

5 BESTAANDE MILIEUSITUATIE EN MILIEU-EFFECTEN

5.1 Inleiding

5.1.1 Milieu-aspecten

In dit hoofdstuk wordt de bestaande milieusituatie beschreven in het geografische gebied rondom de nieuwe elektriciteitscentrale en de effecten die de elektriciteitscentrale naar verwachting op de volgende milieu-aspecten zal hebben:

- landschap, landgebruik en biotische aspecten (paragraaf 5.1)
- luchtkwaliteit en depositie (5.2)
- oppervlaktewater voor koeling (5.3)
- toets aan flora en fauna en natuurbeschermingswet (5.4)
- bodem en grondwater (5.5)
- geluid (5.6)
- veiligheid (5.7)
- visuele aspecten (5.8)
- logistiek en transport (5.9)
- archeologie (5.10)

Bij al deze milieu-aspecten wordt de totale milieu-impact van Moerdijk 1 en 2 in beeld gebracht.

5.1.2 Onderzoeksgebied

Het bouwterrein dat voor de nieuwe centrale wordt overwogen, ligt naast de bestaande WKC Moerdijk op het Industrierrein Moerdijk (zie figuur 4.1.1). De effecten van deze locatie blijven beperkt tot een omringend gebied met een straal van maximaal 5 km, met uitzondering van de effecten op de luchtkwaliteit. Het onderzoeksgebied met betrekking tot de effecten op de luchtkwaliteit, uitgaande van een gasgestookte centrale, zal een gebied van 10 x 10 vierkante kilometer beslaan. De effecten op de kwaliteit van het water kunnen zich ook tot verder dan 5 km uitstrekken en hiermee wordt, indien nodig, rekening gehouden (bijvoorbeeld met betrekking tot de migratie van vissen).

5.1.3 Landschap en landgebruik

Het industrie- en haventerrein Moerdijk ligt aan het Hollandsch Diep tussen de wereldhavens van Rotterdam en Antwerpen, in de Rijn Schelde Delta. De haven van Moerdijk is de meest inlands gelegen zeehaven van Nederland. Industrierrein Moerdijk is specifiek bedoeld voor bedrijven en industrie met specifieke vestigingscondities, zoals industrie met milieuhinderlijke activiteiten, vaarwatergerelateerde activiteiten en bedrijven met omvangrijke ruimtebehoefte. Het terrein heeft een omvang van bruto 2.600 hectare en biedt directe werkgelegenheid aan circa 8.900 personen, die werkzaam zijn bij één van de 363 bedrijven gevestigd op het terrein. Het haven- en industrierrein Moerdijk staat via het Hollandsch Diep, Dordtse Kil, Oude Maas en Nieuwe Waterweg in open verbinding met de Noordzee. Daarnaast ligt het op het knooppunt van de grote Europese binnenvaartwegen de Rijn, Maas en Schelde. Een directe aansluiting op de snelweg A17 en het Europese spoorwegennet zorgt ervoor dat ook de ontsluiting via land goed is. Direct langs de haven van Moerdijk loopt de Nationale buisleidingstraat, die verschillende Europese industriegebieden met elkaar verbindt, voor het ondergronds transport van grondstoffen en bulk¹. Op het terrein zijn bedrijven actief in de clusters :

- Chemie
- Productie, distributie en recycling (energie opwekking)
- Vervoer en opslag
- Logistiek & Distributie
- Groothandel, dienstverlening en kantoren
- Metaal
- Agro Bulk

De beoogde locatie bevindt zich op eigen Essent terrein tussen de bestaande WKC Moerdijk en de slibverbrandingsinstallatie van NV slibverwerking Noord Brabant (ten noorden van de locatie). Ten oosten van de locatie bevindt zich het bedrijf Coatex Netherlands BV.

De dichtstbijzijnde woonwijken liggen op een afstand van ongeveer 3 kilometer (Klundert en Moerdijk) tot 4 kilometer (Zevenbergen).

Omringend gebied

Gevoelige en beschermde gebieden met betrekking tot natuur, landschap en recreatie in de omgeving van de beoogde locatie zijn:

¹ Monitoringrapport Haven- en industrierrein Moerdijk, 2003

- Hollandsch Diep (vogelrichtlijn)
- Hollandsch Diep Oeverlanden (Habitatrichtlijn)

Autonome ontwikkeling

Het Havenschap Moerdijk voorziet tot 2010 een groei in overslag over water van 11 miljoen ton nu naar tenminste 20 miljoen in 2010. Momenteel zijn er veel plannen om het havengebied verder door te laten groeien. Naast meer overslag zijn er plannen voor nog meer ruimte. Als het aan de gemeente Moerdijk ligt, wordt die groei verwezenlijkt op het huidige terrein, door grond die momenteel ongebruikt is wel in te zetten. Op het terrein is nog circa 300 ha grond in reserve (veelal in eigendom van bedrijven die het niet nodig bleken te hebben). Ook de provincie Noord Brabant zet in op het beter benutten van beschikbare ruimte op het bedrijventerrein. Door ruimte op en nabij het bestaande bedrijventerrein Moerdijk optimaal te benutten, kan volgens de provincie tot 2020 aan de vraag naar bedrijfshuisvesting in West-Brabant worden voldaan. Nieuwe prognoses van het Centraal Planbureau (CPB) over de behoefte aan kavels met speciale vestigingscondities (nabij diep vaarwater, grootschalig en voor zwaardere milieucategorieën) en het feit dat Shell een aanzienlijk aantal hectares ter beschikking stelt, hebben geleid tot deze conclusie.

Het Havenschap heeft plannen ontwikkeld, waarbij veel aandacht is voor geluidsreductie voor de omwonenden en vooral een focus op de natte bedrijventerreinen. Bij de ontwikkelingen in de toekomst zijn voor het havenschap een aantal speerpunten belangrijk: zuinig en zorgvuldig omgaan met ruimte, industriële ecologie en een goede relatie met de omgeving.

5.2 Luchtkwaliteit en depositie

5.2.1 Luchtkwaliteit in Nederland

De luchtkwaliteit in Nederland wordt beïnvloed door zowel binnenlandse als buitenlandse bronnen. Deze bronnen kunnen zeer hoge concentraties van SO₂ en NO_x veroorzaken, en in bepaalde weersomstandigheden secundaire luchtvervuilende stoffen zoals sulfaat en nitraat. Deze omstandigheden treden vooral op in de winter, wanneer een brede baan van de luchtvervuilende brongebieden in Oost-Duitsland, Polen, de Tsjechische Republiek en Slowakije naar Nederland wordt gevoerd vanwege een zwakke noordoostelijke en zuidoostelijke luchtstroom.

De concentraties zijn dan hoog omdat de verontreiniging door de inversie zich in een dunne luchtlaag bevindt met een zeer beperkt mengproces en omdat er nagenoeg geen verlies plaatsvindt door droge depositie, aangezien grote delen van Europa bedekt zijn met sneeuw

In de zomer kunnen er ook perioden zijn met een toegenomen luchtvervuiling tijdens zonnig en warm weer met weinig wind en tijdens perioden waarin de wind uit oostelijke richting komt. In deze weersomstandigheden treedt in het hele land een toegenomen niveau van ozon en NO₂ op, dat wordt gevormd uit stikstofdioxide en reactieve koolwaterstoffen.

Dankzij diverse Europese en nationale programma's wordt de grootschalige luchtkwaliteit in Europa en dus ook in Nederland stap voor stap verbeterd. Dit geldt ook voor de meest relevante component voor dit MER, te weten stikstofoxiden.

5.2.2 Luchtkwaliteit in de nabijheid van Moerdijk

5.2.2.1 Emissie

In deze paragraaf worden de stikstofoxiden besproken die gerelateerd zijn aan de stikstofoxiden die door de voorgenomen activiteit zouden worden uitgestoten. Koolstofmonoxide (CO), lachgas (N₂O), zwaveldioxide (SO₂), deeltjes en onverbrande koolwaterstof (C_xH_y), benzeen, lood en PAK's worden niet in aanmerking genomen, omdat de uitstoot van deze stoffen door de voorgenomen activiteit dermate laag is dat deze een verwaarloosbare invloed hebben op de achtergrondconcentraties en op het milieu. Ook wordt de uitstoot van dioxines en furanen niet in aanmerking genomen omdat er geen chloor aanwezig is in het verbrandingsgas, hetgeen noodzakelijk is voor het ontstaan van dioxines/furanen. Toetsing aan fijn stof is eveneens niet nodig omdat er geen fijn stof wordt gevormd.

De luchtkwaliteit in 2005 in de nabijheid van de projectlocatie kan worden vastgesteld aan de hand van de meetresultaten verstrekt door het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (LML, RIVM). Zoals is besproken in paragraaf 5.1, is gekozen voor een onderzoeksgebied van 10 x 10 km rondom de faciliteit (zie figuur 5.2.1). De dichtstbijzijnde meetstations van het LML bevinden zich in Westmaas (Groeneweg, meetstation 437) en Breda (Bastenakenstraat, meetstation 241, operationeel vanaf februari 2005). In het Stacks-model - waarmee luchtverspreidingsberekeningen worden uitgevoerd - zijn de achtergrondconcentraties geïmplementeerd. Deze database is gemaakt door het MNP, dat de gemeten waarden neemt die weer worden gecorrigeerd door toekomstig beleid en aannames. Het MNP verwacht in

2010 en verder een aanzienlijke afname van de achtergrondconcentraties van NO₂. In dit MER zijn bijdragen van het verkeer niet meegenomen en wel om de volgende reden:

- de afstand tot de snelwegen is te groot (2,5 km) voor enige beïnvloeding. De snelweg geeft slechts een verhoging op 200 m aan beide zijden van de weg
- het verkeer naar de centrale is beperkt tot enkele vrachtauto's per week en maximaal 25 personenauto's per dag. De toename is hooguit 3 auto's per dag.

In het Besluit Luchtkwaliteit (BLK, 2005, Staatsblad 316) zijn de grenswaarden vastgelegd. In dit MER zullen we ons alleen concentreren op NO₂, aangezien er geen andere stoffen worden uitgestoten. Er is gekozen om de situatie voor 2010 door te rekenen omdat de centrale eind 2009/begin 2010 in bedrijf komt. Dat betekent dat 2010 het eerste jaar is, waarin de installatie volgens beoogde (representatieve) inzet in bedrijf zal zijn. De grenswaarden voor NO₂ zijn:

- jaargemiddelde: 40 µg/m³
- uurgemiddelde: 200 µg/m³. Dit gemiddelde mag 18 keer per kalenderjaar worden overschreden op wegen met minimaal 40.000 voertuigen per dag

Tabel 5.2.1 Jaarlijkse gemiddelde achtergrondconcentraties in 2005, grenswaarde voor NO₂, in de nabijheid van Moerdijk

Onderdeel	Concentratie in µg/m ³			
	LML 437 Westmaas	LML 241 Breda	Stacks rekenmodel RIVM-data (2010)	grenswaarde in 2010
NO ₂	26	29	22,6	40

5.2.2.2 Zure depositie

Er bestaat een verschil tussen droge en natte zure depositie. Droge depositie wordt gevormd door de verwijdering van gassen en aerosolen uit de luchtlaag die zich het dichtst bij de grond bevindt. Natte depositie wordt gevormd door de zuurverbindingen die door de neerslag van regenwater uit de lucht worden gehaald en op de bodem en het oppervlaktewater neerslaan.

De belangrijkste componenten van zure regen zijn stikstofoxiden (NO en NO₂), salpeterzuur (HNO₃), salpeterigzuur (HNO₂), zoutzuur (HCl) en ammoniak (NH₃), en de aerosolen nitraat (NO₃) en ammonium (NH₄) [Ericzman, 1991].

De totale potentiële zuurdepositie in Regio Moerdijk in 2004 bestond uit 3170 zuurequivalenten (mol H^+) per hectare per jaar. De potentiële droge en natte depositie bedroegen respectievelijk 1960 en 1210 zuurequivalenten (mol H^+) per hectare per jaar.

Op grond van nationaal beleid moet de depositie van het totale potentiële zuur gemiddeld per land worden beperkt tot 2400 mol/ha.j in het jaar 2000 en 2300 mol/ha.j in het jaar 2010 (Beck *et al.*, 2004). Deze doelstellingen zullen niet worden gehaald. In de provincie van Brabant wordt verwacht dat de niveaus in het jaar 2010 2700 mol/ha.j zullen zijn.

5.2.3 Effecten van de nieuwe centrale

De jaarlijkse gemiddelde bijdragen aan de achtergrondconcentraties van NO_2 en de bijdragen van NO_x zijn vastgesteld voor een schoorsteen van 65 m. Verder laten de resultaten van de berekeningen ook of grenswaarden worden overschreden. De uurgemiddelde grenswaarde bedraagt $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de jaargemiddelde grenswaarde bedraagt $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.2.3.1 Centrale- en emissiegegevens

De elektriciteitscentrale- en emissiegegevens worden vermeld in tabel 5.2.2.

Tabel 5.2.2 Uitgangspunten voor berekeningen luchtkwaliteit Elektriciteitscentrale- en uitstootgegevens gebaseerd op 8200² uur productie per jaar. De berekeningen voor NO_x zijn uitgevoerd voor 42g/GJ i.p.v. 40g/GJ om de worst case situatie van het BREF-LCP te modeleren

Quantity	Unit	Project	Project + SCR	Moerdijk 1 ¹⁾
Brandstof		Aardgas	Aardgas	Aardgas
Netto vermogen	MW _e	420	420	100
Vollast-uren	h	8200	8200	8200
Rookgas volume ²⁾	Nm ₀ ³ /s	437 ³	437	195
Zuurstof ³⁾	%	12,2	12,2	12 – 15
Rookgas temperatuur	°C	80 – 95	80 – 95	82
Schoorsteen hoogte	m	65	65	65
Schoorsteen diameter	m	3,25	3.25	3,25
NO _x ⁴⁾	mg/m ₀ ³	50 (42 g/GJ)	25 (21 g/GJ)	50 (43g/GJ)
	g/s	30,5	15,2	8
	t/y	855	428	236

1) per eenheid en schoorsteen, in totaal 3 eenheden en schoorstenen

2) natte rookgassen, 273 K, 101.3 kPa

3) gebaseerd op droge rookgassen, 273 K, 101,3 kPa

4) NO_x berekend als NO₂

5.2.3.2 Jaargemiddelde achtergrondconcentraties van NO₂

De maximale concentraties, inclusief de achtergrondconcentratie van de centrale van NO_x (als NO₂) berekend met het nationale verspreidingsmodel (KEMA korte-termijn STACKS-model) plus de effecten van het installeren van een alternatief, namelijk een SCR (Selective Catalytic Reduction) worden hieronder vermeld. In deze berekeningen wordt de uitstoot van wegen en snelwegen in de achtergrondconcentratie opgenomen.

² Op dit moment is voorzien dat de installatie een start/stop eenheid wordt die afhankelijk van de marktomstandigheden wel of niet ingezet wordt (verwachting 7000 vollasturen). In de toekomst is het echter denkbaar dat de marktomstandigheden er toe leiden dat de installatie als basislasteenheid ingezet zal worden. Voor de beschrijving van de verwachte operationele impact wordt daarom uitgegaan van een volledige electriciteitsproductie van 8200 vollasturen (worst case benadering)

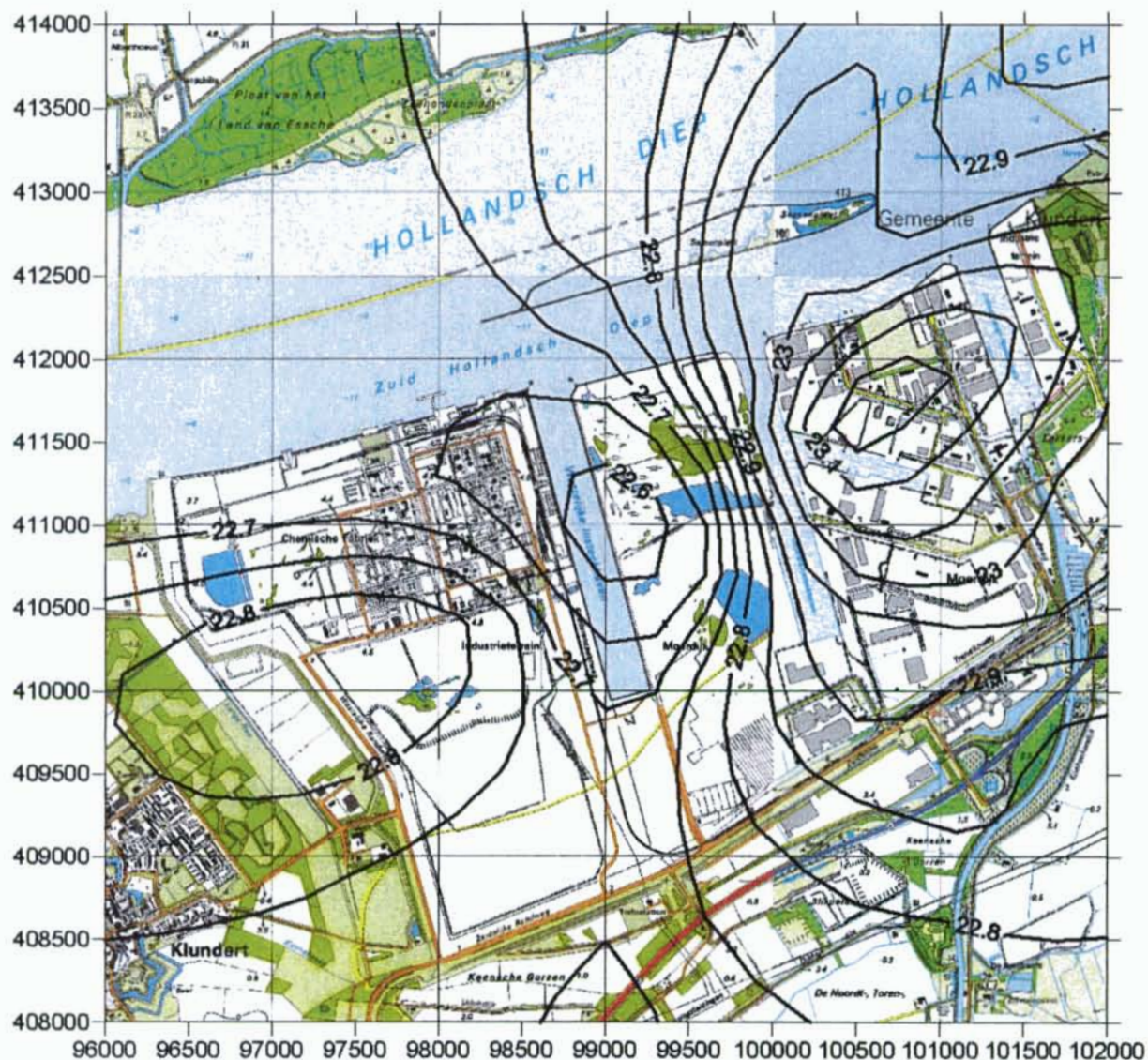
³ 658 m₀³/s bij 15% O₂ = 437 m₀³/s bij 12,2% O₂

Tabel 5.2.3 Overzicht van NO₂-concentratie inclusief achtergrondconcentratie (toetsjaar 2010)

	Concentratie (µg/m ³)		
	Huidige situatie	Voorgenomen activiteit (inclusief Moerdijk 1)	Voorgenomen activiteit + SCR (inclusief Moerdijk)
Jaargemiddelde	22,7	22,8	22,7
maximum jaargemiddelde	23,0	23,2	23,1
aantal uurgemiddelde waarden die concentratie van 200 µg/m ³ overschrijden		nihil	Nihil

De maximale concentraties bevinden zich ongeveer 2,75 km ten noordoosten van de centrale. De hoogste concentratie bevindt zich boven het oostelijk deel van het Industrierrein Moerdijk.

