

4 VOORGENOMEN ACTIVITEIT EN ALTERNATIEVEN

4.1 Voorgenomen activiteit

De voorgenomen activiteit is de bouw en exploitatie van een nieuwe, aardgasgestookte STEG-centrale met een nominale capaciteit van 400 MW_e, als uitbreiding van de bestaande aardgasgestookte centrale van Rijnmond Energie. Rijnmond Energie heeft momenteel een nominale capaciteit van 800 MW_e.

Elektriciteit zal exclusief worden geleverd aan een groothandelsklant voor verdere verkoop aan eindgebruikers. De capaciteit van de nieuwe installatie van nominaal 400 MW_e is gebaseerd op een marktonderzoek dat heeft uitgewezen dat deze schaal het best tegemoet komt aan de markteisen voor opwekking en flexibiliteit.

4.1.1 Warmte-integratie en warmtekrachtkoppeling

Rijnmond Energie levert momenteel stoom aan Shell op commerciële basis en heeft vergevorderde plannen om op vergelijkbare wijze stoom te leveren aan Argos. De centrale beschikt tevens over het potentieel om de levering uit te breiden naar andere industriële gebruikers en/of stadsverwarmingsprojecten als er voldoende vraag is en voor een commerciële prijs geleverd kan worden.

De Rijnmond Expansion zal de warmtekrachtkoppeling van Rijnmond Energie op drie manieren verbeteren:

- 1 **de mogelijkheid om stoom onder lage druk te leveren voor stadsverwarming:** het ontwerp van de nieuwe eenheid voorziet in een aftakking vanaf het stoomleidingsstelsel om stoom te kunnen leveren aan het geplande stadsverwarmingsproject van de gemeente Rotterdam. Indien de specificaties van het stadsverwarmingsproject beschikbaar zijn vóór de gedetailleerde voorbereiding van het ontwerp kan hier bij het ontwerp optimaal rekening mee worden gehouden om een efficiënte en betrouwbare levering te optimaliseren. Momenteel is Shell de geplande primaire leverancier voor het stadsverwarmingsproject, maar de Rijnmond Expansion kan dienst doen door op te treden als back up of aanvullende capaciteit bij extra warmtevraag of leveringsonzekerheid
- 2 **de mogelijkheid om stoom te leveren aan het stoomleveringssysteem van Rijnmond Energie:** het ontwerp van de nieuwe installatie voorziet in een aftakking vanaf de midden druk-stoomleiding (IP-leiding) naar de stoomturbine om in de toekomst stoom te kunnen le-

veren aan derden. Deze aftakking verhoogt de leveringszekerheid van Rijnmond Energie door te helpen met aanvullende stoomlevering als de bestaande stoomlevering moet worden aangevuld of overgenomen, bijvoorbeeld bij een grote stroomstoring of langdurige stillegging/beperking van de exploitatie, of om de efficiëntie en flexibiliteit van de activiteiten te verbeteren

- 3 **verbeterde infrastructuur voor exploitatie van de centrale:** als onderdeel van de Rijnmond Expansion wordt de door de nieuwe eenheid en bestaande eenheden gebruikte gedeelde infrastructuur verbeterd en uitgebreid, wat zorgt voor een verhoogde *technische zekerheid, mogelijk vergrote buffercapaciteit van water en flexibiliteit van de bedrijfsvoering*. Op zijn beurt wordt hierdoor de efficiëntie en stabiliteit van de exploitatie bij Rijnmond Energie verbeterd en de betrouwbaarheid van zijn warmtekrachtkoppeling gegarandeerd.

Daarom zal de algehele warmtekrachtkoppeling van Rijnmond Energie substantieel baat hebben bij de Rijnmond Expansion. Dit zal tot gevolg hebben dat de betrouwbaarheid, leveringszekerheid en productiekosteneffectiviteit worden verbeterd. Hierdoor kan Rijnmond Energie elektriciteit tegen concurrerende prijzen leveren aan het nationale elektriciteitsnet en stoom/warmte aan de plaatselijke industriële en publieke afnemers die gebruik willen maken van de beschikbaarheid van deze bron.

Het is niet mogelijk te bepalen in hoeverre de warmtekrachtkoppeling van de Rijnmond Expansion het rendement verbetert, aangezien de toename van het rendement afhangt van de direct geleverde hoeveelheid stoom aan het stadsverwarmingssysteem en/of het stoomleveringssysteem van Rijnmond Energie, commerciële contracten van Rijnmond Energie voor stoomlevering aan industriële gebruikers en de optimalisatie van warmtekrachtkoppelingactiviteiten tussen Rijnmond Energie en de Rijnmond Expansion. De gevolgen zullen echter positief zijn en de erkenning van Rijnmond Energie als een commerciële warmtekrachtcentrale verder verbeteren.

4.1.2 Energie-efficiëntie

Tabel 4.1.1 geeft een overzicht van de elementaire energiekenmerken van de nieuwe eenheid. De tabel geeft alleen de situatie voor elektriciteitsopwekking (geen levering van warmte of stoom).

De nominale capaciteit van de nieuwe installatie is 400 MW_e, maar de maximale netto elektrische opwekking zal naar verwachting ongeveer 435 MW_e zijn. Dit is gebaseerd op ontwikkelingen in turbinetechnologie. Omwille van de MER wordt er verondersteld dat de maximale netto elektrische opwekking 414 MW_e is en dat het totale rendement van de Rijnmond Expansion circa 57,7% zal zijn bij een maximale elektriciteitsproductie en zonder warmte- of stoomlevering.

Tabel 4.1.1 Belangrijkste kenmerken van de voorgenomen activiteit zonder stoomlevering

situatie	energie-input MW _{th}	warmte/stoom- levering MW _{th}	energielevering MW _e	rendement %
exploitatie van nieuwe eenheid zonder levering van stoom/warmte	718	0	414	57,7

4.1.3 Voorgenomen activiteit en alternatieven

Tabel 4.1.2 beschrijft de voorgenomen activiteit en de alternatieven.

Ten eerste: het "nul"- of "niets doen"-alternatief staat voor de situatie waarin de voorgenomen activiteit niet plaatsvindt. In die situatie moet het effect van de bestaande elektriciteitsproductie in ogenschouw worden genomen. Aangezien de voorgenomen activiteit de productie van elektriciteit is tegen lage kosten, zal het effect zijn dat er meer elektriciteit geproduceerd wordt door minder efficiënte, meer vervuilende centrales in Nederland als de voorgenomen activiteit niet plaatsvindt. "Niets doen" betekent dus dat dergelijke centrales in productie moeten blijven. De uitstoot in geval van het nulalternatief zal worden vergeleken met de uitstoot van de voorgenomen activiteit.

Ten tweede: de technische alternatieven voor het reduceren van de nadelige gevolgen voor het milieu zijn: de reductie van NO_x-emissies in de lucht, geluidreducerende maatregelen en keuze van het koelsysteem, de turbineklasse, de schoorsteenhoogte en alternatieve methodes om biofouling tegen te gaan.

Tot slot: een vergelijking tussen de uitvoeringsalternatieven en de voorgenomen activiteit resulteert in het meest milieuvriendelijke alternatief.

Tabel 4.1.2 Voorgenomen activiteit en alternatieven

voorgenomen activiteit	nulalternatief	technische alternatieven	Meest Milieuvriendelijke Alternatief
uitgangspunt aardgasgestookte STEG met een netto elektriciteitsproductie van 414 MW _e en stoom en/of warmtelevering waar dat commercieel mogelijk is	referentie-situatie de voorgenomen activiteit wordt niet gebouwd en de voorgenomen elektriciteit wordt geproduceerd door bestaande, minder efficiënte, installaties	1 verdere reductie van emissies van stikstofoxiden (NO _x) 2 voorzieningen voor verdere geluidsreductie 3 alternatieve koelsystemen 4 energie-optimalisatie door turbinekeuze (H/F-klasse). 5 alternatieve schoorsteenhoogtes 6 alternatieve methodes om biofouling tegen te gaan	combinatie van de voorgenomen activiteit met de alternatieven die de beste mogelijkheden bieden voor milieubescherming.

4.1.4 Belangrijkste ontwerpgegevens

De voorgenomen activiteit maakt gebruik van bewezen technologie uit de hieronder genoemde, algemeen gebruikte configuratie:

- één gasturbine (GT)
- één afgassenketel (Heat Recovery Steam Generator ofwel HRSG), of een door de gasturbineproducent aangeboden alternatief, bijvoorbeeld een Benson-ketel (doorpompekstel)
- één stoomturbine (ST)
- een gecombineerde elektrische generator gekoppeld aan één as van zowel de gasturbine als de stoomturbine (de gasturbine, stoomturbine en generator vormen samen een trein), of twee afzonderlijke generatoren, een die door de gasturbine wordt aangedreven en een *die door de stoomturbine wordt aangedreven*
- één condensor
- overige faciliteiten en infrastructuur, inclusief gasontvangstation, -meter en drukkleppe, additionele hulpketel, watertoevoerleidingen, afvalwaterleidingen en controlesystemen (geïntegreerd met de bestaande Rijnmond Energie-systemen waar mogelijk).

De STEG wordt alleen op aardgas gestookt. Gefilterde buitenlucht wordt samengeperst in de compressor van de CGT en daarna doorgevoerd naar het verbrandingsdeel van de CGT, waar het wordt vermengd met aardgas en ontbrandt. Het hete gas dat vrijkomt bij verbranding van de brandstof, expandeert via de turbine heen, waardoor de turbine-as gaat draaien. De roterende mechanische energie die de GT produceert, gaat naar de generator die de elektriciteit produceert. De hete gassen die tijdens het verbrandingsproces vrijkomen, verlaten de GT en worden via pijpleidingen naar de afgassenketel gevoerd.

De afgassenketel is een stoomketel met drie drukniveaus die de restwarmte van de rookgassen in de GT gebruikt om stoom voor de stoomturbine te produceren. Deze restwarmte wordt geleverd door de uitlaatgassen van de gasturbine welke door de afgassenketel worden gevoerd. De afgassenketel bestaat uit secties voor hoge druk (HD), midden druk (MD) en lage druk (LD). Het ketelvoedingwater wordt door pijpbundels naar de HD-, MD- en LD-secties van de afgassenketel geleid. In deze secties wordt door het ketelwater warmte opgenomen en stoom gevormd. De uitlaatgassen van de GT worden via een schoorsteen afgevoerd naar de atmosfeer. De afgassenketel zal zo'n 30 meter hoog zijn en de schoorsteen zelf 65 meter.

Stoomleidingen transporteren de stoom van de afgassenketel naar de stoomturbine, waar het in de turbine expandeert. Met het hierbij ontwikkelde vermogen wordt eveneens elektriciteit gegenereerd.

