1/10.000) zal daarom het uitgangspunt moeten zijn.

Nadeel van een poldervliegveld is het benodigde extra oppervlak. Om te voorkomen dat de vliegtuigen tegen de hoge dijken vliegen, moeten extra grote afstanden worden aangehouden tussen zeewering en baankoppen. De benodigde oppervlakte van het eiland neemt hierdoor aanzienlijk toe.

Voordelen van deze oplossing zijn het geringere zandverbruik uit de Noordzee en een geringere horizonvervuiling omdat de hoge gebouwen dieper liggen. Nadelen zijn met name de inundatierisico's, het opzetten van een apart waterbeheersingssysteem en -organisatie en het eeuwigdurende energieverbruik.

Technische haalbaarheid (bewezen techniek)

Het poldermodel is een verzameling van reeds bewezen technieken. Een polder in zee is echter nog niet eerder gerealiseerd.

Bouwtijd

De bouwtijd wordt voornamelijk bepaald door de bouw van de zeewering. De hoeveelheid op te spuiten zand is afhankelijk van het maaiveldniveau van de luchthaven. Evenals bij de traditionele manier van landaanwinnen, wordt de bouwsnelheid bepaald door de beschikbaarheid van de bouwmaterialen voor de zeewering. Het aantal werkbare dagen en de hoeveelheid beschikbare equipment zijn eveneens bepalend voor de bouwtijd. Het grote niveauverschil tussen maaiveld en kruin kan strijdig zijn met de veiligheidsafstanden rond de start- en landingsbanen, waardoor het eiland moet worden voorzien van grotere dimensies. Ten gevolge hiervan zal de lengte van de zeewering toenemen, waardoor de bouwtijd negatief wordt beïnvloed.

Faseringsmogelijkheden

Een poldereiland en de bijbehorende zeewering kunnen gefaseerd aangelegd worden. Iedere fase en/of uitbreiding van het eiland gaat echter ten koste van een deel van de dure zeewering. Fasering gaat derhalve gepaard met een aanzienlijke kapitaalvernietiging.

Uitbreidbaarheid van het eiland

Voor de uitbreidbaarheid geldt hetzelfde als de faseerbaarheid. Uitbreidingen gaan ten koste van een deel van de dure zeewering.

Materiaalverbruik

Voor het poldermodel is het zandverbruik minder dan in het geval van een opgespoten eiland. Het materiaalverbruik voor de zeewering is echter groter dan in het geval van een opgespoten eiland. Verder zijn er waterafdichtings- en drainagemaatregelen nodig als gevolg van de doorlatendheid van de zeewering. Gezien de doorlatendheid van de ondergrond van zand zijn er ook bodemaftichtende maatregelen nodig.

Meervoudig ruimtegebruik

Optimalisatie van het ruimtegebruik kan worden gerealiseerd door ondergronds te bouwen. Met name parkeergarages, stationsruimten, bagage afhandeling, kantoren e.d. zouden ondergronds gesitueerd kunnen worden. Denk hierbij aan kelders of verdiepte delen tussen het banenstelsel. Meervoudig gebruik van ruimte is overigens alleen een optie indien een polderniveau wordt gekozen, waarbij er voldoende ruimte resteert om inderdaad ondergronds te kunnen bouwen.

Onderhoud

Bij het onderhoud van een poldereiland dient te worden gedacht aan het onderhoud van de zeewering. Indien de zeewering wordt ontworpen op extreme omgevingscondities, kan het onderhoud gedurende de levensduur tot een minimum beperkt worden. De waterafdichtings- en drainagemaatregelen vergen echter wel veel onderhoud.

Levensduur

Een poldereiland heeft een lange levensduur. De levensduur kan aanzienlijk verlengd worden door op gezette tijden inspecties en, zo nodig, onderhoud te plegen.

Kosten

Voor een poldereiland is minder zand benodigd dan voor een zandeiland. Het oppervlak van het eiland moet echter groter worden gekozen dan het oppervlak van de andere alternatieven van landaanwinning. De dijken hebben een grote hoogte ten opzichte van het peilniveau van het eiland, waardoor zeer veel extra ruimte benodigd is voor het stijgen en landen van de vliegtuigen. Gevolg is dat de lengte van de zeewering ook groter wordt. Daarbij zijn er waarschijnlijk zeer kostbare waterafdichtings- en drainagemaatregelen nodig. In verband met de drainage moet rekening worden gehouden met jaarlijks terugkerende hoge kosten voor onderhoud en energie. Hierdoor zal de exploitatie minder gunstig zijn ten opzichte van het traditionele zandeiland.

Stroming en morfologie

De vorm van de landaanwinning wordt bepaald door de golf- en stromingscondities. De morfologische effecten worden beperkt door het poldereiland een gestroomlijnde vorm te geven en ver uit de kust te situeren.

Het poldervliegveld dient groter te zijn dan de andere alternatieven van landaanwinning, waardoor de morfologische effecten groter zullen zijn.

Werkhaven c.q. werkeiland

Voor de aanleg van een poldereiland is een werkhaven c.q. werkeiland nodig. Er zijn echter ook alternatieven mogelijk, zoals bijvoorbeeld een werkhaven aan vaste wal of een werkhaven in de vorm van een tussenopslagplaats door middel van pontons. Het keuzeprobleem betreffende de aanleg van een werkhaven op het eiland lijkt niet aan de orde wanneer een permanente haven deel zal uitmaken van het eiland.

Vogelproblematiek

Om aan de vogelproblematiek (vliegveiligheid) tegemoet te komen wordt het poldereiland zo ver mogelijk uit de kust gesitueerd en de zeewering zo laag mogelijk gehouden.

Salt-spray

De zeewering voor het opgespoten eiland dient een minimum aan golfoverslag toe te laten en dient zo laag mogelijk te worden gehouden om zodoende de salt-spray beperkt te houden.

Landzijdige ontsluiting

De landzijdige ontsluiting van het eiland kan zowel via een brug- als via een tunnelverbinding plaatsvinden.

D.3. Platform op palen

Algemeen

Bij deze variant wordt het vliegveld aangelegd op een platform op palen. Het concept berust op een dek met daaronder een groot aantal palen, zie tekening RBEN-99-007 in bijlage C. Het hier gepresenteerde eiland op palen is gebaseerd op een rapport van eng. A. Boas, "Pile based artificial island".

Het eiland-platform wordt geplaatst boven het peil van extreem hoog water. Belangrijk voordeel van een dergelijke oplossingsrichting is het ontbreken van een zeewering.

Technische haalbaarheid (bewezen techniek)

De bouw van een eiland op palen is weliswaar nog nooit eerder uitgevoerd, maar vergelijkbare voorbeelden van bruggen zijn er wel. Voor het ontwerp van de paalfundering kan gebruik worden gemaakt van reeds bewezen technieken. De paalfundering van het eiland is vergelijkbaar met de paalfundering van lange betonnen bruggen over zeearmen en zeestraten.

Bouwtijd

De bouwtijd wordt voornamelijk bepaald door de bouw van het grote aantal pijlers en dekelementen in offshore omstandigheden. Voor het plaatsen van deze elementen dient rekening te worden gehouden met slechts 6 maanden per jaar aan werkbaar weer.

Faseringsmogelijkheden

Door de modulaire opbouw van palen en dek is een fasering van een eiland op palen zeer goed mogelijk, daar de bestaande constructie niet hoeft te worden aangepast en er geen bestaande (constructie)delen verloren gaan als gevolg van de uitbreiding. Het eiland wordt 'eenvoudigweg' uitgebreid door modules bestaande uit palen en dek bij te plaatsen.

Uitbreidbaarheid van het eiland

Door de modulaire opbouw van het eiland is het relatief eenvoudig extra modules aan het eiland toe te voegen, waardoor de uitbreidbaarheid van het eiland zeer goed is. Door het ontbreken van de zeewering kan het eiland zonder kapitaalvernietiging in alle richtingen worden uitgebreid.

Materiaalverbruik

Het materiaalverbruik van een eiland op palen wordt met name bepaald door de grote hoeveelheid palen voor de fundering en de grote hoeveelheid materiaal voor het dek.

Meervoudig ruimtegebruik

Optimalisatie van het ruimtegebruik is moeilijk te realiseren voor een platform op palen. De derde dimensie kan alleen in de hoogte benut worden. De hoogte van gebouwen in de nabijheid van een luchthaven is echter beperkt.

Onderhoud

Onderhoud van een platform op palen is moeilijk in verband met de offshore condities en de strenge milieuvoorschriften. In de ontwerpfase dient rekening te worden gehouden met een maximale levensduur om zodoende onderhoud te voorkomen.

Levensduur

De levensduur van een platform op palen kan alleen in het ontwerp beïnvloed worden, daar onderhoud gedurende de levensduur moeilijk is.

Kosten

De kosten van een platform op palen zijn relatief hoog door het grote aantal benodigde palen en de elementen van hoogwaardig voorgespannen beton. In het rapport van Technion, eng. A. Boas worden prijzen genoemd die variëren van fl 700,-/m² tot fl 1.400,-/m².

Stroming en morfologie

Het grote aantal palen zal nagenoeg tot dezelfde morfologische gevolgen leiden als een opgespoten eiland. De morfologische effecten worden beperkt door het eiland op palen een gestroomlijnde vorm te geven en ver uit de kust te situeren.

Werkhaven c.q. werkeiland

Voor de aanleg van een eiland op palen dient de noodzaak van een werkhaven/werkeiland afgewogen te worden. Indien er geen werkhaven wordt aangelegd, is er aan de vaste wal echter wel een bouwplaats nodig voor het prefabriceren van de palen en de overige onderdelen.

Vogelproblematiek

Een eiland op palen heeft een geringe impact op de vogelproblematiek. Doordat de landzijdige ontsluiting alleen via een brugverbinding kan plaatsvinden, zullen er toch vogels naar het eiland trekken.

Salt-spray

Door de constructie op palen zal er nagenoeg geen golfslag zijn, waardoor de salt-spray beperkt zal zijn.

Landzijdige ontsluiting

De landzijdige ontsluiting van het eiland kan alleen via een brugverbinding plaatsvinden.

D.4. Drijvend eiland

Algemeen

Bij dit alternatief wordt het vliegveld op een drijvend eiland aangelegd. Het concept is weergegeven in tekening RBEN-99-008 in bijlage C. In deze bijlage is tevens een "artist impression" toegevoegd van lv-infra bv uit Papendrecht, welke een eerder onderzoek heeft uitgevoerd naar drijvende eilanden. Het eiland wordt opgebouwd uit modulaire elementen. Iedere module bestaat uit drijvers welke middels buiskolommen aan een dek zijn verbonden. De drijvers bevinden zich geheel onder water, terwijl de onderzijde van het dek ruim boven de zeespiegel ligt. Kabels verankeren de drijvers aan de zeebodem, zodat bijvoorbeeld wind en stroming geen invloed hebben op de positie van het vliegveld. In het dek onder de banen is ruimte voor parkeergarages, stationsruimten, bagage afhandeling, kantoren e.d.

Belangrijk voordeel van een dergelijke oplossingsrichting is het ontbreken van een zeewering.

Technische haalbaarheid (bewezen techniek)

Er zijn uitgebreide studies uitgevoerd naar drijvende constructies. Op een enkele drijvende haven na (kleine schaal) zijn er echter geen grootschalige praktijkvoorbeelden van drijvende eilanden.

Bouwtijd

De bouwtijd wordt het sterkst beïnvloed door de bouw van het grote aantal modules waarmee het eiland wordt opgebouwd.

Faseringsmogelijkheden

Door de modulaire opbouw van drijvende eenheden is een fasering van een drijvend eiland zeer goed mogelijk. De bestaande constructie behoeft niet te worden aangepast en er gaan geen constructiedelen verloren ten gevolge van de uitbreiding. Uitbreiding is mogelijk door extra modules bij te plaatsen.

Uitbreidbaarheid van het eiland

De fasering van een drijvend eiland is, door de modulaire opbouw, goed mogelijk. Indien het bouwdok niet in stand wordt gehouden, wordt de uitbreidbaarheid enigszins beperkt, daar er voor de bouw van de nieuwe modules dan een nieuw bouwdok moet worden gecreëerd. Uitbreiding is mogelijk in alle richtingen.

Materiaalverbruik

Het materiaalverbruik van een drijvend eiland wordt alleen bepaald door het aantal benodigde modules en de verankering daarvan.

Meervoudig ruimtegebruik

Optimalisatie van het ruimtegebruik is enigszins mogelijk. In het dek onder maaiveld is ruimte voor parkeergarages, stationsruimten, bagage afhandeling, kantoren e.d.

Onderhoud

Onderhoud van een drijvend eiland is nagenoeg onmogelijk. In de ontwerpfase dient hier rekening mee te worden gehouden door het ontwerp aan te passen aan een maximale levensduur.

Levensduur

De levensduur van drijvend eiland kan alleen in het ontwerp beïnvloed worden, daar onderhoud gedurende de levensduur nagenoeg onmogelijk is.

Kosten

De kosten van een drijvend eiland zijn relatief hoog door het grote aantal benodigde modules en de verankering op de zeebodem. Zeer globale kostenindicaties laat zien dat een drijvend eiland factoren duurder zal zijn dan een opgespoten eiland.

Stroming en morfologie

De impact op de stroming en morfologie zal beperkt zijn, omdat de natuurlijke golfstroom niet wordt gehinderd.

Werkhaven c.q. werkeiland

Voor de aanleg van een drijvend eiland is geen werkhaven c.q. werkeiland nodig. Er is echter wel een bouwdok nodig waar de drijvende modules moeten worden gebouwd.

Vogelproblematiek

Een drijvend eiland heeft een geringe impact op de vogelproblematiek. Doordat de landzijdige ontsluiting alleen via een brugverbinding kan plaatsvinden, zullen er toch vogels naar het eiland trekken.

Salt-spray

Door de drijvende constructie zal er nagenoeg geen golfslag zijn, waardoor de salt-spray beperkt zal zijn.

Landzijdige ontsluiting

De landzijdige ontsluiting van het eiland kan alleen via een brugverbinding plaatsvinden.

In deze bijlage wordt een beoordeling uitgevoerd voor een aantal traditionele en innovatieve vormen voor zeeweringen. Uitsluitend ter onderlinge vergelijking is uitgegaan van ontwerpen gebaseerd op een $H_mO = 9.25$ en een waterdiepte van 20 m -NAP. De volgende oplossingen zijn beoordeeld:

- Zeeweringen aan de zeezijde:
 - traditionele zeewering
 - getrapte golfbreker
 - caisson golfbreker
 - voorland oplossing
 - hangend strand
- Zeewering aan de landzijde

Om de verschillende technieken te kunnen evalueren, zullen deze onderling worden vergeleken aan de hand van een aantal criteria, namelijk:

- technische haalbaarheid,
- snelheid van bouwen,
- uitvoerbaarheid,
- materiaalverbruik,
- hoogte van de zeewering,
- vogelproblematiek,
- salt-spray,
- onderhoud.

E.1. Zeeweringen aan de zeezijde - traditionele zeewering

De traditionele zeewering is de meest traditionele vorm van zeewering. Deze zeewering is opgebouwd uit verschillende lagen materiaal. De buitenste laag van de zeewering, de toplaag, bestaat uit zware elementen voor het opnemen van de optredende belastingen. Tekening RBEN -99-010 in bijlage C geeft een doorsnede van de traditionele zeewering.

Technische haalbaarheid

De traditionele zeewering is de meest traditionele vorm van zeewering en kan derhalve worden beschouwd als bewezen techniek.

Snelheid van bouwen

De bouwsnelheid van deze zeewering wordt met name bepaald door de verwerkingscapaciteit van de zware elementen van de toplaag. Om deze capaciteit te halen moeten innovatieve technieken ontwikkeld worden.

Uitvoerbaarheid

Bij de uitvoering zijn er belangrijke knelpunten te verwachten in de bouwtijd. Er dienen innovatieve technieken te worden ontwikkeld om voldoende capaciteit te creëren voor het plaatsen van de zware elementen. De hoeveelheid steen is overigens geen probleem.

Materiaalverbruik

De toplaag vereist 80 ton betonnen blokken. Hiervoor moet productiecapaciteit worden voorzien. Een voordeel van dit alternatief is het relatief geringe materiaalverbruik.

Hoogte van de zeewering

Omdat de extreem hoge ontwerpgolf in één keer moet worden opgevangen, is een hoge kruin van circa NAP + 27,5 m noodzakelijk. Deze extreme hoogte is gebaseerd op een toelaatbare golfoverslag van 1 l/s/m. Als achter de zeewering een 'binnenwater' wordt toegepast, is het mogelijk een hogere mate van golfoverslag toe te laten. Als in een dergelijk geval een golfoverslag wordt toegestaan van 50 l/s/m kan de kruinhoogte worden verlaagd naar circa NAP 19.3 m.

Vogelproblematiek

Door de hoogte van de dijk ontstaan opwaartse luchtstromen. Vogels maken graag gebruik van deze luchtstromen.

Salt-spray

Door het benodigd talud zal een aanzienlijke breking ontstaan, waardoor salt-spray kan ontstaan.

Onderhoud

Het dijklichaam wordt ontworpen op extreme omgevingscondities, waardoor het onderhoud gedurende de levensduur tot een minimum beperkt wordt. Inundatie van het eiland als gevolg van schade aan de zeewering wordt niet acceptabel geacht in verband met imagooverlies. Inspecties op gezette tijden worden aanbevolen.

E.2. Zeeweringen aan de zeezijde - De getrapte golfbreker

De getrapte golfbreker is een innovatieve oplossing, waarbij de golfenergie in stappen wordt gebroken door toepassing van onderwaterbermen. De opbouw van dijk en onderwaterbermen is gelijkwaardig aan de opbouw van de traditionele zeewering. Tekening RBEN -99-011 in bijlage C geeft een doorsnede van de getrapte golfbreker.

Technische haalbaarheid

De vormgeving van de oeververdediging wijkt zodanig af van de gebruikelijke ontwerpen dat de toepasbaarheid van de bestaande ontwerpformules niet gegarandeerd kan worden. Het ontwerp zal nader moeten worden geverifieerd met behulp van experimenteel onderzoek.

Snelheid van bouwen

De bouwsnelheid van de oeververdediging wordt met name bepaald door de grote hoeveelheid breuksteen en elementen die geplaatst moet worden.

Uitvoerbaarheid

De bouw van de 'getrapte golfbreker' is goed uitvoerbaar. Doordat er grote hoeveelheden steen en elementen verwerkt moeten worden, dient er voldoende aanvoer- en verwerkingscapaciteit te worden voorzien om aan de gestelde bouwtijd te kunnen voldoen.

Materiaalverbruik

Door het toepassen van een meertrapsbreking, zal de civiele constructie onder water een aanzienlijke lengte krijgen. Het materiaalverbruik zal hierdoor aanzienlijk toenemen.

Hoogte van de zeewering

Omdat de golf in etappes wordt gebroken, zal de kruinhoogte afnemen ten opzichte van de traditionele dijk. De kruinhoogte bedraagt ca. NAP + 15.8 m. (golfoverslag ca. 1 l/s/m) Indien een 'binnenwater' wordt toegepast en meer overtopping kan worden toegelaten, kan de kruinhoogte worden

verlaagd tot circa NAP +10.00m (zie tek. RBEN 99-011, golfoverslag 50 l/s/m).

Vogelproblematiek

De opwaartse luchtstromen zijn minder hoog door de minder hoge kruinhoogte. Hierdoor zal de vogelproblematiek minder groot zijn. Aan de andere zijde is het gebied voor de dijk relatief ondiep, waardoor een voedselrijk gebied ontstaat. Dit gebied kan juist vogels aantrekken.

Salt-spray

Door het in etappes breken van de golven zal het probleem salt-spray afnemen.

Onderhoud

De 'getrapte golfbreker' wordt ontworpen op extreme omgevingscondities, waardoor het onderhoud gedurende de levensduur tot een minimum beperkt wordt. Inundatie van het eiland als gevolg van schade aan de zeewering wordt niet acceptabel geacht in verband met imagooverlies. Inspecties op gezette tijden worden aanbevolen.

E.3. Zeeweringen aan de zeezijde - Caisson-golfbreker

Deze oplossing is vergelijkbaar met de 'getrapte golfbreker'. De filosofie bij het ontwerp van deze zeewering is dan ook het in stappen breken van de golfenergie door twee caissons. Tekening RBEN -99-012 in bijlage C geeft een doorsnede van de caisson oplossing.

Technische haalbaarheid

De vormgeving van de oeververdediging wijkt zodanig af van de gebruikelijke ontwerpen dat de toepasbaarheid van de bestaande ontwerpformules niet gegarandeerd kan worden. Hoewel het op tekeningen gegeven ontwerp een door Sogreah in model getoetst ontwerp is, zal voor een caissonontwerp uitgebreid modelonderzoek noodzakelijk zijn. Dit laatste geldt overigens voor alle typen zeeweringen.

Snelheid van bouwen

De snelheid van bouwen wordt met name bepaald door de caissons die onder offshore condities getransporteerd en geplaatst moeten worden. De aanvoer- en verwerkingscapaciteit van de 'geringe' hoeveelheid stortsteen vormt geen belemmering voor de bouwtijd.

Uitvoerbaarheid

Er is tot op heden nog weinig ervaring met het plaatsen van caissons onder offshore condities.

Materiaalverbruik

Alhoewel de constructie een aanzienlijke lengte heeft, wordt de werkelijke kering gerealiseerd door de caissons. De hoeveelheid stortsteen kan hierdoor beperkt blijven.

Hoogte van de zeewering

Omdat de golf in etappes wordt gebroken, zal de kruinhoogte afnemen ten opzichte van de traditionele dijk. De kruinhoogte bedraagt ca. NAP +6.5 m.

Vogelproblematiek

De opwaartse luchtstromen zijn minder hoog door de minder hoge kruinhoogte. Hierdoor zal de vogelproblematiek minder groot zijn. Aan de andere zijde is het gebied tussen de caissons relatief ondiep (lagune), waardoor een voedselrijk gebied ontstaat. Dit gebied trekt juist vogels aan.

Salt-spray

Doordat de golven weerkaatsen tegen de caissons en in mindere mate breken, heeft een dergelijke constructie een zeer gunstig effect op de salt-spray.

Onderhoud

Onderhoud plegen aan de caissons onder offshore omstandigheden is zeer moeilijk. De caissons dienen dan ook zodanig ontworpen te worden dat de schade gedurende de levensduur tot een minimum beperkt zal blijven.

E.4. Zeeweringen aan de zeezijde - Voorland oplossing

De voorland oplossing is een andere innovatieve oplossing voor de harde zeewering. Het uitgangspunt voor het ontwerp is dat de golven breken en uitlopen op het flauwe voorland. De zeewering wordt, op dezelfde manier als de traditionele dijk, opgebouwd uit verschillende lagen. Tekening RBEN-99-013 in bijlage C geeft een doorsnede van de voorland oplossing.

Technische haalbaarheid

De vormgeving van de oeververdediging wijkt zodanig af van de gebruikelijke ontwerpen dat de toepasbaarheid van de bestaande ontwerpformules niet gegarandeerd kan worden. Het ontwerp zal nader moeten worden geverifieerd met behulp van experimenteel onderzoek.

Snelheid van bouwen

De bouwsnelheid van een 'voorland' zeewering wordt met name bepaald door de verwerkingscapaciteit van de zware elementen voor de toplaag. Om deze capaciteit te halen moeten innovatieve technieken worden ontwikkeld.

Uitvoerbaarheid

Bij de uitvoering zijn er belangrijke knelpunten te verwachten in de bouwtijd. Er dienen innovatieve technieken te worden ontwikkeld om voldoende capaciteit te creëren voor het plaatsen van zware elementen. De aanzienlijke hoeveelheid aan te voeren en te verwerken steen kan overigens ook een knelpunt vormen. Een voordeel van deze oplossing is dat een relatief groot gedeelte van de te plaatsen blokken 'in den droge' kan worden uitgevoerd.

Materiaalverbruik

Door het flauwe talud, heeft de civiele constructie een aanzienlijke lengte, hetgeen zeer ongunstig is voor het materiaalverbruik.

Hoogte van de zeewering

Omdat de golf over het flauwe en zeer lange voorland breekt, zal de kruinhoogte van deze oplossing relatief laag kunnen zijn, ongeveer NAP +8 m.

Vogelproblematiek

De opwaartse luchtstromen zijn minimaal, hetgeen gunstig is ten opzichte van de vogelproblematiek. Wel moet er veel aandacht worden besteed aan het voorland, daar deze in principe aantrekkelijk is voor vogels. Denk hierbij aan asfalteren, aanvullen met colloïdaal beton, etc.

Salt-spray

Aangezien de golven uitlopen op het flauwe talud, heeft deze oplossing een gunstig effect op de salt-spray.

Onderhoud

De zeewering wordt ontworpen op extreme omgevingscondities, waardoor het onderhoud gedurende de levensduur tot een minimum beperkt wordt. Inundatie van het eiland als gevolg van schade aan de zeewering wordt

niet acceptabel geacht in verband met imagooverlies. Inspecties op gezette tijden worden aanbevolen.