Conclusie: De grenswaarden voor NO₂ worden zowel voor de huidige situatie als voor de toekomstige situatie niet overschreden. De maximale effecten van de centrale (inclusief bestaande WKC Moerdijk) op achtergrondniveaus van NO_x bedragen gemiddeld op jaarbasis 0,6 voor een achtergrond van 22,6 (i.e. 2,7%). De maximale bijdrage van de voorgenomen activiteit bedraagt 0,2 µg/m³ (0,9%) ten opzichte van de huidige situatie. De isolijnen van de jaargemiddelde NO₂-concentraties worden afgebeeld in de figuur 5.2.1



Figuur 5.2.1 Isolijnen van jaargemiddelde NO_2 -concentraties in de nieuwe situatie ($\mu\text{g}/\text{m}_0^3$, toetsjaar 2010)

5.2.4 Effecten van de alternatieven voor luchtkwaliteit

Om de NO_x -emissie verder te laten afnemen, kan een SCR worden geïnstalleerd. Hiermee kan de emissie met 50% worden verminderd. De jaarlijkse uitstoot zal dan 428 ton per jaar bedragen. De lokale bijdrage zal eveneens met 50% verminderen. De locatie van de maximale concentratie zal niet veranderen, en ook het patroon van de isolijnen niet. Vanwege de lage concentratie en de relatief lage reductie, wordt niet verwacht dat ammoniak doorslipt.

5.2.5 Deposities

Tabel 5.2.4 laat de potentiële zure depositie (mol H⁺) in mol/ha.a voor de voorgenomen activiteit inclusief bestaande WKC en voor het alternatief met SCR zien. De maximale depositie plus het gemiddelde voor het gehele gebied (10 x10 km) zijn berekend.

Tabel 5.2.4 Potentiële zure depositie (in mol H⁺/ha.a)

	Huidige situatie	Voorgenomen activiteit	Alternatief met SCR
Maximum	30,7	45,1	37,9
Grid gemiddelde	7,3	12,6	10,0

Conclusie: de effecten van de centrale in het studiegebied bedragen 12,6 mol/ha/jaar ten opzichte van een achtergrond in de omgeving van Moerdijk (2004) van 3170 zuurequivalenten (mol H⁺)/ha/jaar, ofwel 0,4%, een zeer gering effect.

5.3 Oppervlaktewater

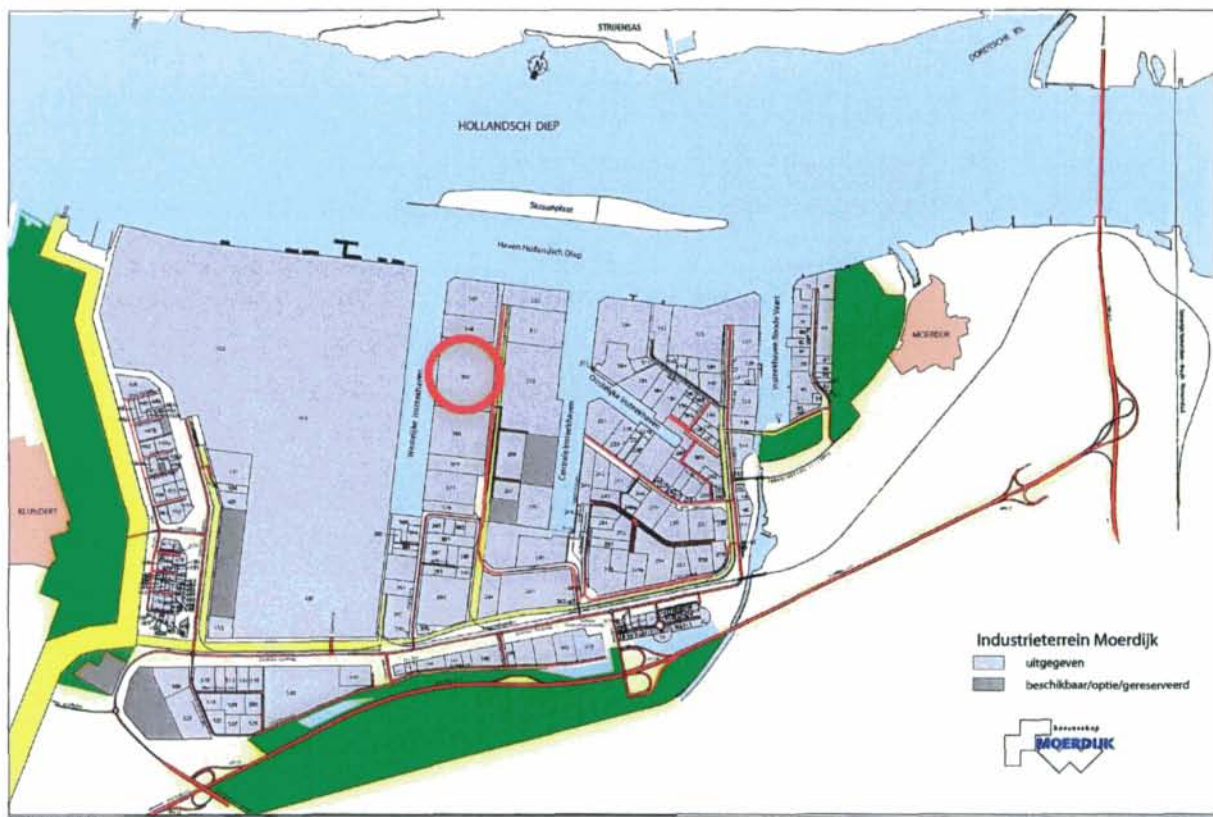
5.3.1 Huidige waterkwaliteit

Het Hollandsch Diep

Het Hollandsch Diep vormt de verbinding tussen de Biesbosch en het Haringvliet. Door de afsluiting van het Haringvliet veranderde het gebied van een brak getijdengebied in een zoetwatermeer. Grote waterstandsschommelingen treden vooral nog op onder invloed van wisselende waterstanden in de Maas en Rijn.

Het Hollandsch Diep is een voormalig estuarium dat deel uitmaakt van de delta van Rijn en Maas, die respectievelijk via de Boven-Merwede en de Amer hun water afvoeren naar het Hollandsch Diep. Het laatste traject naar de zee wordt gevormd door het Haringvliet, dat in november 1970 zijn open verbinding met de zee verloor door sluiting van de Haringvlietdam. Het peil op het Hollandsch Diep wordt beïnvloed door de Haringvlietssluisen en de bovenstroomse stuwen. De sluisen zijn bij vloed en bij lagere rivierafvoeren gesloten. Bij hogere rivierafvoeren (en bij eb) zijn de sluisen in meer of mindere mate geopend. Na afsluiting van het Haringvliet is het Hollandsch Diep snel zoet geworden. Het water is onder gemiddelde omstandigheden voor circa 75% afkomstig van de "relatief schone" Rijn en voor

circa 25% afkomstig van de meer vervuilde Maas. Bij hoge en lage afvoeren is de verhouding Rijn/Maas 65-35 respectievelijk 90-10. De voorbelasting door deze rivieren bepaalt in sterke mate de waterkwaliteit van het Hollandsch Diep. De sluiting van het de Haringvliet heeft tot gevolg gehad dat sindsdien op het Haringvliet-Hollandsch Diep een forse sedimentatie van met name in die periode sterk verontreinigd rivierslib heeft plaatsgevonden.



Het Hollandsch Diep heeft de volgende functies.

- Drinkwater (inname op het stroomafwaarts gelegen Haringvliet)
- Zwemwater
- Koelwater
- Natuur en recreatiefunctie
- Waterweg voor scheepvaart

Het Hollandsch Diep kwalificeert als speciale beschermingszone onder de Vogelrichtlijn vanwege het voorkomen van drempeloverschrijdende aantallen van de grauwe gans die het gebied benut als overwinteringsgebied en/of rustplaats. Daarnaast is het aangewezen gebied ook van betekenis voor een aantal andere vogelsoorten die er in behoorlijke aantallen voorkomen. Andere soorten waarvoor het gebied van betekenis is, zijn lepelaar en

brandgans (niet-broedvogels). Andere trekkende vogelsoorten waarvoor het gebied van betekenis is als overwinteringsgebied en/ of rustplaats: kolgans, smient, krakeend, wilde eend en kuifeend. De biotopen van deze zogenaamde begrenzingssoorten hebben mede de begrenzing van het gebied bepaald

Chemische toestand De 76/464/EG-stoffen zijn getoetst aan vastgestelde Europese normen. Voor de prioritaire stoffen heeft de EU voorlopige normen opgesteld. Deze zouden al in 2005 definitief worden, maar zijn dat nog steeds niet. Er gelden verschillende normen voor het zoete binnenwater en de zoute kustwateren. Voorheen werden voor dezelfde stoffen – voor zover beschikbaar – normen gebruikt die vastgesteld waren in de Vierde Nota Waterhuishouding, de zogeheten MTR-normen. MTR staat voor maximaal toelaatbaar risico.

Getoetst aan de functies en de algemener geformuleerde doelstellingen uit de Vierde nota waterhuishouding (MTR en VR) blijkt dat de waterkwaliteit op het Hollandsch Diep de volgende normen overschrijdt:

Tabel 5.3.1 Overschrijdingen van waterkwaliteitsnormen

Norm	Parameters die de norm overschrijden
MTR totaal	Koper
Vrtotaal	Fosfaat, Nikkel, Zink, Chroom, Lood,
MTR zwevende stof	Heptachloorepoxide, Minerale olie, Antraceen, Benzo(a)antraceen, Fenantreen, Hexachloorbenzeen, PCB's
VR zwevende stof	Aldrin, Endrin, Koper, Zink, Cadmium, Kwik, Lood, Nikkel, α -Endosulfan, Dieldrin, γ -HCH, Heptachloor, Benzo(ghi)-peryleen, Benzo(k) fluorantheen, Chryseen

Ecologische toestand De ecologische doelstellingen mogen de lidstaten, binnen de kaders die de KRW hiervoor stelt, zelf bepalen. Ecologische doelstellingen worden afgeleid van referentieomstandigheden. Referentieomstandigheden zijn een soort 'streefbeelden', die per watertype verschillen; in vennen komen van nature nu eenmaal andere vissen en waterplanten voor dan in beken of kustwater. De referenties bestaan uit biologische, algemeen fysisch-chemische en hydromorfologische onderdelen. De KRW spreekt van 'kwaliteitselementen'.

De biologische kwaliteitselementen zijn afhankelijk van het watertype. Voor rivieren zijn dit macrofyten, fyto-benthos en macrofauna. De samenstelling van de kwaliteitselementen moet voldoende gevarieerd zijn en de soorten moeten in voldoende aantallen voorkomen om het ecosysteem goed te laten functioneren. Daarnaast wordt in rivieren gekeken naar stoffen en omstandigheden die de biologie beïnvloeden: de zuurstofhuishouding, nutriënten, zout-

gehalte, de temperatuur van het water en verontreinigingen. Dit zijn de fysisch-chemische parameters. De rivierecologie wordt daarnaast in sterke mate bepaald door de fysieke inrichting (hydromorfologie) van het betreffende water, bijvoorbeeld hydrologisch regime (stroming en dergelijke), riviercontinuïteit (dammen, stuwen en dergelijke) en morfologie (bijvoorbeeld de vorm van de oevers).

De overheid streeft naar het bereiken van het MTR voor oppervlaktewater en waterbodembodem op relatief korte termijn (zie par. 3.2.7). Ter indicatie zijn in tabel 5.3.2 enige indicatoren voor de waterkwaliteit van het Hollandsch Diep weergegeven (max. cq min waarde), gemeten op meetpunt Bovensluis gemeten in 2004 en 2005. Daarnaast zijn langjarige gemiddelden (etmaalswaarden) weergegeven zoals gemeten gedurende de periode 1995 – 2005. Tevens staan de gehanteerde grenswaarden voor minimumkwaliteit (MTR) voor oppervlaktewater (RWS, 1997a) weergegeven.

Tabel 5.3.2 Gemiddelde en extreme waarden van de watersamenstelling in vergelijking met grenswaarden (MTR) en FHI voor minimale kwaliteit

Parameter	Hollandsch Diep Bovensluis	Meetperiode	Grenswaarde (MTR)		
temperatuur °C	23,8	Aug. 2004	< 25		
temperatuur °C	24,5	Juli 2005	< 25		
zuurstof mg/L	5,1 – 11,8	2004	> 5		
zuurstof mg/L	6,3 – 12	2005	> 5		
totaal P mg/L	0,08 – 0,31	2004	< 0,15 *		
totaal P mg/L	0,08 – 0,15	2005	< 0,15		
totaal N (Kj-N+NO _x -N)mg/L	0,5 – 0,9	2004	< 2,2 *		
totaal N (Kj-N+NO _x -N)mg/L	0,4 – 1,7	2005	< 2,2 *		
1995 – 2005					
	Max	Min	Gem		
temperatuur °C	24,50	2,10	14,12	1995 – 2005	< 25
zuurstof mg/L	16,30	5,50	9,84	1995 – 2005	> 5
totaal P (fosfaat) mg/L	0,43	0,06	0,16	1995 – 2005	< 0,15 *
N Kj mg/L	3,49	0,10	0,72	1995 – 2005	
NO _x (NO ₃ + NO ₂) mg/L	5,35	0,63	2,98	1995 – 2005	< 2,2 *
chloriden mg/L	194,4	10,50	84,23	1995 – 2005	200

* zomergemiddelde waarde voor eutrofiëringsgevoelige, stagnante wateren

De afvoergegevens, inclusief getijdenbewegingen, gemeten bij meetpunt Bovensluis in het Hollandsch Diep staan weergegeven in tabel 5.3.3.

Tabel 5.3.3 Afvoer bij meetpunt Bovensluis (over de periode 1997 - 2004) op basis gemiddelde etmaalwaarden in $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

	Maximum	Minimum	Gemiddeld
Januari	6575.00	17.00	1662.65
Februari	4968.00	157.00	1696.70
Maart	5640.00	170.00	1795.81
April	4017.00	115.00	995.15
Mei	2417.00	179.00	825.17
Juni	1952.00	143.00	679.21
Juli	1514.00	120.00	597.27
Augustus	1158.00	58.00	396.08
September	2255.00	8.00	434.65
Oktober	3624.00	16.00	518.78
November	5609.00	67.00	1091.47
December	4484.00	52.00	1074.89

Autonome ontwikkeling water(bodem)-kwaliteit

Voor het stroomgebied van de Maas wordt de Kaderrichtlijn water (KRW) een belangrijke stuurfactor, omdat deze eisen stelt aan de chemische (geen verontreinigende stoffen) en ecologische kwaliteit van het oppervlaktewater. Voor het Hollandsch Diep worden door de overheid op dit moment doelstellingen geformuleerd en maatregelen opgesteld om aan de door de KRW opgelegde voorwaarden te voldoen. De waterbodem is mede door de sedimentatie als gevolg van de afsluiting van het Haringvliet en de hiermee gepaard gaande vermindering van de stroming deels ernstig verontreinigt (klasse IV). Vanuit dit verontreinigde bodemsediment vindt een zekere teruglevering van verontreinigingen naar de waterfase plaats.

Het afvalwater van Moerdijk loost via de Afvalwaterpersleiding Moerdijk-Waarde (de AWP) op de RWZI Bath en komt na zuivering op de Westerschelde. Het afgevoerde afvalwater had in 2001 een vervuilingswaarde van ca 60.000 i.e. (monitoringrapport 2001 Haven en Industrieterrein Moerdijk). Het niet tengevolge van de bedrijfsvoering verontreinigde hemelwater wordt direct of via een slotenstelsel op het Hollandsch Diep en de aanliggende havens geloosd.

5.3.2 Huidige lozingen van de WKC Moerdijk

Conform de vigerende vergunning gaat het om de volgende lozingen:

- koelwater van de WKC Moerdijk
- afvalwater van de demi-installatie
- spuiwater van het ketelwatersysteem
- afvalwater afkomstig uit de werkplaatsen en het ketelhuis
- hemelwater van daken en wegen

Hiernaast worden nog afvalwaterstromen geloosd via het koelwater uitlaatkanaal van de WKC door de vuilverbranding AZN en enkele zeer kleine koelwaterlozers.

5.3.3 Lozingen door de voorgenomen activiteit

Via het rioolsysteem en de koelwaterafvoer zullen de volgende lozingen plaatsvinden:

- koelwater naar Hollandsch Diep
- extra regenerant van uitbreiding demi-installatie naar Hollandsch Diep
- ketelspuwater naar Hollandsch Diep
- schrob-, lek- en spoelwater via een olie/waterscheider naar Hollandsch Diep
- waswater van de gasturbine naar het oppervlaktewater of verwerking door een erkende onderneming
- huishoudelijk afvalwater naar het gemeentelijk riool
- regenwater naar Westelijke insteekhaven
- brandbluswater (bij calamiteiten) naar Westelijke insteekhaven na analyse, anders verwerking door erkende onderneming.

5.3.3.1 Lozing op het Hollandsch Diep

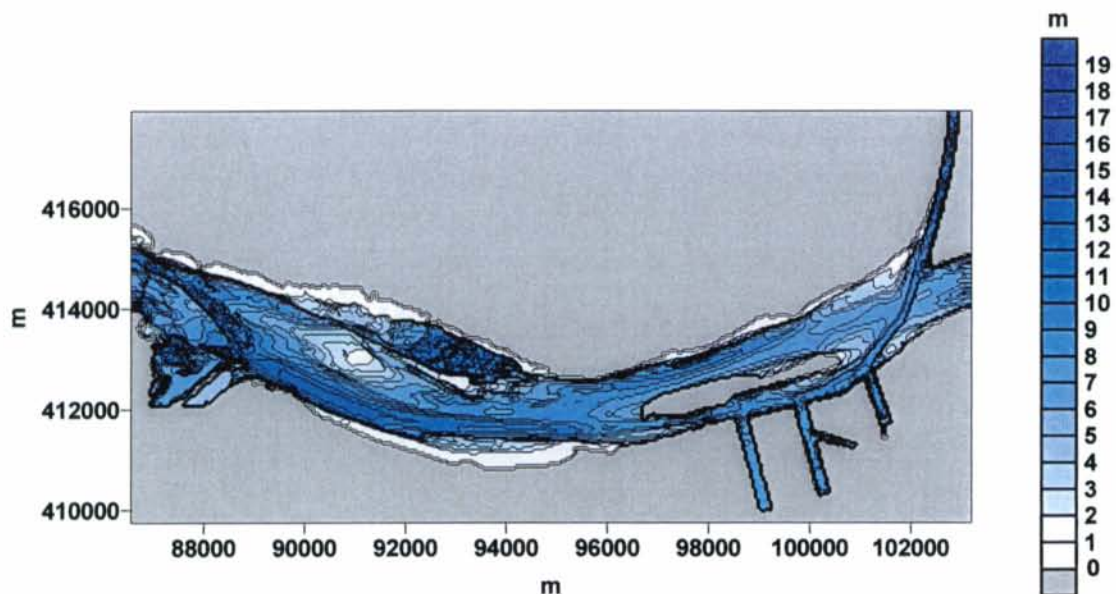
Koelwater

De hoofdcondensor zal worden ontworpen voor een maximale temperatuuroename van het koelwater van 7K, bij een inlaattemperatuur van het water van maximaal 24,5 °C (juli 2005). Dit resulteert in een koelwaterstroom van maximaal 7,7 m³/s en 225 MW_{th}. Deze thermische lozing is van toepassing bij volledige productie. De thermische lozing vermindert door deellast bedrijf van de centrale. De elektriciteitscentrale zal beschikken over een doorstroomkoelsysteem ("once through" koelwatersysteem). Het koelwater wordt op een diepte van -6 m ingenomen en op een diepte juist onder gemiddeld laaglaagspring geloosd.