De elektriciteit die wordt opgewekt door de gecombineerde generator, wordt naar een transformator gevoerd die de spanning omhoog transformeert tot het aansluit bij het spanningsniveau (380 kV) van het transmissienetwerk. Vervolgens wordt de elektriciteit op de locatie via een schakelstation naar het hoogspanningsnet gevoerd. Eventueel wordt de te leveren warmte in de vorm van stoom van de stoomleidingen afgetapt om te kunnen voorzien in de warmtekrachtkoppeling.

Bij de berekening en beschrijving van de verwachte operationele impact wordt voor de elektriciteitsproductie op basislastniveau uitgegaan van 8200 vollasturen (93,6%). Deze 8200 uur zijn gebaseerd op de nominale beschikbaarheidsdata voor dit type elektriciteitscentrale. Er dient echter te worden opgemerkt dat de feitelijke exploitatie zal afhangen van de marktomstandigheden en het leveringsprofiel dat wordt geëist door de elektriciteitsafnemer die de elektriciteit van de centrale koopt.

Ontwerpcapaciteit

- Netto elektrische capaciteit, nominaal 400 MW_e.
- Netto elektrische capaciteit, maximaal 435 MW_e.

Brandstof

Als brandstof wordt hoogcalorisch aardgas gebruikt. De belangrijkste fysische eigenschappen van het gas zijn:

- stookwaarde (onder waarde) 38,8 MJ/m³
- Wobbe index 53,9 MJ/m³
- relatieve dichtheid 0,6327.

De gemiddelde samenstelling van aardgas staat in tabel 4.1.3.

Tabel 4.1.3 Gemiddelde samenstelling van hoogcalorisch aardgas (in mol %)

component	aardgas
stikstof	0,5
kooldioxide	1,4
methaan	89,1
ethaan	6,4
propaan	1,7
2-methylpropaan	0,3
butaan	0,3
C5+	0,3

Stoom- en gasturbineproductie

De volgende verwachte jaargemiddelde waarden worden gebruikt bij de berekening van de uitstoot:

- aardgasverbruik tijdens maximale elektriciteitsproductie 718 MW
- netto maximale elektrische energie (zonder stoomlevering) 414 MW_e
- rendement (alleen voor elektriciteitsproductie) 57,7 %
- vollasturen 8200 uur

- brandstofverbruik (aardgas) 18,0 m³/s
- jaarlijkse elektriciteitsproductie (8200 uur) 3395 GWh

4.1.5 De locatie voor de centrale

De bouwlocatie voor de voorgenoemde activiteit bevindt zich aan de westzijde van de Rijnmond Energie-locatie in Pernis-Rotterdam. De dichtstbijzijnde woonwijken liggen op een afstand van circa 1250 tot 2000 meter: Vlaardingen ten noordwesten van de locatie (op de andere oever van de Nieuwe Maas), Pernis ten oosten en Hoogvliet ten zuiden. Iets verder liggen nog de woonkernen van Schiedam (3 km), Spijkenisse (2 km) en Poortugaal (4 km). Op een afstand van ongeveer 5 km ligt de binnenstadgrens van Rotterdam.

De locatie waar de voorgenoemde activiteit moet komen, is te zien in figuur 4.1.1 en een eerste plattegrond van de eenheid van Rijnmond Energie is te zien in figuur 4.1.2.



Figuur 4.1.1 Locatie in het havengebied van Pernis-Rotterdam

Rijnmond Expansion Plot Plan

Rijnmond Expansion

Rijnmond 1



Figuur 4.1.2 Voorlopige plattegrond van de voorgenomen activiteit

4.1.6 Brandstofvoorziening van de centrale

De brandstof waarvoor Rijnmond Expansion is ontworpen is aardgas.

Vanaf het gasontvangstation dat voor Rijnmond Energie is gebouwd, zal aardgas worden getransporteerd naar de nieuwe eenheid. De druk waaronder aardgas wordt geleverd is ongeveer 65 bar. In het gasontvangstation wordt de druk teruggebracht tot het niveau waarop het naar de gasturbine kan worden geleid. Vanaf het gasontvangstation wordt een nieuwe pijpleiding aangelegd naar de gasturbine van de Rijnmond Expansion.

4.1.7 Energiebalans

Tabel 4.1.4 geeft de energiebalans van de Rijnmond Expansion weer.

Tabel 4.1.4 Energiebalans van de Rijnmond Expansion

IN (MW)		UIT (MW)	
aardgas	718	elektriciteit	414
		koeltoren	228
		koeltorensput	4
		rookgassen	64
		ketelverliezen	8
totaal	718	totaal	718

4.1.8 Gasturbine

De gasturbine bestaat uit:

- luchtcompressor
- verbrandingskamers
- een gasturbine waarin expansie van het gas plaatsvindt.

Lucht wordt door een luchtcompressor tot circa 25 bar samengeperst, waarna de lucht samen met het aardgas, gewoonlijk bij een druk van circa 25 bar in de verbrandingskamers wordt gevoerd. De hete gassen (ongeveer 1300 °C) die bij de verbranding ontstaan, worden naar een expansieturbine met turbineschoepen geleid. Tijdens dat proces wordt de energie van de gassen omgezet in roterende mechanische energie. De roterende gasturbine drijft de luchtcompressor en de gecombineerde elektriciteitsgenerator aan (zie paragraaf 4.1.11). Het toerental van de gasturbine bedraagt 3000 rpm. De samenstelling van de uitlaatgassen uit de gasturbine wordt weergegeven in tabel 4.1.5.

Tabel 4.1.5 Typische samenstelling van lucht en uitlaatgas (in volume %)

	N₂	CO₂	O₂	H₂O	argon
lucht	77,4	0,0	20,7	1,0	0,9
uitlaatgassen	74-75	4-5	11-13	8-10	0,9-1

4.1.8.1 NO_x-uitstoot van de voorgenomen activiteit

Bij verbranding van aardgas worden stikstofoxiden (NO_x) gevormd. De thermische NO_x die ontstaat door een reactie van de stikstof in de verbrandingslucht met zuurstof, vormt veruit het grootste deel van de totale bij de verbranding van gasvormige brandstoffen geproduceerde hoeveelheid NO_x. Vooral de hoge vlamtemperatuur speelt hierbij een belangrijke rol.

Er zijn verschillende technieken om NO_x-uitstoot in een gasturbine te verminderen:

- a aanpassing van de verbrandingskamers
- b getrapte verbranding met rijk/arm mengselzones
- c voormenging van lucht en brandstof
- d hybride verbrandingskamers
- e katalytische verbrandingskamers
- f externe recirculatie.

Optie a: aanpassing van de verbrandingskamers kan op diverse manieren plaatsvinden. De belangrijkste aanpassingen zijn grotere luchtovermaat in de reactiezone, betere menging van brandstof en lucht en kortere verblijftijd in de kamer. Dit wordt bewerkstelligd door opdeling in meerdere kleine branders en door wijziging van de constructie van de verbrandingskamer.

Optie b: bij het systeem met getrapte verbranding wordt het gas in eerste instantie met een ondermaat lucht, dat wil zeggen minder dan voor volledige verbranding nodig is, verbrand. Daarna vindt snelle koeling plaats door luchtbijmenging en vervolgens vindt restverbranding plaats. Het regelen van deze branders is zeer gecompliceerd, omdat de verhouding tussen de diverse luchthoeveelheden varieert met de belasting.

Optie c: de methode van voormenging behelst verlaging van de verbrandingstemperatuur door de lucht en de brandstof te mengen voordat ze in de verbrandingskamer komen. Zelfontbranding, vlamterugslag en vlamstabiliteit zijn problemen bij deze methodiek.

Optie d: de hybride verbrandingskamer bestaat uit een systeem met voormengbranders en een ondersteuningsbrander. Deze laatste brander heeft als belangrijkste taak de vlamstabiliteit te bevorderen.

Optie e: katalytische verbrandingskamers werken met een zeer grote lucht/brandstof-verhouding. Met behulp van een katalysator wordt de vlam gestabiliseerd. Dit systeem is zeer gecompliceerd, omdat op de conventionele manier met deellast gestart en gewerkt moet worden. Deze techniek is niet eerder toegepast bij een WKK-gasturbine, zoals de voorgenomen activiteit.

Optie f: bij het systeem van externe recirculatie worden de uitlaatgassen deels teruggevoerd naar de compressorinlaat. Deze methode is zeer gecompliceerd en erg duur, zeker bij toepassing in een STEG-installatie. Deze methode is dan ook voor een dergelijke installatie nog niet toegepast.

Van de hierboven beschreven droge technieken die een lage NO_x-uitstoot bevorderen in een gasturbine weergegeven als a tot en met d, zal een combinatie van a, b en c worden geselecteerd voor de gasturbine van de voorgenomen activiteit. Deze opties worden ook voorgeschreven als best beschikbare techniek (Best Available Technique - BAT) in de BREF-LCP. Optie e en f zijn geen bewezen technieken en zullen in dit MER verder buiten beschouwing blijven. Ervan uitgaand dat optie a, b en c in het ontwerp van de gasturbine worden verwerkt, zal 42 g/GJ (25 ppm) het jaargemiddelde worden voor NO_x-uitstoot. Deze waarde zal definitief worden bepaald na keuze van de turbineleverancier en wordt contractueel vastgelegd als een prestatiegarantie.

De meeste aardgasgestookte STEG's die gebruik maken van dezelfde technologie als de voorgenomen activiteit (zogenoemde F-klasse-turbinetechnologie), produceren in de praktijk een lagere NO_x-uitstoot. Rijnmond Energie heeft in 2005 bijvoorbeeld een jaargemiddelde NO_x-uitstoot van 30 g/GJ gehaald. Gasturbinefabrikanten kunnen dergelijke lagere niveaus echter niet garanderen, omdat dit afhangt van de leeftijd van de turbines, de staat van onderhoud en achteruitgang van de prestatie, weersomstandigheden, operationeel beheer, lastomstandigheden, et cetera, en emissies die gedurende korte tijd hoger kunnen zijn.

F-klasse-technologie heeft de E-klasse bij de meeste gasturbinetoepassingen inmiddels opgevolgd. Het grote verschil tussen F- en E-klasse-technologie is het gebruik van nieuwe

en betere materialen die tegen hogere temperaturen in de gasturbine bestand zijn. Bij deze hogere temperaturen doen zich twee effecten voor:

- 1 ten eerste wordt hierdoor de brandstofefficiëntie in de centrale verhoogd. Het gaat hier om een simpele natuurkundige wet: hoe hoger de temperatuur in een energieconversieproces, des te groter de brandstofefficiëntie. De uitdaging zit hem in het vinden van materialen die hoge temperaturen kunnen verdragen. F-klasse-technologie kan overweg met temperaturen van zo'n 1300 °C, E-klasse gaat tot 1100 °C
- 2 het tweede effect is dat de vorming van thermische NO_x toeneemt. Dit effect kan worden tegengegaan door de ontwikkeling van efficiënte dry low NO_x-verbrandingstechnologie. Het netto-effect is echter dat de NO_x-productieniveaus hoger kunnen worden.