E.5. Zeeweringen aan de zeezijde - 'Hangend' strand

Een 'innovatieve' oplossing is uitgewerkt in de zogenaamde 'hangend strand' oplossing. De zeewering wordt, op dezelfde manier als de traditionele dijk, opgebouwd uit verschillende lagen. De filosofie bij het ontwerp van deze zeewering is het in stappen breken van de golfenergie door een onderwaterdam en door een dijk. Tussen de onderwaterdam en de dijk wordt een strand gemaakt die altijd onder water staat. Deze constructie brengt de zeebodem omhoog, waardoor de dijk vanaf een hoger punt aangelegd kan worden. De hoeveelheid benodigd breuksteen wordt op deze wijze aanzienlijk gereduceerd. Het zand van het strand is stabiel doordat het wordt aangelegd onder natuurlijk talud. Tekening RBEN-99-014 in bijlage C geeft een doorsnede van het 'hangend strand'.

Technische haalbaarheid

De vormgeving van de oeververdediging wijkt zodanig af van de gebruikelijke ontwerpen dat de toepasbaarheid van de bestaande ontwerpformules niet gegarandeerd kan worden. Het ontwerp zal nader moeten worden geverifieerd met behulp van experimenteel onderzoek. Stromingen rondom het eiland in combinatie met golfwerking zullen het 'hangend strand' voortdurend wijzigen. Periodieke zandsuppleties zijn mogelijk noodzakelijk.

Snelheid van bouwen

De bouwsnelheid van een hangend strand vormt geen bottleneck voor het bouwproces.

Uitvoerbaarheid

Een hangend strand is goed uitvoerbaar.

Materiaalverbruik

Het materiaalverbruik van het hangend strand is vergelijkbaar met het materiaalverbruik van een traditionele dijk. De onderwaterdam kost extra materiaal, echter dit wordt gecompenseerd door het feit dat de dijk lager kan worden uitgevoerd.

Hoogte van de zeewering

Omdat de golf in etappes wordt gebroken, zal de kruinhoogte afnemen ten opzichte van de traditionele dijk. De kruinhoogte bedraagt ca. NAP +17 m (golfoverslag ca. 1 l/s/m). Ook hier geldt dat bij toepassing van een binnenwater de kruinhoogte aanzienlijk kan worden gereduceerd doordat meer overtopping kan worden toegelaten.

Vogelproblematiek

De opwaartse luchtstromen zijn minder hoog door de gereduceerde kruinhoogte. Hierdoor zal de vogelproblematiek minder groot zijn. Aan de andere zijde is het gebied tussen dam en dijk relatief ondiep (strand), waardoor een voedselrijk gebied ontstaat.

Salt-spray

Door het in stappen breken van de golven, zal de salt-spray verminderen.

Onderhoud

De zeewering wordt ontworpen op extreme omgevingscondities, waardoor het onderhoud gedurende de levensduur tot een minimum beperkt wordt. Het gekapitaliseerde onderhoud (suppletie) zal uiteraard in de kostenbeschouwingen moeten worden meegenomen. Inundatie van het eiland als gevolg van schade aan de zeewering wordt niet acceptabel geacht in verband met imagooverlies. Het zand tussen de dammen kan met de tijd eroderen. Inspecties op gezette tijden worden aanbevolen.

E.6. Zeewering aan de landzijde van het eiland

De zeewering is opgebouwd uit verschillende lagen. Aan de buitenkant is een toplaag nodig, welke bestaat uit zwaardere elementen voor het opnemen van de golfbelastingen. Tekening RBEN -99-002 in bijlage C geeft een doorsnede van de zeewering aan de luwe zijde van het eiland.

Technische haalbaarheid

Deze vorm van zeewering is de meest traditionele vorm voor lijzijdige zeewering en kan derhalve worden beschouwd als bewezen techniek.

Snelheid van bouwen

De bouwsnelheid van de zeewering vormt geen bottleneck voor het bouwproces.

Uitvoerbaarheid

De zeewering is goed uitvoerbaar.

Materiaalverbruik

Het materiaalverbruik is gering.

Hoogte van de zeewering

De kruinhoogte van de zeewering is laag.

Vogelproblematiek

De opwaartse luchtstromen zijn minder hoog door de minder hoge kruinhoogte. Hierdoor zal de vogelproblematiek minder groot zijn. Door de strandvorming en aanzanding ontstaat echter een voor vogels aantrekkelijk gebied.

Salt-spray

De strandvorming zal leiden tot flauwe taluds, hetgeen een gunstig effect heeft op de salt-spray.

Onderhoud

De zeewering wordt ontworpen op extreme omgevingscondities, waardoor het onderhoud gedurende de levensduur tot een minimum beperkt wordt. Inundatie van het eiland als gevolg van schade aan de zeewering wordt niet acceptabel geacht in verband met imagooverlies. Inspecties op gezette tijden worden aanbevolen.

Bijlage F Vergelijkende kostenramingen eiland met zeeweringen

Type zeewering	Dijkprofiel	Getrapte golfbr.	Caisson	Voorland	Hangend strand
Werkhaven	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000	75.000.000
Zand	12.150.000.000	12.150.000.000	12.150.000.000	12.150.000.000	12.150.000.000
Steen	4.329.705.000	5.675.775.000	1.836.600.000	7.351.762.000	3.306.039.000
Betonblokken	1.836.172.000	2.241.933.000	3.442.500.000	2.688.682.000	1.643.538.000
Overige kosten 17 %	3.126.450.000	3.424.260.000	2.975.697.000	3.785.125.000	2.929.678.000
Totale kosten	21.517.327.000	23.566.970.000	20.479.797.000	26.050.570.000	20.094.256.000
Kosten per m ²	269	295	266	326	251

* bedragen in guldens

$H_{m0} = 9,25$ m

$q = 50$ l/sec/m



In deze bijlage worden verschillende vervoersmodaliteiten geëvalueerd en beoordeeld. In dit onderzoek zijn de volgende modaliteiten beschouwd:

- Scheepsvervoer;
- Wegvervoer;
- Light Rail;
- Rail Conventioneel;
- Rail Hoge Snelheid;
- Magneetweeftrein;
- Swissmetro.

De verschillende modaliteiten zullen op een aantal aspecten met elkaar worden vergeleken. Op deze wijze ontstaat een goed inzicht in de eigenschappen van de verschillende modaliteiten, zodat kan worden bepaald bij welk alternatief welke modaliteiten in aanmerking komen. De volgende aspecten zijn onderzocht:

- capaciteit,
- snelheid,
- beschikbaarheid, betrouwbaarheid en risico's,
- veiligheid,
- geschiktheid van het systeem voor passagiers, vracht, etc.,
- integratie bestaande systemen,
- open/gesloten systeem,
- profiel van Vrije Ruimte,
- faseringsmogelijkheden,
- ruimtelijke effecten naast de verbinding.

G.1. Scheepsvervoer

Algemeen

Voor het vervoer per schip zijn meerdere mogelijkheden denkbaar. Denk hierbij bijvoorbeeld aan snelle Stena HSS-achtige schepen (zeer groot catamaran schip), hovercrafts of draagvleugelboten. Het vervoer per schip vereist geen speciale fysieke infrastructuur tussen het eiland en het vaste land. Alleen op de dokplaatsen zullen voorzieningen getroffen moeten worden.

Het vervoer per water is minder geschikt als directe verbinding tussen Schiphol en het eiland. Schiphol ligt immers niet aan het water. Daarnaast kan het gedwongen vervoer per schip aversie oproepen, daar het vervoer per schip niet altijd even comfortabel is.

Capaciteit

Een echte uitspraak over de capaciteit is mogelijk na de keuze voor een bepaald type vaartuig. De schepen kunnen, met een relatief lage frequentie, redelijk grote hoeveelheden passagiers en vracht vervoeren. Hierdoor kan redelijke capaciteit worden gerealiseerd.

De reistijd en capaciteit hangen sterk af van het aantal en type van de vaartuigen. Bij de berekening van de totale reistijd is de grootte van het schip dominant, daar met name de laad- en lostijd bepalend is voor de totale reistijd.

Snelheid

Ook voor de snelheid van het systeem gaat een soortgelijk verhaal op als voor de capaciteit. De snelheid is sterk afhankelijk van het type vaartuig.

Voor het snelle vervoer van passagiers en vracht kan er gedacht worden aan het snelle catamaranschip Stena HSS, maar ook in dit geval is de maximale snelheid beperkt tot 60 - 100 km/h. Rekening houdende met de tijd voor laden/lossen, etc., zal de gemiddelde snelheid niet hoger zijn dan circa 20 km/h.

Beschikbaarheid, betrouwbaarheid en risico's

De beschikbaarheid van deze vervoersmodaliteit is vooral afhankelijk van het weer. Bij (zeer) sterke wind en hoge golven kunnen de vaartuigen niet uitvaren, hetgeen betekent dat de ontsluiting naar het eiland tijdelijk buiten dienst is.

De luchthaven dient altijd bereikbaar te zijn, het schip moet, zelfs in zeer ruw weer, operationeel blijven. Tot zover de schepen het ruwe weer aankunnen, levert dit voor de passagiers een sterke vorm van discomfort op en kan dit zelfs ten koste gaan van de veiligheid.

Aan de andere kant is deze ontsluiting veel minder gevoelig voor storingen in het systeem (bijv. in het geval van sabotage), dit in tegenstelling tot een ontsluiting via een brug of tunnel. Bij een brug of tunnel kan een calamiteit de gehele verbinding lam leggen, voor een schip beperkt de schade zich tot het getroffen schip. De betrouwbaarheid is derhalve hoog.

Veiligheid

De scheepvaart heeft zich ontwikkeld tot een relatief veilig vervoersmiddel. Incidenteel komen toch calamiteiten voor, welke veelal worden veroorzaakt door achterstallig onderhoud, overlading (verre oosten) of menselijk falen. Door de gesloten vorm zijn de mogelijkheden om de passagiers snel in veiligheid te brengen bij een groot aantal veerboten beperkt. Door een modern ontwerp is het mogelijk het veiligheidsniveau op een nog hoger niveau te brengen.

Geschiktheid van het systeem voor passagiers, vracht, etc.

Gedwongen passagierstransport over water is voor het vervoer naar een luchthaven ongebruikelijk. Het is waarschijnlijk dat deze vorm van transport veel weerstand zal oproepen bij de passagiers. Ook de beperkte snelheid moet worden gezien als een belangrijk nadeel voor personentransport. Tenslotte is een dergelijke verbinding, zoals eerder aangegeven, vanuit het oogpunt van reiscomfort minder geschikt voor reizigers, vanwege de mogelijke kans tot zeeziekte.

Voor niet tijdskritieke vracht en bevoorrading van het eiland is deze vervoersmodaliteit wel uitermate geschikt. Met behulp van de nieuwere scheepstypen (catamaran, draagvleugel, hovercraft) kan een redelijk hoog frequente verbinding met een hoge capaciteit gerealiseerd worden. Traditionele veerboten zijn niet geschikt vanwege de beperkte vaarsnelheid. Omdat de snelheid ook bij toepassing van moderne schepen beperkt is, is deze vervoersmodaliteit voor spoedeisende vracht een minder goede optie.

Integratie bestaande systemen

Schiphol is niet ontsloten door water. Aangezien een kanaal tot op Schiphol niet realistisch wordt geacht, wordt ervan uitgegaan dat de ontsluiting indirect wordt uitgevoerd met bijvoorbeeld een haven in Amsterdam of IJmuiden. Op deze locatie moet dan worden aangesloten op het achterland vervoer, bijvoorbeeld weg en spoor.

Open/gesloten systeem

Indien de haven wordt voorzien van check-in en/of ontvangstfaciliteiten, kan het systeem gesloten worden uitgevoerd. Als deze ontbreken, moeten deze controles op het eiland plaatsvinden en kan het systeem open worden uitgevoerd. Beide opties zijn derhalve mogelijk.

Profiel van Vrije Ruimte

Dit onderwerp is niet van toepassing op scheepsvervoer.

Faseringsmogelijkheden

De faseringsmogelijkheden zijn voor het scheepsvervoer optimaal. De fysieke infrastructuur is beperkt tot de beide havens op eiland en vaste land, terwijl de vervoerscapaciteit kan worden uitgebreid door toepassing van meerdere schepen. Zodoende kan in principe aan iedere vraag worden voldaan zonder daarbij een grote overcapaciteit in te calculeren.

Ruimtelijke effecten naast de verbinding

Naast het aanleggen van faciliteiten voor het in- en uitstappen/laden van mensen en vracht zowel op het eiland als op het vaste land, zullen er ook aanlegplaatsen en 'ligplaatsen' voor de schepen aangelegd moeten worden.

Als de veerverbinding wordt toegepast als primaire verbinding en er geen auto's op het eiland worden toegelaten, zal het knooppunt aan landzijde een P&R-achtige vorm krijgen met een groot aantal parkeerplaatsen en een landzijdige ontsluiting per spoor en weg. Afhankelijk van het logistiek concept kan de ruimtebehoefte van de haven als knooppunt aanzienlijk zijn.

G.2. Weg

Algemeen

Een aansluiting over de weg kan als een open systeem met de auto of als een dedicated systeem met bussen worden gerealiseerd. Bij een open systeem gaat een ieder met zijn eigen voertuig naar de luchthaven, waardoor rekening moet worden gehouden met een grote parkeerbehoefte op het eiland. Bij het dedicated systeem wordt het vervoer over de weg gerealiseerd door bussen, waarbij juist aan landzijde een behoefte ontstaat aan parkeervoorzieningen en overstapmogelijkheden op deze bussen.

Vracht en bevoorrading zal ook bij het dedicated systeem per definitie met eigen materieel worden afgehandeld. De overslag van de ene vrachtauto naar de andere vrachtauto gaat gepaard met teveel handelingen, waardoor de vervoerskosten te hoog oplopen. Omdat het een relatief kleine stroom betreft, is deze stroom ook in een dedicated systeem goed in de hand te houden.

Capaciteit

De capaciteit per rijstrook bedraagt circa 1800 auto's per uur. Deze capaciteit betreft personenauto's. Bussen en vrachtauto's belasten een rijstrook zwaarder. Globaal telt een bus voor twee auto's en een vrachtauto voor drie auto's.

Bij een open verbinding betreft het verkeer voornamelijk personenauto's met een relatief lage bezetting, waardoor de capaciteit per rijstrook, zeker ten opzichte van het railvervoer, zeer beperkt is. Bij een dedicated systeem met bussen is de bezetting per voertuig veel hoger, waardoor juist een zeer hoge capaciteit kan worden gerealiseerd.

Uit het oogpunt van de capaciteit verdient het wellicht aanbeveling de verschillende voertuigen aparte infrastructuur te geven. Denk hierbij aan doelgroepenstroken voor vracht en/of bussen. Tenslotte moet aandacht worden besteed aan de verknoping van de rijstroken aan de infrastructuur van het achterland en de aansluiting op de verschillende faciliteiten op het eiland.

Snelheid

De gemiddelde snelheid van een personenauto op de snelweg bedraagt circa 100 km/h. Rekening houdende met de parkeertijd en het rijden in de bebouwde kom zal de gemiddelde snelheid dalen. De gemiddelde snelheid voor bussen en vrachtverkeer bedraagt 75 km/h. Passagiers in bussen worden in principe voor de deur afgezet, waardoor deze geen tijd behoeven te besteden aan het parkeren van hun voertuig.

Beschikbaarheid, betrouwbaarheid en risico's

De betrouwbaarheid van de individuele voertuigen is relatief hoog, maar doordat ieder individueel een voertuig bestuurd, is de kans dat één van de voertuigen een storing vertoont of de kans dat een van de bestuurders een ongeluk veroorzaakt relatief hoog. De betrouwbaarheid van het wegvervoer als systeem is relatief laag.

Ook de beschikbaarheid van het wegennet is de laatste jaren sterk gedaald. Door een ondercapaciteit van ons wegennet staan er op veel Rijkswegen files. De gemiddelde snelheden zoals deze eerder weergegeven zijn, worden in een file-situatie bij lange na niet gehaald. Om een wegverbinding succesvol te laten zijn, moet dan ook worden voorkomen dat de toegangswegen tot de luchthaven stagneren.

Veiligheid

De veiligheid van een wegverbinding is sterk afhankelijk van de aanvullende maatregelen die getroffen worden (verwarming in de baan tegen ijzel, vluchtstroken, incident management, etc.). Wellicht kan de veiligheid nog verbeterd worden door voertuigen te geleiden of te koppelen, zodat de kans op incidenten kleiner wordt.

Alhoewel incidenten frequent voorkomen, zijn de gevolgen van deze incidenten in veel gevallen beperkt. De incidenten resulteren veelal in blikshade, waarbij de weg relatief snel vrij kan worden gemaakt. In een enkel geval is er sprake van meer ernstige ongevallen. In dergelijke gevallen kan het ongeluk resulteren in letsel voor het klein aantal betrokkenen en sterke filevorming.

Geschiktheid van het systeem voor passagiers, vracht, etc.

Op dit moment worden de personen, bagage, vracht, etc. richting Schiphol voor een groot deel vervoerd over de weg. Luchthavens zonder wegverbinding komen (nog) niet voor. In dit kader ligt een wegverbinding voor de hand.

Integratie bestaande systemen

Een wegverbinding naar het eiland is eenvoudig te integreren met het bestaande netwerk. Zowel het particuliere vervoer (personen- en vrachtauto's) als het openbare vervoer (bussen) kunnen bij een wegverbinding zonder problemen het eiland bereiken.

Open/gesloten systeem

Het vervoer over de weg leent zich voor een open systeem. Een gesloten systeem voor alleen luchthaven gerelateerd gebruik is vanuit het oogpunt van beveiliging nauwelijks te realiseren.

Wanneer de verbinding dedicated wordt uitgevoerd, (alleen bussen, vracht, VIP's, betaalstroken, etc.), is het moeilijk om deze gesloten te houden voor luchthavengerelateerd gebruik. Er zullen vele mensen zijn die gebruik willen maken van deze nieuwe infrastructuur.

Profiel van Vrije Ruimte

Bij het uitleggen van de benodigde infrastructuur moet rekening worden gehouden met een Profiel van Vrije ruimte van circa 4000 x 4600 mm (b x h).

Faseringsmogelijkheden

De faseringsmogelijkheden voor een wegverbinding zijn beperkt. Tussen het eiland en het vaste land moet een brug of tunnel worden aangelegd. Deze verbinding kan niet strook voor strook worden aangelegd, maar zal per kunstwerk aangelegd moeten worden. Een kunstwerk bestaat minimaal uit 2x2 rijbanen. Voor de faciliteiten op het eiland en het vaste land is het faseren beter mogelijk.

Ruimtelijke effecten naast de verbinding

Wanneer particulieren met hun auto op het eiland kunnen komen, moeten daarvoor parkeergelegenheden worden aangelegd. Naast het bouwen van de parkeerfaciliteiten zelf, moet er ruimte worden gereserveerd voor de wegen van en naar deze faciliteiten.

Indien er bussen/vrachtauto's naar het eiland gaan rijden zullen ook hiervoor extra faciliteiten gebouwd moeten worden, denk hierbij bijvoorbeeld aan opstelplaatsen en de infrastructuur van en naar deze opstelplaatsen.

G.3. Light Rail

Algemeen

Bekende light rail systemen zijn de metro en de sneltram. Kenmerken van dit railsysteem zijn vooral de hoge frequentie, korte afstanden tussen stations, snelle rem- en aanzetkarakteristieken en het goed functioneren in een stedelijke omgeving. Het voornaamste doel van een dergelijk systeem is het snel kunnen verplaatsen van personen in de stedelijke regio. De gemiddelde baanlengte van een light rail systeem ligt rond de dertig kilometer, maar een afstand van 40 kilometer is geen enkel probleem.

Capaciteit

Kenmerkend voor het light rail concept is de hoge frequentie, in de orde van 36 treinen per uur. In Hongkong is reeds een metro gerealiseerd met dergelijk hoge frequentie. Een ander aspect bepalend voor de capaciteit van het systeem is de lengte van de treinen. De gebruikelijke lengte voor light-rail voertuigen is 120 meter, voertuigen tot 400 m zijn echter niet technisch onmogelijk. Vooralsnog wordt voor het eiland in zee uitgegaan van een lengte van ca. 400 m. Tenslotte is de capaciteit afhankelijk van de vervoerswijze van de passagiers (zittend, staand, met of juist zonder bagage, etc.).

Snelheid

De maximale snelheid van light rail bedraagt maximaal 100 km/h. De gemiddelde snelheid zal voor de verbinding tussen Schiphol en eiland zonder tussenstops, ongeveer 90 km/h zijn.

Beschikbaarheid, betrouwbaarheid en risico's

De betrouwbaarheid van het railsysteem is op zich redelijk groot. De belangrijkste storingsbron wordt gevormd door seinen, wissels en overwegen. Bij light rail verbindingen spelen deze elementen een zeer beperkte rol, waardoor een hoge betrouwbaarheid kan worden gerealiseerd.

De beschikbaarheid van het systeem na een storing is afhankelijk van het aantal sporen dat is toepast. Door toepassing van redundante sporen kan een hoge beschikbaarheid worden gerealiseerd. Omdat ook rekening moet worden gehouden met ernstige calamiteiten (aanslagen), is de layout van de sporen mede bepalend voor de beschikbaarheid van het systeem.

Aandachtspunt vormt het relatief grote aantal treinen dat onderweg is. Na een calamiteit moet de tunnel ontruimd kunnen worden. Te denken valt aan wissels om voorbij de storing te rijden of een mogelijkheid om achteruit te evacueren.

Veiligheid

Het light rail systeem is een relatief veilig systeem. Juist omdat het systeem vrij 'basic' wordt uitgevoerd met een minimum aan wissels seinen, etc., komen incidenten, zoals bijvoorbeeld ontsporingen en aanrijdingen, zelden voor.

Geschiktheid van het systeem voor passagiers, vracht, etc.

Light rail verbindingen zijn er vooral op gericht om personen te verplaatsen. Voor het verplaatsen van vracht kan dit systeem worden aangepast.

Integratie bestaande systemen

Een light rail verbinding tussen de luchthaven en het vaste land kan eventueel worden aangesloten op andere light rail systemen, zoals de Amsterdamse metro. Op deze wijze is het dan mogelijk om vanaf het centrum van Amsterdam de nieuwe luchthaven te bereiken. Voorwaarde is wel een goede afstemming tussen de systemen. Zo zullen metrostellen van 400 meter bijvoorbeeld wel kunnen worden afgehandeld op het eiland, maar de huidige stations in Amsterdam laten slechts metrovoertuigen toe tot circa 120 meter.

Het integreren met het bestaande NS-netwerk is minder goed mogelijk. Ten eerste sluiten de systemen nog niet optimaal op elkaar aan en zijn er de nodige aanpassingen noodzakelijk om dit te bewerkstelligen. Op dit moment zijn er onderzoeken gestart om een dergelijke integratie te bekijken en de eerste conclusies zijn dat het een behoorlijke kostbare aangelegenheid kan worden [*Bron: Light Rail Infrastructure, ARCADIS RailInfraBeheer ProjectenCentrum, september 1999*]. Ten tweede hebben de beide systemen verschillende rijkarakteristieken, hetgeen een nadelige invloed heeft op de capaciteit van het totale systeem (zie capaciteit bij de conventionele trein).

Open/gesloten systeem

Een light rail verbinding leent zich voor beide systemen, waarbij geen uitgesproken voorkeur is voor één van beide. Deze keuze hangt vooral af van het feit of het systeem geïntegreerd wordt met bestaande systemen.

Profiel van Vrije Ruimte

Het Profiel van Vrije Ruimte hangt vooral af van de fysieke ruimte die nodig is voor het materieel. Door de beperkte topsnelheid zal de drukgolffproblematiek geen rol van betekenis spelen. Alhoewel het Profiel

van Vrije Ruimte per systeem kan verschillen, is vooralsnog uitgegaan van het Profiel van Vrije Ruimte behorend bij de Nieuwegeinlijn, welke overeenkomt met die van een conventionele trein. Dit betekent een oppervlak van circa 6000 x 6500 mm (b x h).

Faseringsmogelijkheden

De faseringsmogelijkheden zijn beperkt. Bij de start zullen er al minimaal drie verbindingen richting het eiland aangelegd moeten worden (heen, terug en een reserve verbinding). Bij uitbreidingen zullen er telkens twee extra verbindingen aangelegd moeten worden (heen en terug verbinding). Voor wat betreft de verbinding zijn er dus maar een beperkt aantal faseringsstappen. De faciliteiten die op het eiland en op het vaste land gebouwd moeten worden zijn beter faseerbaar, omdat deze aangepast kunnen worden aan de benodigde capaciteit. De verbindingen moeten echter in één keer worden aangelegd.

Ruimtelijke effecten naast de verbinding

Er zullen faciliteiten moeten worden aangelegd voor het in- en uitstappen van passagiers, het laden en lossen van bagage (verpakt in containers) en eventueel het in- en uitladen van vracht. Daarnaast zullen er voorzieningen gecreëerd moeten worden voor het opstellen, bufferen en onderhouden van het materieel.

G.4. Rail Conventioneel

Algemeen

Met het conventionele materieel wordt het huidige NS-materieel bedoeld. De NS rijdt op dit moment met verschillende typen materieel, die verschillende diensten uitvoeren. In een situatie waarbij de verbinding door conventioneel materieel verzorgd wordt, verdient het de voorkeur een keuze te maken voor een bepaald type materieel, zodat de capaciteit van de sporen optimaal kan worden benut.