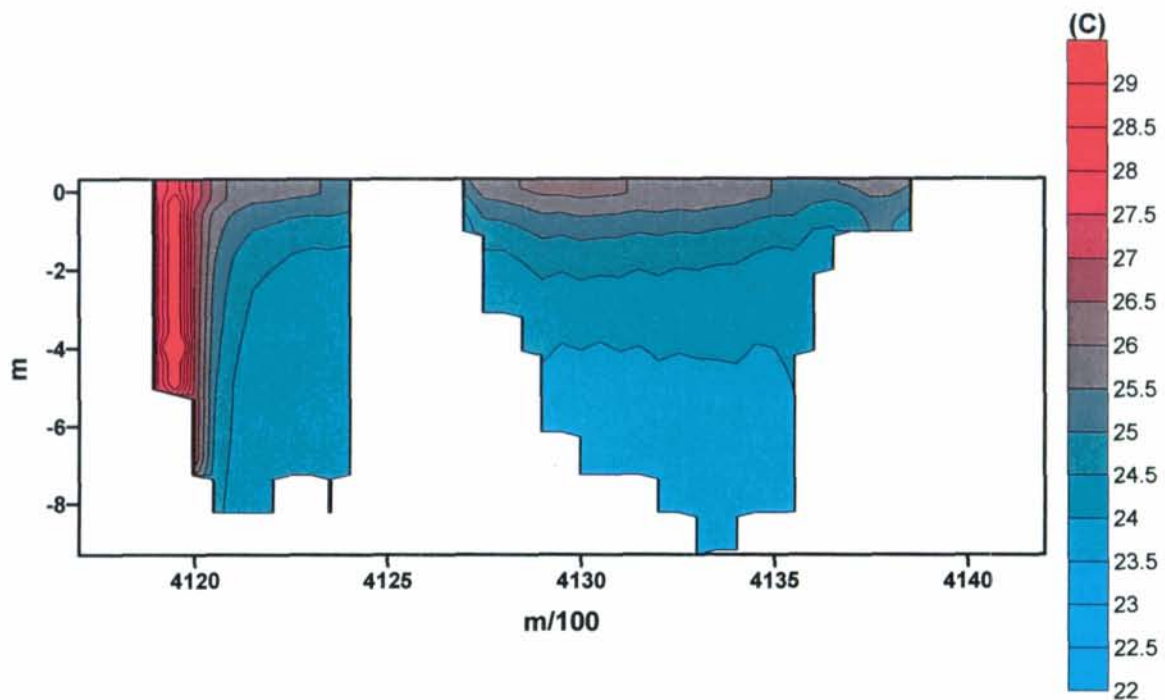
CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen

In hoofdstuk 5.3.3.4 wordt ingegaan op de CIW beoordelingssystematiek warmtelozingen waarbij voor de lozing van warmte van belang zijn de opwarming in het gebied i.e. de daggemiddelde temperatuur van 28°C en een ΔT van 3 °C en mengzone zijnde het deel van het watersysteem (in de nabijheid van een lozingspunt) dat ten gevolge van een warmtelozing op een temperatuur groter of gelijk aan 30 °C is gebracht en wordt begrensd door respectievelijk de ruimtelijke 30 °C isotherm. Dit betekent dat binnen de mengzone een hogere temperatuur mag heersen. Daar de mengzone door een vlak getrokken moet worden vanaf de uitlaat naar de Sassenplaat en daaroverheen naar de overzijde is er in principe een relatief grote dwarsdoorsnede aanwezig.

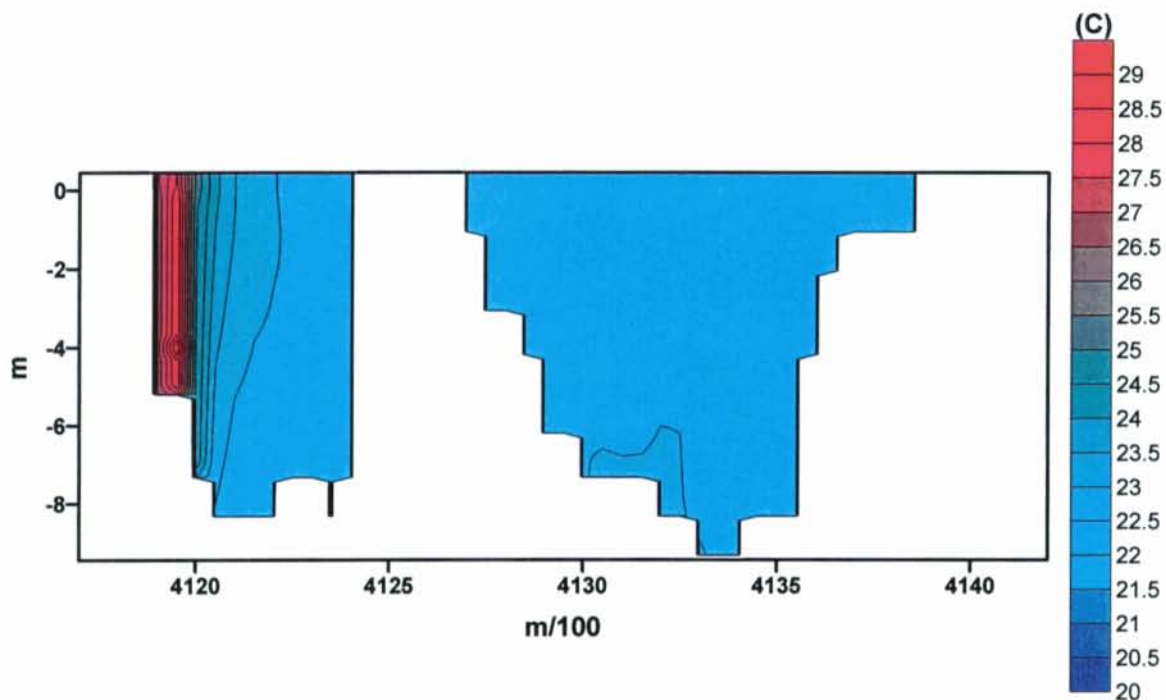
De koelwaterstromen zijn met een 3D-programma (Threetox) gemodelleerd (KEMA, 2006). Uit de resultaten van deze modellering blijkt dat er uitsluitend ten zuiden van de Sassenplaat een verschil optreedt ten opzichte van de huidige lozing. Aan de zuidzijde van de Sassenplaat is de temperatuur aan de oppervlakte van het water hoger dan in de rest van het Hollandsch Diep. Hieronder zijn als voorbeeld resultaten weergegeven zoals ze gaan optreden in de nieuwe situatie met slibdepot waarbij tijdstippen gekozen zijn met relatief grote temperatuurverschillen.



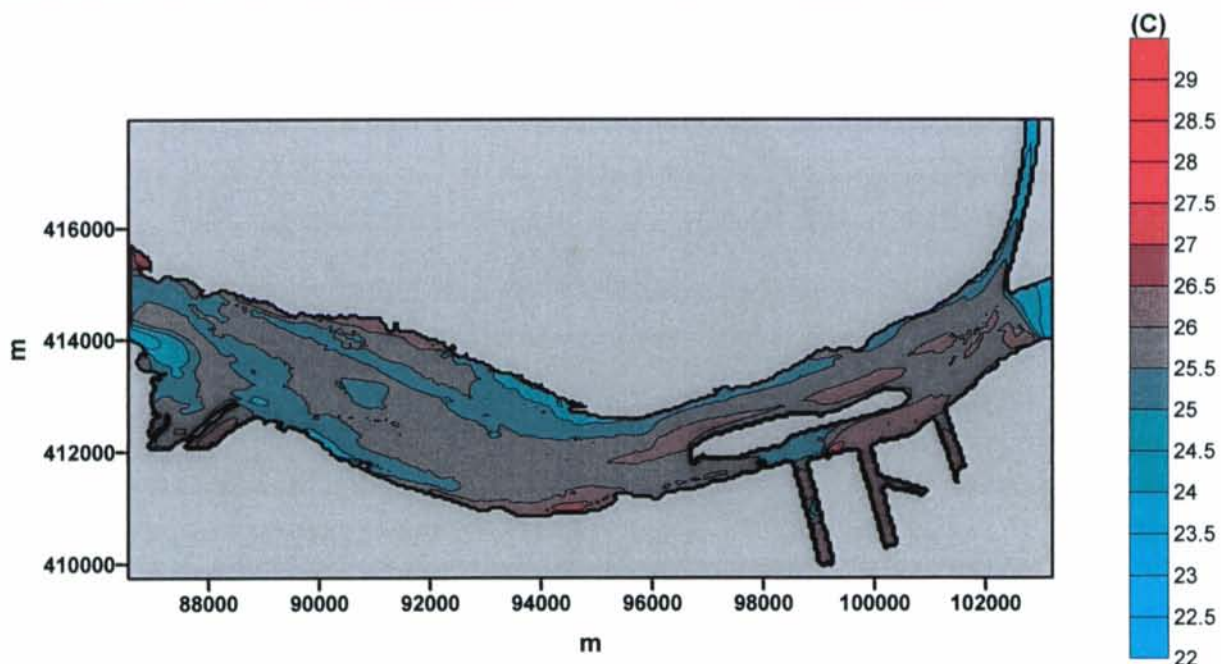
Figuur 5.3.2 Bathymetrie Hollandsch Diep met slibdepot



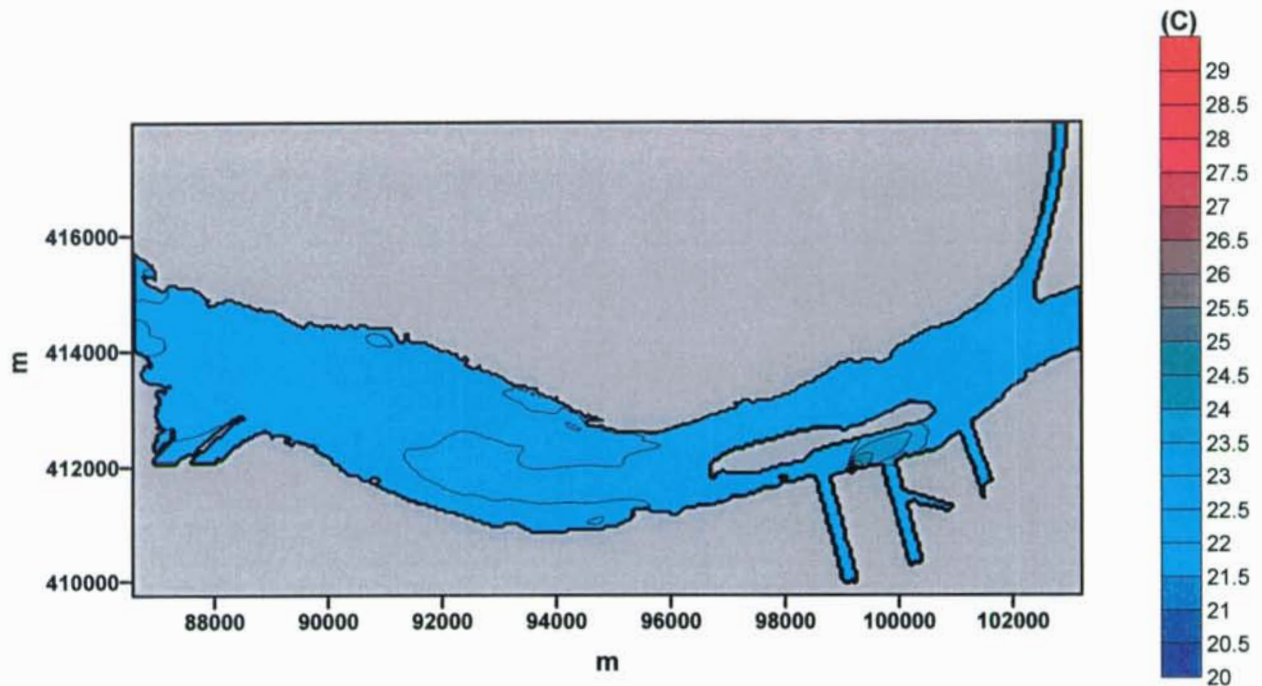
Figuur 5.3.3: 2003 12.07 16:19 – hoog – laag water. Verticale temperatuurverdeling dwars uit van de uitlaat. Het witte deel dat tot aan het wateroppervlak reikt is de Sassenplaat/slibdepot. Duidelijk te zien is dat in dit worst case scenario van de bestaande en nieuwe eenheid op vollast in 2003 op 7 juli om 16h19 de temperatuur direct na de uitlaat rond de 29–30°C is (roodgekleurd), tegen de oever wordt aangedrukt, opstijgt en daarna snel verdwijnt. De 25% regel voor een mengzone met een isotherm van 30°C over de natte doorsnede wordt niet overschreden



Figuur 5.3.4. 2004 12.07 15:50 - hoog – laag water. Verticale temperatuurverdeling dwars uit van de uitlaat voor het jaar 2004. In vergelijking met 2003 is te zien dat de warmtelozing iets geringer is. De 25% regel voor een mengzone met een isotherm van 30°C over de natte doorsnede wordt niet overschreden zowel voor als achter de Sassenplaat.



Figuur 5.3.5: 2003 12.07 16:19 – hoog – laag water. Oppervlakte temperaturen als voorbeeld voor de relatief extreme meteo omstandigheden. De natuurlijke opwarming aan de overzijde van het Hollandsch Diep is hier een duidelijk voorbeeld van.



Figuur 5.3.6. 2004 12.07 15:50 – hoog – laag water. Oppervlakte temperaturen. De lozingspluim trekt naar het oosten maar blijft qua omvang bescheiden.

In totaal zijn vier scenario's gedraaid, te weten een scenario met de huidige WKC voor de jaren 2003 (extreem warme zomer) en 2004 (warme zomer) en de nieuwe situatie voor 2003 en 2004. De conclusie is dat bij de inlaat van Essent de inlaattemperatuur met 0,1 K stijgt voor het jaar 2004. Voor het jaar 2003 is de inlaattemperatuur in de nieuwe situatie lager dan in de huidige situatie. De opwarming door de zon heeft een grote invloed op de watertemperatuur van de westelijke insteekhaven. Bij de inlaat van Shell SNC stijgt de watertemperatuur met 0,2 K alleen tijdens de korte piek van de vloed (1 uur per keer), gedurende rest van de dag is er geen verandering. Deze situatie leidt niet tot enig rendementverlies van de centrale. De koelwaterinlaat van Shell Chemie zal dus geen invloed ondervinden door de lozing van de nieuwe centrale. De opwarming voor de verschillende scenario's van de inlaten van Essent en Shell zijn samengevat in onderstaande tabel.

Tabel 5.3.4 Opwarming voor verschillende scenario's op de inlaten van Essent en Shell

Invloed	2004		2003	
	Geen depot	Depot	Geen depot	Depot
Shell op Essent inlaat	0.2 °C (max)	0.2 °C (max)	0.8 °C (max)	1.2°C (max)
Essent op Shell inlaat	0.2 °C (max)	0.2 °C (max) *	0.4 °C	0.4 °C *
Shell op eigen inlaat	0.8 °C	1.5°C	1°C	1.5°C
Essent op eigen inlaat	0.1 °C	0.1 °C **	0.5 °C	0.5 °C **

* Afgeschat; niet af te leiden uit berekeningen omdat er geen aparte run Shell met depot is gedraaid (zonder Essent). De reden dat het depot niet uitmaakt, is dat er al een barrière voor de Essent uitlaat ligt.

** Afgeschat, geen aparte Shell run gedraaid met depot en Essent zonder lozing zodat deze recirculatie kan worden afgeleid.

Bij een warmtelozing van 225 MW_{th}, worden met doorstroomkoeling de CIW-koelwater-richtlijnen niet overschreden. Het gaat over dat deel van het watersysteem (in de nabijheid van een lozingspunt) dat ten gevolge van een warmtelozing op een temperatuur groter of gelijk aan 30 °C is gebracht en wordt begrensd door de ruimtelijke 30 °C isotherm (zoete wateren). De dwarsdoorsnede van de mengzone mag niet meer zijn dan 25% van de natte doorsnede hetgeen ruimschoots het geval is (RIZA 2004 en RIKZ 2004).

Het koelwater wordt onttrokken uit de Westelijke Insteekhaven die in open verbinding staat met het Hollandsch Diep. De lengte en breedte van dit havenkanaal zijn respectievelijk 2000 en 250m, het niveau van de kanaalbodem ligt op circa - 9m NAP en de gemiddelde waterstand bedraagt + 0,55m NAP. De koelwaterinlaat ligt aan de oostzijde van het kanaal op circa 850m van de monding bij het Hollandsch Diep. Het inlaatkanaal heeft een lengte van 280m.

Het koelwater wordt direct in het Hollandsch Diep geloosd. De pijpleiding die daarvoor nodig is, wordt door het terrein gelegd en is 850m lang. In het nieuwe pomphuis wordt het koelwater eerst langs een rooster (spleetwijdte circa 40 mm) gevoerd om grof materiaal te

filteren. Daarna gaat het door draaizeven hetgeen een fijner filter is (maaswijdte circa 5 mm), dat kan bestaan uit een zogenaamde bandzeef of een trommelzeef, beiden met een wasinstallatie. Het materiaal dat is meegekomen, ook vissen, wordt door de zeef eruit gehaald en teruggevoerd naar de haven. Om de vissen te kunnen laten overleven, zullen er speciale voorzieningen komen voor de zeven. Het koelwater komt uiteindelijk in de pomput waar het door koelwaterpompen in pijpleidingen over het terrein naar de condensors wordt gepompt. Deze leidingen hebben een diameter van 1,4 m. De watersnelheid in de leidingen is circa 2 m/s. De breedte van het inlaatwerk is 12 m. De diepte is 3 m dus de watersnelheid in de Westelijke Insteekhaven vlak voor de inlaat is ongeveer 13 cm/s. Tegenwoordig worden centrales die met zeewater worden gekoeld uitgerust met schelpdierfilters om losse schelpdierpjes en poliepen (apenhaar) op te vangen en te voorkomen dat de condensorpijpen verstoppert. Hoewel het Hollandsch Diep een grote populatie driehoeksmosselen bevat hoeft de aangroei door driehoeksmosselen geen probleem te zijn. Oplossingen zijn thermoshock welke al door de bestaande centrale wordt toegepast. of een 'dedicated' chloreringsregime welke al jaren met succes wordt toegepast bij Shell SNC. Voor deze chlorering wordt een 4 tal weken per jaar gedoseerd en sterven alle mosseltjes in het systeem af en worden naar de uitlaat getransporteerd. Uiteraard wordt dit gedaan als de mosselen een lengte hebben waarbij ze door de condensorpijpen kunnen zonder verstoppingen te veroorzaken. Om de vorming van bioslijm in de condensorpijpen tegen te gaan kan een Taproggesysteem worden geïnstalleerd waarmee sponsrubberballen door de pijpen worden gevoerd om de pijpen schoon te vegen. De ballen worden achter de condensor weer opgevangen en teruggevoerd naar de inlaat van de condensor.

5.3.3.2 Effecten koelwatergebruik op aquatische organismen

Er kan van worden uitgegaan dat gedurende doorstroomkoeling drie typen van schade kunnen voorkomen:

- 1 thermische invloed ten gevolge van langdurig verblijf in het lozingsgebied in opgewarmd water
- 2 thermische en mechanische schade ten gevolge van passage door de condensors
- 3 mechanische schade door zeven, pompen en filters.

Alvorens in te gaan op mogelijke effecten op organismen is het van belang vast te stellen welke groepen organismen rond de lozingsplaats te verwachten zijn. Het betreft:

- **bodemorganismen**, de benthos zoals macrofauna (schelpen, wormen en andere grotere organismen; de meiofauna, (< 1mm) zoals nematoden (wormen) en kreeftachtigen (copepoden); de microfauna (bacteriën en protozoa)
- **vrijzwevend fytoplankton** (kleine, plantaardige, algensoorten, als diatomeeën)

- **vrijzwevend zoöplankton** (kleine dierlijke organismen, als copepoden en amphipoden)
- **vissen**. In het gebied bij de Moerdijkcentrale komen 25 vissoorten voor.