In tabel 4.1.6 wordt een vergelijking gemaakt tussen turbinetechnologie van de E-klasse en F-klasse voor een STEG die 414 MW_e produceert.

Tabel 4.1.6 Vergelijking tussen turbinetechnologie van de E-klasse en F-klasse

parameter	E-technologie 414 MW _e STEG	F-technologie 414 MW _e STEG
efficiëntie	52%	58%
NO _x gegarandeerde max. emissie	26 g/GJ (15 ppm)	42 g/GJ (25 ppm)
NO _x gegarandeerde max. emissie per jaar	611 t/j	891 t/j
CO ₂ feitelijke emissie	56 kg/GJ	56 kg/GJ
CO ₂ feitelijke emissie per jaar	1316 kt/j	1186 kt/j

De jaarlijkse emissies zijn berekend op basis van 414 MW_e en 8200 uur per jaar.

De vergelijking laat zien dat de F-klasse-technologie beter scoort op het gebied van CO₂-productie en brandstofverbruik en E-klasse-technologie in relatie tot jaarlijkse NO_x-productie beter is. Vergelijkbare variaties in de prestaties van gasturbines worden waargenomen binnen een klasse (E of F) geproduceerd door verschillende leveranciers. De keuze van turbineleverancier hangt af van de relatieve importantie van efficiëntie, CO₂-uitstoot en NO_x-productie van het project en de locatie, alsmede andere aspecten van het ontwerp van de centrale die bovengenoemde nadelen kunnen mitigeren.

Zodra er een technologie is geselecteerd, hangt de totale NO_x-productie alleen nog af van de totale elektriciteitsproductie van de centrale. De voorgenomen activiteit moet zowel op basislast kunnen draaien als ook flexibel genoeg zijn om, door de belasting te verhogen of verlagen, snel te kunnen reageren op de marktbehoefte.

4.1.9 Afgassenketel (HRSG)

De warmte in de rookgassen uit de gasturbine wordt gebruikt om stoom te produceren. Deze stoom wordt gebruikt om de stoomturbine aan te drijven. De stoom wordt geproduceerd door de afgassen, ook wel rookgassen genoemd, door de afgassenketel.

De afgassenketel bestaat uit een rechthoekig kanaal van plaatstaal waarin de verschillende pijpen voor water en stoom in bundels geplaatst worden. De pijpenbundels worden gekoppeld aan toe- en afvoerleidingen.

Stoomproductie vindt plaats op drie verschillende drukk niveaus: hoge druk (HD), midden druk (MD) en lage druk (LD). Het proces kan als volgt worden omschreven. Het water dat nodig is voor de productie van stoom wordt voorverwarmd in een zogenaamde "economiser", waarna het in de ontgasser wordt opgevangen. Dat laatste heeft vooral tot doel het opgeloste zuurstof aan het water af te scheiden, zodat de pijpenbundels niet gaan corroderen. De ontgasser zelf fungeert ook als buffervat in het water-/stoomsysteem.

Vanuit de ontgasser lopen drie waterstromen naar drie verschillende druksystemen. Het water voor het MD- en HD-systeem wordt door pompen onder druk gehouden. De afvoer van de drie druksystemen leidt naar de bijbehorende secties van de stoomturbine. De LD-stoom wordt ook teruggeleid om de ontgasser op de juiste procescondities te houden.

Bij de afvoer van de oververhitter in de HD-sectie zijn de nominale temperatuur en druk meestal respectievelijk zo'n 550 °C en 110-135 bar. Bij de uitlaat van de MD-sectie gelden waarden van ongeveer 550 °C en 30 bar; bij de LD-sectie is het ongeveer 350 °C en 5 bar.

Voor de afvoer van de rookgassen is de afgassenketel voorzien van een schoorsteen van 65 meter boven grondniveau. De schoorsteenuittredetemperatuur van de rookgassen zal ongeveer 90 °C zijn.

4.1.10 Stoomturbine

De stoom uit de afgassenketel gaat naar een stoomturbine waarin deze expandeert en zo mechanische energie opwekt. De turbine is gekoppeld aan de gecombineerde generator. Op deze wijze wordt er dus meer elektriciteit geproduceerd. De stoomturbine bestaat uit drie secties: één voor hoge druk (HD), één voor midden druk (MD) en één voor lage druk (LD). Als er in de toekomst ook stoom wordt geleverd aan de nabije industrie, wordt er een koppeling gemaakt met de pijpleiding van de MD-sectie om de stoom te kunnen exporteren. De stoom uit de LD-sectie wordt na uitrede van de LD-stoomturbine in een condensor gecondenseerd.

Het condensaat dat daar ontstaat (eerste condensaat) stroomt naar de ontgasser/voorverwarmer waar het opgeloste zuurstof weer verwijderd wordt. Het ontluchte concentraat wordt hergebruikt als toevoer voor de stoomcyclus. Om corrosie nog verder tegen te gaan, worden er in zeer kleine hoeveelheden chemicaliën aan het ketelwater of direct in de verdamer toegevoegd.

Een kleine spuistroom wordt in stand gehouden uit de verdampersecties van de afgassenketel om te voorkomen dat er te hoge zoutconcentraties in het ketelwater worden opgebouwd. De ketelspuistroom wordt naar het koeltoren bassin geleid en wordt vervolgens toegepast als koelwater. Uiteindelijk wordt dit tezamen met het koelwater geloosd in de 2^e Petroleumhaven. Corrosieremmers worden toegevoegd om op plaatsen met hoge temperaturen corrosie in het water/stoomsysteem te voorkomen.

Er vindt een zeker verbruik plaats van gedemineraliseerd water door ketelspuien. Gedemineraliseerd water uit een demineralisatie-installatie wordt gebruikt om het waterverbruik aan te vullen.

4.1.11 Turbinegenerator en elektrische aansluiting

De gekoppelde gasturbine- en stoomturbine drijven in een single shaft configuratie een enkele generator aan. Bij een zogenaamde multi shaft configuratie drijven de gasturbine en stoomturbine elk hun eigen generator aan. De generator(en) maakt gebruik van waterstofkoeling in een gesloten circuit. Mogelijkerwijs treedt er een minimale lekkage op van waterstof langs de afdichtingen tussen statorhuis en rotor. Indien tijdens stilstand werkzaamheden moeten worden uitgevoerd aan de generator, wordt door middel van een inert gas het waterstofgas uitgedreven.

Om de lagers van de turbine en de generator te smeren en te koelen, en om de regel- en afsluitkleppen van de turbine te regelen wordt smeerolie gebruikt. Transformatorolie wordt gebruikt om de verschillende transformatoren te isoleren en te koelen.

De elektrische energie die uit de generator komt, wordt getransformeerd van een spanning van 15 tot 20 kV naar 380 kV en gevoed aan het elektriciteitsnet. De aansluiting op het elektriciteitsnet wordt hoogstwaarschijnlijk gemaakt in het nieuwe schakelstation van Tennet in Abbenbroek (circa 12 km verderop). De verbinding met het elektriciteitsnet zal door middel van ondergrondse kabels worden uitgevoerd.

4.1.12 **Demineralisatie-installatie**

Gedemineraliseerd water voor de afgassenketel wordt geproduceerd door de bestaande waterbehandelingsinstallatie van Rijnmond Energie. De capaciteit van deze installatie is voldoende om aan de nieuwe eenheid gedemineraliseerd water te leveren. Het gedemineraliseerde water wordt gemaakt door een tweetraps reverse osmose (RO) proces en elektrodeïonisatie (EDI). De afvalwaterlozing vanuit het RO- en EDI-systeem wordt gemengd met het koelwater voordat het wordt geloosd in de 2e Petroleumhaven.

4.1.13 **Condensor, reiniging van de condensor en van de koelwaterleiding**

Condensor

De volledig geëxpandeerde stoom uit de lage druksectie van de stoomturbines wordt in de condensor gecondenseerd, waarbij koeling plaatsvindt door water dat over de koeltorens circuleert. De koeltorens worden voorzien van gefilterd water dat afkomstig is uit de 2^e Petroleumhaven. De condensor is uitgevoerd als een pijpenwarmtewisselaar, waarbij koelwater door de pijpen stroomt en condensatie van de stoom plaatsvindt op de buitenkant van de pijpen. De condensorpijpen worden van titaan uitgevoerd.

De binnenkant van de pijpleiding waar het koelwater doorheen loopt, staat hoofdzakelijk bloot aan organische aangroei die wordt veroorzaakt door het koelwater. Dit belemmert de warmteoverdracht tussen de te condenseren LD-stoom en het koelwater. Om slijmvorming in de condensor te voorkomen, wordt er gedurende 1 uur per etmaal met een concentratie van 0,5 mg/l hypochloriet (15%-oplossing) vóór de condensor gedoseerd (puls chlorination).

Het koelwatersysteem wordt zo ontworpen dat er nauwelijks dode zones en scherpe bochten in de leidingen aanwezig zijn.

Organismen groeien het best in stilstaand water. Toevoeging van hypochloriet net vóór de condensor zal de vorming van bioslijm tot een minimum beperken. Daarnaast zal het water regelmatig worden geanalyseerd op biologische groei en legionella. Om deze concentraties op een acceptabel niveau te houden zal actief chloor worden gedoseerd.

Naast de pulse-chlorering kan er een taproggesysteem gebruikt worden, dit zijn ruwe rubberen ballen welke geregeld door de pijpen van de condensor worden gepompt om het oppervlak schoon te schuren. De rubberen ballen worden opgevangen en gerecycled door de condensorpijpen en niet geloosd in het milieu.

In het koelwatersysteem wordt gedurende 1 uur per etmaal een aanvankelijke concentratie van 1 mg/l Cl_2 gedoseerd. De concentratie in de condensor mag niet hoger worden dan 0,5 mg/l. De hypochloriethoeveelheid is circa 75 kg (oplossing van 15%) per dag (circa 12 kg vrije actieve chloor). De dosering kan hooguit oplopen tot twee uur per etmaal als blijkt dat één uur niet genoeg is. Als de eenheid in bedrijf is, zal het hypochlorietverbruik worden gemeten en, indien nodig, worden aangepast. Door het stripeffect in de koeltoren wordt de biocide uit het water verwijderd, waardoor de oxidantconcentratie in het koelwaterbassin lager wordt.

Koelwaterleidingen

Aangezien de bestaande Rijnmond Energie-centrale hybride koeltorens gebruikt, wordt voor de Rijnmond Expansion de voorkeur gegeven aan de installatie van een gelijksoortig koeltoerensysteem. Dit zou voor beide centrales mogelijk extra gemeenschappelijke voordelen kunnen opleveren in termen van werking en onderhoud.