Capaciteit

In tegenstelling tot light rail verbindingen, wordt het conventionele railnetwerk altijd beveiligd met behulp van seinen met bijbehorende seinbeelden. Dit beveiligingssysteem laat op dit moment een opvolgtijd van minimaal 135 seconden toe. Door verdere technisch ontwikkelingen is deze opvolgtijd wellicht te reduceren tot circa 90 seconden. Alhoewel hierover geen zekerheid is te verschaffen, is deze opvolgtijd gehanteerd voor het verdere ontwerp-proces.

Evenals het light rail systeem heeft de conventionele rail bij een opvolgtijd van 90 seconden een capaciteit van 36 treinen per uur, tenzij gebruik wordt gemaakt van treinen met verschillende rijeigenschappen. Bij heterogeen verkeer, (treinen met verschillende eigenschappen), kan de capaciteit reduceren tot ca. 12 treinen per uur. In deze situatie rijden er bijvoorbeeld zware vrachttreinen en intercity's over dezelfde infrastructuur. Het is derhalve van belang gebruik te maken van gelijkwaardig materieel.

Uitgaande van homogeen materieel, zal de haalbare capaciteit gelijkwaardig zijn aan de capaciteit van het light rail systeem.

Snelheid

De maximale snelheid van het conventionele materieel is 140 km/h. Deze snelheid wordt net als de opvolgtijd opgelegd door het beveiligingssysteem. Er wordt op dit moment echter al van alles gedaan om de snelheid op te schroeven naar 160 km/h. Het is waarschijnlijk dat dit vroeg of laat ook bewerkstelligd zal worden.

De gemiddelde snelheid van dit systeem op het huidige railnetwerk bedraagt circa 80 tot 90 km/h. Vanwege het beperkt aantal haltes (vermoedelijk 2) zal het mogelijk zijn de gemiddelde snelheid voor de verbinding naar het eiland te verhogen tot circa 100 km/h. Het inbrengen van een eventuele extra halte zal de gemiddelde snelheid reduceren.

Beschikbaarheid, betrouwbaarheid en risico's

Het conventionele spoorvervoer is op dit aspect gelijkwaardig aan het light rail systeem.

Veiligheid

De kans op ontsparingen en aanrijdingen is door de aard van het systeem groter dan bij light rail systemen. Door het verbeteren van de huidige besturingstechnieken, is het mogelijk het veiligheidsniveau op een hoger

peil te brengen. Calamiteiten, zoals bijvoorbeeld ontsporingen, komen overigens zeer incidenteel voor.

De gevolgen van calamiteiten kunnen aanzienlijk zijn. Ten eerste bevinden er zich ruim 800 personen in één trein van circa 400 m. Daarnaast is het mogelijk dat er schade aan de tunnel ontstaat, waardoor ook de andere treinstellen die onderweg zijn, in een gevaarlijke situatie kunnen komen.

Geschiktheid van het systeem voor passagiers, vracht, etc.

Op zich kunnen alle typen vracht en personen vervoerd worden. Zowel het vervoer van vracht als van personen is in de praktijk al bewezen. Een integratie tussen vracht en personen is echter problematisch en scheiding van beide ligt dan ook voor de hand. De personen- en vrachtterminals dienen gescheiden aangelegd te worden en dienen te worden bediend met 'eigen' materieel. De vracht- en passagierstreinen dienen wel dezelfde rijkaracteristieken te hebben om zodoende de capaciteit van het spoor optimaal te kunnen benutten.

Integratie bestaande systemen

Integratie met het bestaande railnetwerk is goed mogelijk, mits de treinen van verbinding en NS-netwerk dezelfde hoofdkenmerken hebben. Een ander belangrijk punt is dat de treinen afkomstig van het NS-netwerk op tijd moeten rijden. Vertragingen van deze treinen kunnen de treinen naar het eiland vertragen, hetgeen de capaciteit van de verbinding aanzienlijk kan reduceren.

Bij een eventuele integratie zal juist dit aspect moeten worden opgelost. De verschillende treindiensten moeten dusdanig worden afgestemd dat het tijdschema naar het eiland 100% gegarandeerd kan worden. Bij opvolgtijden van 90 seconden zal dit leiden tot bufferstations, waar treinen moeten wachten totdat er capaciteit in de verbinding aanwezig is. Deze bufferstations vragen ruimte, leiden tot extra wachttijden en zullen leiden tot een minder betrouwbare dienstregeling.

Open/gesloten systeem

Een conventionele railverbinding leent zich voor beide systemen, waarbij geen uitgesproken voorkeur is voor één van beide. Het lijkt echter wel onwaarschijnlijk dat wanneer voor een conventionele verbinding wordt gekozen, er geen verbinding wordt gemaakt met het huidige NS-netwerk. Een dergelijke verbinding betekent vrijwel zeker dat de verbinding als een open systeem zal gaan fungeren.

Profiel van Vrije Ruimte

Het Profiel van Vrije Ruimte voor het conventionele materieel komt overeen met het Profiel van Vrije Ruimte voor het light rail materieel, want ook bij deze snelheden speelt de drukgolven problematiek nog geen rol van betekenis. Het Profiel van Vrije Ruimte bedraagt derhalve circa 6000 x 6500 mm (b x h).

Faseringsmogelijkheden

De faseringsmogelijkheden blijven ook bij het conventionele materieel beperkt tot de faciliteiten op het vaste land en het eiland. De verbinding zelf levert, zoals bij de light rail systemen aangegeven, weinig mogelijkheden op.

Ruimtelijke effecten naast de verbinding

De ruimtelijke effecten op het eiland behoeven niet groot te zijn indien de gehele railinfrastructuur in zijn geheel ondergronds wordt aangebracht. Er zullen echter wel faciliteiten moeten worden aangelegd voor het in- en uitstappen van passagiers en eventueel het in- en uitladen van vracht en

bagage. Daarnaast zullen er voorzieningen gecreëerd moeten worden voor het opstellen, bufferen en onderhouden van het materieel.

G.5. Rail Hoge Snelheid

Algemeen

Bij een verbinding volgens het hoge snelheidsprincipe, wordt met materieel zoals de TGV gereden. Dit materieel is voor het overgrote deel te vergelijken met het huidige NS-materieel. Kenmerkend anders is echter de wijze waarop de verbinding beveiligd is, mede hierdoor is het mogelijk met een veel hogere snelheid te rijden.

Capaciteit

De capaciteit van een hoge snelheidsverbinding is vergelijkbaar met die van het conventionele materieel. Ook voor deze verbinding wordt verondersteld dat een opvolgtijd van 90 seconden haalbaar is, alhoewel dit voor een hoge snelheidsverbinding nog moeilijker te realiseren is dan bij een conventionele verbinding. Een opvolgtijd van 90 seconden betekent dus dat er 36 treinen per uur in één richting kunnen rijden bij een 100% bezettingsgraad en homogeen treinverkeer.

Uitgaande van homogeen materieel, zal de haalbare capaciteit gelijkwaardig zijn aan de capaciteit van het light rail systeem.

Snelheid

Het kenmerkende verschil met het conventionele materieel is de snelheid waarmee gereden wordt. De maximale snelheid van het hoge snelheidsmaterieel ligt tussen 200 en 300 km/h. Bij een ondergrondse verbinding zal de drukgolvenproblematiek een belangrijke rol gaan spelen, waardoor de benodigde vrije oppervlakte van de tunnel meer dan lineair zal toenemen. Toepassing van snel materieel is een afweging tussen reistijd en kosten.

De gemiddelde snelheid van dit systeem bij een afstand van 40 kilometer tussen het eiland en Schiphol, varieert tussen de 175 en 220 km/h, afhankelijk van de maximale snelheid waarmee gereden wordt. Door de optrek- en remkarakteristieken is de gemiddelde snelheid op korte trajecten aanzienlijk lager dan men aan de hand van de maximale snelheid zou verwachten. Voor een hoge snelheidsverbinding geldt hierdoor nog meer dan bij conventioneel materieel dat het inbrengen van een eventuele extra halte een negatieve impact zal hebben op gemiddelde snelheid van de verbinding.

Beschikbaarheid, betrouwbaarheid en risico's

De betrouwbaarheid, beschikbaarheid en risico's van dit systeem zijn vergelijkbaar met die van het conventionele materieel. Vanwege de hoge snelheid zullen de gevolgen bij calamiteiten echter een grotere impact kunnen hebben.

Veiligheid

De veiligheid van dit systeem is te vergelijken met die van het conventionele systeem.

Geschiktheid van het systeem voor passagiers, vracht, etc.

Zowel het vervoer van vracht als het verplaatsen van personen is met dit systeem heel goed mogelijk. Echter analoog aan het conventionele materieel is een integratie tussen vracht en personen problematisch en scheiding van beide ligt dan ook voor de hand. De personen- en vrachtterminals dienen dan ook gescheiden aangelegd te worden en dienen te worden bediend met verschillend materieel, die wel dezelfde rijkarakteristieken hebben.

Integratie bestaande systemen

Een aansluiting op het in de toekomst aanwezige hoge snelheidsnetwerk levert geen problemen op. Een aansluiting op het bestaande NS-netwerk is lastiger, aangezien de hoge snelheidstreinen en de conventionele treinen met verschillende systemen beveiligd worden. Een menging van deze beveiligingsystemen is zeker niet onmogelijk maar wel kostbaar. In hoeverre een integratie van beide systemen gewenst is, is nog maar de vraag. De beide systemen hebben een andere maximale snelheid, hetgeen voor de capaciteit van de verbinding erg ongunstig is. Op het gemeenschappelijke traject dienen de voertuigen dan ook met gelijke rijkaracteristieken te rijden.

Open/gesloten systeem

Een hoge snelheidsverbinding leent zich voor beide systemen, waarbij geen uitgesproken voorkeur is voor één van beide. Of de verbinding aangesloten wordt op het bestaande hoge snelheidsnetwerk zal onderzocht moeten worden. Voor geen van beide opties is een directe voorkeur en er zullen andere factoren zijn (bijvoorbeeld vanuit de luchtvaart), die de keuze tussen een open of gesloten systeem zullen onderbouwen.

Profiel van Vrije Ruimte

Het Profiel van Vrije Ruimte voor dit systeem wordt met name bepaald door de drukgolf problematiek. De luchtverplaatsing bij hoge snelheden is van die omvang dat er extra ruimte gecreëerd moet worden om deze luchtverplaatsing zonder problemen te laten verlopen.

Het Profiel van Vrije Ruimte voor conventioneel spoor bedraagt circa 6 x 6,5 m. Door met snelheden boven de 200 km/h te gaan rijden zal het oppervlak toenemen vanwege de drukgolf problematiek. Bij een snelheid van 225 km/h is een oppervlak van 8 x 8 meter nodig en bij een maximale snelheid van 300 km/h is een oppervlak van rond de 10 x 10 meter vereist.

Faseringsmogelijkheden

De faseringsmogelijkheden blijven ook bij deze verbinding beperkt tot de faciliteiten op het vaste land en het eiland. De verbinding zelf levert weinig faseringsmogelijkheden op.

Ruimtelijke effecten naast de verbinding

De ruimtelijke effecten op het eiland behoeven niet te groot te zijn indien de gehele railinfrastructuur in zijn geheel ondergronds wordt aangebracht. Er zullen echter wel faciliteiten moeten worden aangelegd voor het in- en uitstappen van passagiers en eventueel het in- en uitladen van bagage en vracht. Daarnaast zullen er voorzieningen gecreëerd moeten worden voor het opstellen, bufferen en onderhouden van het materieel.

G.6. Magneetweeftrein

Algemeen

De magneetweeftrein is een alternatief voor wiel/rail-contact. Wrijving tussen de materialen onderling treedt niet op, aangezien er geen direct contact is tussen de baan en het voertuig. Hierdoor kunnen hoge snelheden worden gehaald tot circa 500 km/h zonder slijtage van mechanische onderdelen. Bijkomend voordeel is dat het materieel licht uitgevoerd kan worden aangezien de aandrijving zich voor het grootste deel in de baan bevindt, dit in tegenstelling tot het conventionele railmaterieel.

Capaciteit

Op dit moment is er nog weinig praktische ervaring met dit systeem. Momenteel kan er slechts 1 trein per onderstation rijden, hetgeen resulteert in opvolgtijden van 4 tot 5 minuten. Deze techniek zal in de komende jaren verder worden ontwikkeld. Voor de toekomstige situatie wordt dan ook een opvolgtijd van 90 s verondersteld. De capaciteit is dan vergelijkbaar met de capaciteit van de overige railsystemen.

Snelheid

De maximale snelheid van de magneet zweeftrein bedraagt 500 km/h. Deze snelheden zijn tot nu toe echter nog niet in de praktijk gebracht. Op de testbaan in Duitsland zijn wel snelheden bereikt van net boven de 400 km/h.

Het aanzetten en remmen van dit systeem gaat sneller dan bij de conventionele railsystemen, hetgeen betekent dat bij dezelfde maximale snelheden de gemiddelde snelheden net iets hoger liggen. De gemiddelde snelheid van een magneet zweeftrein zal dan tussen de 185 en 300 km/h liggen, afhankelijk van de gehanteerde maximale snelheid.

Beschikbaarheid, betrouwbaarheid en risico's

Praktische ervaring met magneet zweeftreinen ontbreekt. Wel zijn er testtrajecten aangelegd voor het uittesten van deze systemen. Het gebrek aan praktische ervaring moet echter worden gezien als risico. Vooral ten aanzien van het goed functioneren van wissels zijn nog onzekerheden.

Vanwege de beperkte praktische ervaring met dit systeem is het moeilijk iets te zeggen over de betrouwbaarheid van het systeem. De veronderstelling is dat dit systeem een hogere betrouwbaarheid heeft dan een conventioneel railsysteem.

De beschikbaarheid van het systeem na calamiteiten is afhankelijk van het aantal redundante sporen en de aard van de fysieke verbinding. Aandachtspunt vormt het relatief grote aantal treinen dat onderweg is. Na een calamiteit moet de tunnel ontruimd kunnen worden. Te denken valt aan wissels om voorbij de storing te rijden (vaak moeilijk bij magneet zweeftreinen) of een mogelijkheid om achteruit te evacueren.

Veiligheid

Het heeft er alle schijn van dat de veiligheid van dit systeem groter is dan de veiligheid van een conventionele trein. Dit heeft ermee te maken dat de shuttles voortbewogen worden door de baan en niet door de shuttle zelf, hierdoor wordt de kans op botsing tussen twee shuttles kleiner. Een tweede punt is dat de kans op het los raken van een shuttle van de baan (het zogenaamde ontsporen bij een railverbinding) zeer gering is.

Geschiktheid van het systeem voor passagiers, vracht, etc.

Vanwege het ontbreken van een motor in de shuttle, kunnen deze voertuigen veel lichter gebouwd worden. Een consequentie hiervan is dat deze shuttles minder belading kunnen hebben als een conventioneel railgebonden voertuig. Een magneet zweeftrein is daarom minder geschikt voor het vervoeren van luchtvracht. Daarentegen is het systeem voor het verplaatsen van personen uitermate geschikt. Door het ontbreken van een direct contact tussen de baan en voertuig, is het geleverde comfort van dit systeem van een hoger niveau.

Integratie bestaande systemen

Het zweefprincipe wordt in Nederland nog niet toegepast. Het introduceren van dit systeem voor de verbinding betekent dat er geen integratie mogelijk is met bestaande systemen. Er zal bij de startpunt van het systeem altijd overgestapt moeten worden.

Wanneer een dergelijk systeem ook gebruikt wordt om de steden in de Randstad met elkaar te verbinden, dan kan deze verbinding worden geïntegreerd worden met dit systeem op het vaste land.

Open/gesloten systeem

De zweeftechniek is zowel geschikt voor een open, als voor een gesloten systeem. Omdat de zweeftechniek nog niet is toegepast in Nederland, zal het systeem op zichzelf staan. In het geval van een open verbinding is het systeem dedicated en zal er altijd een overstap noodzakelijk zijn.

Profiel van Vrije Ruimte

Het Profiel van Vrije Ruimte voor de magneetzweeftrein komt sterk overeen met het Profiel van Vrije Ruimte voor de hoge snelheidstrein. Bij de zweeftechniek zal de benodigde ruimte echter iets groter moeten zijn, vanwege de extra benodigde ruimte voor de onderbouw. Eerder is al aangegeven dat het aandrijfmechanisme bij de zweeftechniek in de baan zit, waardoor een dikkere baanconstructie noodzakelijk is.

Faseringsmogelijkheden

De faseringsmogelijkheden zijn bij deze verbinding niet anders dan bij de overige railtechnieken.

Ruimtelijke effecten naast de verbinding

De ruimtelijke effecten op het eiland behoeven niet te groot te zijn indien de benodigde infrastructuur voor de verbinding in zijn geheel ondergronds wordt aangelegd. Er zullen echter wel faciliteiten moeten worden aangelegd voor het in- en uitstappen van passagiers en eventueel het in- en uitladen van vracht en bagage. Daarnaast zullen er voorzieningen gecreëerd moeten worden voor het opstellen, bufferen en onderhouden van het materieel.

G.7. Swissmetro

Algemeen

Een nieuwe toepassing van de magneetzweef-technologie is de combinatie met tunnelbuizen waarin een gedeeltelijk vacuüm heerst. Door deze techniek speelt de drukkolgen problematiek geen rol van betekenis, waardoor de tunneldiameter klein kan worden gehouden. Dit levert een groot voordeel op voor de investeringskosten. Bij het systeem wordt in principe het gehele traject inclusief de stations vacuüm getrokken. Voor het in- en uitstappen zijn complexe stations noodzakelijk, welke zijn voorzien van luchtsluizen. De passagiers mogen immers niet worden blootgesteld aan het vacuüm. Verder kent het systeem geen wissels, waardoor er ook complexe traverseer-installaties moeten worden voorzien. Dit systeem kan overigens alleen als tunnelvariant worden aangelegd, vanwege de noodzaak tot het vacuüm zuigen van de verbinding.

Op dit moment wordt voor het traject Genève - Lausanne een concessie aangevraagd om dit systeem te introduceren. Qua kenmerkende eigenschappen zal dit systeem sterk overeenkomen met de magneetzweeftrein. Door de kleinere tunneldiameter wordt het mogelijk om met nog hogere maximale snelheden te rijden.

Capaciteit

Het systeem is op dit moment nog niet operationeel en daarmee wordt het moeilijk aan te geven wat de capaciteit van het systeem is. De veronderstelling is daarom dat dit systeem dezelfde capaciteit kan leveren als de magneetzweeftrein, hetgeen als een realistische aanname kan worden gezien.

Snelheid

De maximale snelheid van het systeem bedraagt meer dan 500 km/h. De gemiddelde snelheden zullen net iets hoger liggen als bij de magneetzweeftrein, aangezien er geen sprake is van luchtweerstand. Afhankelijk van de maximale snelheid, zal de gemiddelde snelheid tussen 190 en 400 km/h liggen.

Beschikbaarheid, betrouwbaarheid en risico's

Voor Swissmetro gaat hetzelfde op als voor de magneetzweeftrein, het systeem is nog niet operationeel. In tegenstelling tot de magneetzweeftrein is dit systeem ook niet getest. Door het ontbreken van praktische ervaring is het moeilijk om iets te kunnen zeggen over de betrouwbaarheid van het systeem. De veronderstelling is dat dit systeem een hogere betrouwbaarheid heeft dan een hoge snelheid railsysteem.

Een belangrijk aandachtspunt wordt gevormd door de aansluiting van de verschillende tunneldelen. Door het extra drukverschil moet extra aandacht worden besteed aan de waterdichtheid van de tunnel.

Tenslotte geldt voor de beschikbaarheid na calamiteiten hetzelfde als voor de andere railsystemen, er moet aandacht worden besteed aan voldoende redundantie. Aandachtspunt vormt het relatief grote aantal treinen dat onderweg is. Na een calamiteit moet de tunnel ontruimd kunnen worden. Wissels om de locatie te omzeilen zijn moeilijk te integreren en door de afmetingen erg duur en minder betrouwbaar.

Veiligheid

Het heeft er alle schijn van dat de veiligheid van dit systeem groter is. Dit heeft ermee te maken dat de shuttles voortbewogen worden door de baan en niet door de shuttle zelf, hierdoor wordt de kans op botsing tussen twee shuttles kleiner. Een tweede punt is dat de kans op het los raken van een shuttle van de baan (het zogenaamde ontsporen bij een railverbinding) zeer gering is.

Geschiktheid van het systeem voor passagiers, vracht, etc.

De geschiktheid van dit systeem is gelijk aan die van de magneetzweeftrein, hetgeen betekent dat het systeem vooral geschikt is voor het verplaatsen van passagiers en minder voor het vervoeren van luchtvracht.

Integratie bestaande systemen

Aangezien het systeem nu en in de directe toekomst nog niet in Nederland wordt toegepast of zal worden toegepast, is een integratie met bestaande systemen niet mogelijk.

Open/gesloten systeem

De Swiss-metro is zowel geschikt voor een open, als voor een gesloten systeem. Omdat deze vervoersmodaliteit nog niet is toegepast in Nederland, zal het systeem op zichzelf staan. In het geval van een open verbinding is het systeem dedicated en zal er altijd een overstap noodzakelijk zijn.

Profiel van Vrije Ruimte

Eerder is al aangegeven dat het wezenlijke verschil tussen de magneetzweeftrein en de Swissmetro terug te vinden is in de tunneldiameter. Door het vacuüm trekken van de tunnel is het mogelijk bij elke gewenste snelheid een diameter van rond de 5 meter toe te passen.

Andere mogelijkheden, zoals de brug of de afzinktunnel zijn niet geschikt voor de Swiss metro.

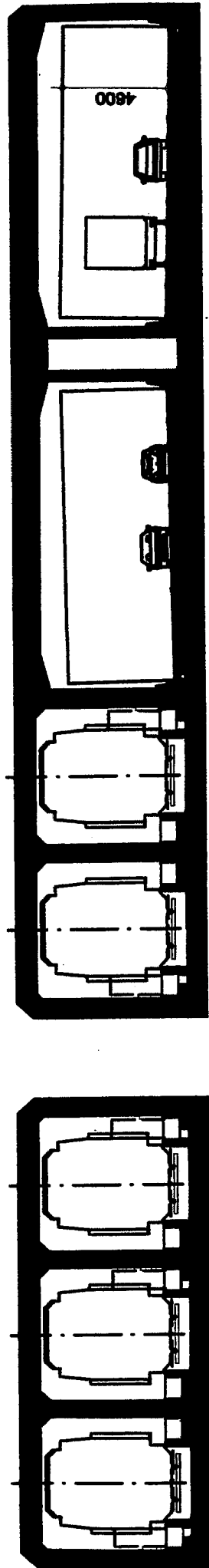
Faseringsmogelijkheden

De faseringsmogelijkheden zijn bij deze verbinding niet anders dan bij de railtechnieken en blijven beperkt tot de faciliteiten op het vaste land en het eiland. De verbinding zelf zal per tunnelverbinding aangelegd moeten worden.

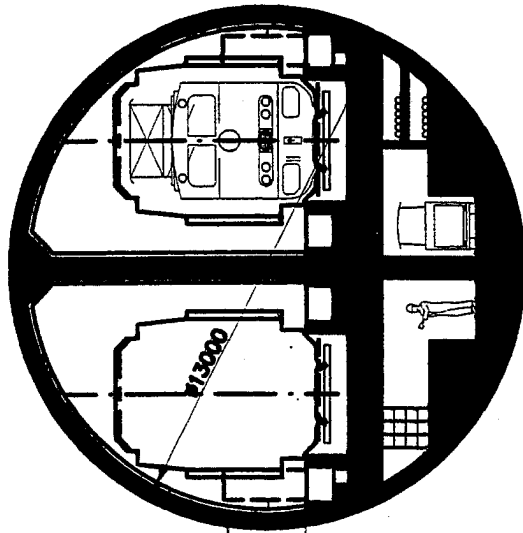
Ruimtelijke effecten naast de verbinding

De ruimtelijke effecten op het eiland behoeven niet te groot te zijn omdat de benodigde infrastructuur voor de verbinding in zijn geheel ondergronds wordt aangelegd. Er zullen echter wel faciliteiten moeten worden aangelegd voor het in- en uitstappen van passagiers en eventueel het in- en uitladen van vracht en bagage. Daarnaast zullen er voorzieningen gecreëerd moeten worden voor het opstellen, bufferen en onderhouden van het materieel.