De Moerdijkcentrale is gesitueerd aan de zuidoever van het Hollandsch Diep. Lozing van koelwater vindt direct op het Hollandsch Diep plaats. In westwaartse richting (stroomrichting) is de zuidoever beschermd door de kade van het bedrijf Shell Chemie, vervolgens met natuurstenen blokken tot aan de jachthaven van Noordschans. Westelijk van de jachthaven Noordschans ligt een rieten biezenveld waarvan de oever gedeeltelijk beschermd wordt door natuurstenen blokken. De diepte van het Hollandsch Diep neemt in noordelijke richting relatief snel toe tot ongeveer 10 á 11 m. In het midden van het Hollandsch Diep, tegenover het lozingspunt van de Moerdijkcentrale, ligt de uitloper van de Sassenplaat, een voormalige zandplaat die tegen erosie beschermd wordt middels een dam van natuursteen. Het oostelijk deel van de zandplaat ligt boven water en is begroeid. In het litoraal is oevervegetatie aanwezig hoofdzakelijk bestaande uit riet. De waterdiepte in het Hollandsch Diep bij de uitloper van de Sassenplaat, ter hoogte van het lozingspunt van de Moerdijkcentrale, neemt in westelijke richting toe van ongeveer 2 m tot ongeveer 10 á 11 m ter hoogte van de jachthaven Noordschans. Mede door de aanwezigheid van de Sassenplaat is berekend dat de warmtepluim zich langs de zuidoever met de stroomrichting meebeweegt. De bodem van het Hollandsch Diep bestaat in het gebied van de warmtepluim uit slibrijk zand. Het koelwater wordt geloosd in het vogelrichtlijngebied Hollandsch Diep. Voor dit gebied zijn in de richtlijn geen visetende watervogels opgenomen. De noordoever is het habitatrichtlijngebied Hollandsch Diep.

Paaigebieden

Door de OVB (Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij) is in opdracht van het RIZA is een inventarisatie gemaakt van de vissoorten en de paai- en opgroeimogelijkheden in beïnvloede koelwater uitlaatgebieden bij Nederlandse E-centrales (Vriese et al., 2006). Voor deze rapportage zijn de paai- en opgroeimogelijkheden bij onder andere de centrale Moerdijk vastgesteld (figuur 5.3.5)

Het resultaat voor de Moerdijk-centrale is dat slechts twee van de 25 voorkomende soorten (baars en rivierdonderpad) paaihabitat kunnen vinden op het bestaande onderwatertalud in de omgeving van de koelwateruitlaat, terwijl voor acht soorten opgroeihabitat aanwezig is (alver, bot, pos, rivierdonderpad, riviergrondel, snoekbaars, spiering en zeelt). Paai- en opgroeihabitat zijn afwezig voor respectievelijk 20 en 14 soorten. Dit wordt in belangrijke mate veroorzaakt door de afwezigheid van vegetatie. Los van een eventueel effect van het koelwater op de paai kan worden gesteld dat de paaimogelijkheden ter plaatse in ieder geval heel beperkt zijn. Naar verhouding meer effect kan worden verwacht op de

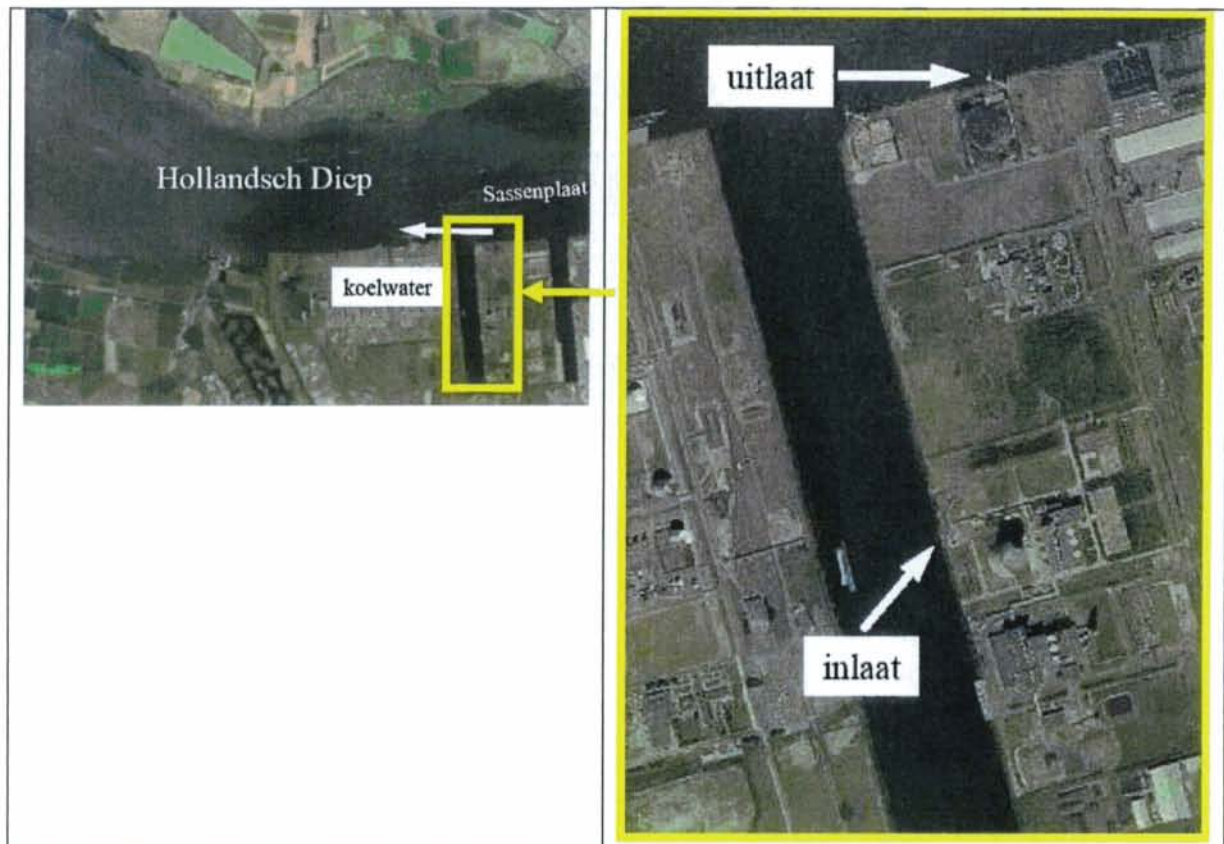
opgroeimogelijkheden voor vis omdat voor eenderde van de aanwezig soorten opgroei-habitat aanwezig is. Het betreft: alver, bot, pos, rivierdonderpad, riviergrondel, snoekbaars, spiering en zeelt. Van de genoemde soorten zijn rivierdonderpad en spiering beleidsmatig geprioriteerd.

Moerdijk-centrale	Beoordeling paai	Beoordeling opgroei
Beoordeling +	3	8
Beoordeling -	20	14
Beoordeling +/-	0	0
Beoordeling onbekend	2	3

Bij de Moerdijkcentrale komt geen onder en bovenwater vegetatie van betekenis voor. Dit heeft consequenties voor de soorten die bij het paaieren en opgroeien vegetatie nodig hebben. Het resultaat is dat van de 25 voorkomende soorten er maar liefst 20 voor wat betreft de paai een negatieve beoordeling hebben gekregen. Positief scoorden 3 soorten die voor wat betreft de paai genoeg nemen met het vrijzwevend of met kunstmatig substraat in de vorm van steen(stort). Onbekend scoorden een tweetal soorten; het is niet bekend of brasem met het aanwezig substraat genoeg kan nemen en eveneens is niet bekend of er schaaldieren voorkomen. De beoordeling voor de opgroei is iets positiever; een achttal soorten vind mogelijkheden voor opgroei (met name soorten die niet van vegetatie afhankelijk zijn in de opgroeifase). Een veertiental soorten heeft een negatieve beoordeling voor het opgroeien in verband met het ontbreken van vegetatie. Drie soorten scoren onbekend. Los van een eventueel effect van het koelwater op de paai kan worden gesteld dat de paaimogelijkheden ter plaatse sowieso heel beperkt zijn. Een eventueel effect kan worden verwacht op de opgroeimogelijkheden; eenderde van de aanwezig soorten heeft ter plaatse mogelijkheden voor het opgroeien. Het mogelijke effect van de koelwaterlozing op de vissoorten die in het uitlaatgebied kunnen paaieren wordt ingeschat als beperkt. Het mogelijke effect op soorten die er kunnen opgroeien is op basis van huidige gegevens niet in te schatten. Op de dwarsdoorsnede figuren voor 2003 en 2004 is te zien dat de warme pluim zich tegen de oever bij de uitlaat drukt (verticale stratificatie) en dat een deel van de warmte aan het oppervlak gaat drijven.

Bovenstaande gegevens betreffen informatie over het uitlaatgebied. Op basis van gebiedskenmerken zijn er zowel verschillen als overeenkomsten met het inlaatgebied: beide locaties hebben verharde oevers en er komt geen vegetatie van betekenis voor. Verwacht kan worden dat dit voor beide locatie dezelfde consequenties heeft voor de mogelijkheden voor paai- en opgroei. Het inlaatgebied betreft een haven, waardoor er een ander stromingspatroon zal zijn dan in het uitlaatgebied in het Hollandsch Diep, maar dit heeft

waarschijnlijk geen consequenties voor de aanwezigheid van vissoorten die in het gebied thuis horen.



Figuur 5.3.7 Overzicht koelwater in- en uitlaat van de centrale Moerdijk aan de Westelijke Insteekhaven (Vriese et al., 2005)

In het verleden zijn door KEMA bij de verscheidene centrales studies uitgevoerd naar effecten van koelwaterinname en -lozing. In de volgende paragrafen worden voor verschillende effecten kort de conclusies uit deze studies weergegeven. Veel van deze studies zijn tientallen jaren geleden uitgevoerd, waar nodig wordt aangegeven in hoeverre de resultaten representatief zijn voor de huidige situatie.

Thermische invloed ten gevolge van langdurig verblijf in het lozingsgebied

Effecten op het fytoplankton zijn mogelijk te verwachten in een versnelde fotosynthese gedurende het verblijf in de pluim. Daarmee is voornamelijk een korte termijn versterkend effect mogelijk gedurende de algenbloei in het voorjaar. Het gebied rond de Moerdijkcentrale heeft een zeer dynamisch karakter, waardoor de verblijftijd van fytoplankton in het

lozingsgebied kort is en er geen grote effecten te verwachten zijn. Uit KEMA-onderzoek met ingesloten zoetwater zoöplankton in tonnen (microcosmos) is vastgesteld dat gecombineerde mechanische en temperatureffecten na twee weken reeds waren gecompenseerd door natuurlijke groei van de geteste natuurlijke zoöplanktonpopulatie. Gedurende 1969 en 1970 zijn phytoplanktonmonsters geanalyseerd op drie bemonsteringsplaatsen in de omgeving van de in- en uitlaat van de Flevocentrale (KEMA, 1972). Er is geen effect gevonden van opwarming (tot $\Delta T = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$) van het water op de planktonsamenstelling in de directe omgeving van de centrale. Mechanische schade aan zoöplankton door passage van de centrale kon niet worden onderzocht vanwege te weinig gevonden aantallen.

Betreffende vis in het algemeen is een eerste verdeling te maken in vislarven/jonge vissen, de zogenaamde 0+ vis, en de oudere tot volwassen vissen. Daarnaast heeft men in de riviersituatie te maken met de aanwezigheid van verschillende typen vissoorten welke grof verdeeld kunnen worden in standvissen en riviertrekvisen. De aanwezigheid van deze soorten is afhankelijk van seizoen (migratie) en rivierafvoer, alsook locatie in de rivier (bijvoorbeeld stroomdeel of oever). De uitlaat van de Moerdijkcentrale mondt direct uit op het Hollandsch Diep. Echter, onbekend is in hoeverre vis gebruik maakt van het nabije gebied als verblijf en foerageergebied. Het gebied is van zeker van belang voor vismigratie. In de toekomst zal er meer aandacht zijn voor migrerende soorten als zeeforel en paling, met name het op een kier zetten van de Haringvlietdam zal de mogelijkheden voor vismigratie verbeteren. Deze ontwikkeling zal geen grote consequenties hebben op de bestaande effecten van inzuiging en koelwaterlozing op de vis. Er wordt in ieder geval al aandacht besteed aan vis in relatie tot inzuiging (IPPC) en effecten door het lozen van opgewarmd koelwater.

Bodemvissen zullen in principe niet worden blootgesteld aan verhoogde watertemperaturen. De larven en juveniele dieren van de pelagische (vrijzwemmend in de waterkolom) vissoorten gedragen zich als zoöplankton en verwacht mag worden dat er geen tot geringe effecten zullen zijn. De volwassen dieren zijn uitstekend in staat verhoogde watertemperaturen te mijden. Gevaar voor eventuele vissterfte door opgewarmd koelwater is in het directe uitlaatgebied in de rivier aanwezig in bijzondere situaties: bij lage rivierafvoeren en onvoldoende uitwijkmogelijkheden. Er zijn echter ook soorten/individuen die de warme koelwaterpluim (voor korte periode) zullen opzoeken. Dit is met name bekend uit waarnemingen.. Dit aspect wordt onderzocht in de studie met betrekking tot de nieuwe CIW-beoordelingssystematiek (Meetpol).

Sommige soorten juist aangetrokken door het warme water. Uit KEMA onderzoek bij de Flevocentrale (KEMA, 1975) is gebleken dat met name snoekbaars de neiging heeft om langere tijd in het uitlaatgebied te verblijven. Verder is aangetoond dat de conditie van snoekbaars en brasem negatief is beïnvloed. Dit is waargenomen aan de hand van de K-factor (lengte/gewicht-ratio) en maaginhoud. De oorzaak hiervoor is waarschijnlijk het tekort aan specifiek voedsel (afwezigheid jonge prooivis en bodemdieren). Door het verhoogde metabolisme van de vis bij hogere temperatuur is er een grotere voedselbehoefte en zal het aanwezige voedsel eerder op zijn waardoor schaarste ontstaat. Daarnaast is er een hoger energiegebruik om tegen de waterstroom in te zwemmen. Dit is dus een indirect effect en sterfte door te langdurig verblijf in het uitlaatgebied is nooit waargenomen. Daarnaast bleek de paaitijd van blankvoorn in de nabije omgeving van de uitlaat twee weken te zijn vervroegd. In de situatie bij de Moerdijkcentrale (dynamische rivier) wordt niet verwacht dat vis lang in het uitlaatgebied verblijft. In de winter van 1981/82 zijn in het uitlaatkanaal van de Flevocentrale sterke temperatuurschommelingen opgetreden tengevolge van grote verschillen in belasting van de centrale binnen één etmaal. Hypothese was dat juist de sterke verschillen in watertemperatuur negatieve effecten zou kunnen hebben op vis. Er is een overlevingsproef uitgevoerd en de effecten van de sterk wisselende watertemperatuur op vis bleek minder ongunstig dan in eerste instantie werd aangenomen (KEMA, 1983). Bij recenter onderzoek in de haven van Rotterdam (KEMA, 2000) is waargenomen dat gedurende november de biomassa in havens met koelwaterlozing hoger is dan in augustus. Waarschijnlijk vervullen deze havens een rol als overwinteringsplek. Er is geen negatieve invloed op soortensamenstelling en de biomassa gevonden. Het is niet bekend welk deel deze overwinterende groep vissen uitmaakt van de totale populatie. Vooralsnog is onduidelijk of een functie als overwinteringsplek ook te verwachten is in het koelwater-uitlaatgebied van de Moerdijkcentrale. Dit gebied ligt in een dynamisch milieu (eb- vloed beweging), waardoor het beïnvloedde gebied groot is, maar met een relatief lage temperatuur. Tevens zal regelmatig 'verversing' optreden door getijdebeweging. Indien een overwinteringsplek ontstaat, dan zal dat een heel groot gebied zijn dat matig is opgewarmd en waarvan geen grote negatieve invloed, zoals hierboven beschreven, te verwachten is op overwinterende vissen, noch op de populatie.

Effecten veroorzaakt door de warmtelozing van de centrale (Hollandsch Diep)

Het geloosde koelwater zal ongeveer 7 K worden opgewarmd. De temperatuurdaling vindt plaats door het met het ontvangende, koudere water te mengen en door het aan het oppervlak te koelen. Vanwege de getijdebeweging verandert de koelwaterpluim constant van locatie. Het is een algemeen bekend feit dat warm koelwater onmiddellijk gaat drijven en geen effect zal hebben op de bodem. Dit betekent dat er geen schadelijk effect zal zijn voor de benthische fauna rondom de centrale-uitlaat. De afbeeldingen worden getoond in bijlage

D. De koelwaterlozing heeft dan ook geen externe werking op het SBZ gebied Hollandsch Diep.

Effecten op fytoplankton dat met het koelwater wordt ingenomen en na passage van de condensor wordt geloosd zijn mogelijk te verwachten in een versnelde fotosynthese tijdens het verblijf in de pluim. Daarmee is voornamelijk een korte termijn versterkend effect mogelijk gedurende de algenbloei in het voorjaar. Gezien het sterk dynamische karakter van het gebied van het Hollandsch Diep worden geen grote effecten verwacht, dit in tegenstelling tot weinig dynamische gebieden, zoals meren.

Veel zoöplanktonsoorten zijn goed bestand tegen temperatuur- en zoutfluctuaties, zoals al in het begin van de jaren negentig is aangetoond door het RIVO. Hoewel zoöplankton zich actief kan verplaatsen (meestal verticaal), is de invloed door getijdebeweging overheersend. Er worden geen grote effecten voor zoöplankton verwacht. Uit KEMA-onderzoek met ingesloten zoöplankton in tonnen (microkosmos) is vastgesteld dat gecombineerde mechanische- en temperatuureffecten na twee weken reeds waren gecompenseerd door natuurlijke groei van de geteste natuurlijke zoöplanktonpopulatie.

Betreffende vis in het algemeen is een eerste verdeling te maken in vislarven/jonge vissen, de zogenaamde 0+ vis, en de oudere tot volwassen vissen. De grotere bodemvissen zullen in principe niet worden blootgesteld aan verhoogde watertemperaturen. De larven en juveniele dieren van de pelagische soorten (o.a. rondvis) gedragen zich als zoöplankton en verwacht mag worden dat er geen tot geringe effecten zullen zijn. Wanneer een pluim ontstaat die zich aan de oppervlakte bevindt, zal zich dit niet zo snel opmengen met het ontvangende water waarin zich larven en juveniele vis bevinden. Op die manier kunnen deze jonge dieren het warme water 'passief' vermijden. De volwassen dieren zijn wel in staat om actief verhoogde watertemperaturen te mijden. Aan de andere kant worden soorten als zeebaars juist aangetrokken. Bekend is dat bij de E.ON-centrale Maasvlakte al in het vroege voorjaar tot laat in het najaar scholen zeebaars zich voortdurend ophouden in het warme water en dat ze zich niets aantrekken van de chloorconcentraties ($< 0,1 \text{ mg/l}$ als Cl_2) in het uitlaatgebied.

Thermische en mechanische schade ten gevolge van passage door de condensors

De huidige Moerdijkcentrale gelegen aan het Hollandsch Diep heeft een maximaal koelwaterdebiet van $11,8 \text{ m}^3/\text{s}$. Bij deze centrale is in 1996 een studie naar visinzuiging uitgevoerd (KEMA, 1997). De centrale onttrekt haar koelwater aan de Westelijke Insteekhaven in het Hollandsch Diep. De inzuiging van vis ligt in dezelfde orde van grootte als die bij andere centrales aan meren. Bijvoorbeeld de centrale Bergum en de

Flevocentrale. De belangrijkste soorten zijn brasem, snoekbaars, blankvoorn en baars die waarschijnlijk het grootste deel van de ingezogen vis zullen uitmaken. De inzuiging ligt in de ordegruote van 10 vissen per 1000 m³ koelwater. Hoewel spiering wel aanwezig is, is deze soort zeker niet prioritair gezien de lage aantallen vergeleken met Bergumermeer en IJsselmeer.