Het koelwater wordt ingenomen uit de 2e Petroleumhaven en op een andere locatie weer geloosd in de 2e Petroleumhaven. De pijpleiding die daarvoor nodig is, wordt over het terrein gelegd. Het innamewerk is zo groot dat de watersnelheid bij de inname in de 2e Petroleumhaven circa 10 cm/s is. De inlaat zal niet veranderen. Het suppletiewater komt uit de *waterplant van Rijnmond Energie. De waterplant zal worden uitgebreid om ook de koeltorens van Rijnmond Expansion van suppletiewater te kunnen voorzien.* Spuiwater van de koeltorens van de Rijnmond Expansion zal worden afgevoerd via een meet- en analyseput.

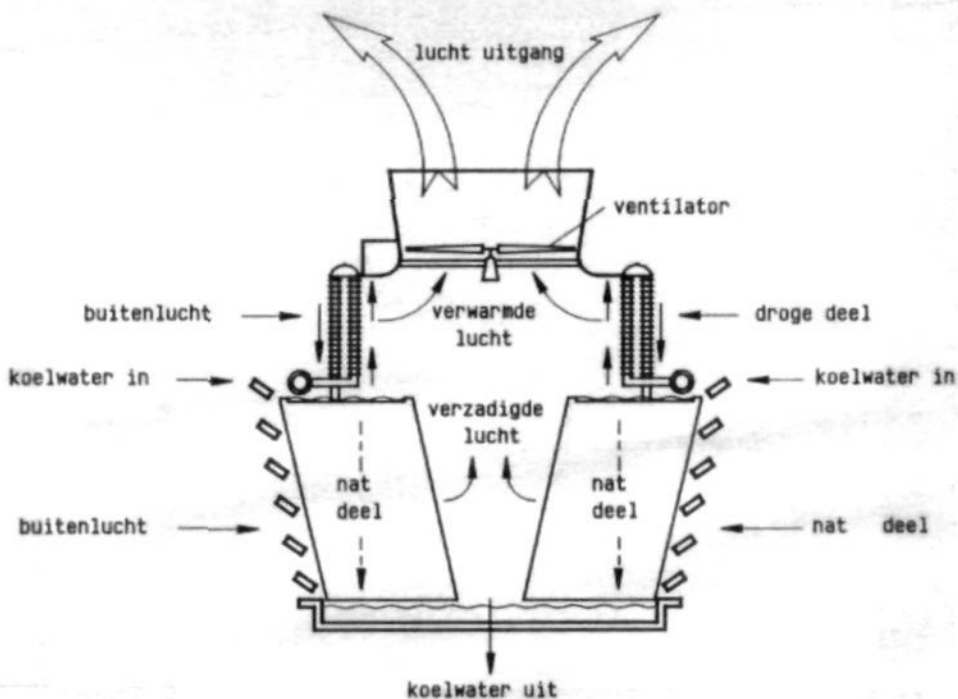
De maximale warmtelozing is 4 MW_{th}. De condensor wordt ontworpen voor een maximale temperatuur die wordt geoptimaliseerd door het koelwatersysteem en de efficiëntie van de centrale. Hoe lager het koelwaterdebiet, des te hoger zal de temperatuur in de condensor zijn. Bij een hoge temperatuur in de condensor wordt de vacuümdruk hoger en zal de stoomturbine minder produceren.

Pluimreductie

Bij natte koeltorens zonder pluimreductie ontstaat boven op de koeltoren een koelnevel. Dit kan problemen veroorzaken ten aanzien van zicht en veiligheid (in het bijzonder in de buurt van wegen) en kan "visuele hinder" veroorzaken. Om dit tegen te gaan, wordt de pluim geminimaliseerd via een hybride koeltoren, waarbij natte en droge koelconcepten worden gecombineerd.

In dit proces wordt koelwater van de condensor eerst langs het droge deel van de koeltoren geleid (buizenbundels die worden gekoeld door lucht die door ventilatoren langs de buizen wordt geblazen). Nadat het water naar het natte deel is geleid, wordt het boven in het koelpakket geïnjecteerd en verdampt een klein deel van het water. Het gekoelde water wordt verzameld in een bassin aan de basis van de koelwatercellen en keert terug naar de condensor.

De warme lucht van het droge deel en de verzadigde lucht van het natte deel worden gemengd en uitgestoten aan de bovenkant van de koeltoren. Door dit proces is er geen of weinig koelnevel boven de toren, het laatste alleen bij bepaalde weersomstandigheden. Dit hybride systeem kan alleen worden aangelegd met geforceerde ventilatie. Dit betekent dat er ventilatoren zijn vereist en dat er extra geluid wordt geproduceerd en meer energie wordt verbruikt in vergelijking met het proces waarbij er geen reductie van pluimvorming plaatsvindt.



Figuur 4.1.3 Hybride koeltoren

4.1.14 Voorzieningen voor stroomuitval

Van een black-out (totale stroomuitval) wordt gesproken wanneer er door een fout in het koppelnet of de eenheid in de gehele centrale een elektriciteitsstoring optreedt en de eigen bedrijfsvoorzieningen niet meer kunnen worden gehandhaafd.

Om het personeel en de installaties te beschermen worden de volgende maatregelen getroffen:

- noodstroomvoeding gedurende twee uur (UPS) voor de cruciale systemen van de installatie die een ononderbroken elektriciteitstoevoer vereisen (veiligheidssystemen, procesbesturing, et cetera)
- noodverlichting in de centrale, die zijn eigen energievoorziening heeft (een dieselgenerator)
- diesel aangedreven bluspomp voor noodgevallen.

4.2 Milieuaspecten

In deze paragraaf wordt de uitstoot van de voorgenomen activiteit beschreven. In hoofdstuk 5 zal het effect van deze uitstoot besproken worden.

4.2.1 Emissies naar de lucht

Op basis van 8200 uur vollasturen van 414 MW_e zijn de volgende emissies naar de lucht berekend:

emissies in de atmosfeer

- rookgashoeveelheid, nat, 15% O ₂	556,2	m ₀ ³ /s
- rookgashoeveelheid, droog, 15% O ₂	512,2	m ₀ ³ /s
- NO _x -concentraties in rookgas	24,8	ppmv
	50	mg/m ₀ ³
- NO _x -emissie	42	g/GJ
	30,2	g/s
	108,7	kg/h
	891	t/j
- CO ₂ -emissie	1186	kt/j

- rookgastemperatuur 90 °C
- schoorsteenhoogte 65 m

Concentraties geëxtrapoleerd naar 15% O₂, droog gas.

4.2.2 Lozingen naar water

Bij de voorgenomen activiteit zullen er verschillende soorten afvalwater worden geloosd. Tabel 4.2.1 toont de verschillende soorten afvalwater en waterbronnen die door de Rijnmond Expansion worden gebruikt.

Tabel 4.2.1 Waterbronnen

afvalwatersoort	oorspronkelijke bron van het water			
	drinkwater	regen	oppervlaktewater (2e Petroleumhaven)	gedemineraliseerd water (op locatie geproduceerd van oppervlaktewater)
spuiwater van het koelsysteem			X	
spuiwater uit de ketel				X
spuiwater uit de demineralisatie-installatie			X	
regenwater (grond en daken)		X		
schrob-, lek- en spoelwater	X			
huishoudelijk afvalwater	X			
bluswater			X	

Spuiwater van het koelsysteem

In een koeltoren verdampt een deel van het water en worden de zouten in het water geconcentreerd tenzij een deel van het water wordt vervangen door schoner water (verwijdering met spuiwater). Het water voor vervanging van de verdampingsverliezen (800 m³/h) en het

spuiwater (200 m³/h) wordt deels geleverd door spuiwater van de ketel (5 m³/h) en de rest door suppletiewater die uit de 2e Petroleumhaven wordt onttrokken.

De cyclus van het water in de koeltoren en de hieraan gerelateerde concentratiefactor worden geoptimaliseerd om in het koelwatersysteem het water- en chemicaliënverbruik te minimaliseren. Chemicaliën worden toegevoegd om de pH te regelen en afzettingen te minimaliseren. Het spuiwater van de koeltoren wordt geloosd in de 2e Petroleumhaven.

Spuiwater van de ketel

Het water dat bij onderhoud uit de afgassenketel wordt gespuid, wordt naar het koeltoren-bassin geleid. Als spuiwater van de koeltoren komt het uiteindelijk in een neutralisatiebassin. Na neutralisatie wordt het water via een riool in het oppervlaktewater (2e Petroleumhaven) geloosd. Het ketelwater is gedemineraliseerd water met toegevoegde chemicaliën, zoals carbohydrazide en fosfaat.

Het zoutgehalte in het water/stoomsysteem dient onder een bepaalde waarde te blijven om deposities in verdampings- en oververhittingspijpen te voorkomen en om versnelde corrosie tegen te gaan. Om het zoutgehalte binnen het gespecificeerde bereik te houden, wordt het ketelwater regelmatig (indien nodig) vanuit het condensaatstelsel op het koelwatersysteem gespuid. Het spuiwater zal zeer lage zoutconcentraties bevatten. Het spuien is circa 1% van de stoomproductie (dus circa 5 m³/h), dat via de spui-drum naar het koelwaterbassin wordt gepompt.

Spuiwater uit de demineralisatie-installatie

Het spuiwater van de waterbehandelingsinstallatie bestaat uit natriumchloride (NaCl) en sulfaat. Na neutralisatie wordt dit gemengd met het gespuid koelwater en geloosd op oppervlaktewater (2e Petroleumhaven). Aangezien in dit water uitsluitend zout aanwezig is in het geloosde water en de concentratie hiervan gelijk is aan het oppervlaktewater, heeft deze lozing geen invloed op de waterkwaliteit.

Regenwater

Het regenwater dat van de gebouwen afkomstig is (productie-unit, algemene voorzieningen) en van verhard terrein waarvan niet te verwachten is dat het verontreinigd is door olie of chemicaliën, zal in reservoirs worden opgevangen en via draineerputten in de grond worden geloosd.

Regenwater dat op productieplaatsen misschien toch in contact komt met olie of chemicaliën, wordt afzonderlijk verzameld in reservoirs en door een olie/waterafscheider gevoerd. Het regenwater wordt vervolgens geloosd op het oppervlaktewater (2e Petroleumhaven). Het olieslib uit de olie/waterafscheider wordt buiten de locatie verwerkt door een erkende verwerker.

Regen die tijdens of vlak na een ernstig incident valt, wordt op productieplaatsen opgevangen in normale reservoirs. Het water wordt vervolgens geanalyseerd en, als er geen vervuiling is vastgesteld, in het afwateringssysteem en vervolgens op het oppervlaktewater (2e Petroleumhaven) gecontroleerd geloosd. Water dat door olie/chemicaliën is vervuild, gaat eerst via de olie/waterafscheider voordat het water via het lozingssysteem naar de 2^e Petroleumhaven wordt afgevoerd.

Regenwater dat in reservoirs onder de chemische en olieopslag tanks terechtkomt, wordt visueel geïnspecteerd op vervuiling. Als er geen vervuiling is, wordt het regenwater vervolgens via het afwateringssysteem naar de 2e Petroleumhaven of naar draineerputten op de locatie gepompt. Vervuild regenwater wordt buiten de locatie verwerkt door een erkende onderneming.