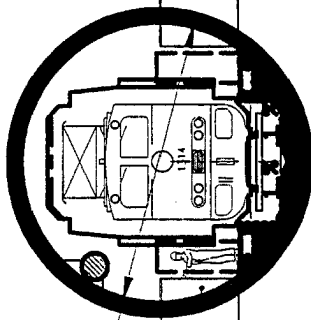
Bijlage H Figuren behorende bij de verbinding



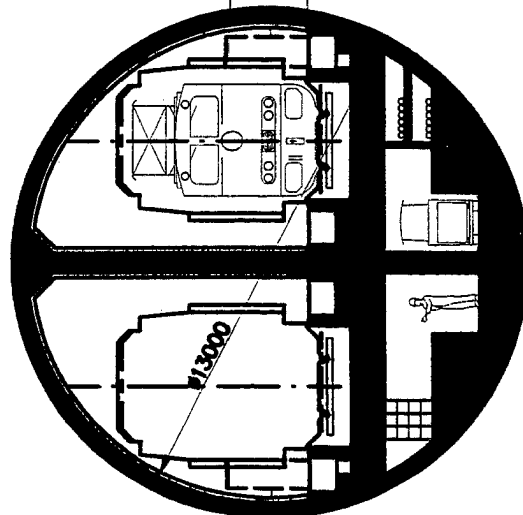
Dwarsdoorsnede afgezonken tunnels trein auto

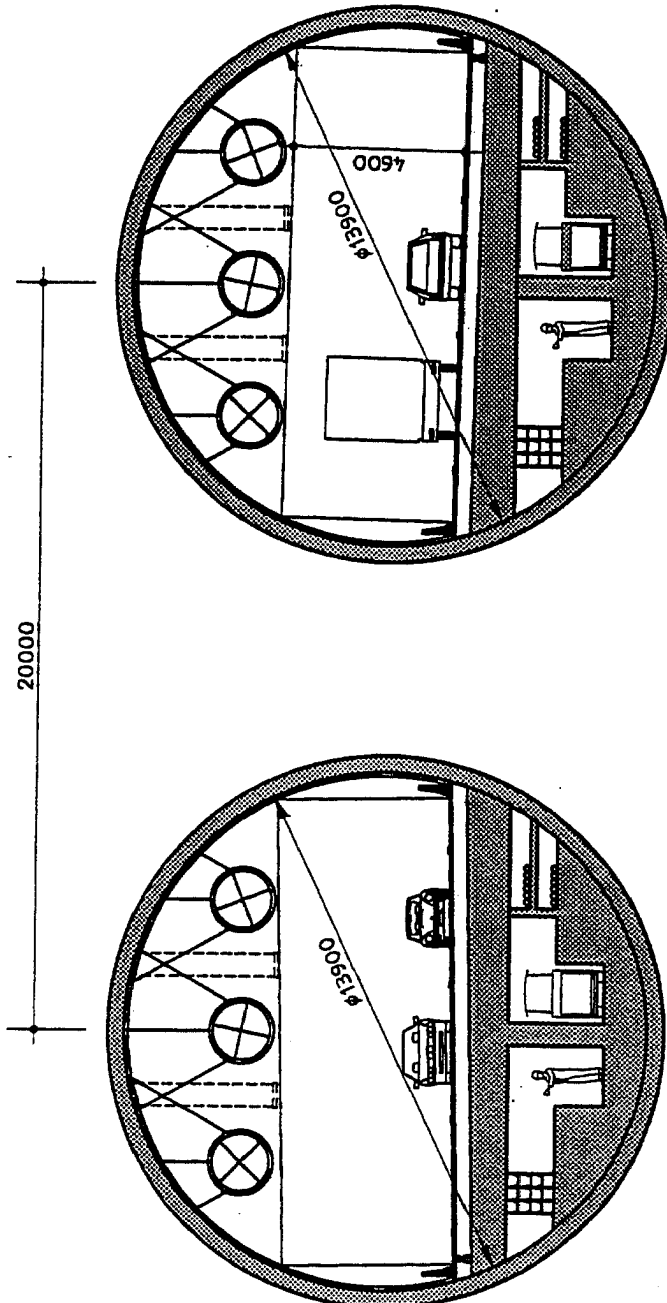


dwaarsverbinding

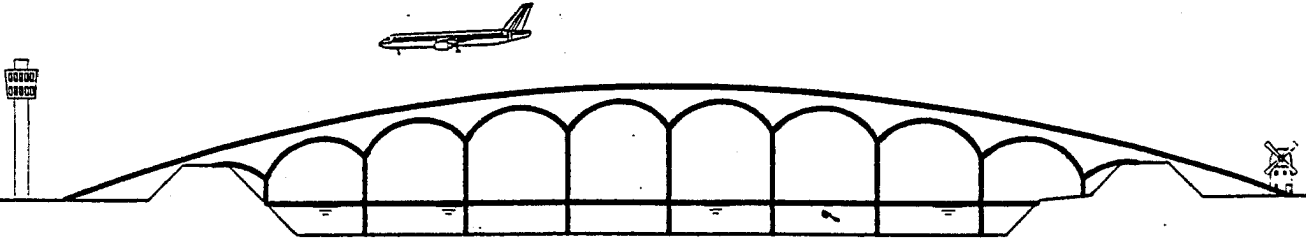


dwaarsverbinding

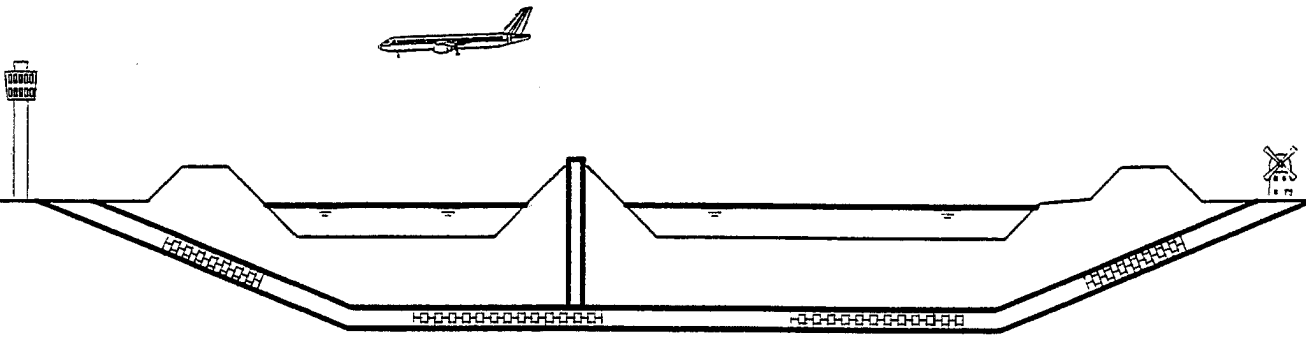




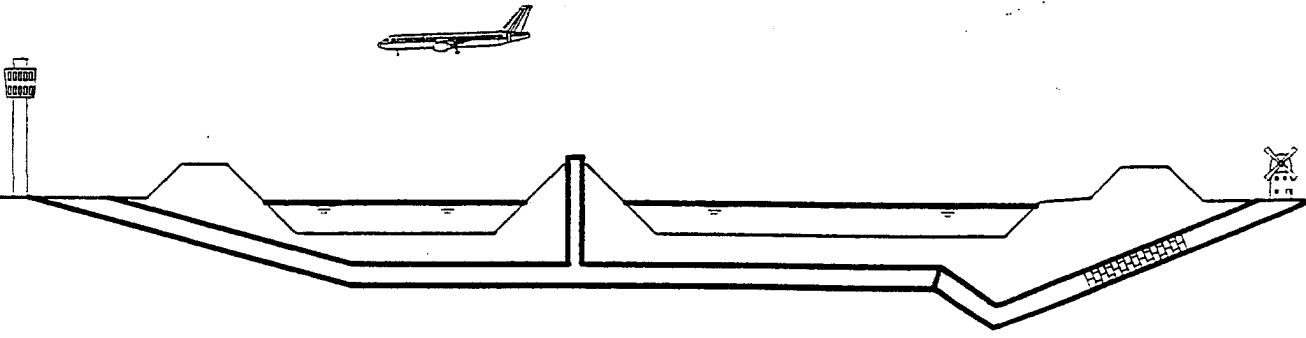
11



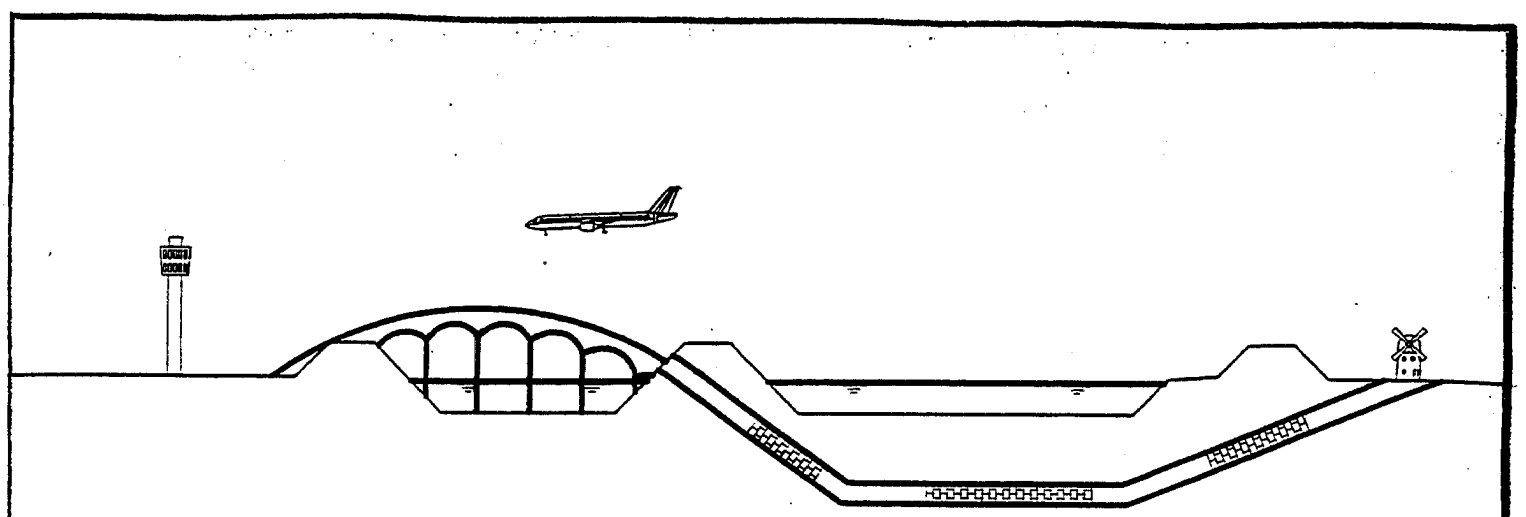
Brugverbinding over de gehele verbinding



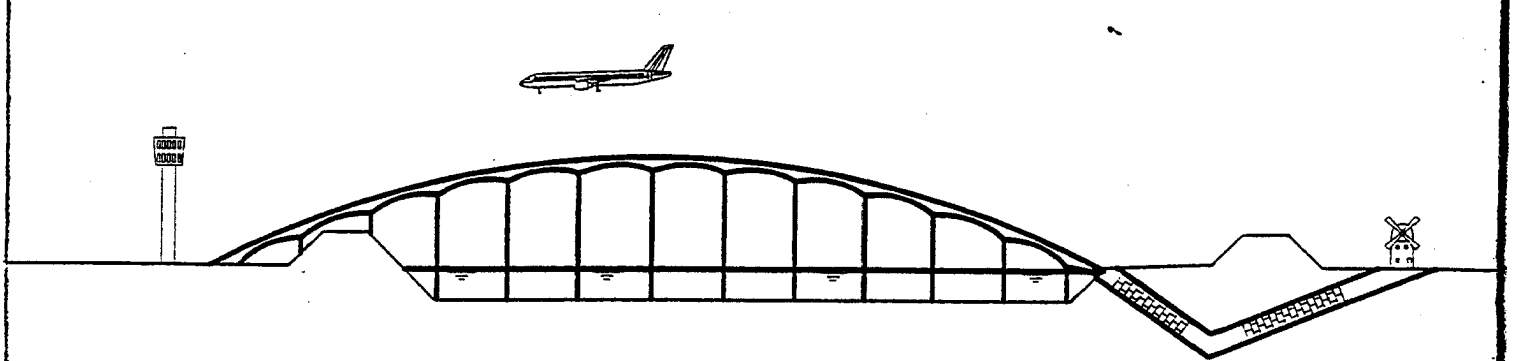
Boortunnel over de gehele verbinding



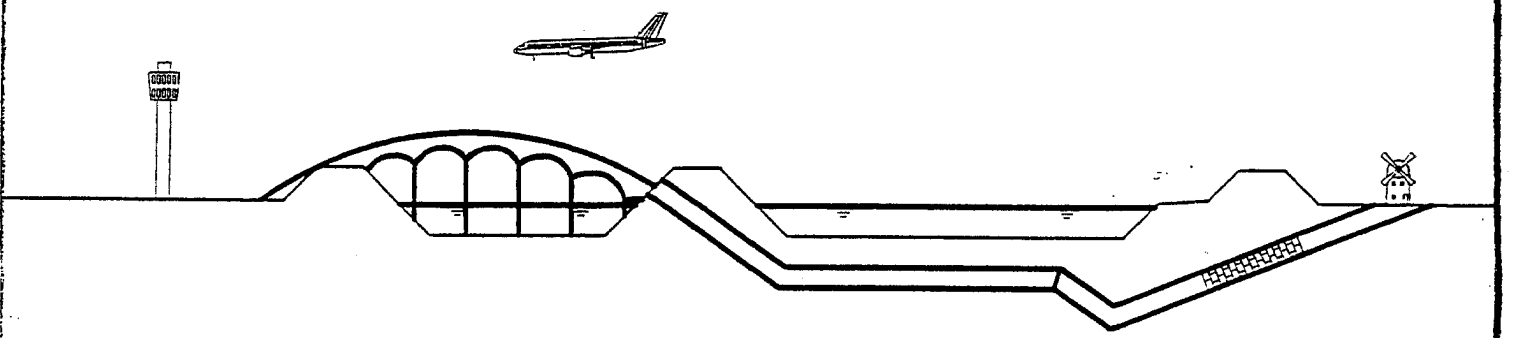
Boortunnel + Zinktunnel over gehele verbinding



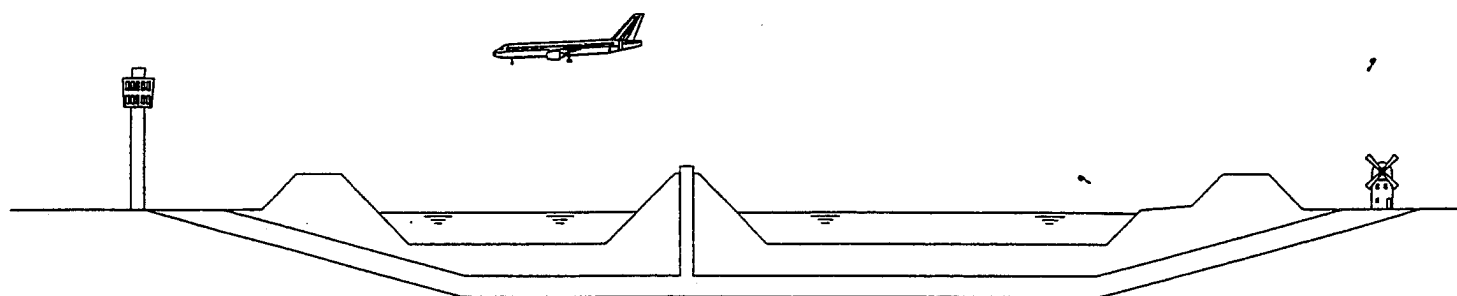
Boortunnel + Brugverbinding



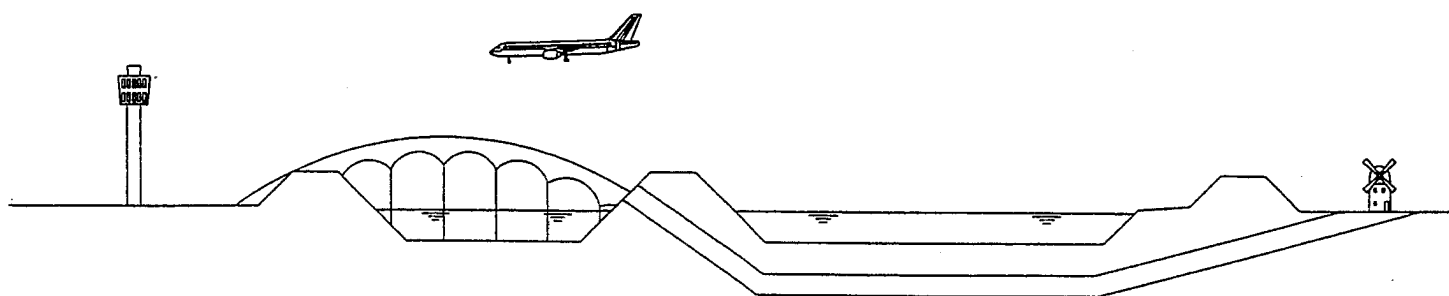
Boortunnel + brugverbinding



Boortunnel + Zinktunnel + Brugverbinding



Zinktunnel over de gehele verbinding



Zinktunnel + brugverbinding

Bijlage I Beoordeling van verbindingstechnieken

In deze bijlage worden verschillende verbindingstechnieken geëvalueerd en beoordeeld. In dit onderzoek zijn de volgende verbindingstechnieken beschouwd:

- afzinktechnieken
- boortechnieken
- bruggen
- dammen

De verschillende mogelijkheden zullen op een aantal aspecten met elkaar worden vergeleken. Op deze wijze ontstaat een goed inzicht in de eigenschappen van de verschillende bouwmethoden, zodat kan worden bepaald bij welke alternatief welke verbindingen in aanmerking komen. De volgende aspecten zijn onderzocht:

- milieu technische aspecten,
- maatschappelijke aspecten,
- bouwtijd,
- veiligheid en beschikbaarheid,
- morfologie,
- vogelproblematiek,
- faseringsmogelijkheden,
- uitbreidbaarheid,
- technische randvoorwaarden.

I.1. Afzinktechnieken

De afzinkmethode wordt toegepast voor tunnels onder water. Geprefabriceerde tunnelementen worden afgezonken, waarna deze, door gebruik te maken van de waterdruk, worden gekoppeld aan de reeds afgezonken tunneldelen. Een voorbeeld van een doorsnede van een zinktunnel is opgenomen in bijlage H, tekening 6.1.

Milieutechnische aspecten

Tunnels worden in principe geheel ondergronds toegepast, waardoor deze nauwelijks een impact hebben op het milieu aan de oppervlakte. De aanleg zelf geeft wel een bodemverstoring, echter deze heeft betrekking op een relatief klein gebied, welke zich vervolgens weer kan herstellen. Wel dient aandacht te worden besteed aan de zoetwaterbel onder de duinen. Door het afzinken kan het evenwicht worden verstoord, hetgeen een impact heeft op de eventueel aanwezige drinkwatergebieden.

Voor de duinpassage is een (kortstondige) verstoring aan het oppervlak ongewenst. Het graven van de benodigde geul geeft een grote impact op natuur en milieu. Bovendien dient de zeewering in stand te blijven, waardoor fasering noodzakelijk is. Deze bouwmethode is derhalve minder goed geschikt voor de duinpassage zelf.

Maatschappelijke aspecten

Juist omdat de tunnel niet zichtbaar is, zal de maatschappelijk weerstand tegen de tunnelverbinding niet groot zijn. Het uitvoeren van de duinpassage als zinktunnel zal waarschijnlijk wel weerstand oproepen.

Bouwtijd/fasering

De bouwtijd wordt beïnvloed door het aantal beschikbare fabrieken voor de productie van de prefab elementen, het aantal dagen werkbaar weer, het

gebruikte materieel, de lengte van de elementen, etc. Voor het plaatsen van de elementen moet rekening worden gehouden met 6 maanden werkbaar weer. Hierdoor moet een opslagterrein worden gecreëerd met een capaciteit voor 6 maanden tunnelbuisproductie.

Het plaatsen kan worden bemoeilijkt door het dichtslibben van de zinksleuf ten gevolge van de stromingen en de sedimentatie die hierdoor kan ontstaan. Indien de duinpassage ook als zinktunnel wordt uitgevoerd, moeten er tenminste twee bouwdokken worden toegepast, één aan de zeezijde en één aan de landzijde. Dit is noodzakelijk omdat de zeewering te allen tijde in stand moet blijven, waardoor er geen doorgaande zinksleuf van de zeezijde landinwaarts kan zijn.

De bouw van het eiland heeft in mindere mate invloed op de planning. Nadat een deel van het eiland gereed is, kan een aanvang worden gemaakt met de bouw van de aansluiting naar het eiland.

Veiligheid en beschikbaarheid

De tunnelementen kunnen in iedere gewenste vorm worden gefabriceerd en het is relatief eenvoudig vluchtwegen tussen de verschillende compartimenten te realiseren. Vluchtdeuren kunnen op relatief korte afstanden worden opgenomen. Op deze wijze is een redelijk goede evacuatie te bewerkstelligen.

Bij ernstige calamiteiten, zoals bijvoorbeeld een aanslag, is het mogelijk dat het gehele element onbruikbaar wordt. Hierdoor kan, indien alle verbindingen door één element worden gevoerd, de gehele verbinding onbruikbaar worden. Met het oog op de vereiste beschikbaarheid van de systemen, impliceert dit dat er parallel meerdere elementen dienen te worden toegepast.

Tenslotte moet de zeewerende werking van de duinen volledig worden behouden. Aangezien de tunnel kan worden beschouwd als lek, dienen aanvullende maatregelen te worden genomen, bijvoorbeeld in de vorm van sluizen of een kanteldijk.

Morfologie

Met betrekking tot de morfologie zal de tunnel weinig impact hebben. Tijdens de uitvoering zal wel enige impact merkbaar zijn in verband met de aanwezigheid van de zinksleuf.

Vogelproblematiek

De tunnels hebben geen impact op de vogelproblematiek.

Uitbreidbaarheid

Capaciteitsuitbreidingen bij zinktunnels kunnen worden gerealiseerd door het aanleggen van een nieuwe zinktunnel of het vooraf voorzien van extra sporen. Het aanleggen van een nieuwe zinktunnel gaat in principe gepaard met een behoorlijke capaciteitsprong. In de praktijk zal men proberen om rekening te houden met de toekomstige situatie en zodoende extra ruimte voorzien. De faseerbaarheid van de uitbreidingen is beperkt.

Bij een wegtunnel kan eventueel een aanwezige vluchtstrook worden omgebouwd tot rijstrook. Dit gaat evenwel ten koste van de veiligheid. Een mogelijkheid is het inrichten van flexibele rijstroken, waarbij alleen in de spits de vluchtstrook als rijstrook gebruikt wordt.

Technische randvoorwaarden

Voor het wegvervoer moet aandacht worden besteed aan het ventilatie probleem. De lengte van 20 kilometer stelt extreem hoge eisen aan de

technische installaties in de tunnel. Dit heeft er bijvoorbeeld toe geleid dat in de Trans-Tokyo Bay tunnel halverwege een ventilatieschacht gebouwd moest worden om verontreinigde lucht af te voeren. De maximale afstand tussen de ventilatieschachten bedroeg in dit geval circa 5 km. In Japan rijdt echter een groot aandeel van het verkeer op diesel, met de bijbehorende roetproblematiek. In Nederland ligt dit aanmerkelijk gunstiger, waardoor er grotere afstanden (max. 10 km) met langsventilatie te overbruggen zijn. Desondanks leidt een autotunnel derhalve tot de toepassing van minimaal één tusseneiland ter bescherming van de ventilatieschachten. Met andere technieken (dwarsventilatie) zijn nog langere tunnellingtes mogelijk, echter het is waarschijnlijk dat de afstand kust-eiland niet in 1 keer kan worden overbrugd zonder ventilatieschacht.

Zoals gebleken uit de evaluatie van modaliteiten, is het gewenst de treinen de mogelijkheid te geven om te wisselen om zodoende 'omrijroutes' te creëren bij storingen. Bij zinktunnels zijn er voldoende mogelijkheden om dergelijke alternatieve wegen te creëren. Deze constructies mogen echter niet ten koste gaan van de vluchtwegen in de doorsneden.

Het afzinken in de brandingszone geeft extra problemen in verband met het dichtslippen van de zinksleuf. Bijvoorkeur moet het afzinken in deze zone worden vermeden.

De zinktunnel is relatief ondiep gelegen, waardoor de toeritten naar een tusseneiland of naar de luchthaven zelf relatief beperkt van lengte kunnen zijn. Dit aspect kan worden beschouwd als een belangrijk voordeel.

Tenslotte kan de zinktunnel met relatief eenvoudige overgangsconstructies worden gekoppeld aan bijvoorbeeld cut and cover-achtige constructies.

1.2. Boortechneken

Boortunnels kunnen zowel onder water als op het land worden toegepast. In een zogenaamde 'startschacht' bevindt zich de boormachine, waarmee de grond wordt weggenomen, waarbij er gelijktijdig tunnelsegmenten worden geplaatst. De boorkoppen voor slappe grond hebben voldoende levensduur voor het boren van 6 tot 8 kilometer tunnel. Ingrijpend onderhoud kan de levensduur van de boorkoppen verlengen. Voorbeelden van doorsneden van een boortunnel zijn opgenomen in bijlage H, tekening 6.2 en 6.3.

Milieu technische aspecten

Boortunnels worden in principe geheel ondergronds toegepast, waardoor deze nauwelijks een impact hebben op het milieu aan de oppervlakte. De combinatie van goed lopend zeezand en grote tunneldiameters kunnen echter wel leiden tot een bodemzetting aan de oppervlakte. De impact op natuur en milieu zal echter beperkt zijn. De impact beperkt zich tot de start- en ontvangstschachten met omliggende ondersteunende terreinen.

Verder zal aandacht moeten worden besteed aan het voorkomen van milieu verstooring tijdens de bouwperiode, denk bijvoorbeeld aan het verlies van schadelijke boorvloeistoffen. Aan dit aspect zal veel aandacht moeten worden besteed, daar waarschijnlijk wordt geboord in waterwingebieden. Ook zal moeten worden voorkomen dat het evenwicht van de zoetwaterbel wordt verstoord door indringing van zout zeewater.