Betreffende fytoplankton en zoöplankton zal er alleen schade zijn (circa 20% mortaliteit) voor het zoöplankton door passage van de condensor, maar is geen blijvend effect te verwachten omdat de populatie zich snel herstelt. Bij enclosure-experimenten bij de centrale Harculo is voor verschillende zooplankton soorten (copepoden, rotiferen) een toename in populatiegruote gevonden na een thermoshock behandeling (tot $\Delta T = 13,5^\circ\text{C}$), alleen voor Cladocera is een afname gevonden, welke werd gevolgd door een snel herstel van de populatie binnen 5 dagen. Voor fytoplankton zullen nauwelijks effecten optreden als ze al waarneembaar zijn. Mechanische schade aan phytoplankton door passage van de Flevocentrale is onderzocht aan diatomeeën (KEMA, 1972). Hierbij is geen significant verschil gevonden tussen in en uitlaat. Gezien de resultaten van deze onderzoeken waarin met name een snel herstel van planktonpopulaties werd gevonden, dan wel een beperkte invloed van de temperatuur, wordt voor de Moerdijkcentrale geen effecten verwacht op de populatie fytoplankton en zooplankton in het Hollandsch Diep.

Betreffende larven en 0+ vis zal bij passage van de condensor schade optreden. Bij eerder onderzoek uitgevoerd bij de Flevocentrale (KEMA, 1976; KEMA, 1978) zijn met name de volgende vissoorten aangetroffen: spiering, baarsachtigen (baars, snoekbaars en pos) en karperachtigen (blankvoorn en brasem), maar ook stekelbaars en aal. Het totale schadepercentage voor larven na passage van zeven en condensor kan oplopen tot 100% voor larven. Op grond van berekeningen destijds voor de Flevocentrale werd een schadepercentage op de populatie verwacht van circa 2 – 4%. De achtergrond van dit percentage wordt hieronder weergegeven (uit KEMA, 1976):

Met het koelwater dat de centrale per seconde inneemt wordt een groot aantal vislarven respectievelijk juveniele vis ingezogen. Uit het onderzoek is gebleken dat van deze vis slechts een klein gedeelte de centrale verlaat. Willen we weten hoe groot de schade ten gevolge van het inzuigen is ten opzichte van de natuurlijke sterfte van de larven in het IJsselmeer dan moet de natuurlijke overlevingscurve van deze larven bekend zijn. Deze curve geeft het verband aan tussen het aantal larven en de leeftijd van deze larven. In de literatuur zijn vele voorbeelden van deze curven te vinden. Uit deze curven blijkt dat gedurende de eerste levensfase het aantal larven meestal sterk afneemt tengevolge van een hoge sterfte, deze kan ~90% of hoger zijn. Naarmate de larven respectievelijk juveniele vis ouder worden neemt de sterfte sterk af. De vorm van de curve komt men te weten door de gruote van de vislarvenpopulatie regelmatig te bepalen. Dit is echter niet eenvoudig.

Een andere benadering om de relatieve schade grofweg te bepalen is door de hoeveelheid koelwater die de Flevocentrale tijdens de larvenperiode gebruikt te betrekken op de totale hoeveelheid water in het IJsselmeer. Bij de Flevocentrale treed vrijwel geen directe recirculatie op. Wel is het mogelijk dat het geloosde koelwater na langere tijd weer opnieuw ingezogen wordt. Voor de maanden mei en juni, waarin larven respectievelijk juveniele vis voornamelijk worden ingezogen, zouden we dan kunnen aannemen dat alleen vers, nog niet al eerder gedurende deze twee maanden opgewarmd water wordt ingezogen. Indien we verder aannemen dat de larvenconcentratie in het ingezogen koelwater gelijk is aan de gemiddelde concentratie in het IJsselmeerwater en dat de vis zich niet tegen het inzuigen verzet, dan is de verhouding tussen de hoeveelheid ingezogen koelwater en de totale hoeveelheid IJsselmeerwater dezelfde als de verhouding tussen de hoeveelheid ingezogen larven en de totale vislarvenpopulatie van het IJsselmeer. Hierbij moeten we wel onderscheid maken tussen het water van de kuststrook en van het gehele IJsselmeer. De larven van baarsachtigen blijven namelijk de eerste tijd na het uitkomen in de kuststrook (paaigebied) zitten. Daarna zwemmen ze naar het open water. Gedurende de maanden mei en juni, waarin de meeste larven worden ingezogen, zal de migratie van de kust naar open water reeds plaatshebben. De larven van spiering zijn gedurende alle stadië meer over het gehele meer verspreid.

Een schatting van de schade kunnen we, afhankelijk van de verspreiding van de larven over het IJsselmeer, op de volgende twee manieren maken:

1. stel dat alle larven gedurende mei en juni in de kuststrook zitten. Verder nemen we aan dat al het kustwater tussen de centrale en de Houtribsluizen (lengte circa 10 km), gedurende mei en juni de centrale passeert en dat de larvenconcentratie in het koelwater gelijk is aan de gemiddelde larvenconcentratie van de gehele kuststrook van het IJsselmeer. Aangezien deze hele kustlengte circa 200 km is, wordt hiervan 5% (10 km) beïnvloed. Van de larvenpopulatie wordt dan eveneens 5% ingezogen. De sterfte van dit inzuigen was ongeveer 75%, zodat circa 4% van het gemiddelde aantal larven dat gedurende mei en juni in de kuststrook aanwezig is, ten gronde gaat tengevolge van de centrale.
2. in dit geval stellen we dat de larven gedurende mei en juni homogeen verspreid zijn over het gehele IJsselmeer. Per seconde wordt door de centrale maximaal $26,9 \text{ m}^3$ koelwater gebruikt. Gedurende twee maanden is dit $1,39 \cdot 10^8 \text{ m}^3$ koelwater. De inhoud van het IJsselmeer (oppervlakte 1200 km^2 , gemiddelde diepte 4 m) is ongeveer $4,8 \cdot 10^9 \text{ m}^3$. Tijdens 2 maanden zou dan 2,9% van de totale inhoud van het IJsselmeer de centrale passeren. Indien we de sterfte tengevolge van het inzuigen op 75% stellen voor alle vissoorten, dan zou 2% van het gemiddelde aantal larven dat gedurende mei en juni in het IJsselmeer aanwezig is ten gronde gaan tengevolge van de centrale.

De schade aan de larvenpopulatie kan dus variëren tussen 2 en 4%, afhankelijk van het verspreidingspatroon van de larven. Bij het onderzoek naar de inzuigschade is niet gekeken naar sterfte op langere termijn. Larven die het inzuigen in eerste instantie overleven, kunnen alsnog dood gaan. Indien door sterfte op langere termijn de totale sterfte van 75 naar 100% zou gaan, zou de schade aan de populatie 2,9 tot 5% kunnen worden. Hierbij moeten we wel bedenken dat de bovengenoemde schade van 5% een maximale schatting is, onder de meest ongunstige omstandigheden. De gemiddelde natuurlijke sterfte over deze twee maanden is veel groter (deze kan in de eerste levensfase van vislarven 90% of hoger zijn) dan de schade als gevolg van de Flevocentrale.

Het sterftepercentage is dus afhankelijk van het verspreidingspatroon van de larven en moet worden gezien in het licht van de gemiddelde natuurlijke sterfte van de larven welke hoger ligt (KEMA, 1976). Conclusie voor de Flevocentrale was dat een effect van condensorschade uiteindelijk niet terug te vinden is op populatieniveau voor de ingezogen soorten.

Over de sterfte van vislarven, 0+ vis en volwassen vis is met betrekking tot de toekomstige situatie nog geen nadere informatie. Op grond van bestaande gegevens (bijvoorbeeld bij centrale Bergum en eerdere gegevens bij de Flevocentrale), wordt de invloed van de centrale op vispopulaties ingeschat als beperkt en lager dan de natuurlijke sterfte. Echter, hiervoor is voor de nieuwe situatie van de centrale Moerdijk nog geen concreet bewijs en dit zal na inbedrijfsname moeten worden vastgesteld door middel van populatieonderzoek. Daarna kan pas vastgesteld worden of er een effect is op vispopulaties.

Mechanische schade door zeven, pompen en filters

Bij de Moerdijkcentrale is in 1996 een studie naar visinzuiging uitgevoerd (KEMA, 1997). KEMA heeft hiertoe in 1996 de met het koelwater ingezogen vis vier maal bemonsterd, in juli, oktober, november en december. De visstand in de Westelijke Insteekhaven is in oktober en november 1996 bemonsterd door de OVB met behulp van een sonar-techniek. Aan de hand van deze gegevens is voor de situatie in oktober en november een schatting gemaakt van de schade aan de vispopulatie.

De met het koelwater van WKC Moerdijk ingezogen vis (KEMA 1997) blijkt voornamelijk te bestaan uit karperachtigen (brasem, blei en blankvoorn), baars, snoekbaars, bot en paling. Verder werden ook ingezogen: Amerikaanse rivierkreeft, Chinese wolhandkrab en witte steurgarnaal (*Palaemon longirostris*). De aantallen ingezogen vis varieerden op de vier monsterdatums van 241 tot 5055 individuen per 24 uur; de totaalgewichten varieerden van 1,4 tot 10,7 kg per 24 uur. De meeste vis is jonger dan 1 jaar (0+ vis) en circa 90% is kleiner

dan 10 cm. Overleving van ingezogen vis is zeer gering ingeschat, voornamelijk als gevolg van contact met het Taprogge filter voor de condensors.

De vispopulatie in de Westelijke Insteekhaven is in oktober 1996 geschat op 312.000 individuen en 6.000 kg en in november op 128.000 individuen en 21.000 kg in. Ruim de helft van de populatie bestaat uit vis < 10 cm. In november blijkt de meeste vis langs de oostelijke oever van de Westelijke Insteekhaven en bij de monding met het Hollandsch Diep te zitten.

De visdichtheid in het koelwater in oktober en november blijkt respectievelijk 0,3 en 2,3% te bedragen van de visdichtheid in de Westelijke Insteekhaven. De lagere dichtheid in het koelwater is het gevolg van verzet van de vis tegen inzuiging. De schade door het inzuigen van vis bedraagt in oktober en november per etmaal respectievelijk 0,08% en 0,6% van de gehele populatie in de Westelijke Insteekhaven. Deze percentages zijn laag in vergelijking met het natuurlijke sterftepercentage en zijn verwaarloosbaar klein indien de schade wordt betrokken op de gehele populatie van de Westelijke Insteekhaven en het Hollandsch Diep samen. Gezien de geringe schade aan de vispopulatie op basis van de metingen in oktober en november werd destijds visafleiding niet noodzakelijk geacht.

De schade aan ingezogen 0+ vis is reeds besproken bij condensorschade. Er wordt in §3.3.2 van de BREF koelwater (IPPC, 2000) wordt kort ingegaan op impingement en entrainment van vis en mogelijke tegenmaatregelen. Er zijn geen specifieke BBT's omschreven voor het tegengaan van visinzuiging. Voor alle doorstroomsystemen geldt dat het inlaatsysteem juist ontworpen dient te zijn en voorzien van adequate inlaatbescherming met mogelijkheid om de opgevangen vis terug te voeren naar het oppervlaktewater. Als BBT-benadering in de BREF koelwater wordt aangegeven dat er studies naar het biotoop, alsook migratie en broedmogelijkheden voor vis moeten worden uitgevoerd. Of en op welke wijze inzuiging van vis moet worden tegengegaan is locatiespecifiek en zal door middel van onderzoek bepaald moeten worden. Technische mogelijkheden die de BREF-koelwater aangeeft ter vermindering van vissterfte is om de constructie van de inlaatkanalen te optimaliseren met betrekking tot watersnelheden (0,1 – 0,3 m/s), het continu bedienen van de bandzeven en het vergroten van de maaswijdte (> 5 mm) en de installatie van visafweersystemen.

De schade aan grotere vis op de zeven (impingement) kan worden tegengegaan door goede opvangtechnieken en goede afvoer. Door opvang/transportbakken onder de zeefrekken van de bandzeef te monteren in combinatie met een relatief lage stroomsnelheid (< 0,3 m/s) van het koelwater en een "zachte waterafspuitstraal" voor het schoonspuiten van het zeefoppervlak kan beschadiging worden voorkomen. De werking berust hierop, dat de opgevangen vis bij het kantelen over de top als eerste in een zogenaamde visgoot wordt

gevoerd. Het andere materiaal wordt daarna afgespoten en via een "debris" goot verwijderd. Deze systemen zijn momenteel standaard commercieel te verkrijgen. Naast aanpassing (optimalisering) van de inlaatwerken kan er naar gestreefd worden uit het inlaatkanaal te weren. Hiertoe kan een visdeflectiesysteem toegepast worden waardoor grotere vis die zich tegen de inzuigstrooming kan verzetten wordt gedwongen weg te blijven bij de inlaat. Bestaande deflectiesystemen zijn geluid en licht al of niet in combinatie. Belangrijk is om vooraf vast te stellen welke soorten het betreft en in welke hoeveelheden deze gaan worden ingezogen bij koelwaterinname. De werking van dit soort systemen kent een betrekkelijk grote onzekerheid.

5.3.3.3 Bestrijding macrofouling en microbiële aangroei

Condensorreiniging

De koelwaterzijde van de pijpen staat vooral bloot aan afzetting van (an)organische bestanddelen, sedimentatie van zand en kleideeltjes en aan biologische aangroei, met name bacteriële slijmvorming (microfouling of biofilm). Deze afzettingen verhinderen een goede warmteoverdracht in de condensor. Om deze vervuiling te kunnen bestrijden, wordt voorlopig gedacht gedurende 1 uur per etmaal Na-hypochloriet (15%-oplossing) te doseren met een concentratie van maximaal 0,5 mg/l als Cl_2 FO, gemeten direct voor de condensoren. Het koelsysteem wordt zo ontworpen dat er nauwelijks scherpe bochten en dode hoeken in de pijpen zitten. De dosering van hypochloriet voor de condensor zal de vorming van biofilm tot een minimum beperken. Het water zal regelmatig worden geanalyseerd op biologische aangroei en concentratie actief chloor (FO). Macrofouling (driehoeksmosselen) zal gemeten worden met de KEMA Biofouling Monitor en microfouling wordt gemeten via warmteoverdracht (k-waarde). Monitoring van chloorconcentraties zal on line plaatsvinden met een chloormonitor.

Met een koelwaterstroom van $7,7 \text{ m}^3/\text{s}$ en een initiële concentratie van 1 mg/l Cl_2 voor 1 uur per 24 uur is de hoeveelheid hypochloriet ongeveer 155 kg (15% oplossing) per dag. De dosering kan hooguit oplopen tot twee uur per 24 uur, als blijkt dat 1 uur niet genoeg is. Als de centrale in bedrijf is, zal het hypochlorietverbruik worden gemeten en aangepast indien de vrij chloorconcentratie in de uitlaat hoger is dan 0,2 mg/l.

Naast de chlorering wordt een taproggesysteem gebruikt: rubber sponsballen worden door de pijpen van de condensor gevoerd om het oppervlak schoon te schuren. De rubber sponsballen worden opgevangen en opnieuw gebruikt en niet geloosd in het milieu. Voorts is een titanium condensor voorzien, waarbij geen emissie van metalen optreedt.

Bestrijding macrofouling

Bij zoetwater gekoelde doorstroom koelsystemen wordt over het algemeen een éénmalige chloreringsperiode in het najaar toegepast. Deze zogenaamde najaarschlorering wordt uitgevoerd in september – oktober en duurt in het algemeen 2 – 3 weken.

Het aanbod en de groeisnelheid van driehoeksmosselen is over het algemeen zodanig dat met een chloreringsperiode aan het einde van het mosselseizoen kan worden volstaan. Tijdens het mosselseizoen (juni – september) wordt aangroei in het koelwaterinlaatsysteem toegestaan. Deze aangroei wordt in het najaar gedood door de eenmalige chlorering. Dit levert geen problemen op voor de bedrijfsvoering omdat de mosselen dan nog zo klein zijn dat ze de condensorpijpen kunnen passeren. De chlorering voor het doden van de afgezette mosselen wordt medio september – begin oktober uitgevoerd omdat:

- de watertemperatuur in deze periode nog vrij hoog is (circa 18 °C), waardoor de chloreringsperiode beperkt kan blijven. Bij een lagere temperatuur neemt de effectiviteit van de chloordosering af
- als er een tweede broedval plaats vindt in het najaar krijgen de mosselbroedjes geen mogelijkheid zich vast te hechten vanwege de chlorering.

Alleen als er een zeer massale broedval optreedt waardoor de mosselen zich aan elkaar vasthechten (clusteren) en/of bij een zeer snelle groei van de mosselen zal een extra chloreringsperiode nodig zijn. Deze extra dosering wordt uitgevoerd in de periode eind juli – begin augustus.

Chloorchemie en effecten

In de chloorchemie wordt traditioneel onderscheid gemaakt tussen vrij (actief/beschikbaar) chloor en gebonden chloor. Vrij chloor (FO) bestaat uit het evenwicht $\text{HOCl} \leftrightarrow \text{OCl}^- + \text{H}^+$ (hypochloorzuur en hypochloriet). Gebonden chloor of restchloor (TRO) is de verzamelnaam voor gechloreerde anorganische en organische verbindingen die nog wel oxidatieve eigenschappen hebben zoals chlooraminen. Bij een temperatuur van 20°C en een pH van 8 geeft dit $\approx 23\%$ HOCl en $\approx 77\%$ OCl⁻. Het evenwicht van reactie ligt dus sterk naar rechts bij pH 8.

De concentraties ammoniak bijvoorbeeld variëren door het jaar en zijn het hoogst in de winter en vroege voorjaar. Indien aanwezig, worden bromide en jodide tijdens chloreren geoxideerd, zodat dan sprake is van vrije halogenen, gebonden halogeenamines en organohalogeenverbindingen. Het is beter de termen vrij en gebonden chloor te vervangen door vrij en gebonden oxidant (TRO (Total Residual Oxidant) en FO (Free Oxidant)), omdat analytisch chemische methoden het oxiderend vermogen bepalen.

Betreffende de toxiciteit kan worden opgemerkt dat voor zoetwater de pH sterk bepalend is voor de acute toxiciteit door het $\text{HOCl} / \text{OCl}^-$ evenwicht. De in de literatuur vaak geciteerde (zeer lage) waarden voor chronische toxiciteit in zoet water (microgrammen) zijn gebaseerd op laboratorium experimenten waarbij de organismen geen mogelijkheid hebben gekregen om het gechloreerde koelwater te ontwijken. De acute (directe) toxiciteit is juist belangrijk want dit bepaald de effectiviteit van de chlorering. Voor zoetwater ligt de acute toxiciteit voor macrofouling en vis bij een blootstellingstijd van 2 – 10 minuten tussen de 0,2 en 0,5 mg/L FO.

Er dient te worden opgemerkt dat de concentraties toxische componenten in de koelwater-uitlaat sterk afhangen van o.a. de mate van verdunning met het oppervlaktewater, het TOC-, eiwit- en anorganisch stikstofgehalte van het water, de pH, de temperatuur etc. Hypochloorzuur bijvoorbeeld, is meer toxisch dan het hypochloriet ion. De desinfectie verloopt beter naarmate het evenwicht van deze reactie meer aan de kant van het hypochloorzuur ligt, hetgeen wordt beïnvloed door de pH. Terwijl bij een pH van 6,5 en een chloorconcentratie van 1 ppm *E. coli* binnen 30 seconden 99% mortaliteit geeft, is dit bij pH 8,5 voor hetzelfde effect al 5 minuten. Indien bromide in het koelwater aanwezig is (zeewater), wordt hypobroomzuur gevormd, dat meer toxisch is dan hypobromiet. De hogere toxiciteit van de hypohalogenezuren ten opzichte van de hypohaliet ionen wordt verklaard door het ladingsverschil. De celmembranen van (micro)organismen zijn negatief geladen stoten de hypohalogeniet ionen af. Hierdoor zal de oxidatie minder vlot verlopen dan bij het neutraal geladen hypohalogenezuur

CBP's

Chloreringsbijprodukten (CBP's) zijn gehalogeneerde organische verbindingen die ontstaan door de oxidering van (complexere) organische verbindingen. In water zal chloor reageren met de daarin aanwezige organische verbindingen (humuszuren, aminozuren). Dit leidt tot de vorming van een grote verscheidenheid aan gehalogeneerde organische verbindingen, zoals trihalomethanen, halofenolen, haloacetonitrillen et cetera. In zeewater zullen deze chloreringsbijprodukten (CBP's) voornamelijk gebromeerde verbindingen zijn. Proeven met diverse algensoorten geven aan dat gebromeerde CBP's mogelijk toxischer zijn dan gechloreerde CBP's. In tabel 5.3.5 is aangegeven welk percentage van het totaal aan toegevoegd chloor gebruikt wordt per reactietype.