De maximale hoeveelheid regenwater wordt geschat op 300 liter per seconde per hectare gedurende 15 minuten. Dit resulteert in een maximale hoeveelheid van 350 m³ regenwater dat door het afwateringssysteem op de locatie moet worden geloosd. Gemiddeld zal er per jaar ongeveer 1,1 m³/h regenwater moeten worden afgevoerd. De maximale hoeveelheid regenwater die valt op een terrein waar eventueel olievervuiling te verwachten is, wordt geschat op 5 m³ gedurende 15 minuten. De capaciteit van de olie/waterafscheider zal worden ontworpen voor dat debiet en voor een maximale hoeveelheid olie van 20 mg/l in het water dat in het rioleringssysteem terechtkomt.

Schrob-, lek- en spoelwater

Schrob-, lek- en spoelwater worden vanuit de productieplaatsen naar een olie/waterafscheider gevoerd. Deze hoeveelheid is normaal circa 0,1 m³/h, hoewel een piekhoeveelheid van 150 m³/h zou optreden als de pijpleidingen moeten worden gespoeld. De vervuiling zal dan voornamelijk bestaan uit sediment. Olie wordt niet verwacht.

De schoepen van de gasturbines worden circa vier keer per jaar gereinigd met water en reinigingsmiddel. Het soort reinigingsmiddel is nog niet bepaald, maar wordt via een erkende verwerker afgevoerd.

Huishoudelijk afvalwater

Het huishoudelijk afvalwater van de toiletten en sanitaire voorzieningen wordt geloosd in een septic tank. Het gemiddelde volume hiervan is waarschijnlijk circa 0,15 m³/h. Het behandelde afvalwater uit de septic tank wordt geloosd op het oppervlaktewater. Het slib wordt buiten de locatie verwerkt door een erkende verwerker.

Afvalwater uit het laboratorium

Het bestaande laboratorium wordt gebruikt voor tests die gerelateerd zijn aan de Rijnmond Expansion, en de afvalwaterstromen uit het laboratorium zullen niet significant toenemen.

Bluswater

De materialen die bij de bouw van de voorgenomen activiteit worden gebruikt (beton, steen, staal) en de minimale voorraad chemicaliën, betekenen dat het risico van vervuiling door bluswater bijzonder klein is. Om die reden wordt er geen bufferbassin voor de opvang van bluswater aangelegd. Er zullen ook geen middelen aan het bluswater worden toegevoegd. De enige vervuiling die te verwachten zou kunnen zijn, is van een olielek vanuit de opslag. De bluswaterstroom zal 200 m³/h zijn. Het bluswater wordt verzameld in een afsluitbaar riolerings-systeem. Als analyses uitwijzen dat het bluswater is vervuild, wordt het water elders verwerkt door een erkende verwerker.

Samenvatting van de afvalwatergegevens

In tabel 4.2.2 worden de nominale hoeveelheden, samenstelling en lozingen van de verschillende afvalwatersoorten weergegeven.

Tabel 4.2.2 Nominale afvalwaterlozingen

afvalwatersoort	hoeveelheid	samenstelling	lozingspunt
spuiwater van het koelsysteem	250 m ³ /h 4 MW _{th} 35 °C	Na ⁺ : 17,2 kt/j (8,4 kg/m ³) Cl ⁻ : 24 kt/j (11,7 kg/m ³) SO ₄ ²⁻ : 4,9 kt/j (2,4 kg/m ³)	via lozingswerk naar 2e Petroleumhaven
regenwater (gebouwen en daken)	gemiddeld 9650 m ³ /j	niet verontreinigd regenwater	via regenpijpen
regenwater (gebied met procesapparatuur)	gemiddeld 150 m ³ /j	mogelijk verontreinigd regenwater	via olie/waterafscheider en vervolgens lozingsfaciliteit naar 2e Petroleumhaven
regenwater (ingedijkte gebieden)	-	mogelijk verontreinigd regenwater	via lozingswerk en neutralisatie naar 2e Petroleumhaven en/of erkende verwerker (indien vervuild)
schrob-, lek- en spoelwater	gemiddeld 0,1 m ³ /h piek 150 m ³ /h	mogelijk verontreinigd water	via olie/waterafscheider naar 2e Petroleumhaven en/of erkende onderneming (indien vervuild)
spuiwater van de ketel	gemiddeld 5 m ³ /h 100 m ³ één keer per jaar	geconcentreerd boilerwater en corrosieremmers	koeltorenbassin als suppletie
spuiwater van de demineralisatie-installatie	60 m ³ /h	Na ⁺ : 5 kt/j (10,4 kg/m ³) Cl ⁻ : 7 t/j (14,6 kg/m ³) SO ₄ ²⁻ : 1,1 kt/j (2,2 kg/m ³)	via neutralisatiebassin naar lozingswerk naar 2e Petroleumhaven
huishoudelijk-afvalwater	gemiddeld 0,15 m ³ /h	sanitair	naar septic tank
bluswater in schone gebieden	maximaal 200 m ³ /h per incident	schoon water	via lozingswerk naar 2e Petroleumhaven
bluswater in mogelijk verontreinigde gebieden	maximaal 200 m ³ /h per incident	mogelijk verontreinigd water	via olie/waterafscheider naar 2e Petroleumhaven en/of erkende verwerker (indien vervuild)

4.2.3 Akoestische voorzieningen

De Rijnmond Expansion wordt ontworpen met toepassing van BAT-principes. Dit houdt in dat de best mogelijke maatregelen voor geluidreductie worden getroffen. Rijnmond Energie heeft een milieuvergunning krachtens de "Wet milieubeheer". In de milieuvergunning zijn grenswaarden opgesteld met betrekking tot equivalente geluidsniveaus (L_{Aeq}) en maximale geluidsniveaus (L_{max}).

De Rijnmond Expansion stelt zich ten doel dat er geen toename zal zijn in de equivalente geluidsniveaus in vergelijking met het aan de bestaande Rijnmond Energie toegekende geluidsbudget. Voor de berekening van de geluidsproductie en de omgevingsgeluidsbelastingen worden de volgende reductiemaatregelen verondersteld.

4.2.3.1 Bestaande centrale van Rijnmond Energie

De volgende maatregelen staan gepland voor de bestaande centrale van Rijnmond Energie:

- rondom elk van de drie transformatoren wordt een circa 7 meter hoge geluidsbarrière geplaatst. De binnenwand van de geluidsbarrière wordt uitgevoerd met geluidsabsorberend materiaal
- de toevoerpompen van het koelwater worden geplaatst in een geluidsreducerende omkasting
- leidingwerk wordt geïsoleerd aan de zuidwestzijde van de waterbehandelingsinstallatie om geluidemissie door cavitatie te verminderen. Tevens zullen maatregelen genomen worden om de bron van het geluid, cavitatie, te verminderen.

4.2.3.2 Rijnmond Expansion

Gasturbines, generators en stoomturbines

In de inlaat voor verbrandingslucht van de gasturbine wordt een geluiddemper geplaatst om het geluidsniveau in de turbinehal naar 85 dB(A) te verlagen. De gas- en stoomturbines en de generator worden in omkastingen geplaatst. De omkastingen worden geventileerd met geluidsarme ventilatoren.

Gebouw

De omkastingen van de gas- en stoomturbines en de generators worden in een gebouw geplaatst. Het gebouw is ongeveer 100 x 40 x 15 m groot.

Stoom

De buiten gelegen secties van de stoomleidingen worden geïsoleerd. De stoomreducerkleppen worden in omkastingen geplaatst en de veiligheidskleppen worden voorzien van geluiddempers.

Afgassenketel

De afgassenketel wordt buiten geïnstalleerd, maar er wordt tussen de gasturbine en de afgassenketel in het rookgaskanaal een geluiddemper geïnstalleerd indien nodig om het geluidsniveau te verlagen. De afgassenketel wordt geïsoleerd door geluidsreducerend materiaal. In of stroomopwaarts van de schoorsteen wordt een geluiddemper geplaatst om het geluidsniveau met circa 20 dB(A) te verlagen.

Resterende apparatuur

De voedingwaterpompen van de ketel worden geplaatst in een omkasting om het geluidsniveau te verlagen. De transformator wordt geplaatst binnen een geluidsbarrière die aan vier zijden is omgeven met geluidsabsorberend materiaal. De bovenzijde wordt opengelaten om voor koeling genoeg lucht binnen te kunnen laten. De waterbehandelingsinstallatie wordt vergroot met 75%. Alle apparatuur wordt in gebouwen geplaatst. De hybride koeltoren bestaat uit acht of negen cellen. De berekening is uitgevoerd met negen cellen. De circulatiepompen van het koelwatersysteem worden geplaatst in een geluiddempende omkasting.

Overig

Incidenteel kan er een toename van geluid zijn bij speciale omstandigheden in de centrale. Het kan dan gaan om het (onverwacht) afblazen van stoomveiligheidskleppen, het in- en uitschakelen van een installatie (bypass bediening) en het spuien van de ketel voor het opstarten van de centrale. Om de leidingen te reinigen bij het in bedrijf nemen, worden de leidingen met water en stoom doorgespoeld. Het totale geluidsniveau bij het uitlaatpunt neemt met minder dan 10 dB(A) toe.

In tabel 4.2.3 worden de geluidsniveaus van de afzonderlijke apparatuur gegeven. Bij de berekening van de geluidsniveaus is rekening gehouden met de akoestische voorzieningen.

Tabel 4.2.3 Geluidsniveaus van bronnen die relevant geluid produceren in dB(A) re 1 pW

bron	hoeveelheid	L _{wr} dB(A) re 1pW
transformator	1	95
luchtinlaat gasturbine	1	91
schoorsteen	1	96
hoofdbestanddeel ketel	1	103
inlaat ketel	1	102
diffuser ketel	1	108
gasontvangstation	1	101
turbinehal totaal	1	96
ventilatie ruimte	1	97
koeltoren, uitlaat (per eenheid)	9	94
koeltoren "droge" inlaat (per eenheid/per zijde)	9	92
koeltoren "natte" inlaat (per eenheid/per zijde)	9	83
omkasting koelwaterpomp	1	95
resterende apparatuur	1	98
alternatief geluidreductievoorzieningen		
totaal ketelhuis	1	92

4.2.4 Bodem en grondwater

De Nerefco-locatie is aangelegd tussen 1929 en 1954 door materiaal aan te voeren uit de havens (storten van zand/slib). Het havenslib was vervuild met zware metalen en PAK's (Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen).

Sinds het eind van de jaren veertig van de twintigste eeuw heeft op de locatie opslag en overslag van verschillende olieproducten plaatsgevonden, wat op sommige locaties heeft geleid tot vervuiling met minerale oliën. Als onderdeel van de bouw van Rijnmond Energie is de bodem op de locatie gesaneerd en rondom de locatie een foliescherm aangebracht om te voorkomen dat in de toekomst vervuiling binnendringt vanaf het omliggende terrein. Daarom zijn de bodem en het grondwater op de locatie geschikt voor functioneel gebruik als elektriciteitscentrale.