Voor de duinpassage is de boortechneik uitermate geschikt. De impact beperkt zich immers tot de start- en ontvangstschachten. De invloed van de aanwezigheid van de tunnel op het grondwaterregime dient nader te worden onderzocht, met name in relatie tot de drinkwaterwinning.

Maatschappelijke aspecten

Juist omdat de tunnel niet zichtbaar is, zal de maatschappelijk weerstand tegen de tunnelverbinding niet groot zijn.

Bouwtijd/fasering

De bouwtijd wordt beïnvloed door het aantal boormachines en de betrouwbaarheid van het materieel. Daarnaast heeft ook de diameter van de boortunnel impact op de bouwsnelheid, daar een kleinere tunneldiameter een hoger aantal verbindingen noodzakelijk maakt. Op dit moment is duidelijk dat er een groot aantal boorkoppen noodzakelijk is.

Wanneer de tunnel van circa 20 kilometer vanaf eiland en vaste land wordt geboord, is de te boren lengte per boor 10 km. Deze lengte ligt aan de grens van de mogelijkheden. Indien een tusseneiland wordt gecreëerd is het in principe mogelijk voor één tunnelbuis vier boormachines in te zetten die elk 5 km afleggen. Uitgangspunt voor deze varianten is dat de tunnelboormachines elkaar ondergronds ontmoeten. Dit kan middels een tussenschacht, of met behulp van grondverbeteringstechnieken vanuit de tunnelbuizen gebeuren. Dit laatste is bijvoorbeeld toegepast bij de Trans Tokyo Bay tunnel. De twee tunnelboormachine's zijn hier tot op korte afstand van elkaar genaderd, waarna een vrieslichaam is gecreëerd om de aansluiting te maken. Het binnenwerk van de boormachine is vervolgens verwijderd. De schildmantel blijft in de grond achter.

Voor een dergelijk lange tunnel wordt een gemiddelde voortgangssnelheid van 10 meter per dag haalbaar geacht. Dit leidt tot een boortijd van 3 tot 5 jaar. Hierbij komt nog de bouwtijd van de startschachten, inclusief eventueel een eiland en de afbouw van de tunnel. Voor de afbouw van de tunnel kan 40 meter per dag worden aangehouden. Voor grote tunnelbuizen kan mogelijk de afbouw al gedeeltelijk tijdens het boorproces plaatsvinden. Het boorproces wordt niet overigens nauwelijks beïnvloed door het weer.

De bouw van het eiland en tusseneiland heeft een belangrijke invloed op de planning. De boormachines kunnen immers pas geplaatst worden wanneer land aanwezig is.

Veiligheid en beschikbaarheid

Het is afhankelijk van de grootte van de boortunnel of het mogelijk is om verschillende compartimenten aan te brengen en vluchtwegen te realiseren. Bij grotere diameters zijn hiertoe voldoende mogelijkheden. Bij kleinere diameters is deze mogelijkheid er niet en moet worden gezocht naar andere technische oplossingen om de veiligheid te garanderen. Bij kleine diameters kunnen er bijvoorbeeld dwarsverbindingen worden toegepast tussen de afzonderlijke boortunnels. Dit zijn evenwel complexe en kostbare voorzieningen evenals vluchtschachten naar maaiveld, voor zover überhaupt mogelijk.

Bij ernstige calamiteiten, zoals bijvoorbeeld een aanslag, is het mogelijk dat het gehele element onbruikbaar wordt. Hierdoor kan, indien alle verbindingen door één element worden gevoerd, de gehele verbinding onbruikbaar worden. Juist bij meerdere boortunnels met kleine diameter kunnen de gevolgen hiervan worden geminimaliseerd, daar er slechts één verbinding uitvalt.

De keuze voor de boordiameter is een optimalisatie tussen bovengenoemde aspecten. Vooral nog wordt ervan uitgegaan dat iedere tunnel minimaal 2 sporen of 3 rijbanen kan bevatten. Met deze afmetingen kunnen wissels, compartimenten, etc. gemakkelijk worden aangebracht, terwijl er toch meerdere parallel geplaatste tunnels noodzakelijk zijn.

Tenslotte moet de zeeverende werking van de duinen volledig worden behouden. Aangezien de tunnel kan worden beschouwd als lek, dienen

aanvullende maatregelen te worden genomen, bijvoorbeeld in de vorm van sluizen of een kanteldijk.

Morfologie

Aangezien de tunnels geheel ondergronds zijn gesitueerd, hebben de tunnels geen impact op de morfologie.

Vogelproblematiek

Aangezien de tunnels geheel ondergronds zijn gesitueerd, hebben de tunnels geen impact op de vogelproblematiek.

Uitbreidbaarheid

De uitbreidbaarheid van de boortunnels is goed indien wordt gekozen voor een relatief kleine diameter. De capaciteitsprong bij de aanleg van een nieuwe tunnel is dan relatief beperkt. De faseerbaarheid van de uitbreidingen is beter ten opzichte van de zinktunnels.

Technische randvoorwaarden

Voor het wegvervoer moet aandacht worden besteed aan het ventilatie probleem. De lengte van 20 kilometer stelt extreem hoge eisen aan de technische installaties in de tunnel. Het toepassen van ventilatieschachten om 'lucht' te happen ligt voor de hand.

Zoals gebleken uit de evaluatie van modaliteiten, is het gewenst om de treinstellen de mogelijkheid te geven om van spoor te wisselen om zodoende voorbij een storing te kunnen rijden. Bij gescheiden boortunnels met kleine diameter zijn hier speciale overgangsconstructies noodzakelijk om deze verbindingen te kunnen realiseren. Deze zullen naar verwachting met een open bouwput gerealiseerd moeten worden. Gezien de diepteligging van de tunnelbuizen en de lengte van een cross-over zijn hiermee hoge kosten verbonden. De voorkeur gaat dan ook uit naar tunnelbuizen met een iets grotere diameter, waarin minimaal twee sporen en een vluchtcompartiment kunnen worden opgenomen.

Door de diepere ligging van boortunnels ten opzichte van andere technieken kunnen de aansluitingen naar maaiveld langer worden. Aan de landzijde zal dit niet het geval zijn, maar bij een tusseneiland wel, aangezien een extra hoogteverschil van 10 a 15 meter overbrugd moet worden. Bij een helling van 1:30 leidt dit tot een tusseneiland dat in theorie 300 tot 450 m langer is. Door evenwel een onderwaterdam aan te brengen, eventueel van zwaar ophoog materiaal, is dit nog te verkorten. Gezien het totaal te overwinnen hoogteverschil, neemt de lengte van het tusseneiland in de orde van 20% toe.

Tenslotte moet worden opgemerkt dat de aansluiting van de boortunnel op bijvoorbeeld cut and cover-achtige constructies, relatief complexe en kostbare overgangsconstructies vraagt.

1.3. Bruggen

Bruggen kunnen worden toegepast voor de verbinding tussen kust en eiland.

Milieu technische aspecten

Bruggen worden in principe geheel bovengronds toegepast, waardoor deze een impact kunnen hebben op het milieu.

Met name bij de duinpassage kan de brugverbinding een behoorlijke impact hebben op natuur en milieu, waardoor deze variant voor de duinpassage minder goed in aanmerking komt.

Maatschappelijke aspecten

De brug zal volledig in het zicht zijn, waardoor een aanzienlijke maatschappelijke weerstand tegen de brugverbinding te verwachten is.

Bouwtijd/fasering

De bouwtijd wordt beïnvloed door het aantal dagen werkbaar weer, de hoeveelheid equipment, het aantal fabrieken, etc. Bij de realisering van een brug is het goed mogelijk meerdere bouwstromen parallel aan elkaar te laten verlopen. Het tracé kan op meerdere plaatsen worden gebouwd, hetgeen de bouwtijd drastisch verkort. Een en ander is wel afhankelijk van de hoeveelheid fabrieken en equipment om te plaatsen. Net als bij de zinktunnel moet rekening worden gehouden met 6 maanden werkbaar weer voor het plaatsen, zodat er een aanzienlijk opslagterrein noodzakelijk is voor de tijdelijke opslag van brugelementen.

De bouw van het eiland heeft in mindere mate invloed op de planning. Nadat een deel van het eiland gereed is, kan een aanvang worden gemaakt met de aansluiting van de brug naar het eiland.

Veiligheid en beschikbaarheid

De veiligheid van de brugverbinding is hoog. Omdat de brug zich in een buitensituatie bevindt, zijn de vluchtmogelijkheden aanzienlijk. Wel dient rekening te worden gehouden met de kans op aanvaringen met de pijlers. Wellicht moeten er limitaties worden gesteld aan de grootte van het scheepsverkeer in de vaargeul onder de brug.

Verder kan het weer beperkingen stellen aan het gebruik van de brugverbinding (gladheid, harde wind). Hiertoe zijn echter technische oplossingen voor handen, zoals het overkappen of het verwarmen van het wegdek.

Bij ernstige calamiteiten, zoals bijvoorbeeld een aanslag, zal de schade relatief beperkt zijn, waardoor het onwaarschijnlijk is dat de gehele brug onbruikbaar wordt.

Morfologie

Met betrekking tot de morfologie zal de brug een behoorlijke impact hebben. De pijlers hebben een aanzienlijke invloed op de getij-, stroom- en golfbewegingen.

Vogelproblematiek

De brug kan fungeren als richtingwijzer naar het eiland, waardoor het waarschijnlijk is dat er meer vogels naar het eiland zullen trekken.

Uitbreidbaarheid

De uitbreidbaarheid van de brug is goed. In principe is het mogelijk om extra rijstroken of een geheel nieuw rijdek op een bestaande brug aan te brengen. Hiermee moet wel in de planfase rekening worden gehouden. De eerste constructie moet hiervoor overgedimensioneerd worden. De kosten hiervoor zullen evenwel beperkt zijn. Tevens is het goed mogelijk een nieuwe brug naast een bestaande brug aan te leggen.

Technische randvoorwaarden

Het ventilatieprobleem speelt niet voor bruggen. Wissels, etc. om eventuele treinen om te leiden kunnen eenvoudig worden gerealiseerd.

De aansluiting van de brug op land en eiland kan zeer eenvoudig worden gerealiseerd en vraagt geen gecompliceerde constructies.

I.4. Dammen

Voor de volledigheid kan tenslotte worden gedacht aan de toepassing van dammen tussen eiland en kust. Tevens kan een eventueel tusseneiland als een gedeeltelijke dam worden beschouwd.

Milieu technische aspecten

Dammen worden in principe geheel bovengronds toegepast, waarbij de doorgaande waterbeweging geheel wordt gestremd. Hierdoor ontstaat een geheel gewijzigd stromingspatroon, waarbij er ook een geheel gewijzigd sedimentatie gedrag zal ontstaan.

Op natuurlijke wijze zal langs de dam 'landaanwinning' ontstaan, terwijl de gewijzigde stroom tevens kan leiden tot een aanzienlijke ontzanding op locaties waar dit niet gewenst is.

Maatschappelijke aspecten

De dam zal volledig in het zicht zijn, waardoor een aanzienlijke maatschappelijke weerstand tegen de damverbinding te verwachten is.

Verder vormt de dam een blokkade, waardoor wordt ingegrepen op bestaande vaarroutes. Het plaatsen van bruggen is niet gewenst in verband met de capaciteit van de verbinding. Zeer sterke weerstand vanuit de scheepsvaartsector is waarschijnlijk.

Bouwtijd

De bouwtijd wordt beïnvloed door het aantal dagen werkbaar weer, de hoeveelheid equipment om te plaatsen, de beschikbaarheid van het materiaal, etc.

De bouw van het eiland heeft in mindere mate invloed op de planning. Nadat een deel van het eiland gereed is, kan een aanvang worden gemaakt met de aansluiting van de brug naar het eiland.

Veiligheid en beschikbaarheid

De veiligheid van de damverbinding is hoog. Omdat men in een buitensituatie bevindt, zijn de vluchtmogelijkheden aanzienlijk. Het gevaar van aanvaringen is niet aan de orde.

Wel moet aandacht worden besteed aan het weer. Vorst, wind en golfoverslag kunnen de veiligheid negatief beïnvloeden. Er zijn echter voldoende technische oplossingen voor handen om deze aspecten op te lossen.

Bij ernstige calamiteiten, zoals bijvoorbeeld een aanslag, zal de schade relatief beperkt zijn, waardoor het onwaarschijnlijk is dat het gehele dam onbruikbaar wordt.

Morfologie

Met betrekking tot de morfologie zal de dam een aanzienlijke impact hebben. Met name de gewijzigde stroming zal een geheel gewijzigd sediment gedrag te zien geven. Er kan afkalving ontstaan in gebieden waar dit niet gewenst is.

Vogelproblematiek

De dam kan fungeren als richtingwijzer naar het eiland, waardoor het waarschijnlijk is dat er meer vogels naar het eiland zullen trekken. Door aanzanding langs de dam ontstaat een voedselrijk gebied, waardoor er mogelijk nog meer vogels worden aangetrokken tot dam en eiland.

Uitbreidbaarheid

De uitbreidbaarheid van de dam is beperkt. Men zal de verbinding moeten baseren op de toekomst, waardoor men een relatief hoge overcapaciteit moet incalculeren. Bij uitbreiding moet weer een volledig nieuwe verbinding worden gecreëerd.

Technische randvoorwaarden

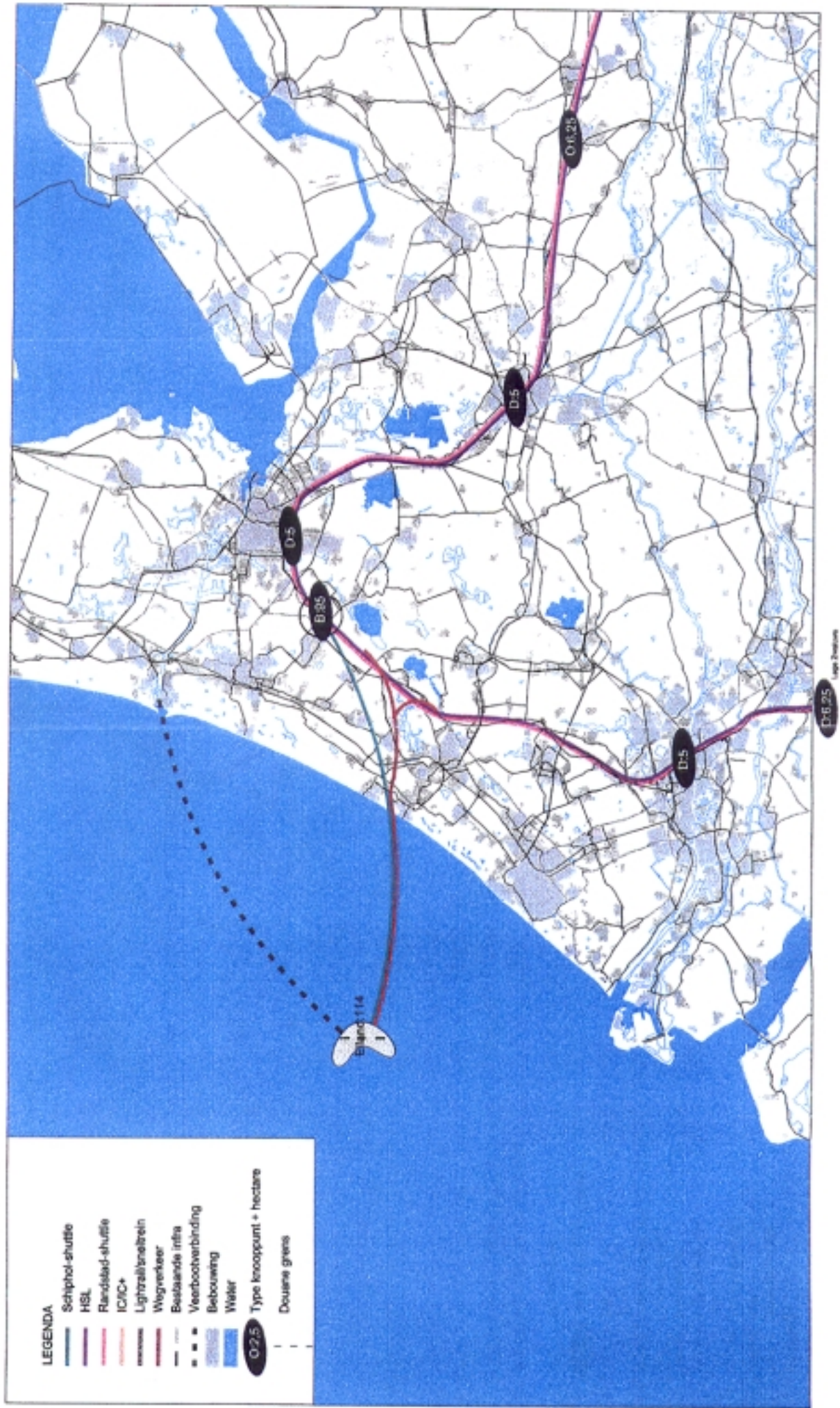
Het ventilatieprobleem speelt niet voor de dam. Wissels, etc. om eventuele treinen om te leiden kunnen eenvoudig worden gerealiseerd. Wel opent de dam de mogelijkheid tot het toepassen van een getijde centrale.

Bijlage J Tekeningen behorende bij knooppunten

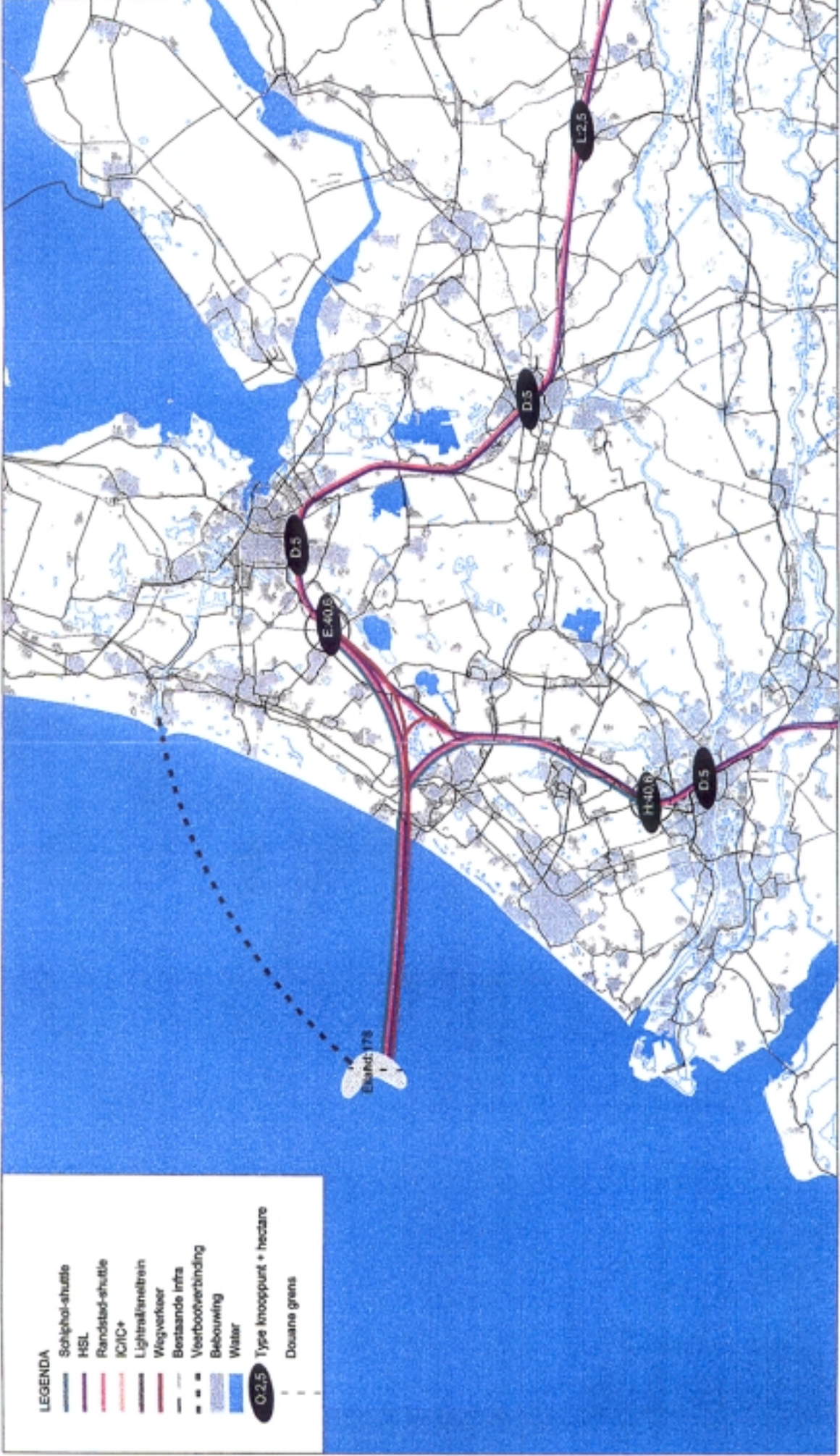
VERVOERSCONCEPT 1



VERVOERSCONCEPT 2



VERVOERSCONCEPT 3



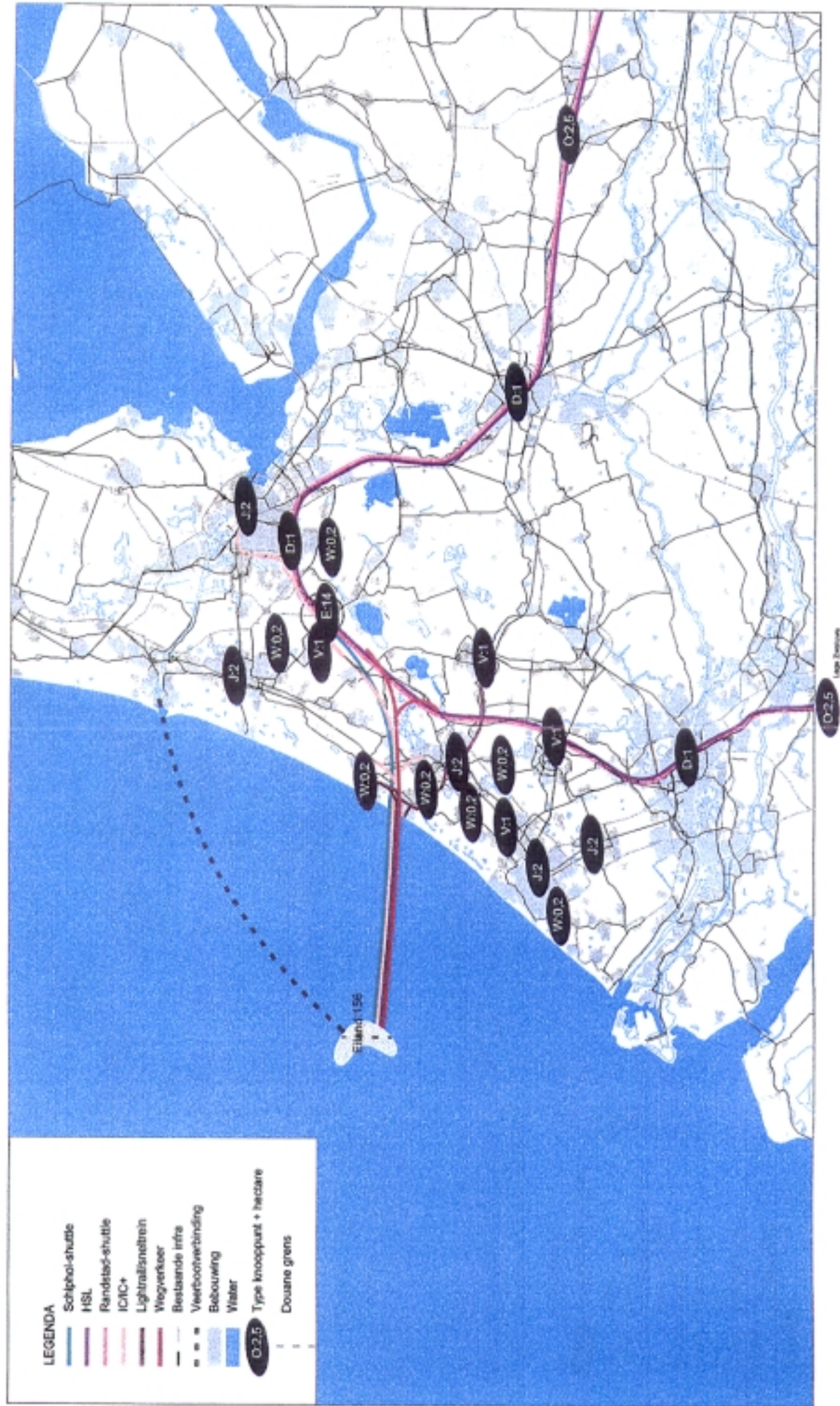
LEGENDA

- Schiphol-shuttle
- HSL
- Randstad-shuttle
- ICM+*
- Lightrail/metrolin
- Wegverkeer
- Bestaande infra
- Verboorverbinding
- Bebouwing
- Water
- 0-2.5 Type knooppunt + hectare
- Douane grens