Tabel 5.3.5 Koelwaterchlorering: waar blijft het chloor? (uit Bean, 1978)

Reactie	Percentage chloor gebruikt
Haloform vorming	0,5 - 5
Organische oxidatie tot CO ₂	50 - 80
Haloacetonitrillen	0 - 5
Niet-haloform organo-halogenen (THM precursors)	1 - 6
Gehalogeneerde fenolen	~ 0,1

Het belangrijkste produkt van koelwaterchlorering is CO₂, waarvan bij de vorming 50 tot 80% van het chloor wordt gebruikt. Haloformen worden gevormd als eindproduct tijdens de oxidatie van humusverbindingen. Haloacetonitrillen worden gevormd bij het verbreken van de zwakke N-verbindingen in eiwitketens en bij de afbraak van aminozuren (bijvoorbeeld asparaginezuur). Dichloroacetonitril concentraties tot 40 µg/l zijn voorspeld als het gevolg van chloreren van natuurlijke wateren. De afbraak van humusverbindingen verloopt onder andere via de oxidatie van dihydroxyfenolen. Aromatische verbindingen met hydroxyl-groepen in de meta-positie geven zeer hoge opbrengsten chloroform. Gehalogeneerde phenolen worden geacht in aanwezigheid van chloor verder geoxideerd te worden tot chinonen die vervolgens uiteenvallen in CO₂ en haloformen.

Als afzonderlijke stoffen zijn de concentraties CBP's in het uitlaatwater van kustcentrales niet acuut toxisch. De acute toxische concentraties in het aquatisch milieu (LC₅₀) bedragen voor bijvoorbeeld bromoform 24,4 mg/l, voor dibromochloromethaan 2,0 mg/l en voor 2,4,6-tribromofenol 0,97 mg/l. Voor het inschatten van de risico's van langdurige blootstelling aan lage concentraties CBP's is het van belang de chronische toxiciteitsgrenzen te bepalen.

De milieu-invloed van koelwaterchlorering is tweeledig: enerzijds is er een effect van het totaal werkzaam chloor (TRO) en anderzijds is er een effect van het totaal aan gevormde chloreringsbijprodukten (CBP's).

5.3.3.4 Toetsing aan BREF Koelwater

In het kader van de IPPC-richtlijn (zie paragraaf 3.2.5.2) is een BREF-referentiedocument uitgebracht met betrekking tot industriële koelsystemen (IPPC, 2000). Het koelsysteem van de centrale Moerdijk moet met deze BREF in overeenstemming zijn. Het Reference Document on the application of Best Available Techniques to Industrial Cooling Systems van December 2001 (EIPPCB, 2000) beschrijft de Best beschikbare technieken voor industriële koeling. Koelsystemen voor elektriciteitscentrales vallen hieronder. De BREF benadrukt dat

de keuze van het koelsysteem afhangt van de lokale omstandigheden en dat de verschillende emissies van koelsystemen goed tegen elkaar afgewogen moeten worden. Voorop staat de focus op een zo hoog mogelijke overall efficiency. Dit betekent onder meer een laag (elektrisch) verbruik per gekoelde hoeveelheid warmte. Het BREF-document ten aanzien van koelsystemen geeft aan dat voor rivierlocaties doorstroomkoeling als BBT kan worden beschouwd in verband met de beschikbaarheid van grote hoeveelheden koelwater en daardoor de lage effecten op het aquatisch milieu. Voorts zijn bij dergelijke systemen het energierendement hoger en de geluidemissie lager.

Nieuwe beoordelingssystematiek warmtelozingen

Een werkgroep van de voormalige Commissie Integraal Waterbeheer, thans Landelijk Bestuurlijk Overleg Water, heeft sinds begin 2002 gewerkt aan de beschrijving van de uitgangspunten om te komen tot een 'beoordelingssystematiek warmtelozingen', nu bekend als 'beoordelingssystematiek koelwater'.

De volgende uitgangspunten werden geformuleerd:

- het handhaven van een hoog beschermingsniveau gedurende de kwetsbare biologische lente met de nadruk op vis en met name op vislarven
- het incorporeren van het dynamische stromings- en afkoelingsgedrag van artificieel opgewarmd oppervlaktewater.

Beoordelingscriteria van de systematiek zijn onttrekking, lokale mengzone (deel van het watersysteem in de nabijheid van een lozingspunt dat door een warmtelozing op een temperatuur van méér dan 30°C is gebracht) en opwarming in algemene zin. De systematiek sluit aan bij de waterkwaliteitsaanpak voor warmte, waarbij de mate van beïnvloeding van het oppervlaktewater bepalend is voor de beoordeling van de lozing. Uitgangspunt hierbij is dat lozingen géén effecten mogen hebben voor het aquatische milieu.

Met de toepassing van de nieuwe systematiek in de praktijk moet nog de nodige ervaring worden opgedaan. Tevens leven er nog een aantal vragen rond de toepassing van de systematiek in de praktijk. Momenteel wordt door RWS in samenwerking met de E-productiesector onderzoek uitgevoerd bij twee centrales naar de invloed van koelwaterpluimen op het gedrag van vissen onder extreme warme omstandigheden. Tevens zijn op basis van een literatuurstudie de paaihabitats van de belangrijkste Elektriciteitscentrales in Nederland in kaart gebracht. Een draft versie is gereed en tezamen met de opgedane ervaringen met de nieuwe systematiek kan dit als input worden gebruikt voor de evaluatie van de systematiek na de zomer van 2006.

Beoordelingssystematiek

Het op grote schaal onttrekken van oppervlaktewater ten behoeve van koeling kan het aquatische milieu schade toebrengen. Koelwateronttrekking kan alleen leiden tot nadelige effecten op de populatieniveau van organismen in het watersysteem waaruit het water wordt onttrokken als organismen die gevoelig zijn voor inzuiging, bijvoorbeeld vislarven en juveniele vis, daadwerkelijk in het watersysteem aanwezig zijn. Onttrekkingen dienen (bij voorkeur) niet plaats te vinden in paaigebieden, opgroeigebieden voor juveniele vis en trekroutes. Om er voor te zorgen dat aangezogen vis weer wordt teruggevoerd naar het oppervlaktewater dient een goed functionerend visafvoersysteem te worden gebruikt. Dit is uiteraard eenvoudiger te realiseren bij nieuwe locaties dan bij bestaande, omdat bij nieuwbouw de opties nog open liggen en er nog niet is geïnvesteerd. Kortom ook bij onttrekkers waar dit op een minder ideale locatie plaatsvindt is een beoordeling wenselijk (er mag géén significante schade (op populatieniveau) optreden).

Vislarven of juveniele vissen komen in het biologische voorjaar in paaigebieden of opgroeigebieden in grote getale voor. Dan zijn ze vanwege hun geringe afmeting kwetsbaar voor inzuiging in koelsystemen. Voor zoet oppervlaktewater wordt voor het biologisch voorjaar een periode van 1 maart tot 1 juni aangehouden. Voor zoute wateren is naast het biologische voorjaar, de periode 1 februari tot 1 mei, ook het biologische najaar, de periode 1 september tot 1 december, van belang. Grootschalige onttrekking ten behoeve van koelwater in paaigebieden of opgroeigebieden van juveniele vis is in deze periodes niet gewenst

Voor rivieren geldt dat er geen significante effecten mogen optreden in paaigebied en opgroeigebied van juveniele vis, er een goed functionerend visafvoersysteem is en het debiet wordt geoptimaliseerd. Het dwarsprofiel van de mengzone (gebied met een temperatuur boven de 30°C) mag niet groter dan 25% zijn van de totale dwarsdoorsnede.

Betreffende de opwarming: de CIW systematiek stelt dat in het beschouwde systeem (hier het Hollandsch Diep aangemerkt als water voor karperachtigen, waarvoor een ΔT van 3°C moet worden aangehouden) de gezamenlijke lozingen geen temperatuursverhoging groter dan 3°C (daggemiddeld) boven de achtergrondtemperatuur (=temperatuur aan de rand van het systeem) tot een maximum van 28 °C mogen veroorzaken. Met opwarming wordt bedoeld de opwarming gemiddeld over het dwarsprofiel (de berekende opwarming na volledige menging) van de waterloop.

De modellering zoals uitgevoerd voor Essent Moerdijk en ook voor Shell SNC Moerdijk en vastgelegd in de zogenaamde "Compare Tool" (op DVD) laat zien dat alle warmte in het

Hollandsch Diep weer verdwenen is ter hoogte van Willemstad. Er is dus een duidelijke afkoeling waarneembaar. Buiten de mengzone voor zowel Essent als Shell wordt de 28 °C niet overschreden evenmin als de ΔT van 3 °C.

Betreffende de onttrekking: Streven naar zo gering mogelijke onttrekking, niet in paaigebied en opgroeigebied voor juveniele vis of trekroute, goed visafvoersysteem. De onttrekking vindt plaats in een gegraven haven welke geen paaigebied vormt en ook niet kan worden aangemerkt als opgroeigebied voor juveniele vis. Er is een visafvoersysteem voorzien.

Betreffende de mengzone: Het deel van het watersysteem (in de nabijheid van een lozingspunt) dat ten gevolge van een warmtelozing op een temperatuur groter of gelijk aan 30 °C is gebracht en wordt begrensd door de ruimtelijke 30 °C isotherm. De mengzone, begrensd door de 30 °C mag niet meer bedragen dan 25% van de natte doorsnede. De 25% is vastgesteld om de passeerbaarheid voor migrerende vis te verzekeren en uit de modellering blijkt dat deze 25% niet wordt overschreden, waarbij aangetekend dat de Sassenplaat slechts als onderbreking wordt gezien van de natte dwarsdoorsnede. Bij normale meteorologische condities wordt de 25% regel ook in het zuidelijke deel van het Hollandsch Diep tegenover de uitlaat niet overschreden.

Ketelspuiwater en regenerant demininstallatie

Van het ketelwater wordt 200 m³ discontinu en 32.800 m³ continu per jaar geloosd. Het water bevat een aantal zouten en corrosieremmers als ammoniak (NH₃ : 0,5 mg/l) en fosfaat (5 mg/l). De hoeveelheden zijn respectievelijk ongeveer 16 kg/a en 175 kg/a. Vanwege de kleine hoeveelheden hebben deze componenten na met de koelwaterstroom te zijn gemengd, waarna de concentratie respectievelijk 0,07 µg/l en 0,72 µg/m³ wordt, geen meetbaar effect op de kwaliteit van het water en dus ook niet op de SBZ Hollandsch Diep.

Het ammonium/ammoniak-evenwicht is afhankelijk van pH en temperatuur van het water. Ammoniak is vergeleken met ammonium bij aanzienlijk lagere concentraties giftig voor vis. De grenswaarde voor ammoniak bedraagt 0,02 mg N/l. De drempel voor sterfte van gevoelige organismen ligt bij circa 0,2 mg N/l. Bij een constant blijvende pH van 8,0 en een temperatuur van 10 °C in de winterperiode en 20 °C in de zomerperiode mag de ammoniumconcentratie respectievelijk 1,4 en 0,64 mg/l zijn om aan de norm te voldoen. Met een niet-verdunde ammoniacconcentratie van 0,5 mg/l betekent dit, dat gedurende het gehele jaar schade aan gevoelige organismen uitgesloten is. Door verdere verdunning met zeewater zal de concentratie nog sneller dalen. Van schade aan gevoelige organismen zal in het Hollandsch Diep bijgevolg geen sprake zijn.

De MTR-waarde voor ortho-fosfaat bedraagt 0,15 mg/l terwijl de achtergrondconcentratie bij Bovensluis 0,07 mg/l (in 2003 tot en met 2005) is. Deze concentratie voldoet aan de MTR-waarde. De concentratie van de lozing is ongeveer 100 keer lager dan de achtergrondconcentratie. Deze toename is niet significant en het heeft geen meetbaar effect op de waterkwaliteit in het Hollandsch diep. Dit wordt ook gestaafd met de emissie-immissietoets (zie paragraaf 5.3.3 en bijlage A)

Het spuiwater uit de demi-installatie bestaat uit sodiumchloride (NaCl). Na te zijn geneutraliseerd, wordt het gemengd in het koelwatersysteem en in het Hollandsch diep geloosd. De concentratie zout in het spuiwater is circa 5,5 mg/l. Door de verdunning met het koelwater wordt de geloosde concentratie 0,3 mg/l. Dit is geen significant effect op de grenswaarde van 200 mg/l en heeft dan ook geen invloed op de waterkwaliteit van het Hollandsch Diep.

5.3.3.5 Belasting bij maatregelen ter beperking van de thermische lozing

De thermische lozing van de centrale met hybride koeltorens bedraagt ongeveer 3 MW_{th} en een debiet van ongeveer 125 m³/h. Met deze geringe thermische lozing zullen geen milieueffecten van enige betekenis optreden. Door de lagere inzuiging van het koelwater zal de sterfte van vis bij dit alternatief lager zijn. Het energierendement van de centrale is echter lager en de geluidsemissie hoger.

5.3.4 Emissie-immissietoets

5.3.4.1 Inleiding

Voor een beoordeling van de lozingen in het Hollandsch Diep is gebruik gemaakt van de systematiek van de immissietoets beschreven in het rapport van de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) "Emissie-immissie prioritering van bronnen en de immissietoets" (CIW, 2000). De immissietoets is een methode om te bepalen of een specifieke (punt)lozing - nadat deze gesaneerd is volgens de stand der techniek - een zodanig significante bijdrage levert aan de verslechtering van de waterkwaliteit dat verdergaande maatregelen nodig zijn.

Hierna volgt eerst een verduidelijking van de opzet en inhoud van de immissietoets. Vervolgens worden enkele belangrijke elementen van de immissietoets vertaald naar de in dit

MER voorliggende casus, waarna de resultaten van de immissietoets worden gepresenteerd en toegelicht.

5.3.4.2 Uitgangspunten immissietoets

Hoewel de waterkwaliteit in de meeste watersystemen in Nederland is verbeterd, wordt op veel plaatsen (nog) niet voldaan aan de waterkwaliteitsdoelstellingen uit de vierde Nota waterhuishouding. Voor verdere verbetering van de waterkwaliteit is in [CIW, 2000] de zogenaamde emissie-immissiebenadering uitgewerkt, waarbij waterkwaliteitsdoelstellingen en de daarvoor benodigde emissiereductie duidelijker op elkaar worden afgestemd.

De relatie emissie-immissie kan vanuit twee kanten worden benaderd: vanuit het watersysteem en vanuit een specifieke bron. De eerste benadering, genoemd prioritering, resulteert in een prioritering van stoffen en (groepen van) bronnen op watersysteemniveau. De tweede benadering, genoemd immissietoets, omvat het beoordelen van de toelaatbaarheid van de restlozing - de lozing die overblijft na toepassing van de bronaanpak (beste bestaande en best uitvoerbare technieken) - van een specifieke bron, voor het ontvangende oppervlaktewater. Beide benaderingen en de samenhang hiertussen worden in het CIW-rapport uitgewerkt. In het onderhavige kader is de aandacht verder alleen te richten op de immissietoets.

De immissietoets geldt in beginsel voor zoete oppervlaktewateren en is vooral van betekenis voor relatief grote lozingen op kleine zoete wateren. De toets is nog niet uitgewerkt voor zoute wateren, maar de in het CIW-rapport genoemde uitgangspunten kunnen daarvoor wel worden gehanteerd. Er zijn voorts geen wetenschappelijk afgeleide normen voor de meeste componenten die worden geloosd. Alleen voor kwik en cadmium zijn normen (MTR- en VR-waarden) vastgesteld. Er zijn alleen ad-hoc MTR-waarden vastgesteld die als ijkwaarde kunnen worden beschouwd. Zie ook hoofdstuk 7 Leemten in Kennis.

De volgende uitgangspunten dienen als basis voor de immissietoets, waarbij aan elk van deze uitgangspunten moet worden voldaan.

1. De lozing mag niet significant bijdragen aan het overschrijden van de kwaliteitsdoelstelling (in de meeste gevallen het MTR-niveau) voor het watersysteem (water en waterbodem) waarop wordt geloosd.
2. De lozing mag binnen de mengzone niet leiden tot acuut toxische effecten voor waterorganismen. Het ernstig risiconiveau (ER) voor oppervlaktewater is hierbij als maat te gebruiken.

3. De lozing mag binnen de mengzone niet leiden tot acuut toxische effecten voor sediment bewonende organismen. De interventiewaarde (en bij ontbreken hiervan het ernstig risiconiveau) voor sediment is hierbij als maat te gebruiken.

Uitwerking immissietoets voor bestaande directe puntbronnen

De toetsing aan uitgangspunt 1 is in de meeste gevallen kritischer dan toetsing aan de uitgangspunten 2 en 3. Bij uitgangspunt 1 wordt het begrip significante overschrijding geconcretiseerd en wel als volgt:

"een lozing draagt significant bij aan het overschrijden van de waterkwaliteit, indien, na menging, de concentratieverhoging in het oppervlaktewater als gevolg van de lozing over een bepaalde maatgevende afstand meer bedraagt dan 10% van de MTR".

De maatgevende afstand is voor lijnvormige systemen (rivieren, kanalen e.d.) 10 maal de breedte van het watersysteem, met een maximum van 1000 m. Voor meren is de concentratie op 1/4 van de diameter een vergelijkbare maat. Een bijdrage wordt dus significant genoemd als deze 10% van het MTR of meer bijdraagt aan de concentratie van de stof in het ontvangende watersysteem.

Nieuwe lozingen

Voor het beoordelen van een nieuwe emissie of uitbreiding van een bestaande emissie is een aparte immissietoets opgesteld, waarin ook het *stand-still-beginsel* is opgenomen. Voor de centrale geldt dat er een nieuwe actief chloor-, fosfaat- en ammonialozing komt van respectievelijk maximaal 2 ton, 175 kg en 16 kg per jaar.

5.3.4.3 Uitvoering van de immissietoets

Bij de immissietoets hoort een computerprogramma in de vorm van Excel-spreadsheet waarmee de lozingen van in principe alle stoffen (per stof) kunnen worden getoetst aan de uitgangspunten. Voor een uitgebreide beschrijving van de structuur en de opbouw van de spreadsheet en een instructie voor gebruik wordt verwezen naar bijlage A van het MER. Ten aanzien van het model kan nog het volgende worden opgemerkt:

het Hollandsch Diep laat zich door de getijdeninvloed moeilijk modelleren als een standaard watersysteem. De kans dat de resultaten dan ook grote afwijkingen vertonen is groot (zie hoofdstuk 7 Leemten in kennis).

De componenten actief chloor (bromoform) en fosfaat zijn met behulp van dit Excel-programma onderworpen aan de immissietoets. Voor de uitdraaien wordt verwezen naar

bijlage A van het MER. Ter toelichting worden enige opmerkingen geplaatst over de gebruikte invoerparameters.