Voorafgaande aan de bouw zullen er aanvullende gedetailleerde bodemonderzoeken uitgevoerd worden op de locatie van voor de Rijnmond Expansion. Dergelijke onderzoeken zouden kunnen stuiten op zogenaamde kleinschalige hotspots van vervuiling. Iedere hotspot die

wordt aangetroffen zal worden onderzocht en gesaneerd volgens dezelfde planning en saneringscriteria die gehanteerd zijn voor de originele Rijnmond Energie-centrale.

4.2.5 **Beveiligingssystemen en opstartproblemen**

4.2.5.1 Algemene opmerkingen

Tijdens bedrijf zullen op de kritieke plaatsen in de centrale metingen worden verricht om de juiste procesgang te waarborgen. Als bij deze metingen een waarde wordt gevonden die buiten de ingestelde procesgrenswaarden valt, wordt een signaal geactiveerd. Voor een aantal situaties zullen corrigerende maatregelen worden getroffen om de voor de procesgang normale waarden te herstellen.

Alle signalen voor meting, regeling en beveiliging van het proces worden om deze reden verzameld in een controlekamer. De controlekamer wordt continu bewaakt door personeel.

4.2.5.2 Afwijkende werking tijdens het starten

Een koude start van de elektriciteitscentrale gebeurt een paar keer per jaar en wordt gekenmerkt door de volgende drie stappen:

- stap 1: een gasturbine wordt gestart door deze op een snelheid van ongeveer 1000 rpm te brengen door de generator als een startmotor te gebruiken. Hierdoor wordt de gasturbine en afgassenketel met lucht geventileerd. Deze stap duurt ongeveer 10 tot 20 minuten
- stap 2: bij 1000 rpm levert de compressor voldoende druk om gas te verbranden in de verbrandingsruimte en om de turbine op bedrijfssnelheid te brengen. Deze stap duurt ongeveer 15 tot 60 minuten
- stap 3: uiteindelijk wordt de boiler verwarmd om stoom te produceren. Eerst gaat de stoom langs de stoomturbine en wordt deze direct gecondenseerd in de condensor. Na het opwamen wordt de turbine op bedrijfssnelheid gebracht. Deze stap duurt ongeveer 1 tot 2 uur.

In stap 1 wordt geen NO_x geproduceerd. Tijdens de eerste twee stappen kan de uitstoot van NO_x hoger zijn dan 40 g/GJ, maar de belasting (in massa-eenheden per tijdseenheid) is tijdens het opstarten niet groter dan bij vollastbedrijf. Hetzelfde geldt voor het draaien bij lage snelheid en als de STEG uit bedrijf wordt genomen. Het koelcircuit van de condensoren en het

koelsysteem zijn normaal gesproken in bedrijf tijdens het opstarten en stopzetten en de koelwatertemperatuur blijft hetzelfde als tijdens normaal bedrijf.

Schommelingen in de elektriciteitsvraag of elektriciteitsprijzen kunnen tot gevolg hebben dat de centrale wordt stopgezet. Deze perioden van inactiviteit zullen naar verwachting kort duren. *Tijdens een dergelijke stopzetting kan de stoom voor Rijnmond Energie worden gebruikt om beide installaties warm te houden.* Tijdens deze situaties zal Rijnmond Energie in bedrijf blijven, mogelijk bij gedeeltelijke belasting. Deze situatie wordt gezien als een warme start en treedt naar verwachting tussen de 150 en 250 keer per jaar op. De warme start komt overeen met een koude start, maar stap 3 neemt aanzienlijk minder tijd in beslag aangezien de installatie nog warm is.

In de tabel hieronder wordt het energieverbruik per start beschreven. Deze gegevens zijn indicatief. De uiteindelijke getallen zijn afhankelijk van de uiteindelijke leverancierskeuze, maar zullen niet veel afwijken.

stoppen	starten	tijd (min)	gasverbruik (MWh/start)	elektriciteitsproductie (MWh/start)	gemiddeld rendement
nacht	heet	75	438	140	32%
weekend	warm	180	1138	460	40%
onderhoud	koud	240	niet bekend	niet bekend	-

4.2.5.3 Bedrijf bij storingen en incidenten

Bij een vollastuitschakeling wordt de gastoevoer naar de gasturbine en de stoomtoevoer naar de stoomturbine afgesloten. De restwarmte van de in de afgassenketel gevormde stoom wordt via een bypass rond de stoomturbine direct naar de condensor geleid. Als de stoomturbine uitvalt wordt de stoom direct naar de condensor geleid.

Het procesbesturingssysteem bewaakt de brandstof/luchtverhouding in de verbrandingsruimtes van de gasturbine voor detectie van afwijkingen die kunnen leiden tot verhoogde uitstoot van NO_x en/of hogere temperaturen. De werking van de turbine wordt in dat geval door de betreffende beveiliging gecorrigeerd en zonodig uitgeschakeld.

Er worden beveiligingen geïnstalleerd om ervoor te zorgen dat deze situatie zo kort mogelijk duurt. Beveiligingen omvatten automatische en handmatige correctie van productieparameters, stillegging van installatie- of apparatuuronderdelen en/of volledige stopzetting van de centrale, afhankelijk van de verstoorde situatie.

4.2.5.4 NO_x-emissie tijdens verschillende productiescenario's

Het is algemeen bekend dat gasturbines zijn gemaakt om op vollast te draaien. Bij vollast hebben ze het hoogste rendement en de laagste NO_x-emissie. Omdat Rijnmond Expansion zo flexibel mogelijk wil produceren om optimaal te reageren op de marktvraag, kan het mogelijk zijn dat de eenheid in deellast produceert. Voor de uitbreiding zijn vijf scenario's berekend. De aanname is op de gegarandeerde NO_x-emissie van één leverancier gebaseerd. Daar de werkelijke emissies lager zullen zijn, zullen de niveaus voor de scenario's ook lager zijn. Tabel 4.2.4 laat zien dat de toename van de emissieniveaus marginaal is voor de verschillende productiescenario's.

Tabel 4.2.4 Elektriciteitsproductie en NO_x-emissie voor verschillende productiescenario's

	week	week	weekend	elektriciteit-		NO _x -emissies		
	ma-vr 7-23h	nacht ma-do 23h-7h	vr 23h-ma7h	productie	TWh	ton/jaar	jaargemiddeld g/GJ	
1	100%	100%	100%	3,39	100%	890	100%	42,2
2	100%	75%	75%	2,95	87	787	88	42,2
3	100%	50%	50%	2,50	74	704	79	43,1
4	100%	50%	0%	1,94	57	527	59	42,7
5	100%	0%	0%	1,62	48	426	48	42,2

Met de volgende aannames is rekening gehouden:

- vollast rendement is 57,7%
- beschikbaarheid 94% (8200 h/y)
- gegarandeerde NO_x emissie is 42,2 g/GJ tussen 55 en 100%. Emissie neemt toe van 55% naar 30% last van 42,2 naar 60 g/GJ.

4.2.6 Milieu-effecten tijdens de bouw

De rechtstreekse milieu-effecten die worden veroorzaakt door de bouw van de STEG-centrale, kunnen als volgt worden geclassificeerd.

Transport van (vervuilde) grond

De grond die wordt afgegraven tijdens de bouw, wordt in eerste instantie hergebruikt op de locatie zelf. Wanneer er desondanks grond wordt afgevoerd, zal deze, indien noodzakelijk, worden gereinigd op een milieuhygiënische en verantwoorde wijze. Deze activiteit zal gemeld worden bij de verantwoordelijke autoriteiten in overeenstemming met artikel 28 van de Wet Bodembescherming.

Onttrekking van grondwater

Gedurende de bouw zal grondwater moeten worden onttrokken. Het grondwaterniveau bevindt zich ongeveer 4,5 meter onder het maaiveld. Wanneer de onttrekking meer dan 50 000 m³/jaar bedraagt, of gedurende een periode van vier maanden continu plaatsvindt, is een vergunning vereist in het kader van de Grondwaterwet.

Lozing van onttrokken grondwater

De lozing van onttrokken grondwater zal onderworpen zijn aan een vergunning onder de voorwaarden van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren.

Geluidsproductie

De geluidsproductie tijdens de bouw zal gelijk zijn aan die bij de bouw van grote industriële installaties. De voornaamste geluidsbron zal het heien voor de funderingen zijn, dat circa vier maanden zal duren, en het stoom afblazen tijdens ingebruikneming. Geluid dat wordt geproduceerd tijdens het stoomreinigen van procespijpen zal gelimiteerd zijn doordat de stoom in de atmosfeer geblazen wordt via geluiddempers.

Energieverbruik

Gedurende de bouw zal energie verbruikt worden door bouwverkeer, bouwapparatuur, de verwarming van bouwketen en het testen van de verschillende onderdelen van de centrale.

Afvalwater van ketelreiniging

De ketel zal schoongemaakt worden met een bijtende vloeistof. Het bedrijf dat deze vloeistof levert blijft verantwoordelijk voor de gebruikte middelen. Het ontgiften, neutraliseren en eventueel verwijderen van water zullen door de leverancier onder diens eigen verantwoordelijkheid (niet ter plaatse) worden uitgevoerd.

Schoonmaakolie

De oliehoudende onderdelen zullen, voordat deze met de uiteindelijke olie worden gevuld, worden uitgespoeld met een olie die speciaal voor dit doel is bestemd. Het reinigen van de systemen is onderdeel van de inbedrijfsstellingfase. Derhalve zal deze reinigingsolie door de leverancier worden teruggenomen en gereinigd of verwerkt.

4.3 Algemene voorzieningen

4.3.1 Voorzieningen na afloop van het project

De geschatte levensduur van de voorgenomen activiteit is 30 jaar. Bij ontmanteling zal het sloopmateriaal, hoofdzakelijk bestaande uit staal, puin en beton, door erkende afvalverwerkingsbedrijven worden verwijderd en verwerkt.

4.3.2 Bedrijfsintern milieuzorgsysteem

InterGen is van mening dat gezondheids-, veiligheids- en milieumanagement in alle aspecten van de bedrijfsactiviteiten een fundamenteel onderdeel moet vormen van goed beheer in de praktijk.

De Rijnmond Expansion wordt geëxploiteerd conform het milieumanagementsysteem dat is opgesteld voor Rijnmond Energie. Dit managementsysteem combineert gezondheids- en veiligheidszorg en milieuzorg, en is gelijkwaardig aan de eisen van ISO 14001: 2004 voor milieuzorg en OHSAS 18001:1999 voor gezondheids- en veiligheidszorg. Daarom is dit systeem in overeenstemming met de internationale richtlijn ten aanzien van "best practice" van de International Standards Organisation (ISO).