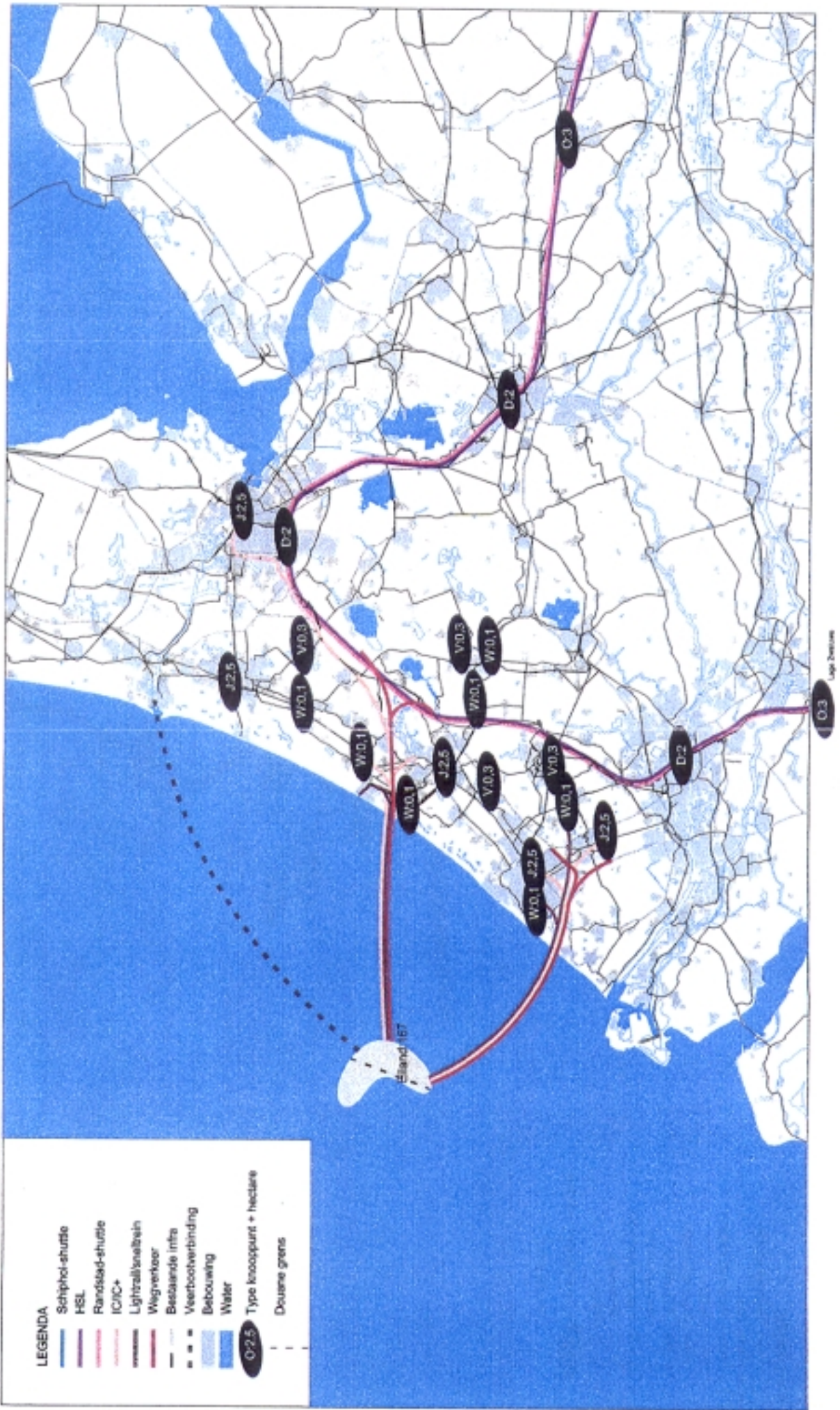
L.2.5 Lijn 2.5

Eiland 173

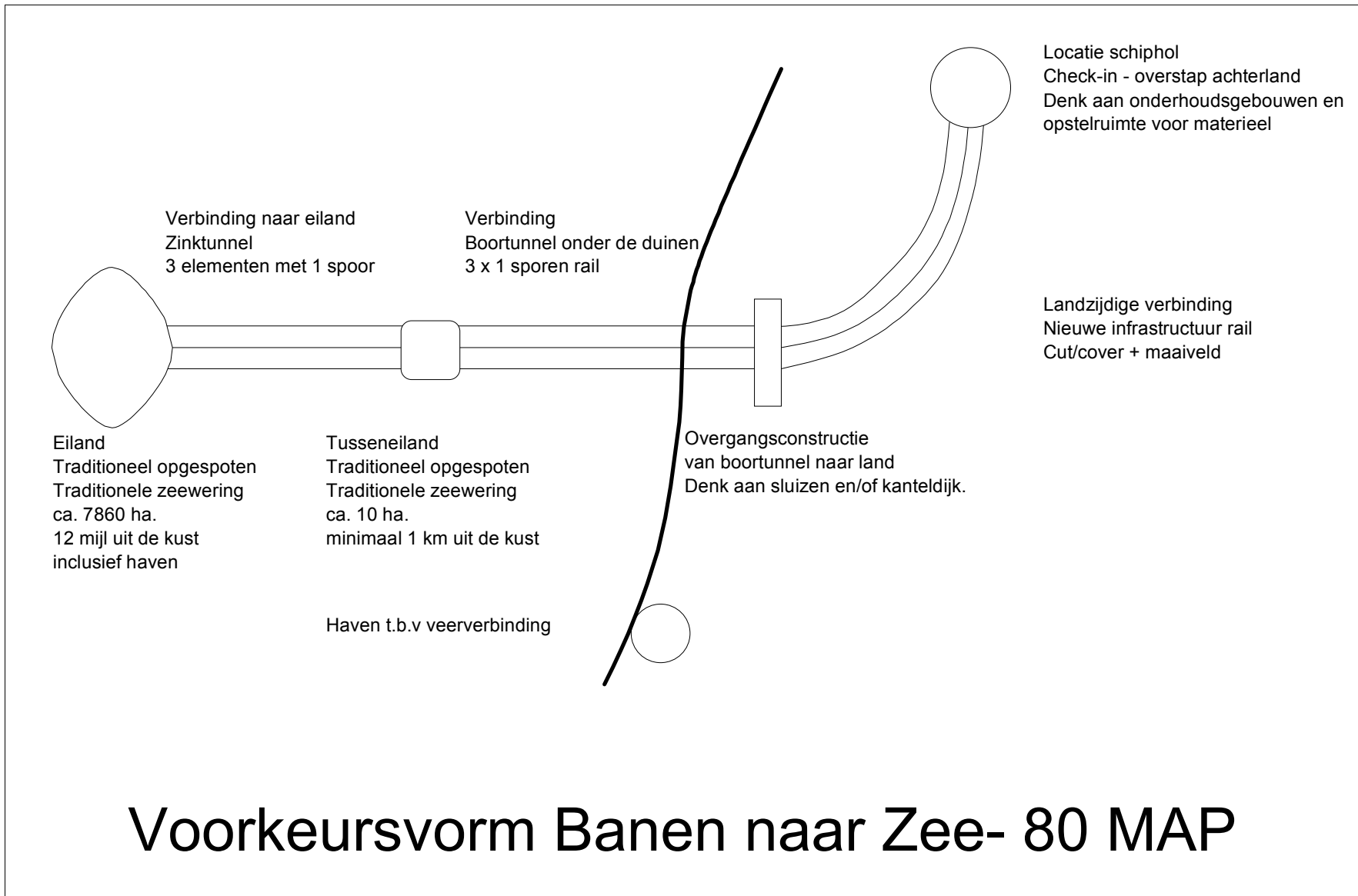
VERVOERSCONCEPT 4

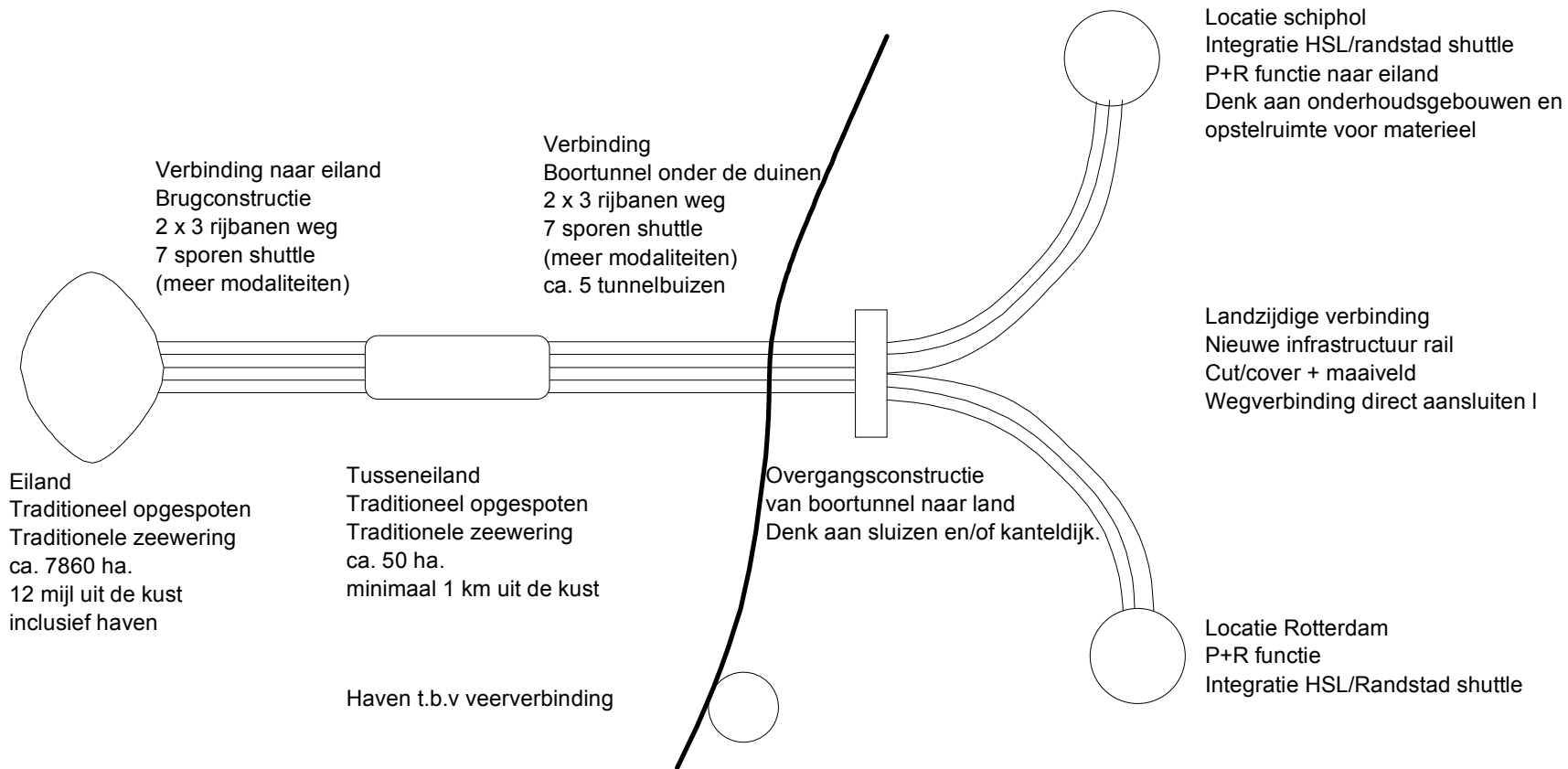


VERVOERSCONCEPT 6

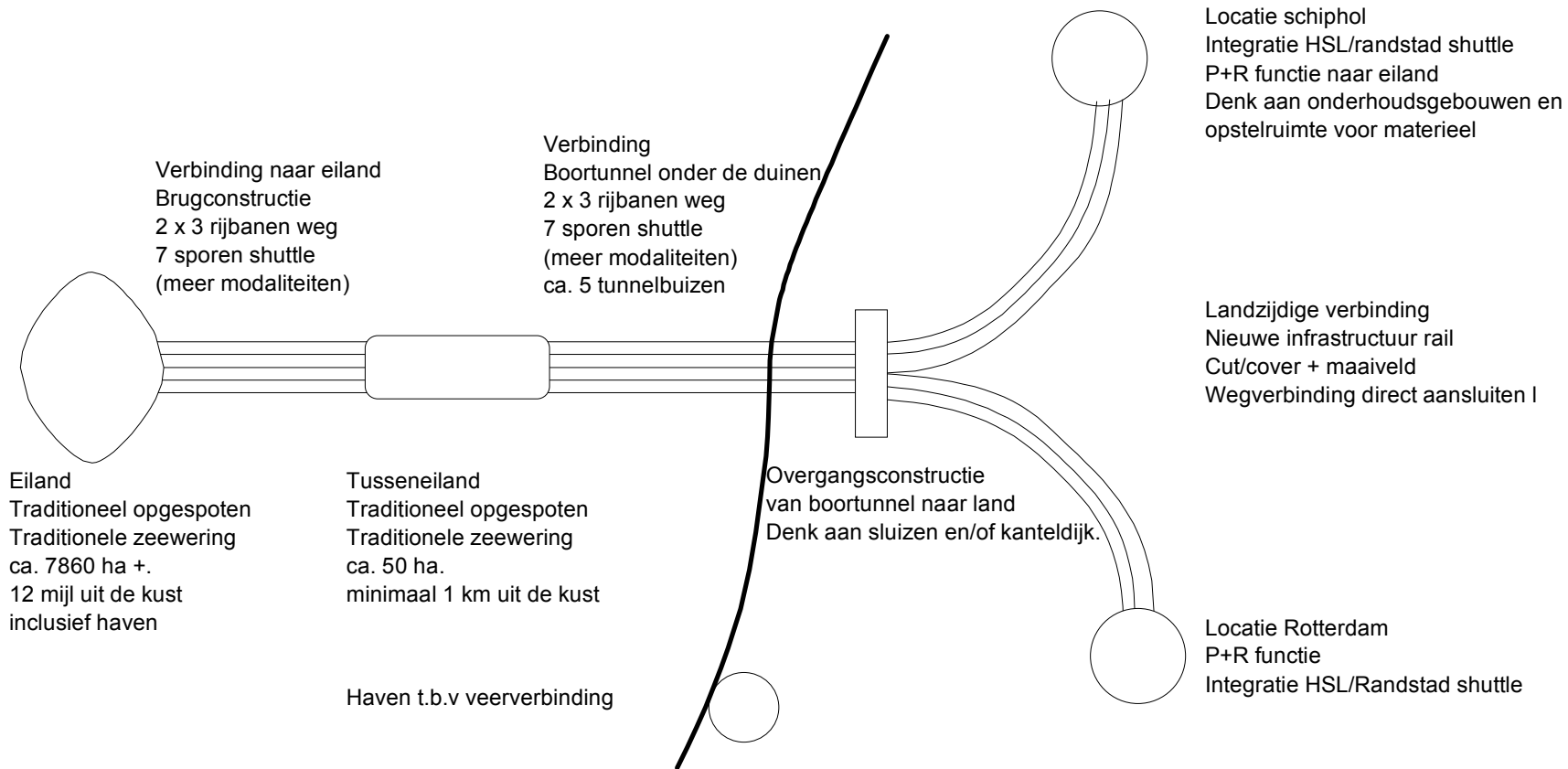


Bijlage K Voorkeursvarianten Alternatieven





Voorkeursvorm Luchthaven naar Zee- 120 MAP

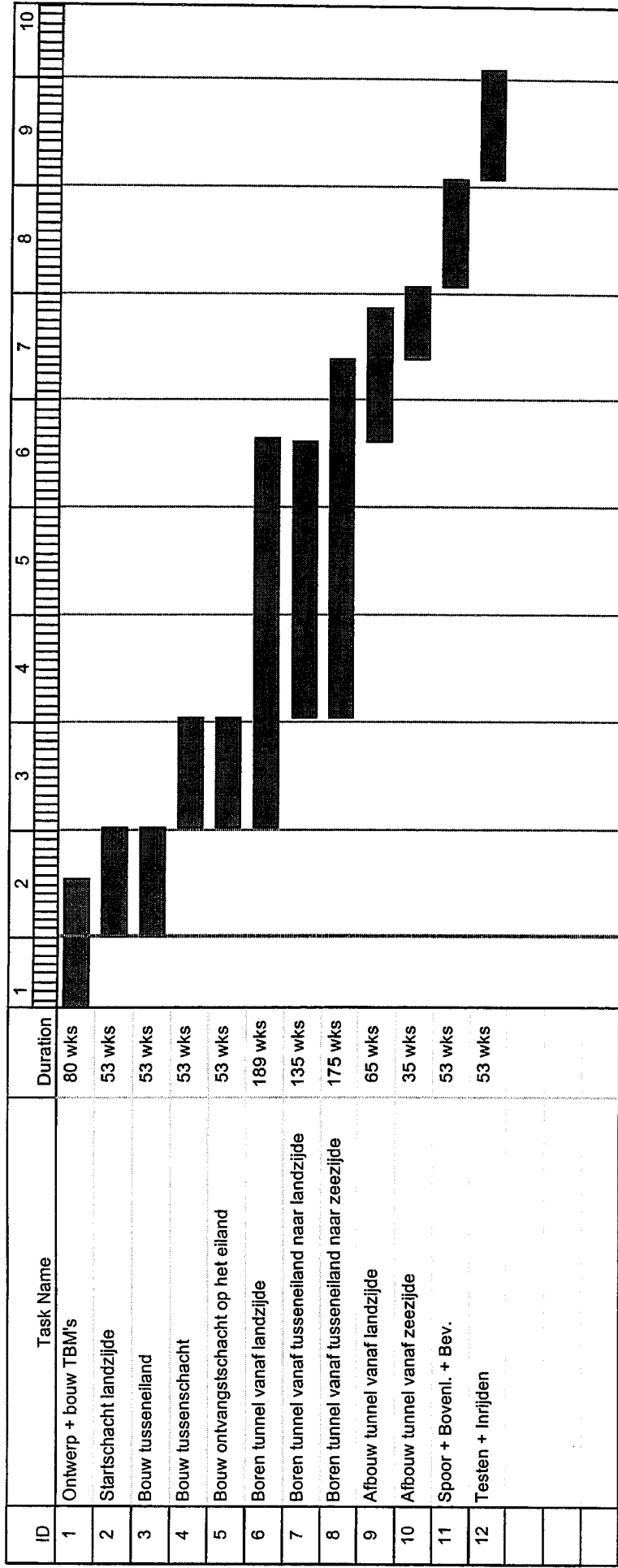


Voorkeursvorm Multi-functioneel eiland - 120 MAP

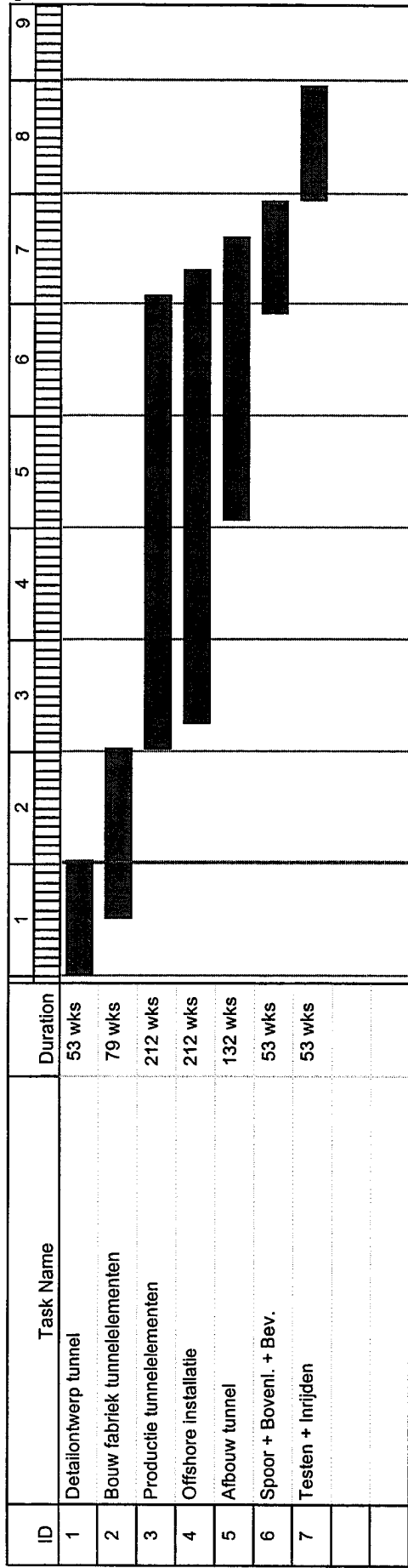
Bijlage L Planningsoverzichten verbinding en eiland

.....

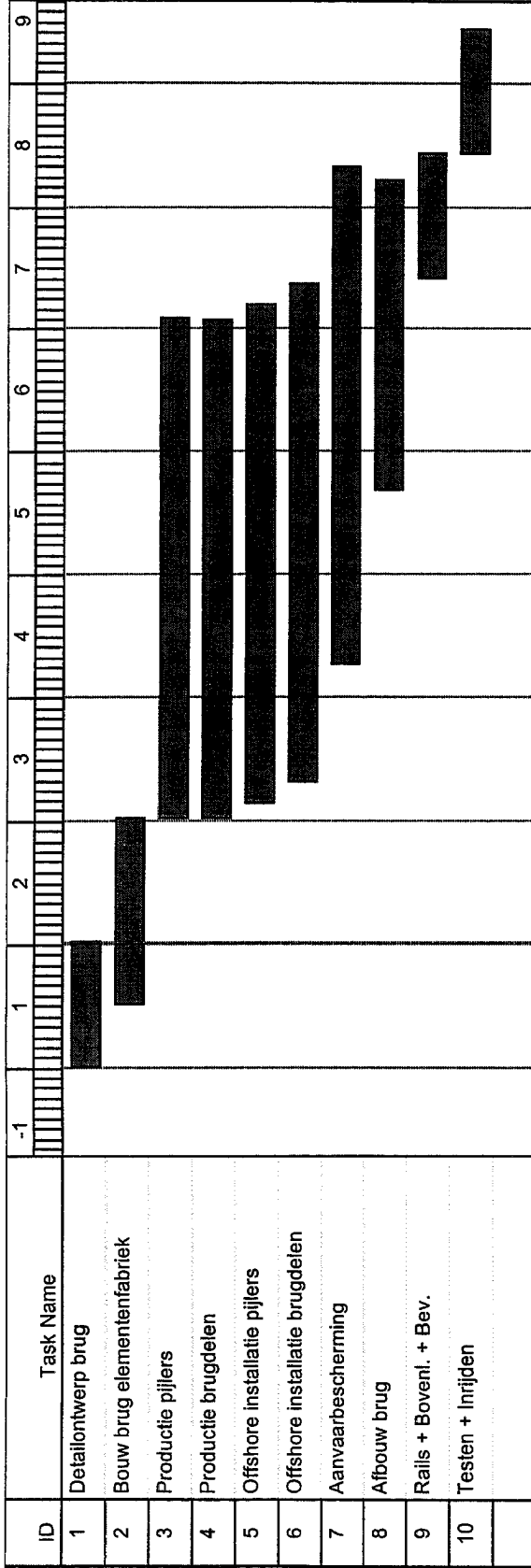
Planning boortunnel



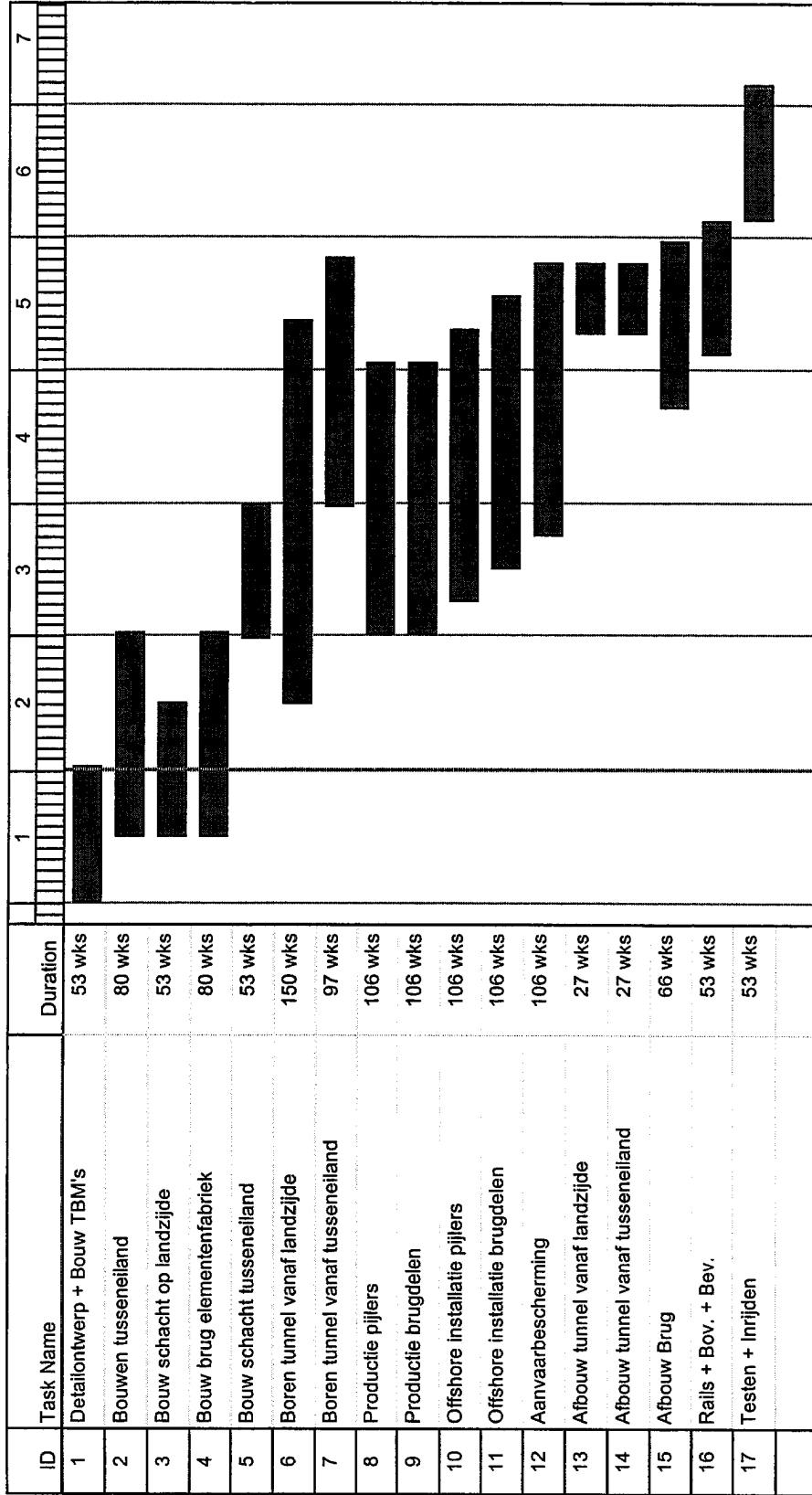
Planning aanleg zinktunnel gebaseerd op 20 Km tunnel