Risiconiveaus en kwaliteitsnormen

Bij de immissietoets spelen drie niveaus van risiconormering:

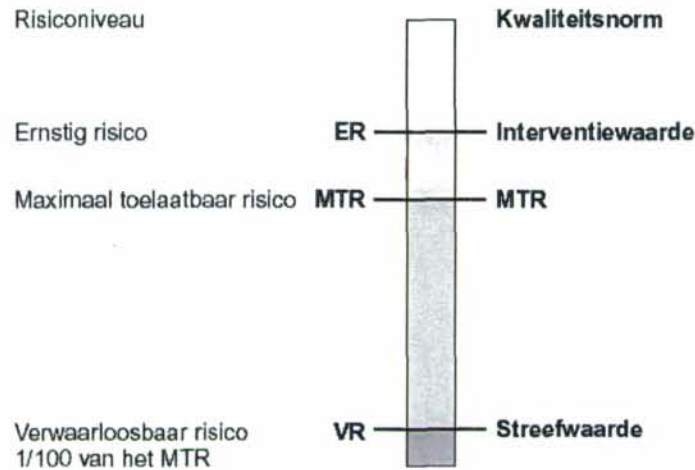
- Ernstig Risico (ER)
De wetenschappelijk afgeleide grens per stof, die aangeeft bij welke concentratie in een milieucompartiment bij 50% van de soorten of processen in het ecosysteem nadelig te waarden effecten te verwachten zijn.
- Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR)
Concentratie van een stof, waarbij voor mens of ecosysteem geen als negatief te waarden effecten te verwachten zijn.
- Verwaarloosbaar Risico (VR)
Concentratie van een stof, die aangeeft wanneer er sprake is van verwaarloosbare effecten op mens of ecosysteem, rekening houdend met mogelijke effecten als gevolg van gecombineerde werking van grote aantallen stoffen die gelijktijdig in een watersysteem aanwezig kunnen zijn.

De genoemde risiconiveaus worden in het beleid vertaald naar kwaliteitsnormen (zie figuur 5.3.8). Niet voor alle stoffen zijn normen vastgelegd. Voor zover (nog) niet vastgesteld in normen zijn voor de getoetste stoffen de invoergegevens voor de ER-, MTR- en VR-niveaus ter beschikking gesteld door Rijkswaterstaat⁴.

Bestaande of nieuwe lozingen

De aard van de lozing in de zin van bestaand of nieuw is een heel belangrijk invoergegeven. Bestaande lozingen worden primair getoetst aan het MTR. Nieuwe lozingen moeten worden getoetst aan het stand-still-beginsel, hetgeen wordt geoperationaliseerd door te toetsen aan het VR. De gedachte hierachter is dat als een nieuwe lozing aan het VR voldoet, er geen sprake zal zijn van een significante verslechtering van de waterkwaliteit (=stand-still). De facto moeten nieuwe lozingen aan strengere eisen voldoen dan bestaande lozingen. Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat in het waterbeleid een uitbreiding van bestaande lozingen ook als een nieuwe lozing wordt opgevat. De lozingen in het kader van de onderhavige immissietoetsen zijn standaard ingevoerd als nieuwe lozingen.

⁴ alsmede achtergrondconcentraties



Figuur 5.3.8 Risiconiveaus en waterkwaliteitsnormen

Oppervlaktewater

De immissietoets geldt formeel voor zoete wateren en niet voor het mariene milieu. Dit heeft te maken enerzijds met de veel lagere achtergrondconcentraties in zoute wateren, anderzijds met de complexere verspreidingskarakteristieken onder invloed van getijden en golven en zoet en zoute op elkaar drijvende waterlagen.

5.3.4.4 Resultaten immissietoets centralelozingen

Concentratie afvalwaterlozing

Voor de berekeningen van de immissietoets zijn de gemiddelde concentraties genomen. Alle componenten worden eerst in het koelwater geloosd, alvorens deze op het oppervlaktewater worden geloosd. De koelwaterchlorering vindt plaats een uur per etmaal. De totale koelwaterafvoer is 27.800 m³/h. De concentraties in het lozingspunt zijn berekend door de jaarvracht te delen door het jaarlijkse koelwaterdebiet. Voor het Hollandsch Diep is een debiet genomen van 1000 m³/s. deze hoeveelheid is ook in de 3-D modellering genomen. In tabel 5.3.6 zijn de concentratie in het lozingspunt en de MTR-waarde weergegeven. In Bijlage A van het MER staan de gehele systematiek en de resultaten vermeld.

Tabel 5.3.6 Overzicht Gemiddelde concentraties en MTR-waarden

Component	Gemiddelde concentratie (µg/l)	MTR-waarde (µg/l)	VR-waarde (µg/l)	Toets aan VR
actief chloor	4.17	0.026	0.00026	voldoet niet
bromoform	0.042	11	0.11	OK
fosfaat	0,72	150	50	OK

De concentratie en de MTR-waarde van bromoform genomen als actieve chloor zullen in zeewater direct reageren, hetgeen leidt tot bijproducten (ongeveer 1%). Het grootste deel (99%) leidt tot bromoform. In de berekening is de gemiddelde concentratie per 24 uur genomen. Er is hier voor bromoform gekozen omdat daarvan de MTR-waarden bekend zijn. Bromoform wordt vooral gevormd in zeewater en is meer toxisch dan de gechloreerde bijproducten. Dus als de toetsing aan bromoform voldoet, voldoet hij zeker aan de gechloreerde bijproducten.

De resultaten kunnen als volgt worden samengevat:

1. De concentraties van de bestanddelen bromoform en fosfaat voldoen aan het VR (streefwaarde) en zullen daarom niet bijdragen tot de verslechtering van de waterkwaliteit ("stand-still"). Doordat aan het VR wordt voldaan, is toetsing voor deze stoffen aan minder kritische normen (MTR, toxische effecten in de mengzone) zonder betekenis en verder niet meer aan de orde.
2. Voor actief chloor kan worden opgemerkt dat er een zeer conservatieve waarde van 0,1 mg/l in de koelwaterstroom is genomen. Normaal reageert alle chloor zodra dit met andere verbindingen in aanraking komt, waardoor de concentratie zeer snel verlaagd wordt. Bij chloreringen van koelwater met een concentratie van 0,5 mg/l is de lozingsconcentratie normaal 0,1 – 0,2 mg/l. De effecten van chloorlozing zijn reeds hierboven beschreven. Deze lozing heeft geen invloed op het aquatisch milieu. Zoals boven is beschreven, zal bij de omzetting van actief chloor chloroform, bromoform en chloride ontstaan. De emissie van bromoform voldoet aan het VR.

5.3.4.5 Conclusie

Overwegingen

Het is moeilijk om het Hollandsch Diep als een standaardwatersysteem te zien vanwege de invloed van de getijden.

Conclusies

Berekeningen met het model en de (ad-hoc) MTR-waarden tonen aan dat de lozing van alle bestanddelen voldoet aan de limietwaarden voor nieuwe lozingen. Er zullen geen negatieve effecten op de waterkwaliteit van het Hollandsch Diep optreden.

Er is één bestanddeel dat niet voldoet aan de VR-waarde, namelijk actief chloor. Actief chloor is getoetst aan de hand van bromoform, aangezien chloor niet stabiel is indien aanwezig in oppervlaktewater en afvalwater. In zoet water wordt dan hoofdzakelijk chloroform gevormd, terwijl in zeewater bromoform wordt gevormd. Bromoform is meer toxisch dan chloroform en de MTR-waarde is bekend. De bromoformconcentratie voldoet aan de VR-waarde. Dus zal chloroform ook voldoen.

5.4 Toets aan de Flora- en Faunawet en de Natuurbeschermingswet

In verband met de voorgenomen activiteit is er een voortoets uitgevoerd op beschermde soorten en gebieden (Buro Bakker, 2006) in het kader van respectievelijk de Flora- en Faunawet en de Natuurbeschermingswet. Daarnaast moet rekening worden gehouden met beschermde gebieden in de omgeving, met name het vogelrichtlijngebied Hollandsch Diep. Hieronder worden de resultaten van de voortoets weergegeven.

Het onderzoeksgebied bestaat uit twee verschillende terreinen: het terrein van de bestaande energiecentrale en het naastgelegen braakliggend terrein. Er werden in het onderzoeksgebied geen planten aangetroffen die door de Flora- en faunawet worden beschermd. Het braakliggende terrein is soortenrijk. Opvallend is de Klaproos. Deze voorheen algemene soort wordt tegenwoordig steeds minder vaak aangetroffen. De Klaproos is niet beschermd en staat evenmin op de Rode Lijst van bedreigde plantensoorten. Overige beschermde soorten of soorten van de Rode lijst werden eveneens niet aangetroffen. Het gedeelte op het terrein van de bestaande centrale is vrij soortenarm. Er werden geen opvallende soorten aangetroffen. Beschermde soorten of soorten van de Rode lijst werden niet aangetroffen

In het onderzoeksgebied komt (c.q. komt naar verwachting) een aantal beschermde soorten voor, te weten: (broed)vogels en zoogdieren die vallen in de categorie van algemene beschermde soorten. Het is niet uit te sluiten dat individuen van deze soorten bij de werkzaamheden zullen worden gedood of verstoord. Indien het broedseizoen wordt ontzien hoeft geen ontheffing te worden aangevraagd voor het verstoren van broedvogels. Hiertoe dienen werkzaamheden die betrekking hebben op het verwijderen van vegetatie en

grondwerkzaamheden buiten het broedseizoen (half maart tot half augustus) plaats te vinden.

Voor de aangetroffen zoogdieren uit beschermings categorie 1 van de Flora en Fauna wet (Dit betreft een aantal beschermde, maar algemene soorten in Nederland). is de gunstige staat van instandhouding niet in het geding. Daarom geldt voor deze soorten een vrijstelling. Er hoeft met betrekking tot deze soorten voor de werkzaamheden geen ontheffing te worden aangevraagd.

Doordat door de voorgenomen activiteit geen strikt beschermde soorten worden geschaad, kan gesteld worden dat de geplande werkzaamheden geen significante negatieve gevolgen zullen hebben op de instandhoudingsdoelstellingen van de nabijgelegen Vogel- en Habitatrichtlijngebieden.

5.5 Bodem en grondwater

Op dit moment is de voorgenomen locatie naast het terrein van de huidige centrale braakliggend. Voor het terrein van de bestaande locatie is in 2005 een nulsituatie bodemonderzoek naar grond en grondwater uitgevoerd. De conclusie van het onderzoek is dat de activiteiten op de locatie de bodem niet of nauwelijks in negatieve zin hebben beïnvloed. Daarnaast is op het bestaande terrein een bodemrisico-analyse uitgevoerd (2005) waaruit blijkt dat eventuele bodembedreigende activiteiten beheerst kunnen worden uitgevoerd en dat maatregelen genomen zijn om eventuele calamiteiten zonder bodembedreiging te laten gebeuren. De verwachting is dat deze conclusies ook zullen gelden voor het braakliggend terrein naast de locatie. De bodem en het grondwater van de voorgenomenj locatie zullen worden geanalyseerd (nul situatie bodemonderzoek) voordat de locatie zal worden ontwikkeld voor de bouwactiviteiten.

5.6 Geluid

5.6.1 Inleiding

Om een inzicht te krijgen in de akoestische gevolgen van de elektriciteitscentrale, is de te verwachten geluidsimpact berekend (Peutz, 2006).

Door de provincie Noord Brabant is ten behoeve van akoestische berekeningen het zonebewakingsmodel voor het Industrierterrein Moerdijk ter beschikking gesteld. De berekeningsmethode, de uitwerking van het model en soortgelijke uitwerkingen, zijn in

overeenstemming met de van toepassing zijnde richtlijnen in de "Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai", uitgave van 1999. Rondom het industrieterrein Moerdijk is een geluidzone ex art 53 van de Wet geluidhinder vastgesteld. De geluidbelasting van alle bedrijven op het terrein mag gezamenlijk niet meer bedragen dan 50 dB(A).

De geluidsniveaus zijn berekend ter plaatse van de zonegrens van het Industrieterrein Moerdijk en ter plaatse van de immissieposities aan de rand van geconcentreerde woonbebouwing, zoals genoemd in de vigerende Wm-vergunning voor WKC Moerdijk.

Bij de berekeningen is uitgegaan van continue activiteiten. Daarom kan de nachtelijke periode worden beschouwd als de bepalende factor voor het langtijdgemiddelde beoordelingsniveaus in de omgeving.

5.6.2 Geluidsniveau veroorzaakt door de centrale

Meer informatie over de geluidsberekeningen (zoals de spectrale verdeling van het geluid, de modellering en de deelbijdragen van bronnen of groepen bronnen) is te vinden in het akoestische rapport dat onderdeel vormt van de vergunningaanvraag. In tabel 5.6.1 worden de bijdragen van de huidige representatieve situatie vermeld. In tabel 5.6.2 worden de bijdragen van de bestaande WKC inclusief voorgenomen activiteit op de referentiepunten vermeld.

Tabel 5.6.1 Langtijdgemiddelde beoordelingsniveaus ($L_{Ar,LT}$) en etmaalwaarden (L_{etmaal}) in vergunningposities, huidige representatieve bedrijfssituatie

nr.	Positie	$L_{Ar,LT}$ in dB(A) dag	$L_{Ar,LT}$ in dB(A) avond/nacht	L_{etmaal} in dB(A)	Vergunde L_{etmaal} in dB(A)
31	Positie K1, Klundert	22	22	32	35
32	Positie K2, Klundert	23	23	33	37
33	Positie M1, Moerdijk	17	17	27	35
34	Positie M2, Moerdijk	22	22	32	36
35	Positie S1, Strijensas	19	19	29	35

Tabel 5.6.2 Rekenresultaten van de geluidsniveaus van de voorgenomen activiteit inclusief de huidige WKC Moerdijk op de referentiepunten voor $L_{Ar,LT}$ en L_{etmaal} (in dB(A))

nr.	Positie	$L_{Ar,LT}$ in dB(A) dag	$L_{Ar,LT}$ in dB(A) avond/nacht	L_{etmaal} in dB(A)	B_i maximaal in dB(A) (voor hele ind. terrein)
1	Zone, Noordschans	20	19	29	50
2	Zone Klundert	22	21	31	50
3	Zone	19	19	29	50
4	Zone	17	16	26	50
5	Zone	15	15	25	50
6	Zone, Zevenbergen	16	16	26	50
7	Zone, Zevenbergen	19	18	28	50
8	Zone, Koekoeksdijk	20	20	30	50
9	Zone, Lapdijk	20	20	30	50
10	Zone, Moerdijk ZW	19	18	28	50
11	Zone, Moerdijk W	19	18	28	50
12	Zone, Strijensas	22	21	31	50
13	Zone, Strijensas	22	22	32	50
14	Zone, Schenkeldijk	22	22	32	50
					Vergunde L_{etmaal} in dB(A)
31	Positie K1, Klundert	23	23	33	35
32	Positie K2, Klundert	24	24	34	37
33	Positie M1, Moerdijk	21	21	31	35
34	Positie M2, Moerdijk	25	25	35	36
35	Positie S1, Strijensas	22	21	31	35

Uit berekeningen blijkt dat de $L_{Ar,LT}$ van de centrale op de referentiepunten tussen 15 en 22 dB(A) ligt. De etmaalwaarden (L_{etmaal}) liggen tussen 25 en 32 dB(A). Deze waarden zijn ruim lager (18 dB(A)) dan de totale toegestane geluidsbelasting van het terrein (50 dB(A) etmaalwaarde). Op de zonegrens is de geluidsbijdrage van de voorgenomen activiteit nagenoeg verwaarloosbaar. De voorgenomen activiteit conflicteert dus niet met de zoneringsdoelstelling. Vastgesteld wordt verder dat ter plaatse van de rand van geconcentreerde woonbebouwing (de vergunningposities K1, K2, M1, M2 en S1) de berekende waarden voor de situatie na realisatie van de voorgenomen activiteit nog altijd lager zijn dan de in de vigerende Wm-vergunning vermelde grenswaarden.

5.6.3 Geluidsniveau met extra koeltoren

In paragraaf 4.4.3.3 is de installatie van een koeltoren besproken als alternatief voor doorstroomkoeling. Uit de geluidsberekeningen aan de voorgenomen activiteit volgt dat de hoogste geluidbijdrage in de meeste posities in de omgeving wordt geleverd door de bestaande installaties waarvan met name de koeltoren kan worden genoemd. Een extra koeltoren zal de geluidsbijdrage verder vergroten. Op basis van dit gegeven wordt ten behoeve van geluid de voorkeur wordt gegeven aan doorstroomkoeling boven het alternatief. Bij de variant met alleen een koeltoren worden etmaalwaarden berekend waarbij op een zevental posities het $L_{A_{r,LT}}$ hoger is dan de momenteel "vergunde waarde" en de "maximaal te vergunnen waarde" volgens de tabel van de provincie.

5.6.4 Verdere maatregelen voor geluidreductie

De hoogste geluidsniveaus worden in de meeste posities in de omgeving geproduceerd door de bestaande installaties, met name de koeltoren. Een significante geluidreductie aan deze bron is moeilijk realiseerbaar. De hiertoe benodigde geluidreducerende maatregelen zijn zeer ingrijpend en financieel/economisch niet realistisch.

Voor wat betreft de voorgenomen activiteit wordt de hoogste geluidbijdrage geleverd door de ketel, het inlaattraject van de ketel, de stoomleidingen, de schoorsteen en de luchtinlaat van de gasturbine. Door Essent is teneinde de geluidemissie van de voorgenomen activiteit tot het uiterste te beperken, besloten de afgassenketel inclusief het afgassenkanaal tussen de gasturbine en de ketel in een gebouw te plaatsen. Hiermee wordt van de geprojecteerde uitbreiding de geluidemissie van de meest bepalende geluidbronnen in belangrijke mate gereduceerd. Voorts zullen de schoorsteen en de verbrandingsluchtinlaten worden voorzien van omvangrijke geluiddempers; de turbines worden in omkastingen binnen een gebouw geplaatst. Een verdere (significante) geluidreductie aan deze bronnen is moeilijk, zometeen onmogelijk.

5.6.5 Speciale bedrijfsomstandigheden

Zo nu en dan kan de geluidsemissie toenemen als gevolg van het in- en uitschakelen van installaties, het opstarten van de centrale en het afblazen van de stoomveiligheidskleppen. De volgende maatregelen zullen worden genomen om dergelijke geluidsniveaus te reduceren:

- de veiligheidskleppen zullen worden voorzien van geluiddempers

- wanneer stoom wordt gebruikt voor het schoonblazen van ketelpijpen, worden ingebouwde geluiddempers gebruikt
- wanneer een by-pass wordt gebruikt, wordt de stoom direct naar de condensor geleid.

Deze activiteiten zullen ertoe leiden dat de geluidsproductie in sommige delen van de elektriciteitscentrale hoger liggen dan tijdens normaal bedrijf. Aangezien de perioden met een hoger geluidsniveau zeer kort zullen zijn, hebben deze geen invloed op de cumulatieve geluidsniveaus op de referentiepunten. Tijdens afblazen van een van de stoomveiligheden zal het maximale geluidsniveau ter plaatse van woningen ten hoogste ongeveer 38 dB(A) bedragen. Als gevolg van het schakelen met de vermogensschakelaars zullen maximale geluidsniveaus L_{Amax} optreden ter plaatse van woningen van ten hoogste circa 30 dB(A). De geluidsniveaus bij bijzondere bedrijfsomstandigheden liggen aanzienlijk lager dan de te vergunnen waarde van 60 dB(A) gedurende de nacht, zoals vermeld in "Handreiking industrielawaai en vergunningverlening".

Aangezien deze geluidsniveaus zeer laag en zeer kort zijn, zullen deze geen negatieve impact hebben op soorten en habitattypen vermeld in de Habitatrichtlijn voor Hollandsch Diep Oeverlanden.

5.7 Externe veiligheid

5.7.1 Veiligheidsaspecten van de voorgenomen activiteit

5.7.1.1 Inleiding

Na een algemene inleiding over de procesbewaking zal in deze paragraaf ingegaan worden op de veiligheidsaspecten van de voorgenomen activiteit en de uitvoeringsalternatieven.