Het managementsysteem voorziet in de managementstructuren, organisatie en specifieke programma's die nodig zijn om controle uit te oefenen over de milieurisico's en milieugevolgen die gepaard gaan met de werking van de centrale. De bedoeling van het systeem is om ervoor te zorgen dat managementactiviteiten effectief en efficiënt worden uitgevoerd, met als doelstelling om bij alle aspecten van de bedrijfsvoering verantwoord te werk te gaan en continu verbeteringen door te voeren als zich tekortkomingen of mogelijkheden voordoen. De uitvoering van het managementsysteem wordt kracht bijgezet door ondersteunende plannen en programma's, managementprocedures, werkinstructies en toepassingshulpmiddelen, en de belangrijkste elementen van de implementatie worden gedocumenteerd en geregistreerd

om voor bewaking en evaluatie van de prestatie een database van relevante informatie te ontwikkelen.

De belangrijkste elementen van het managementsysteem zijn:

- milieubeleid
- organisatie, taken & verantwoordelijkheden
- operationele controle
- management aannemingsbedrijven
- competentie & training
- communicatie
- gereedheid voor en respons op noodsituaties
- documentbewakingssysteem & registratie
- naleving milieuvoorschriften
- voortdurende verbetering
- beheer van veranderingen
- opstellen van doelstellingen & targets
- milieu-audits & managementevaluatie.

4.4 Alternatieven voor de voorgenomen activiteit

4.4.1 Inleiding

In deze paragraaf 4.4 wordt de voorgenomen activiteit vergeleken met verschillende alternatieven en geeft een rechtvaardiging waarom voor de voorgenomen activiteit is gekozen in plaats van één van deze alternatieven.

De alternatieven voor de voorgestelde activiteit, beschreven in dit MER, zijn:

- nulalternatief
- uitvoeringsalternatieven
- meest milieuvriendelijke alternatief.

Met betrekking tot de alternatieven schrijven de MER-richtlijnen voor dat het MER speciale aandacht moet geven aan de mogelijkheden om het energierendement van de centrale te verhogen en NO_x- en geluidemissie te verlagen.

De alternatieve technologieën die in dit MER worden beschouwd, zijn:

- emissiereductie van stikstofoxiden (NO_x)
- alternatieve koelsystemen
- voorzieningen voor verdere geluidreductie
- energie-optimalisatie door turbinekeuze (H/F-klasse).
- alternatieve schoorsteenhoogtes
- alternatieve methodes om biofouling tegen te gaan
- maximalisatie van warmtekrachtkoppeling en warmte-export.

Het meest milieuvriendelijke alternatief is een combinatie van de voorgenomen activiteit met de meest milieuvriendelijke elementen van de alternatieven.

4.4.2 Nulalternatief

Het nulalternatief is het alternatief waarbij de voorgenomen activiteit niet wordt gerealiseerd. De situatie die daaruit voortvloeit is in overeenstemming met de bestaande toestand van het milieu inclusief de autonome ontwikkeling ervan. Het niet bouwen van de Rijnmond Expansion betekent echter dat de elektriciteit en warmte die deze zou produceren, niet gegenereerd zullen worden. Een andere stroomproducent zal dan bepalen waar en hoe de resterende elektriciteit opgewekt zal worden (in een nieuwe of bestaande centrale) om aan de vraag, die niet verandert, tegemoet te komen.

Aangezien de voorgenomen activiteit elektriciteit produceert met een hoog rendement tegen lage kosten, zal het effect zijn dat er meer geproduceerd wordt door minder efficiënte en meer vervuiling veroorzakende centrales in Nederland als de Rijnmond Expansion niet gerealiseerd wordt. "Niets doen" betekent dus dat dergelijke centrales in productie moeten blijven. De uitstoot van het nulalternatief kan gebaseerd worden op het scenario van een gasgestookte (aardgas en hoogovengas) elektriciteitscentrale van vergelijkbare grootte met een laag rendement (40%) in plaats van de Rijnmond Expansion. Een vergelijking van de uitstoot die het gevolg is van het als voorbeeld genomen nulalternatief met die van het voorgenomen alternatief wordt weergegeven in de tabellen 4.4.1 en 4.4.2. Voor de emissieberekeningen is uitgegaan van 8200 vollasturen bij 3395 GWh elektriciteit. In tabel 4.4.1 worden voor het nulalternatief de basisgegevens voor de emissieberekeningen getoond. Er is geen rekening gehouden met warmtelevering. De resultaten van de emissieberekeningen staan in tabel 4.4.2.

Tabel 4.4.1 Basisgegevens voor uitstootberekeningen bij het nulalternatief

	voorgenomen activiteit	gemiddelde Nederlandse gasgestookte centrale met een laag rendement
efficiëntie (%)	58	40
stoom (MW _m)	-	-
elektriciteit (MW _e)	414	414
brandstofverbruik (PJ/j)	21,1	30,6
NO _x	42 g/GJ	56,3 g/GJ
CO ₂	56 kg/GJ	56 kg/GJ

Tabel 4.4.2 Berekende uitstoot van het nulalternatief

uitstoot	voorgenomen activiteit	gemiddelde Nederlandse gasgestookte centrale met een laag rendement
NO _x (t/j)	890 (-48%)	1723
CO ₂ (kt/j)	1187 (-31%)	1714

Conclusie

De voorgenomen activiteit geniet de voorkeur boven het nulalternatief omdat de milieuvoordelen in relatie tot de reductie van emissies van de drie belangrijkste vervuilende stoffen, namelijk NO_x en CO₂, aanzienlijk beter zijn.

4.4.3 Uitvoeringsalternatieven

4.4.3.1 Emissiereductie van stikstofoxiden

De MER-richtlijnen schrijven voor dat in het bijzonder aandacht moet worden gegeven aan het beperken van NO_x-uitstoot door gebruik te maken van de beste praktijktechnieken, zoals selectieve katalytische reductie (SCR), waarbij ook de centrale van Rijnmond Energie in ogenschouw moet worden genomen.

In het kader van de voorgenomen activiteit zullen dry low NO_x-branders worden geïnstalleerd als onderdeel van het gasturbineontwerp. Gebaseerd op de evaluatie van NO_x-concentraties in paragraaf 5.2 houdt gebruik van deze optie voor de voorgenomen activiteit in dat NO_x-uitstoot geen significante gevolgen heeft.

Daarnaast is er een aantal andere processen waarmee, in principe, NO_x nog verder uit rookgassen kan worden verwijderd. Deze alternatieven zijn:

natte NO_x-reductietechnieken

Natte technieken bestaan uit het onder hoge druk inspuiten van water of stoom in de verbrandingskamer en omvatten:

- absorptie-reductie
- oxidatie-reductie
- oxidatie-absorptie
- equimoleculaire absorptie.

De gasturbine moet zijn uitgerust met een aantal extra installaties om stoom- of waterinjectie te kunnen gebruiken. De verbrandingskamer van de gasturbine moet worden aangepast voor het injecteren van stoom of water. Het effect ervan is dat de efficiëntie minder wordt.

Er zouden een aantal extra componenten moeten worden geïnstalleerd, zoals een verstuiver, inspuitpomp, pijpleidingen, kleppen en extra meet- en regelapparatuur. De benodigde investeringskosten zijn ongeveer 5% van de investeringskosten van de gasturbine en generatorset. De onderhoudskosten liggen ook hoger en er zijn extra bedrijfskosten voor waterbehandeling. De benodigde gedemineraliseerde waterinstallatie zou tevens ontworpen moeten worden voor een grotere capaciteit.

Vergelijking tussen natte en droge NO_x-reductietechnieken

Met gebruikmaking van de relevante criteria zoals beschreven in paragraaf 2.10 worden de droge en natte technieken als volgt met elkaar vergeleken:

- a milieu: natte technieken resulteren in een vermindering van de efficiëntie van de centrale en een toename in waterverbruik. Het is niet duidelijk of natte technieken effectiever zijn in het verminderen van de uitstoot van NO_x dan droge technieken (KEMA, 1997)
- b economisch: de kosten van het installeren en onderhouden van natte technieken zijn hoger dan bij droge technieken. Niet alleen de investerings- en bedrijfskosten van de gasturbine (GT) zijn hoger in vergelijking met droge technieken, maar, als het extra benodigde water voor het spuiten in de verbrandingskamer van de GT in beschouwing wordt genomen, geldt hetzelfde voor de investerings- en bedrijfskosten van de waterbehandelinginstallaties

- c technisch: droge reductietechnieken zijn belangrijkere middelen voor NO_x-reductie, omdat ze eenvoudiger en goedkoper zijn en zich meer hebben bewezen. Dit is een sterke aanwijzing dat droge technieken de voorkeur verdienen boven natte technieken
- d natte technieken zijn vatbaar voor schoepenerosie (verhoogd onderhoud).

Conclusie: voor de voorgenomen activiteit gaat de voorkeur uit naar het gebruik van droge NO_x-reductietechnieken.

Droge NO_x-reductietechnieken

De voorgenomen activiteit heeft gekozen voor dry low NO_x-branders als integraal onderdeel van het gasturbine-ontwerp om de emissie van NO_x te reduceren.

Daarnaast zijn er alternatieve droge technieken beschikbaar die als "end of pipe" oplossingen (dat wil zeggen het verminderen van NO_x nadat de uitlaatgassen de gasturbine hebben verlaten) kunnen worden ingezet, waaronder:

- niet-selectieve katalytische reductie
- niet-selectieve absorptie
- elektronstraalreductie
- selectieve niet-katalytische reductie (SNCR)
- selectieve katalytische reductie (SCR).

Van deze technieken is het niet-selectieve katalytische reductieproces alleen in het laboratorium getest, en het niet-selectieve absorptieproces en het elektronstraalproces zijn zelfs alleen nog maar in de demonstratiefase. Aangezien al deze technieken zich nog niet commercieel hebben bewezen, kunnen ze niet door Rijnmond Expansion worden ingezet en worden ze hier niet nader beschreven.

Dan blijven er twee processen over die mogelijk gebruikt kunnen worden bij de voorgenomen activiteit:

- selectieve niet-katalytische reductie (SNCR)
- selectieve katalytische reductie (SCR).

De volgende chemische reacties geven het denitrificatieproces van SNCR en SCR weer:

- tussen ammoniak en stikstofoxide: $4 \text{ NO} + 4 \text{ NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{ N}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
- tussen ammoniak en stikstofdioxide: $2 \text{ NO}_2 + 4 \text{ NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow 3 \text{ N}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$.

Beide processen maken gebruik van de reactie tussen NH₃ en NO_x, waarbij de moleculen stikstof (N₂) en water worden gevormd.

De reactie met de niet-katalytische reactie treedt op bij temperaturen tussen 900 °C en 1000 °C. De reactiesnelheid bij lagere temperaturen is veel te laag om enige reductie op te leveren. De toepassing van een katalysator bij de katalytische reacties geeft een voldoende grote reactiesnelheid voor een goed reductierendement bij temperaturen tussen 200 °C en 400 °C.