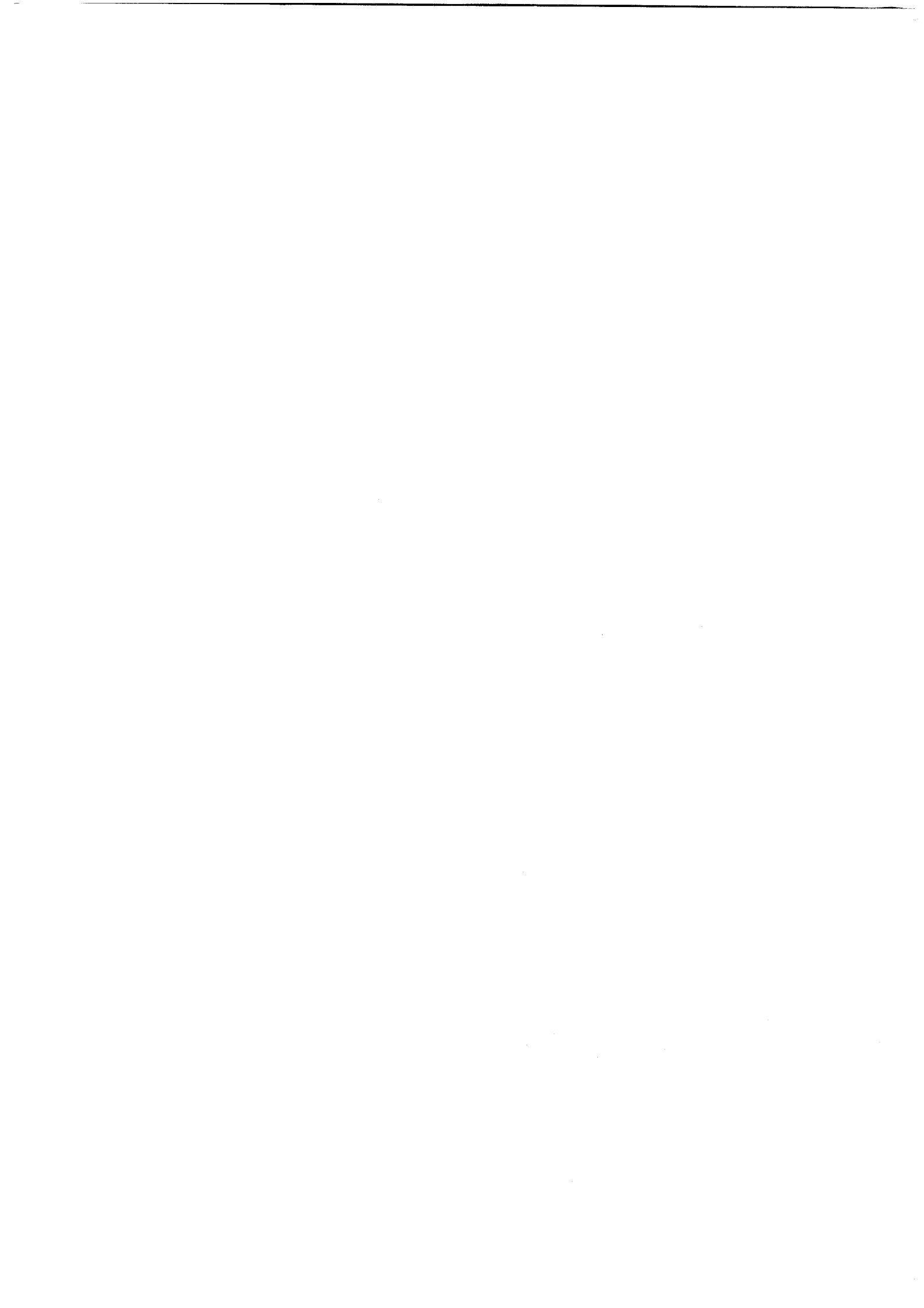
Planning aanleg brug gebaseerd op 20 Km brug



Brug - Boortunnel combinatie planning







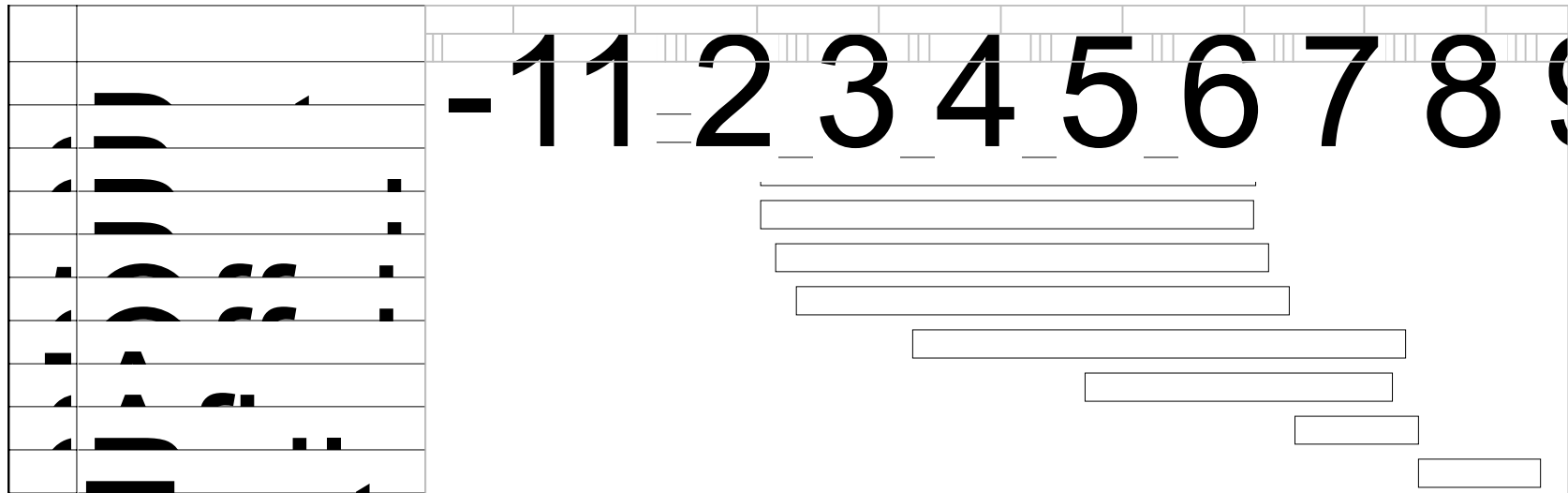
Planning boortunnel

ID	Task Name	Duration	Timeline (Weeks)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Ontwerp + bouw TBM's	80 wks	[Gantt bar from week 1 to 80]									
2	Startschacht landzijde	53 wks	[Gantt bar from week 1 to 53]									
3	Bouw tusseneiland	53 wks	[Gantt bar from week 2 to 54]									
4	Bouw tussenschacht	53 wks	[Gantt bar from week 3 to 56]									
5	Bouw ontvangtschacht op het eiland	53 wks	[Gantt bar from week 4 to 57]									
6	Boren tunnel vanaf landzijde	189 wks	[Gantt bar from week 3 to 192]									
7	Boren tunnel vanaf tusseneiland naar landzijde	135 wks	[Gantt bar from week 5 to 140]									
8	Boren tunnel vanaf tusseneiland naar zeezijde	175 wks	[Gantt bar from week 5 to 180]									
9	Afbouw tunnel vanaf landzijde	65 wks	[Gantt bar from week 7 to 72]									
10	Afbouw tunnel vanaf zeezijde	35 wks	[Gantt bar from week 8 to 43]									
11	Spoor + Bovenl. + Bev.	53 wks	[Gantt bar from week 8 to 61]									
12	Testen + Inrijden	53 wks	[Gantt bar from week 9 to 62]									

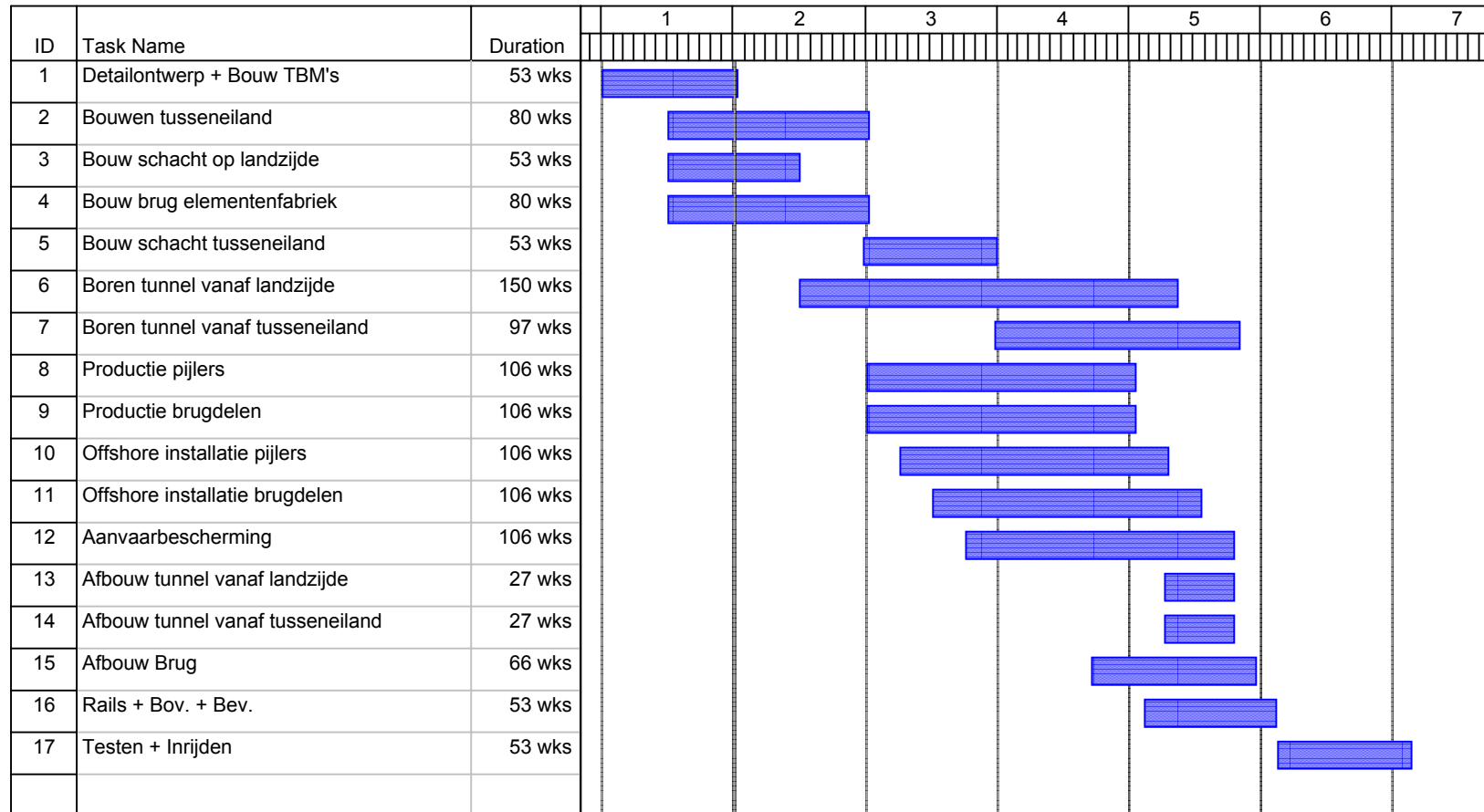
Planning aanleg zinktunnel gebaseerd op 20 Km tunnel

ID	Task Name	Duration									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Detailontwerp tunnel	53 wks	[Gantt bar: weeks 1-53]								
2	Bouw fabriek tunnelementen	79 wks	[Gantt bar: weeks 10-89]								
3	Productie tunnelementen	212 wks	[Gantt bar: weeks 25-237]								
4	Offshore installatie	212 wks	[Gantt bar: weeks 35-251]								
5	Afbouw tunnel	132 wks	[Gantt bar: weeks 50-182]								
6	Spoor + Bovenl. + Bev.	53 wks	[Gantt bar: weeks 70-123]								
7	Testen + Inrijden	53 wks	[Gantt bar: weeks 80-133]								

Planning aanleg brug gebaseerd op 20 Km brug



Brug - Boortunnel combinatie planning





M.1 INLEIDING

M.1.1 Algemeen

Door de Bouwdienst Rijkswaterstaat is in het kader van TNLI in 1998 een studie uitgevoerd naar de civieltechnische aspecten van:

- enkele luchthaven-varianten (in Flevoland, bij de Maasvlakte en op een eiland in de Noordzee);
- het bestaande Schiphol.

Gezien het feit dat satelliet-luchthavens niet langer als opties gelden (vastgelegd in de 'SBTL'), was een actualisatie van het Bouwdienst rapport 'Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten' d.d. 25 september 1998 nodig.

In opdracht van de Directie Ontwikkeling Nationale Luchthaven / Bouwdienst Rijkswaterstaat heeft ARCADIS/Lievensse medio 1999 onderzoek gedaan naar de civieltechnische aspecten van het realiseren van een luchthaven op een eiland in de Noordzee. Het resultaat van deze actualisatie door Arcadis/Lievensse is vastgelegd in het rapport: 'Luchthaven in Zee – Schetsontwerpen'. In opdracht van Bouwdienst Rijkswaterstaat is de conceptversie van dit rapport d.d. 1 oktober 1999, getoetst door Witteveen+Bos. Als vervolg hierop is de definitieve versie van het rapport d.d. 16 december 1999, waarin is gereageerd op de aanbevolen aanpassingen, ook nog globaal getoetst.

In het onderhavige document zijn de resultaten vastgelegd van de toetsing door Witteveen+Bos samen met de bevindingen van de opdrachtgever, in dit geval de Bouwdienst RWS.

De hier weergegeven toetsing betreft een globale beschrijving van een meer diepgaande toetsing die hiervoor als basis heeft gediend. Deze uitgebreidere toetsing is ook beschikbaar. Aangeraden wordt deze te bestuderen bij gebruik van gegevens uit het Arcadis/Lievensse-rapport.

M.2 ALGEMENE INDRUK

Op basis van een algemene beschouwing van het nieuwe rapport, met inachtneming van de eerdere toetsing, zijn de bevindingen:

- Een aantal wijzigingen was niet erg ingrijpend. Een goede toevoeging betreft de gevoeligheids-paragraaf (zie verderop).
- de rapportage is erg dik hetgeen de leesbaarheid niet bevordert, maar begrijpelijk is dat na inzage in het commentaar niet de hele rapportage herzien kon worden.
- misschien had een wat uitgebreidere samenvatting, waarin ook eerdere reacties tot uitdrukking komen, opgesteld kunnen worden.
- literatuurverwijzingen door het rapport zijn toegevoegd. De inhoudelijke link met de eerdere ontwerprapporten wordt echter nog duidelijk gemist. Dus niet zozeer alleen maar verwijzen, maar gebruiken en bediscussiëren van de eerdere rapporten.

M.3 LOGISTIEKE CONCEPTEN (H2)

Bij de logistieke concepten wordt slechts beperkt ingegaan op de vorm en layout van het eiland. Er wordt geen mening gegeven, maar de toegeleverde gegevens (zoals o.a. eilandontwerp, piekurstromen verbinding) worden zonder een kritische toetsing op de waarde en impact op de verder uitwerking van de concepten "overgenomen".

Een meer uitgebreide behandeling van:

-
- eilandvorm
 - capaciteitsvraag
- was o.i. op zijn plaats geweest.

M.4 PVE (H3) EN BOUWSTENEN VOOR HET EILAND (H4)

Ten aanzien van deze beide hoofdstukken kunnen de volgende algemene opmerkingen worden gemaakt:

- de eisen voor het ruimtebeslag en vorm van het eiland worden behandeld, zonder dat dit verderop nog zo in detail gebruikt wordt bij de afweging van de modellen;
- de hoogte van het eiland wordt nog steeds als basisuitgangspunt gehanteerd, terwijl dit o.i. meer een afgeleide van het eilandontwerp is;
- de veiligheid en beleving komen in de ontwerpen en afwegingen niet duidelijk naar voren, terwijl dit wel belangrijke aspecten zijn bij de keuze voor de bouwvormen en concepten. Men verwijst voor veiligheid slechts naar de Bouwdienst. Hoewel niet letterlijk genoemd in de opdrachtbeschrijving hadden deze aspecten in een volledige afweging niet mogen ontbreken;
- bij de operationele randvoorwaarden wordt slechts beperkt ingegaan op de onderverdeling van de vervoersstromen. Dit speelt bij de uitwerking van de keuze voor de vervoersmodaliteiten wel een rol (wie komt er met de bus, auto, hoeveel passagiers). Men behandelt dus slechts twee stromen, passagiers en vracht. Ook de verdeling over de tijd wordt niet behandeld.

Als meer specifieke opmerkingen ten aanzien van kust en morfologie worden de volgende items benadrukt (onder vermelding van betreffende paragraaf):

- § 3.2 - Ruimtelijke inpasbaarheid in de omgeving
 - Deze paragraaf vermeldt: “vanuit de strip moet rekening worden gehouden met een stijg/daalhoek van minimaal 2 graden”. Figuur 3.1 geeft aan: “ 2% ”. Eiland-ontwerpen met relatief hoge zeeweringen vereisen een grotere afstand tussen baankop en zeewering dan circa 1 km, mede in verband met de vogelproblematiek. [ad § 3.5]. Een kritische opmerking mist wat dit punt betreft, dan wel een aanwijzing dat voor die varianten een iets groter oppervlak benodigd is dan voor varianten met een lage zeewering.
- § 3.3 - Ontwerp van het eiland
 - Er wordt gesteld dat er ‘een maximale golfhoogte van 2 m uit de *richtingen zuid-oost, oost en noord-oost*’ is. De hierbij gehanteerde uitgangspunten: strijklengte van 15 km en windkracht 8 ($v = 20$ m/s) zijn niet extreem / maximaal. De hierop gebaseerde zeewering is derhalve qua ontwerp te licht.
 - *Geschikte zandwingebieden bevinden zich buiten de 20 m dieptelijn en in de IJ-geul.*
De geschiktheid en mogelijke locaties van de zandwingebieden vragen een nadere toelichting. Het gaat bij een eiland van 8000 ha toch om een hoeveelheid van circa 2 miljard kuub, waarvoor aanzienlijke gebieden moeten worden verdiept hetgeen mogelijk effect heeft op de morfologie rond het eiland. Ook de winningskosten worden door de lokatie bepaald.
- § 4.2 - Landaanwinning
 - Bij de invulling van de beoordelingsmatrix worden de in beperkte mate toegelichte en beargumenteerde aspecten als kosten, planning e.d. toch meegenomen en onderling in rangorde geplaatst. Er staat bijvoorbeeld niet aangegeven hoeveel groter een poldereiland is t.o.v. een opgespoten eiland; hoe de bouwtijd zich verhoudt tot die van een opgespoten eiland. Deze aspecten zijn wel in de afwegingsmatrix opgenomen. Deze beoordeling dient derhalve voorzichtig te worden geïnterpreteerd.

- Een opgespoten eiland en een poldermodel zouden veel slechter scoren dan een drijvend eiland op het punt van 'stroming en morfologie'. Dit is niet onderbouwd; de golfdempende werking van een drijvend eiland lijkt namelijk dermate groot dat dit een dergelijk groot verschil in beoordeling niet rechtvaardigt.
 - Een platform op palen zou beter scoren dan een poldermodel op het punt van 'kosten'. Dit is niet onderbouwd en bovendien niet voorstelbaar; zie ook bijlage D3, waarin een kostprijs van circa f 1.000 per m^2 wordt gegeven, tegenover f 250 per m^2 voor een traditioneel opgespoten eiland inclusief zeewering [zie bijlage F].
 - Het relatief grote verschil in beoordeling tussen een traditioneel opgespoten eiland en een poldermodel op het punt van 'kosten' - respectievelijk '++' en '- ' - blijft vraagtekens oproepen.
- § 4.3 - Zeewering
- De 'traditionele zeewering' is feitelijk een 'traditionele golfbreker'. Onduidelijk is waarom de daadwerkelijke dijkoplossing, zoals wel behandeld in het Bouwdienstrapport is afgefallen. In een gevraagd spectrum van mogelijke oplossingen hoort deze zeker thuis. Deze traditionele zeewering in de vorm van een dijk met relatief flauwe taluds is ondanks het commentaar niet opgenomen in het gevraagde 'spectrum van mogelijke oplossingen'.
 - De verbinding tussen de beschrijvingen van de diverse varianten per beoordelingsaspect en de samenvattende evaluatie-matrix ontbreekt; een beschrijvende evaluatie dus. Deze matrix kan zodoende slechts globaal getoetst worden.
 - de voor vier van de vijf varianten aangegeven kanttekeningen ten aanzien van de toepasbaarheid van bestaande ontwerpformules komt niet goed tot uitdrukking in de beoordeling van de technische haalbaarheid.
 - bij de positieve beoordeling van de snelheid van bouwen van het hangend strand worden kanttekeningen geplaatst. Als gekeken wordt naar de hoeveelheden zware stortsteen en ook naar het aantal te plaatsen elementen scoort ons inziens het dijkprofiel duidelijk beter dan de andere drie, terwijl de getrapte golfbreker als slechter scoort.
 - Zoals reeds eerder aangegeven dienen duidelijke kanttekeningen te worden geplaatst bij de haalbaarheid van realisatie binnen een periode van 7 jaar.
 - de sterke onderlinge verschillen bij de beoordeling van de uitvoerbaarheid worden betwijfeld. Voor zowel de getrapte golfbreker, het hangend strand en het dijklichaam moeten innovatieve technieken worden ontwikkeld om de beoogde snelle realisatie te bewerkstelligen.
 - de beoordeling van de hoogte van de zeewering vraagt nadere toelichting. Zo scoren de voorland oplossing en het hangend strand gelijk, terwijl de hoogte verschilt. Waar ligt de grens?
 - 'Het prijsverschil tussen de verschillende oplossingen per m^2 zandeiland is marginaal', staat op bladzijde 32 aangegeven. De beoordelingsmatrix [blz. 31] geeft voor dit punt echter nog steeds zeer grote verschillen aan: variërend van 'goed' tot 'zeer slecht'.
- § 4.3.1 - Traditionele zeewering
- Het ontwerp van de zware bescherming vraagt nadere onderbouwing. Eenvoudige conroleberekeningen leiden tot zwaardere bescherming/betonblokken dan gepresenteerd. De keuze voor 100 tons (of 80 tons in bijlage) blokken dient te worden beschouwd in relatie met de uitkomsten van de eerdere studie van de Bouwdienst.
- § 4.3.2 / § 9.3 - Getrapte golfbreker
- Deze als voorbeeld in hoofdstuk 9 (Realisatie) verder uitgewerkte variant vereist qua opbouw dermate grote hoeveelheden materiaal - met name steen en betonblokken - dat een realisatietijd van 7 à 9 jaar voor een 8.000 ha groot eiland niet reëel geacht wordt. Dit reeds eerder

-
- geuite commentaar is slechts in beperkte mate verwerkt. In hoofdstuk 10 wordt er enige aandacht aan geschonken. Het blijft zelfs voor een 4.000 ha groot eiland ten zeerste de vraag of de verwerking van nog steeds zeer grote hoeveelheid benodigd steenmateriaal wel haalbaar is in een kortere doorlooptijd. Er is niet aangegeven hoe de hiervoor noodzakelijke hoeveelheid zich verhoudt tot de hoeveelheid materiaal voor een 8.000 ha groot eiland.
- § 4.3.4 - Voorland oplossing
 - Voor het globaal ontwerp van deze oplossing kan gebruik worden gemaakt van de ontwerpformules voor een “overtopping dam”. Een algemene beschouwing over de benodigde of aangenomen lengte van het voorland en de ontwerp golfbelasting en dus beschermingswijze ontbreekt.
 - Een overstortende golfbreker leidt tot een lager gewicht voor de bekledingselementen dan voor een niet overstortende golfbreker (dijk). Het feit dat de toegepast betonblokken zwaarder zijn wordt zodoende in twijfel getrokken en vraagt nadere toelichting.
 - De ontwerp golf staat op de tekening in Bijlage C aangegeven bij waterstand van NAP +1,0 m (HW). Ondanks het commentaar is dat niet gewijzigd in de ontwerp waterstand van NAP +5,0 m. Deze opmerking geldt voor alle beschouwde varianten in de tekeningenbijlage.
 - De ontwerp golf staat op tekening aangegeven als $H_s = 10.0$ m, terwijl de tekst vermeldt: $H_{m0} = 9,25$ m. Naast het feit dat een verklaring van “ H_{m0} ” mist, geldt het feit dat dit een marginaal verschil lijkt, maar dat is het niet: de zwaarte van de benodigde bekledingselementen zijn namelijk een functie van H^3 ; met andere woorden, voor een ontwerp golf van 10 m in plaats van 9,25 m zijn $10^3 / 9,25^3 = 1,25$ maal zo zware bekledingselementen nodig.
 - § 4.3.6 - Zeewering aan de landzijde
 - De in de bijgevoegde figuur ‘Bovenaanzicht eiland’ [bijlage C] aangegeven indicatie “erosie a.g.v. stroomcontractie” is onjuist. Dit scheidt verwarring en geeft onjuiste informatie.
 - Het ontwerp van de zeewering is te licht, gezien de te verwachten golfaanval uit meerdere sectoren dan alleen pal oost.