Voor het bewaken van de juiste werking van het proces worden op belangrijke plaatsen van de installatie gedurende de bedrijfsvoering metingen verricht. Wanneer bij deze metingen een gemeten waarde buiten de ingestelde grenswaarde komt te liggen, zal een signalering in werking worden gesteld. Voor een aantal situaties zullen corrigerende maatregelen getroffen worden om de normale waarden voor de procesgang te herstellen (zie tevens paragraaf 4.2.5). Aan bepaalde metingen worden extra voorwaarden gesteld, zodat bij het niet voldoen aan de gestelde voorwaarden beveiligingen in werking komen. Afhankelijk van de plaats in de installatie zal dit resulteren in een afschakelen van een deel van het proces ofwel onmiddellijke onderbreking van de hele procesgang van zowel de gasturbine als de stoomturbine.. Zonodig zullen ook hulpwerktuigen worden afgeschakeld. Alle signalen voor meting, regeling en

beveiliging van het proces van de installatie zijn ondergebracht in een daartoe ingerichte bedienings- en bewakingsruimte.

Verstoring in de normale procesgang resulteert in tenminste het aanspreken van een signalering en kan in voorkomende gevallen leiden tot het afschakelen van de eenheid. In dergelijke gevallen zal onder meer de aardgastoevoer naar de gasturbine worden gesloten, waardoor de verbranding vrijwel direct stopt.

5.7.2 Veiligheidsaspecten van de centrale

Met betrekking tot de veiligheid voor omwonenden, voorbijgangers en naburige bedrijven kunnen de hierna genoemde installatiedelen van de centrale eventueel risico's met zich meebrengen:

- aardgasaanvoer
- stoomcircuits
- stoomturbine
- gasturbine
- waterstofkoeling.

Van de onder druk staande delen behoeven alle daarvoor in aanmerking komende delen van de constructie en de hierbij toegepaste materialen, alsmede de wijze waarop deze worden verwerkt, de goedkeuring van een "Notified Body", bijvoorbeeld Lloyd's Register Stoomwezen c.q. Gasunie. Bij overschrijding van de toelaatbare werkdrukken komen de daartoe verplicht aangebrachte veiligheidstoestellen in werking.

5.7.2.1 Aardgasaanvoer

Het vrijkomen van aardgas is gevaarlijk wegens brand- en explosiegevaar en in mindere mate verstikkingsgevaar. Voor de berekening van de gevolgen is gebruik gemaakt van een drietal scenario's:

- Breuk van de gasleiding in de omkasting van een gasturbine gevolgd door een explosie aldaar.
- Breuk van de gasleiding in het gasontvangstation gevolgd door een explosie van het vrijkomende gas.
- Breuk van de gasleiding tussen het gasontvangstation en de gasturbine gevolgd door een mogelijke verbranding of explosie van het vrijkomende gas.

Alleen de aardgashoofdtoevoerleiding wordt bij deze analyse in beschouwing genomen omdat aangenomen is, dat alleen deze een significante bijdrage in het totale risico naar de omgeving kunnen veroorzaken. De berekeningen van de kansen op overlijden is naar analogie van studies betreffende andere WKC's uitgevoerd (KEMA, 1992a; KEMA, 1992b, KEMA, 2003). De resultaten volgen in het vervolg van deze paragraaf.

Het bij leidingbreuk binnen een besloten ruimte vrijkomende gas zal zich met lucht vermengen. Het zal echter niet zo zijn, dat er een homogeen mengsel van gas en lucht ontstaat. Eerder zal er een verdringing van de in de besloten ruimte aanwezige lucht door aardgas optreden. Voor de berekeningen is niettemin aangenomen, dat 100% van de vrije ruimte gevuld is met een explosief mengsel van aardgas en lucht (5-16% aardgas). Dit is een uiterst conservatieve aanname. De kans op breuk van de leidingen binnen de besloten ruimtes is een factor tien kleiner dan buiten. De kans op een leidingbreuk is vastgesteld op $1 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar en de kans op lekkage is $5 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar voor leidingen met een diameter groter dan 150 mm. Voor leidingen kleiner dan 150 mm is dit respectievelijk $3 \cdot 10^{-7}$ per meter per jaar en $2 \cdot 10^{-6}$ per meter per jaar.

Bij falen van de leidingen in de omkasting van de gasturbine en lekkage in het gasontvangstation kunnen deze met een explosief aardgasmengsel worden gevuld. De totale kans hierop wordt:

- gasturbine-omkasting: $7 \text{ m} \cdot 1 \cdot 10^{-8} = 7 \cdot 10^{-8} / \text{jaar}$
- turbinegebouw: $15 \text{ m} \cdot 1 \cdot 10^{-8} = 1,5 \cdot 10^{-7} / \text{jaar}$
- gasontvangstation: $2 \cdot 18 \text{ m} \cdot 3 \cdot 10^{-7} = 10,8 \cdot 10^{-6} / \text{jaar}$.

In het turbinegebouw en het gasontvangstation is de kans op explosie ruim 30%, waardoor alleen voor het gasontvangstation de kans op een ontsteking groter dan $1 \cdot 10^{-6} / \text{jaar}$ wordt (Birgitta: locatie gasontvangstation moet zodanig dat 10^{-6} contour op eigen terrein ligt). De overige scenario's zijn verwaarloosbaar. Voor de berekening van de gevolgen naar de omgeving is gebruik gemaakt van een formule die is afgeleid van exploderende vaten. De schadecirkels voor 0,3 en 0,1 bar overdruk zijn gebaseerd op een piek-overdruk van 5 bar binnen het gebouw/de omkasting (CPR 14E, CPR 16E en CPR 18E). Aangenomen is dat 20% van de bij de explosie vrijkomende energie resulteert in een beschadiging van gebouwen en dat de resterende 80% wordt omgezet in schokgolffenergie. Voor de berekening van de gevolgen is gebruik gemaakt van het programma RiskCalc.

Bij leidingbreuk buiten zal in eerste instantie een geforceerde menging van gas met lucht optreden, waarbij een brandbaar gas/luchtmengsel (5-16% aardgas) ontstaat. Vanaf het punt waar de snelheid van het gas verwaarloosbaar is geworden ten opzichte van de windsnelheid,

zal de verdere verspreiding en verdunning van het gas worden bepaald door meteorologische condities. De leidingen van het gasontvangststation naar de gasturbine zullen bovengronds worden aangelegd. De kans op leidingbreuk wordt geraamd op 1.10^{-7} per meter per jaar voor leidingen groter dan 150 mm. dit betekent dat de kans op leidingbreuk naar de gasturbine gelijk is aan:

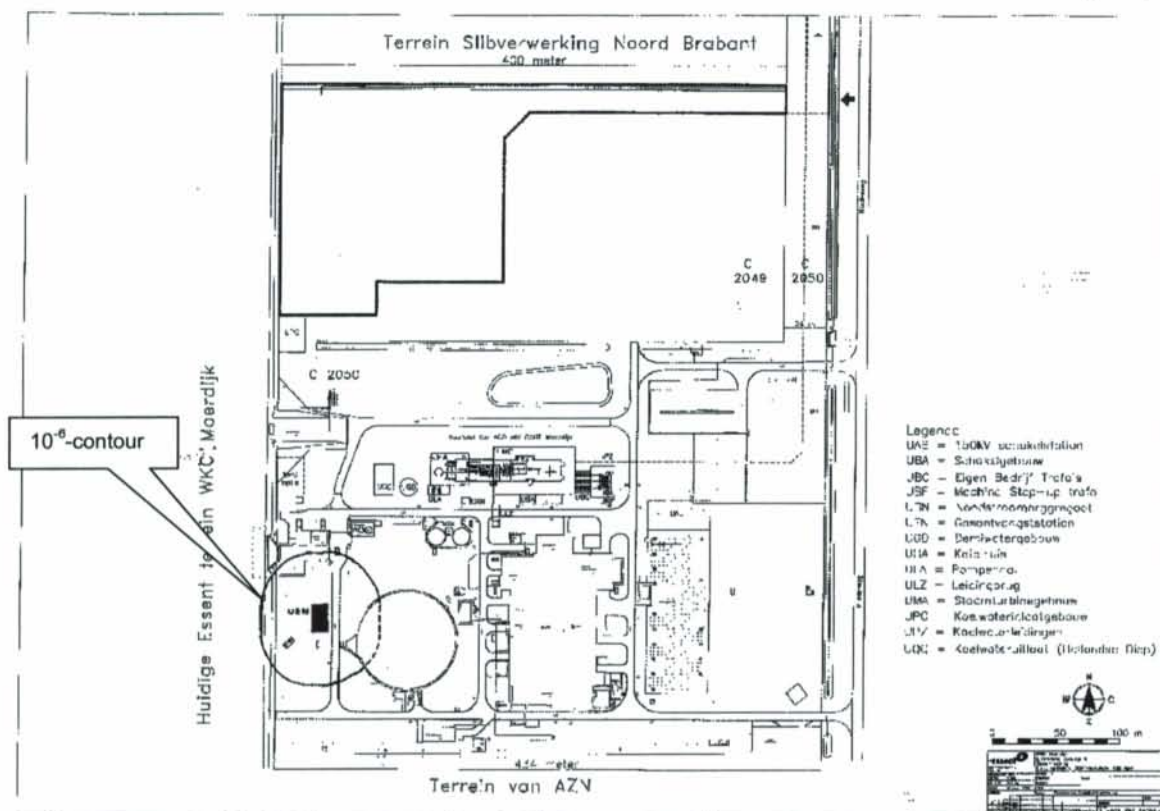
- 50 m aardgasleiding, diameter 300 mm: $100 \times 1.10^{-7} = 1.10^{-5}$ /jaar

Er kunnen vier fysische effecten optreden (CPR 18E, 1999) bij het vrijkomen van aardgas en wel:

- een brand met directe ontsteking; kans 9%
- een brand met vertraagde ontsteking; kans 49%
- een explosie; kans 33%
- geen effect; kans 9%.

Voor elk van de bovengenoemde effecten is een risicocontour vastgesteld. Deze geeft het gebied aan waarbinnen schade aan de omgeving verwacht wordt. De waarden voor warmtestraling en overdruk, waarbij schade ontstaat, zijn gebaseerd op CPR 16 (1989). De schadecirkels bij het falen van de leidingen is circa 45 m. Daar deze cirkels volledig op het terrein liggen, heeft dit op omwonenden en passanten geen invloed.

De effectcontouren voor het plaatsgebonden risico van alle voornoemde scenario's zijn tezamen bepaald. De schadecirkel rond het gasontvangststation met een kans van 1.10^{-6} /jaar is circa 50 m. Deze contour blijft geheel op het terrein van Essent (zie figuur 5.7.1) en heeft geen invloed op de omgeving. De kans op falen in het turbinegebouw is kleiner dan 1.10^{-6} /jaar en is niet relevant.



Figuur 5.7.1 Overzicht 10⁻⁶-contour plaatsgebonden risico

5.7.2.2 Stoomcircuits

De kans op het breken of lekken van hogedruk-stoomleidingen en stoomvaten is, gezien de eisen die aan deze installaties worden gesteld, bijzonder klein. Mocht een dergelijk voorval zich voordoen dan zal de schade veroorzaakt door brokstukken zich beperken tot korte afstand van de installaties. De kans dat buiten het terrein van Essent losgeraakte delen neerkomen is nog veel kleiner, gezien de afstand tot de grens van het terrein.

Voor het geval toch brokstukken (alleen lichtere) ten gevolge van ongevallen in het stoomcircuit buiten de inrichting terechtkomen op industriële bedrijfsgebouwen (afstand circa 200 m), is de kans (inclusief breukkans) dat personen getroffen worden geschat in een DHV-studie inzake risicoanalyse voor een 600 MW_e centrale te Dordrecht (DHV, 1980).

In deze studie is het stoomcircuit onderverdeeld in:

- Pipen met een inwendige diameter die kleiner is dan 75 mm. In deze situatie is de uitstromende hoeveelheid zo klein, dat geen schade buiten de terreingrenzen optreedt.

- Pijpen met een inwendige diameter die groter is dan 75 mm. In dit geval kan er sprake zijn van calamiteiten met verbindingspijpen en instrumentatiekasten en drukvaten. Aan de hand van ervaringscijfers is de kans op falen van verbindingspijpen en omkastingen vastgesteld op $5 \cdot 10^{-4}$ per jaar. De kans op falen bij drukvaten is $2 \cdot 10^{-5}$ per jaar. De trefkans binnen naburige bedrijven ligt op 10^{-2} per jaar en de kans dat personen aldaar getroffen worden is 10^{-3} per jaar. De totale kans dat bij een calamiteit iemand buiten de terreingrenzen wordt getroffen ligt daardoor op $5 \cdot 10^{-9}$ per jaar.

Deze kans valt in het verwaarloosbaarheidsniveau. Het berekende groepsrisico wordt beneden de oriënterende waarde geschat.

5.7.2.3 Stoomturbine

Bij de turbine-generatorinstallatie wordt in geval van calamiteiten (rotor op te veel overtoeren, materiaalscheuren) het gevaar veroorzaakt door uit het turbinehuis komende brokstukken. Hierbij wordt gedacht aan rotordelen, waarvan wordt verondersteld dat deze, variërend in gewicht tussen 50 en 4000 kg, met ontsnappingssnelheden tussen 10 en 250 m/s kunnen wegschieten. In Truong (1988) worden de resultaten van een berekening met expansie van verzadigde stoom gegeven. De uitkomst is afhankelijk van het inspectie-interval. Huidige ontwerpen zijn gericht op kansen van orde-grootte van $1 \cdot 10^{-5}$ /jaar, bij een inspectie-interval tussen de 4 en 5 jaar. Al deze berekeningen zijn gebaseerd op stoomturbines met een lage druksectie. In dat gedeelte van de stoomturbine is de dikte van het huis dun genoeg om het uitbreken van rotordelen mogelijk te maken. Schades aan hogedruk- en middendruksecties zijn nooit opgetreden.

Berekeningsmethode

Studies (KEMA, 1992, 1994, DHV 1980) hebben aangetoond dat:

- 1 De lanceringshoek van een willekeurig projectiel tussen 0° en 180° ligt en de afbuigingshoek ten opzichte van de turbine-as tussen -25° en 25° . De kans dat een dergelijk projectiel in een woongebied buiten dit segment terechtkomt is dertig maal kleiner dan de kans dat het binnen het segment terechtkomt.
- 2 Rondvliegende brokstukken nooit verder komen dan 5/600 m.

Omdat de stoomturbine van de centrale zich meer dan 600 m van het dichtstbijzijnde huis (circa 1250 m) bevinden, bestaat er geen risico op persoonlijk letsel in de woongebieden. De studies geven ook aan dat de kans dat rondvliegende brokstukken in een woongebied dat tussen 300 en 600 m van de turbine is gelegen terechtkomen niet groter is dan $8 \cdot 10^{-6}$ per jaar.

De kans dat een persoon wordt geraakt is een factor 10^{-3} kleiner, zodat de totale kans kleiner is dan $8 \cdot 10^{-9}$. Dit ligt beneden de grenswaarde van $1 \cdot 10^{-6}$ /jaar en is dus verwaarloosbaar.

5.7.2.4 Gasturbine

Hetgeen in paragraaf 5.6.3.4 is vermeld over de stoomturbine geldt in zijn algemeenheid ook voor de gasturbine-installatie. Daar het temperatuurniveau bij gasturbine hoger is dan bij stoomturbines, is het huis van gasturbine dikker dan het huis van de stoomturbine. De trefkans dat brokstukken personen zullen raken, zal daarom kleiner zijn dan $1 \cdot 10^{-8}$ per jaar.

5.7.2.5 Waterstofkoeling

Een explosie buiten de gasgenerator is niet waarschijnlijk met het oog op de grote afmetingen van de generatorbehuizing, die grote luchtverspreiding betekent. De generator is zodanig ontworpen, dat een explosie in de generator zelf geen consequenties zal hebben voor de generatorbehuizing. De barstdruk van de generator is ongeveer 1,5 tot 2 keer de mogelijke explosiedruk van het H_2 /luchtmengsel.

Noch de opgeslagen hoeveelheid (30 flessen, 50 l, 200 bar) noch de doorgaans aanwezige hoeveelheid voor het koelen (ongeveer 60 m^3 , maximaal 5 bar) is voldoende voor een dergelijke explosieve verbranding, die zou leiden tot schade buiten de installatie (PEN, 1981).

5.7.3 Veiligheidsaspecten van de alternatieven

5.7.3.1 Ammoniaopslag ten behoeve van rookgasdenitrificatie

Van de beschouwde alternatieven kan alleen bij het alternatief verdergaande NO_x -emissiereductie in de vorm van selectieve katalytische reductie een extra risico optreden. Deze hangt samen met de ammoniaopslag. Voor Essent bedraagt de opslaghoeveelheid circa 25 ton (2 weken gebruiksvoorraad), waarvoor een tank van 25 m^3 vereist is.

De ammonia is een 24,5%-oplossing in water en wordt onder atmosferische druk opgeslagen. De installatie omvat voorts vulaansluitingen en een gasbuffervat van circa 1 m^3 . De giftigheid van NH_3 zal veel eerder problemen geven dan de explosiviteit, zodat de giftigheid maatgevend is. Afhankelijk van de weersgesteldheid kunnen in geval van een ernstig ongeval bij de opslag van ammoniakgas onder druk tot op maximale afstand van 10 kilometer concentraties

voorkomen die boven de MAC-waarde (36 mg/m^3 - 15 minuten) liggen. Vergeleken met ammoniakgas is een ammoniakooplossing veel minder vluchtig en daarom zullen de concentraties veel lager zijn.

SAVE (SAVE, 1991) heeft het individuele en groepsrisico van 200 ton ammoniakopslag bij de Centrale Gelderland te Nijmegen berekend. In die situatie, waarin de afstand tussen de centrale en de woonbebouwing 650 m bedraagt, wordt het individuele risico op $5 \cdot 10^{-8}$ per jaar geschat. Gezien de aanzienlijk kleinere opslagcapaciteit en toepassing van ammonia in plaats van ammoniak voor Essent kan worden gezegd, dat deze kans lager is dan $1 \cdot 10^{-8}$ /jaar. Het berekende groepsrisico blijft onder de oriënterende waarde.

5.8 Visuele aspecten

De centrale zal in een zeer geïndustrialiseerd gebied komen te liggen en integreren met gebouwen in de omgeving van een gelijke of zelfs grotere omvang. De hoogte van het gebouw zal ongeveer 25 m bedragen en ongeveer 65 m voor de schoorsteen. De verlichting tijdens de nacht zal vergelijkbaar zijn met die van procesinstallaties.

In het alternatief met een hybride koeltoren zullen er 6 cellen naast elkaar worden gebouwd. De totale koeltoren is 100 m lang, 20 m breed en 20 m hoog. Deze installatie is iets lager als de nieuwe afgassenketel en valt ten opzichte van de huidige koeltoren niet op.

5.9 Logistiek en transport

Transport vormt geen belangrijk onderwerp. Gedurende normale activiteiten zal het transport beperkt zijn tot een paar vrachtwagens per week voor de aanvoer van materiaal en de afvoer van afval. Met een maximaal aantal werknemers van 25 op de locatie op een willekeurig moment, zal ook het personenwagenvervoer zeer beperkt zijn.

Gedurende de bouwphase zullen de transportactiviteiten tijdelijk intensiever zijn en voornamelijk bestaan uit de aanvoer van bouw materiaal en apparatuur. Indien mogelijk zal de zwaarste apparatuur via het water worden aangevoerd.

5.10 **Archeologie**

Uit het bodembeheerplan van de gemeente Moerdijk blijkt dat zich op de beoogde locatie voor de voorgenomen activiteit een lage verwachtingswaarde voor archeologische vondsten is vastgesteld. De voorgenomen activiteit leidt daarmee niet tot aantasting van herkenbaarheid en existentie van bodemwaarden in het gebied.