M.5 BOUWSTENEN VOOR MODALITEITEN (H5)

M.5.1 Reactie op rapportage

In hoofdstuk 5 worden de verschillende vervoersmiddelen, die mogelijk in aanmerking komen voor een shuttleverbinding tussen het vasteland en het eiland in de Noordzee, gepresenteerd. Sprake is van een globale beschouwing, waarbij de specifieke karakteristieken slechts op hoofdlijnen worden aangestipt. Ook hier geldt dat middels concrete beschouwing van de implementatie in voorbeeld-varianten de voor- en nadelen van de modaliteiten (nadere beschrijving rijtijden, capaciteit, opvolgtijden e.d.) beter tot haar recht zouden komen. Een aantal opmerkingen komt naar voren:

- Het begrip "Light Rail" wordt niet verder gedefinieerd. Naar onze mening bestaan er veel meer "Light Rail"-systemen buiten de metro en de sneltram. Over het algemeen zijn "Light Rail"-voertuigen niet tot elke gewenste lengte te koppelen, er geldt een begrenzing van de maximale treinlengte van ca. 120 m. Treinlengtes van 400 m voor "Light Rail"-voertuigen kunnen in de regel niet worden bereikt. Het profiel van vrije ruimte van "Light Rail"-voertuigen is over het algemeen duidelijk geringer, dan in het onderzoek wordt aangegeven. (voorbeeld metro: breedte = ca. 3,20 m, hoogte = 4,50 m).
- De aangenomen capaciteit van een verbinding met hogesnelheidstreinen is veel te optimistisch. Een bezettingsgraad van 100% bestaat niet op het gebied van spoorwegen. Ook bij trajecten met homogene vervoersstromen zou men niet boven een bezettingsgraad van 80% uitkomen. De aangegeven tijd tussen de treinen van 90 seconden is met de huidige beveiligingstechniek voor hogesnelheidstreinen met een maximale snelheid van 300 km/h niet te realiseren.
- De capaciteit van magneetzweeftreinen ligt duidelijk onder de capaciteit van een spoortraject. De minimale tijd tussen de treinen ligt op ca. 4-5 minuten. Bij een maximale treinlengte van 400 m ontstaat dus een duidelijk lagere capaciteit.
- Het systeem Swissmetro bestaat op het moment alleen nog als concept. De oplossing van technische problemen bevindt zich nog slechts in het beginstadium. De getroffen oordelen zijn dus nog wat speculatief.
- De veiligheid van de modaliteiten dient in relatie met de gekozen bouwconcepten te worden beschouwd. Zo zal de veiligheid van een bovengrondse wegverbinding aanmerkelijk hoger zijn en ook gevoelsmatig meer acceptabel zijn dan een volledig ondergrondse verbinding.

De beoordeling met betrekking tot de veiligheid van de verschillende systemen is volgens onze inschatting subjectief. Er worden door de auteur geen kwaliteitscriteria genoemd voor het kwantificeren van de veiligheid. Zo wordt bijvoorbeeld bij het systeem Swissmetro uitgegaan van een hoge veiligheid, terwijl hier voor zover ons bekend het probleem van vluchtroutes in de deels vacuüm buizen nog niet afdoende is opgelost.

In paragraaf 5.3 worden de eerder beschreven systeemeigenschappen in capaciteiten omgerekend. Op grond van de vereiste capaciteit worden de bijbehorende vervoersvoorzieningen gedimensioneerd. Bij deze stap worden de minimale tijden tussen de treinen voor de spoorgebonden systemen gebruikt. Daarbij wordt geen rekening gehouden met het feit, dat voor het regelen van dit vervoer uitgebreide voorzieningen bij de eindhaltes noodzakelijk zijn. De bijbehorende wisselcomplexen met de overeenkomstige rijweguitsluitingen maken de aangegeven treintussentijden bijna onmogelijk. De ideeën van de auteurs over dit thema kunnen uit het onderzoek niet worden afgeleid.

In hoofdstuk 5.4 volgt een korte samenvatting van de verschillende voorgestelde systemen, waarbij de voor- en nadelen niet duidelijk naar voren komen.

M.5.2 Samenvatting en conclusies toets spoortechniek en modaliteiten

Het onderzoek vergelijkt een aantal spoorgebonden vervoersmiddelen. Het hele onderzoek is globaal van karakter en biedt een te beperkt inzicht in de modaliteits keuze problematiek. Wat opvalt is, dat de resultaten van eerdere onderzoeken niet worden gebruikt. Zo zijn er reeds in eerdere haalbaarheidsstudies b.v. "Studie 3 mainport-systemen" reeds gefundeerde en vergaande uitspraken te vinden over de soort shuttlevverbinding. Ook geldt dat een aantal behandelde systemen bij voorbaat minder geschikt zijn voor een dergelijke verbinding, dan slechts aanvullend zijn. Bij de gestelde capaciteiten dienen de nodige kanttekeningen te worden geplaatst.

Het dimensioneren van de spoorvoorzieningen beperkt zich tot een globale berekening van het aantal sporen. De betekenis en karakteristiek van het geplande traject speelt echter ook een belangrijke rol. De inrichting van de knooppunten is onderbelicht, terwijl ook de noodzakelijke voorzieningen op het eiland en op het vasteland nadere aandacht vragen. De oplossing van de logistieke problemen wordt door de toetsers zeker van belang geacht. Ook hieraan is in eerdere studies uitgebreid aandacht besteed.

Resumerend geldt dat middels de globale aanpak van de problematiek van een dergelijke vervoersverbinding de daadwerkelijke verschillen en (on)geschiktheid van de modaliteiten niet volledig naar voren komen. De inhoudelijke aspecten (capaciteit, traject, aansluitingen, logistiek) vragen eerst nadere aandacht om een integrale beschouwing te kunnen presenteren.

De toetsers (Witteveen+Bos) zijn van mening dat indien gekozen wordt voor een multifunctioneel eiland onafwendbaar sprake zal zijn van een combinatie van verschillende modaliteiten van zowel weg, water als rail. De noodzaak tot een goede wegverbinding zal naar verwachting ook over 20 jaar onmisbaar blijven, daar zij toch een zeer grote mate van flexibiliteit biedt (neem b.v. alleen al alle bestelbusjes voor bijvoorbeeld onderhoudswerk e.d.).

Resumé

Met name de behandeling van de railinfra is ons inziens nog niet voldoende middels exploitatie en capaciteitsberekeningen onderbouwd. Ook de bezetting van de rail blijft o.i. te optimistisch ingeschat. De capaciteit en exploitatie is niet alleen een deling van opvolgtijden en treinbezetting maar ook van afstemming treinen, beheer+onderhoud, veiligheid, flexibiliteit (wissels e.d.). Dit vraagt kortom een meer expert gerichte benadering, eventueel met eenvoudige capaciteitsmodellen. Pas dan zal het effect hiervan op het aantal sporen duidelijk zijn.

De aansluiting van de weginfra en railinfra op het vaste land en eiland komt niet goed naar voren.

M.6 BOUWSTENEN VOOR DE VERBINDING (H6)

De bouwtechniek van de aansluitingen op het eiland, op land, of bijvoorbeeld bij de overgangen brug-tunnel op het tusseneiland komen niet goed uit de verf, maar zijn wel van wezenlijk belang. Kortom hoe bouw je nu op het eiland?

De beoordeling van de bouwstenen middels een + en – matrix wordt te kort door de bocht beschouwd. Een meer kwalitatieve presentatie was meer op haar plaats geweest.

De inpassing van de infrastructuur in relatie tot maatschappelijke acceptatie blijft nog steeds een onderbelicht aspect. Dit wordt wel in tabel 7.7. en dergelijke benoemd maar vraagt een meer uitgebreide behandeling.

De impact van een “koppeland” wordt niet voldoende toegelicht, terwijl duidelijke nadelige gevolgen (visueel, morfologisch e.d.) aanwezig zijn. Een koppeland zal eerder op 10 km afstand moeten komen te liggen.

De veiligheid en beleving zullen naast de al genoemde inpassing een belangrijk aspect vormen bij de keuze voor een oplossingsrichting. Dit aspect vraagt zodoende extra toelichting.

Een zink-/in situ tunnel voor de duinpassage zal o.i. beter te scoren gezien de voordelen van aansluitingen, (kerings)veiligheid, spooralignment en flexibiliteit en is zeker ook uit oogpunt van milieu goed te realiseren.

M.7 BOUWSTENEN VOOR DE KNOOPPUNTEN (H7)

De ruimtebehoefte op het vaste land van de transferia en vrachtarealen had wat meer toegelicht mogen worden (meer dan de term 110 voetbalvelden).

M.7.1 Bouwstenen par. 7.1 tot 7.3

- Bij de knooppuntbeschouwing wordt slechts in geringe mate ingegaan op een eventuele vaarverbinding en de consequenties voor havenfaciliteiten ter plaatse. In paragraaf 7.3.3 komt de bootverbinding aan bod. Deze zou noodzakelijk zijn voor het vervoer van gevaarlijke stoffen. Waarschijnlijk wordt gerefereerd aan de huidige kerosinevaart tussen Rotterdam en Schiphol-Oost. Er wordt niet aangegeven waarom een ondergrondse pijpleiding naar het eiland geen uitkomst kan bieden. Verder kan een bootverbinding een belangrijk alternatief zijn in geval van calamiteiten in de tunnel!
- De voorgestelde verschuiving van de modal split wordt niet in detail behandeld en er worden geen referenties gegeven. De impact op de vervoersstromen en de wegverbinding is aanzienlijk en vraagt zodoende een enigszins verdere verdieping.
- Schaalniveau: het samenvoegen van het intercontinentale- en het West-Europese schaalniveau, om reden dat er in Nederland slechts twee (inter)continentale halten zijn wekt verbazing, het gaat wel om de grootste haven en de vierde grootste luchthaven van Europa. Hoeveel van deze knopen zijn er te vinden in andere West-Europese landen? Niet veel meer dan 2 twee per land. Een aparte benadering voor dit soort knopen lijkt voor de hand liggend.

M.7.2 Vervoersconcepten

De behandeling van de concepten biedt ons inziens een goed overzicht van de aansluitwijze van de verschillende ontwikkelingsmodellen.

- vervoersconcept 1: Het is van belang aandacht te besteden aan de fysieke transfermogelijkheden en de noodzakelijke aanpassingen voor de bereikbaarheid van Schiphol. Verschillende achterliggende studies bieden hierbij houvast. Wat betreft het drie ringen concept, luchtreizigers die hun auto parkeren bij een P&R station, is dit wel gewenst? Auto stallen bij de Randstadpoorten, dit gaat alleen lukken wanneer er naast check-in faciliteiten en een goede OV verbinding met de luchthaven, ook een actief vervoermanagement wordt geboden, bij een vliegticket of kant en klare

vakantie hoort een (gedeelte van) het vortransport van huis naar de luchthaven.

- vervoersconcepten 2, 3 en 4: Deze vervoersconcepten leggen een grote ruimtedruk op het betreffende gebied. Dit geldt met name voor concept 3. De inpassing van de verbindingen en de daadwerkelijk aansluitingsmogelijkheden vragen meer aandacht dan in het rapport besteed. Dit geldt eveneens voor de aanpassingen van bestaande reeds overbelaste infrastructuur, waarvoor een nader uitleg en studie van de (on)mogelijkheden gewenst is. Deze aansluitingen en aanpassingen hebben een grote impact op de westelijke randstad. Voor het doortrekken van light-rail systemen naar het eiland lijken de betreffende afstanden te groot.
- Vervoersconcepten 3, 4 en 5, waarbij het eiland eindpunt zal zijn voor HSL-Oost en HSL-Zuid, is in tegenspraak met de overigens juiste uitgangspunten in het theoretisch kader, namelijk dat een HSL-lijn een beperkt aantal opstapplaatsen heeft. In de huidige situatie ligt Schiphol ruwweg tussen de beide HSL haltes Amsterdam en Rotterdam in, en kan dus mooi meeliften met de HSL. Echter een luchthaven alleen zal niet genoeg HSL reizigers genereren voor een regelde treindienst (bijvoorbeeld iedere twee uur). In het geval van de HSL-Oost is een combinatie mogelijk door via Amsterdam naar het oosten te rijden, (wat nu ook de trein van Schiphol naar Berlijn doet), maar de HSL-zuid kan toch echt Amsterdam niet laten liggen. Een randstad shuttle met een goede overstap op de HSL kan wel een uitkomst bieden voor de luchtreizigers met bestemmingen in West-Europa.
- Bij de behandeling van de functionele consequenties op de knooppunten wordt slechts zeer globaal de problematiek en logistiek op het eiland toegelicht. Zoals reeds eerder aangegeven zal de afhandeling van het grote aantal shuttles/treinen per uur een opgave op zich zijn en vraagt een meer diepgaande beschouwing. Voor de transferia/schiphol geldt dit eveneens. In het rapport wordt aangegeven dat dit een Bottleneck is zonder dit verder uit te diepen.
- De lengte van de treinen is maximaal 400 meter. De NS hanteert nu als maximum treinlengte 600 meter, terwijl deze in de toekomst 750 meter zal zijn. Dit geeft nogal wat rek; 47 shuttles van 400 meter vervoeren evenveel als 25 shuttles van 750 meter, of 31 shuttles van 600 meter! Met het oprekken van de maximum treinlengte zijn er één of twee perrons te besparen. Een besparing is eveneens te bereiken met de inzet van dubbeldeksmaterieel. Overigens maakt het wel verschil in ruimtebeslag of reizigers hun eigen bagage meenemen, of dat dit gescheiden plaatsvindt.
- Indien echter sprake is van een combinatie van modaliteiten of systemen zal de vervlechting en ontvlechting echter zijn beperkingen kennen.

Uit de nieuwe paragraaf 7.8 blijkt dat de functionele consequenties op de knooppunten toch, zoals al in de eerste toetsing door Witteveen+Bos aangegeven, duidelijke problemen met zich meeneemt. Hoe deze moeten worden opgelost had meer punt van onderzoek mogen zijn.

M.8 INTEGRATIE TOT CONCEPTEN (H8)

M.8.1 Algemeen

De integratie tot concepten vormt de essentie van de rapportage en wordt overzichtelijk in beeld gebracht. De behandeling van de knelpunten ten aanzien van de achterlandverbindingen, de vervoerslogistiek en de bouwmethode had beter in dit hoofdstuk samengebracht en meer detail behandeld kunnen worden om de (on)mogelijkheden beter naar voren te laten komen.

M.8.2 Monofunctioneel eiland (banen naar zee)

Voor de dedicated verbinding (A) is aangegeven dat een tunnelverbinding vereist is. Dit wordt ons inziens niet volledig onderschreven en legt volledige beperkingen aan de bouw. Een belangrijk nadeel van de dedicated verbinding, dat duidelijker in beeld moet worden gebracht, is dat (te) veel stromen met hoge snelheid worden vervoerd. Een splitsing verkleint/verspreidt mogelijk de druk op de verbinding.

Gemeld wordt dat aan de logistieke eisen (MOT, MCT) niet kan worden voldaan. De onderverdeling van knelpunten (overstaptijd, rijtijden e.d.) wordt globaal in beeld gebracht. Ook ten aanzien van de afhandeling van bagage kan worden betwijfeld of genoemde afzonderlijke perrons bij de zeer hoge intensiteit logistiek kunnen worden ingepast. Dit punt wordt zeer van belang geacht daar niet aan de eisen kan worden voldaan en verdient extra toelichting.

De keuze voor een zinktunnel in combinatie met een boortunnel onder de duinpassage wordt niet voldoende beargumenteerd. De keuze voor het landdeel tot Schiphol wordt niet gemaakt. De keringsveiligheid en aansluitvoorwaarden op het eiland en vaste land dienen in beeld te worden gebracht.

M.8.3 Monofunctioneel eiland (luchthaven naar zee)

De beperkte haalbaarheid van de variant C met een directe aansluiting op het bestaande net wordt volledig onderschreven.

Het overgaan op gemengd railverkeer op de verbinding wordt gezien de benodigde intensiteiten meer dan moeilijk realiseerbaar geacht. De vraag is of een toevoeging van een enkel spoor toereikend is, mede gezien de eerdere opmerkingen ten aanzien van de toegelaten intensiteiten.

Voor de vervoersconcepten 2,3 en 4 wordt uitgegaan van een wegverbinding naar het eiland. In variant A komt deze wegverbinding echter niet meer naar voren. De noodzaak voor een wegverbinding lijkt uit oogpunt van flexibiliteit, aanbod en vracht zeker aanwezig.

De voorgestelde oplossing van brug naar boortunnel leidt zoals reeds vermeld tot een zeer groot eiland om het hoogteverschil te overbruggen, hetgeen deze oplossing minder haalbaar maakt. Gezien de noodzaak voor een wegverbinding ligt een splitsing tussen railverbinding in tunnel en wegverkeer op een brug meer voor de hand.

M.8.4 Multifunctioneel eiland

De indirecte aansluiting van variant A wordt in tegenspraak geacht met het multifunctionele karakter van het eiland. De noodzakelijke overslag, transferia zullen naar verwachting een belemmering vormen voor de ontwikkeling van eilandfuncties.

Het uit oogpunt van kosten "wegschrijven" van variant C lijkt ten aanzien van eventuele voordelen als minder landinpassing, directe achterlandverbindingen en spreiding van capaciteit mogelijk te kort door de bocht.

Het daadwerkelijk effectueren van het flankerend beleid zal bij het multifunctionele eiland aanmerkelijk moeilijker verlopen, vergelijkbaar met de

huidige situatie in de randstad. Het belang van de wegverbinding neemt voor dit concept sterk toe.

De aangegeven moeilijke inpasbaarheid van de knooppunten wordt onderschreven en vraagt nadere studie.

De presentatie van de integrale concepten in een overzichtstabel alsmede de daarin gepresenteerde keuzerichtingen doet geen recht aan de eerder genoemde discussiepunten.

M.9 REALISATIE EN UITVOERING (H9)

Ten aanzien van de realisatie en uitvoering zijn de volgende opmerkingen op haar plaats:

- Voor de bouwwerkzaamheden speelt de lengte van de verbinding een cruciale rol. In dit hoofdstuk wordt de locatie van het eiland en het effect hiervan op de lengte van de verbinding en realisatie, ondanks de belofte in de inleiding niet meer beschouwd (slechts globaal genoemd). De gepresenteerde bouwdoorlooptijden worden bij een afstand van 20 km als optimistisch beoordeeld mede gerelateerd aan de enorme inzet en mobilisatie van materiaal, materieel en arbeid.
- De genoemde boorproductiesnelheden worden (8 m/dag en 10 m/dag worden beide genoemd?) als laag beoordeeld. Toch zal gezien de inzet van de vele TBM's, de afstemming en bouw van de startschachten/-eilandjes, de lange tijd benodigd voor afbouw en testen de totale doorlooptijd niet sneller maar eerder langer worden ingeschat.
- De planning van de realisatie van de verbinding is helaas niet in verband gebracht met de voorbereidingstijd en de bouw van het eiland. Op basis van voorgaande studies en ervaringen met grootschalige projecten zal in de afstemming tussen de verschillende activiteiten ook tijdserosie optreden. Niet alle activiteiten zijn namelijk parallel te schakelen.
- Het materiaalgebruik e.d. is voor de zeewering in verhouding tot de verbinding veel verder in detail uitgewerkt, terwijl de beschikbaarheid van materieel/materiaal voor de verbinding waarschijnlijk een belangrijker rol speelt. Voor de werkzaamheden voor het eiland wordt een groot aantal aandachtspunten en ontwerpaspecten genoemd, die slechts ten dele worden omgezet in concrete oplossingsconcepten.
- De contractvorm zal niet alleen bij de realisatie van het eiland een rol spelen maar ook bij bouwconcepten voor de verbinding. De behandeling valt o.i. buiten de scope van de studie en is onderdeel van andere studies.

De gevraagde aandacht voor de planningsinteracties van de verschillende bouwdelen heeft vrijwel geen invulling gekregen.

De bouwtechnische oplossing voor de aansluitingen komen ook in dit hoofdstuk niet aan de orde. Er wordt derhalve geen totaalbeeld van de verbinding verkregen.

De aanscherping van de conclusie dat het grote eiland in een bouwperiode van 5 jaar onrealistisch is, is zinvol.

M.10 GEVOELIGHEDEN

Dit hoofdstuk is een welkome aanvulling. De diepgang hiervan is helaas beperkt gebleven. De afstand en grootte van het eiland worden slechts zeer oppervlakkig behandeld.

Het is jammer dat de essentie van deze gevoeligheidsanalyse niet door het hele rapport verweven is.

Geraadpleegde literatuur

1. Drijvende luchthaven in de Noordzee, Iv-Infra b.v., 1999
2. Eén Luchthaven, twee lokaties, Een ontwikkelingsperspectief voor toekomstige luchthaven infrastructuur, Fugro/G&P, 20 mei 1997;
3. Formulation of a concept for the construction of an offshore island. Eng. A. Boas and prof. Y. Zimmels, april 1999
4. Inland Verkeers en Vervoersaspecten, TNLI, 1997;
5. IJpoort, Raadgevend Ingenieursbureau Lieveense BV, maart 1997;
6. Knopen, onderzoek naar typering van knopen, Goudappel, Coffeng en VHP, maart 1999, conceptversie 1;
7. Landzijdige bereikbaarheid Luchthaven, Notitie bereikbaarheidsalternatieven, Grontmij/TNO, concept 20-08-99;
8. Light Rail Infrastructure, ARCADIS Bouw//Infra - Rail Infra Beheer ProjectenCentrum, 17 september 1999;
9. Luchthavens en mobiliteit, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, September 1998
10. Luchthavenstudies t.b.v. Maasvlakte, Flevoland en het Noordzee eiland, NACO, juli 1998
11. Onderzoek Beschikbaarheid Breuksteen Maasvlakte 2, Bouwdienst Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde/Ingenieurbureau Havenwerken, april 1999
12. Ontwerp, Civiele Techniek en Kosten, Bouwdienst Rijkswaterstaat, september 1998
13. Ontwikkeling Nationale Luchthaven, Lange Termijn Opties, Alternatieven en Varianten, Bouwdienst Rijkswaterstaat, versie 2, juli 1999;
14. Overloopvluchthaven en luchtvracht, Amkreutz Airport Consult, september 1998;
15. Piekuurstromen ONL en dimensionering verbinding, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, 1999
16. Pile-based artificial island, eng. A. Boas, 1999
17. Programma van Eisen Snelle Verbinding, Adviesdienst Verkeer en Vervoer, Juli 1998
18. Visie en alternatieven ontwikkeling landzijdige bereikbaarheid Luchthaven Noordzee en Groot-Schiphol, Grontmij/TNO/AVV RWS, conceptversie 16 augustus 1999;
19. Voorontwerp van de Verbinding, Bouwdienst Rijkswaterstaat, afdeling Tunnelbouw/Bruggenbouw, Concept versie 2, 1999;
20. Voorontwerp Shuttle-verbinding Eiland in de Noordzee en Schiphol, TNLI, Bouwdienst Rijkswaterstaat, afdeling Tunnelbouw, 9-7-98

Colofon

© december 1999

Dit rapport maakt onderdeel uit van de onderzoeken die in het kader de nota 'Toekomst van de nationale luchthaven' zijn verricht. De nota is een uitgave van het ministerie van Verkeer en Waterstaat in samenwerking met de ministeries van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en van Economische Zaken.

Drukwerk omslag: Kwak, Van Daalen & Ronday

Drukwerk binnenwerk: Reprografische Dienst, ministerie van Verkeer en Waterstaat

Bestelnummer: RLD 128

Bestellen: Ministerie van Verkeer en Waterstaat
telefoon: 070 - 351 7086
telefax: 070 - 351 6111