De toepassing van SNCR is technisch niet mogelijk bij gasturbines, omdat een temperatuur van slechts 900 °C wordt bereikt bij de gasturbineschoepen, een plaats waar geen NH₃ kan worden geïnjecteerd. Door de injectie van NH₃ stroomopwaarts van de schoepen waar de temperatuur hoger is, wordt juist NO_x gevormd. Als de rookgassen stroomafwaarts van de gasturbine worden gekoeld, is de temperatuur te laag om het SNCR-proces toe te passen. Om deze redenen wordt SNCR niet beschouwd als een reëel alternatief voor de voorgenomen activiteit.

Zo blijft het SCR-proces over als het enige realistische alternatief. Alleen het SCR-proces is bruikbaar voor efficiënte NO_x-reductie bij de relatief lagere temperaturen van de rookgassen die stroomafwaarts van de gasturbine worden gekoeld.

De reactie vindt plaats op het oppervlak van een katalysator. De huidige generatie katalysators heeft TiO₂ als drager en wolfram of vanadiumoxiden als de actieve componenten. De katalysator is uitgevoerd als honingraat- of plaatkatalysator, waarbij het rookgas door de kanalen stroomt die worden gevormd door de honingraat- of plaatstructuur. De katalysatoren worden in een aantal lagen in het uitlaatgaskanaal van de ketel geplaatst en de NH₃ wordt stroomopwaarts van de katalysator in het rookgas geïnjecteerd. De totale installatie wordt de SCR-installatie of de DeNO_x genoemd. Via deze methode kan de NO_x-concentratie in het rookgas gebruikelijk met ongeveer 50% worden gereduceerd. Het verwachte jaargemiddelde voor NO_x-emissie zou daarbij van 42 g/GJ tot ongeveer 20 g/GJ afnemen.

De installatie van de katalysatorpakketten beïnvloedt de tegendruk van de gasturbine in vergelijking met de situatie zonder de katalysator. Het drukverval over het katalysatorpakket zou circa 4 mbar zijn. Hierdoor wordt er circa 0,5% meer brandstof verbruikt (dat wil zeggen verlies van efficiëntie).

De benodigde ammoniaopslagcapaciteit¹ bedraagt 150 tot 200 ton (14 dagen bedrijfsvoorraad).

¹ ammoniak in water; concentratie maximaal 24,7%

De investering van de SCR ligt tussen EUR 40 en EUR 50 per kW_e (zie bijlage C voor een kostenberekening). Voor afschrijving, rente en onderhoud is 12% gereserveerd en voor de verzekering/belasting 2%. De personele behoefte voor bedrijfsvoering en onderhoud is één manjaar. Deze bedrijfskosten bedragen EUR 2,7 tot 3,4 miljoen per jaar. Daarnaast zijn de *jaarlijkse kosten voor katalysator, ammonia en extra aardgas EUR 1,5 miljoen per jaar, zodat de totale kosten voor een SCR-installatie op de Rijnmond Expansion tussen de EUR 4,2 miljoen en EUR 4,9 miljoen per jaar bedragen.*

Met het gebruik van de SCR-installatie zou 445 ton NO_x per jaar verwijderd kunnen worden (afhankelijk van de gekozen gasturbineleverancier), resulterend in kosten van ongeveer EUR 9.400 tot EUR 11.000 per ton verwijderde NO_x. De NER hanteert een indicatieve referentiewaarde voor de kosteneffectiviteit van EUR 4.550 per ton om de procesemissies voor verzuring te verminderen. Het BREF-CME noemt een kosteneffectiviteit tussen EUR 4.000 en EUR 5.000. Hieruit blijkt dat de SCR geen kosteneffectieve oplossing is voor de reductie van NO_x-emissies, aangezien de kosten meer dan het dubbele van de referentiewaarden zijn.

Verdere NO_x-emissiereductie van de totale Rijnmond Energie-centrale kan ook plaatsvinden door zowel de inbouw van SCR in de twee bestaande eenheden van Rijnmond Energie als de nieuwe eenheid van Rijnmond Expansion. De installatie van de benodigde apparatuur in elke Rijnmond Energie-eenheid zal dezelfde zijn als boven beschreven voor Rijnmond Expansion, behalve dat de uitvoering complexer is omdat achteraf nieuwe apparatuur in de eenheden moet worden geplaatst die al verscheidene jaren in bedrijf zijn in tegenstelling tot een geplande installatie als onderdeel van het originele bouwproject.

De verwachting is dat de installatie van een SCR de NO_x-emissies van de Rijnmond Energie-eenheden naar 20 g/GJ elk zal reduceren, waarbij het brandstofverbruik met 0,5% toeneemt (verlies aan rendement). Gebaseerd op dezelfde aannames als voor Rijnmond Expansion, de investering van de SCR is ongeveer 10% hoger dan voor de Expansion, vanwege extra retrofitting kosten en komt uit tussen EUR 44 en EUR 55 per kW_e (zie bijlage C voor een kostenberekening). *Voor afschrijving, rente en onderhoud is 12% gereserveerd. De verzekering/belasting is 2% en verder is er één manjaar benodigd. Deze bedrijfskosten bedragen EUR 5,5 tot 6,85 miljoen per jaar en de jaarlijkse kosten voor katalysator, ammonia en extra aardgas bedragen EUR 3,0 miljoen. Dit resulteert in de totale kosten van tussen de EUR 8,5 miljoen en EUR 9,9 miljoen per jaar. In SCR's op Rijnmond Energie zouden 1020 ton NO_x verwijderen, resulteren in kosten per ton verwijderde NO_x van ongeveer EUR 8.250 tot EUR 9.700. Op basis van dezelfde referentiewaarde voor de kosteneffectiviteit van EUR 4.550 per ton (NER) en tussen de EUR 4.000 en EUR 5.000 (BREF-CME) is SCR geen*

kosteneffectieve oplossing om NO_x-emissies te reduceren bij Rijnmond Energie, aangezien deze meer dan het dubbele zijn van de referentiewaarden.

Conclusie

Met gebruikmaking van de relevante criteria zoals beschreven in paragraaf 2.8 worden de dry low NO_x-technieken als volgt vergeleken:

- a milieu: selectieve katalytische reductie (SCR) produceert minder NO_x dan de voorgenomen activiteit, maar verbruikt 0,5% meer brandstof dan zonder SCR (waarbij de efficiëntie minder en de CO₂-uitstoot hoger wordt)
- b technisch: andere genoemde droge technieken (anders dan de opties voor de voorgenomen activiteit) zijn technologisch niet bewezen noch geschikt voor STEG-technologie
- c economisch: de kosten van implementatie van de SCR overschrijden de "kosteneffectiviteitsdrempels" die zijn opgesteld door de gezamenlijke provincies en die staan beschreven in de BREF Economics & Cross-Media Effects.

4.4.3.2 Alternatieve koelsystemen

Doorstroomkoeling (OTC)

In dit systeem zou water worden onttrokken uit de Nieuwe Maas/2e Petroleumhaven en via leidingen naar de condensor worden gevoerd. De centrale zou worden gekoeld door de warmteoverdracht van de condensor via warmtewisselaars naar het rivierwater. Dit water zou dan via leidingen worden teruggevoerd naar de Nieuwe Maas/2e Petroleumhaven.

Doorstroomkoeling heeft een aantal economische voordelen en milieuvoordelen in vergelijking met natte koeltorens en luchtkoeling:

- dit type koeling is het meest efficiënt met 0,3% minder brandstofverbruik dan hybride koeltorens (1% minder dan luchtkoeling)
- het is de meest stille technologie
- het is het minst storend in visueel opzicht
- in algemene zin (dat wil zeggen zonder speciale locatie-omstandigheden in ogenschouwing te nemen) is het de methode met de laagste kosten, waarbij geen koeltorens en bijbehorende infrastructuur is vereist.

Het grote nadeel is dat enorme hoeveelheden warmte (230 MW_{th}) op het oppervlaktewater worden geloosd. Door het opwarmen van de rivier kan dit gevolgen hebben voor vismigratie en andere industriële gebruikers. Een eerste studie heeft echter aangetoond dat als de voor-

genomen activiteit doorstroomkoeling zou implementeren, dergelijke consequenties geen grote gevolgen voor het aquatisch milieu zouden hebben.

Andere nadelen doen zich voor als de locatie-omstandigheden in ogenschouw worden genomen. Het koelwater zou moeten worden onttrokken uit de Nieuwe Maas/2e Petroleumhaven en hierin weer moeten worden geloosd. Beide koelwaterpijpleidingen zouden een diameter van circa 2 meter en een lengte van circa 1000 meter hebben. De bouw en de kathodische bescherming van de pijpleidingen zouden resulteren in een aanzienlijke investeringstoename in vergelijking met het gebruik van koeltorens. Het algemene voordeel dat doorstroomkoeling minder kost, wordt dus tenietgedaan door de plaatselijke omstandigheden.

Luchtgekoelde condensor (ACC)

In een luchtgekoelde condensor wordt vanaf de LD-sectie van de ST stoom overgebracht naar een afzonderlijk geïnstalleerde condensatie-installatie. Deze installatie bestaat uit koel-elementen met buizen, waarin de stoom condenseert door koeling van lucht die door ventilators langs de pijpen wordt geblazen.

Vanwege het grote specifieke volume zijn grote leidingen nodig voor het transport van stoom naar de condensatie-installatie. Dit veroorzaakt extra weerstand en daarom een hoge tegendruk aan de voorzijde van de lagedrukturbine. Bovendien is de condensatiedruk die kan worden bereikt en ook de condensatietemperatuur hoger. Vanwege dit nadeel wordt een luchtgekoelde condensor over het algemeen alleen gebruikt als er geen koelwater beschikbaar is. De afmetingen van dit type condensor voor een maximaal vermogen van 230 MW_{th} zijn circa 1300 m² en 25 m hoog.

Het belangrijkste voordeel van luchtkoeling heeft betrekking op het milieu: er wordt geen warmte op oppervlaktewater geloosd. Aan de andere kant zijn er ook een aantal nadelen, zowel voor het milieu als economisch:

- in vergelijking met de hybride koeltoren is het rendement van luchtkoeling minder, waardoor een extra aardgasverbruik van 0,8% nodig is om dezelfde hoeveelheid elektriciteit op te wekken. (Het verschil is 1% in vergelijking met doorstroomkoeling)
- ook de productie is lager (circa 4 MW in vergelijking met hybride koeltoren en doorstroomkoeling)
- het geluid is hoger dan bij doorstroomkoeling, hoewel dit bij een hybride koeltoren iets minder kan zijn
- lucht gekoelde condensor is materieel kostbaarder dan een hybride koeltoren en doorstroomkoeling, zowel qua investering als exploitatie. De investeringskosten kunnen typisch EUR 6-7 miljoen hoger zijn dan bij een hybride koeltoren.

Conclusie

Aan de hand van de relevante beoordelingscriteria zoals die staan beschreven in paragraaf 2.8 zijn de verschillende alternatieve koelsystemen vergeleken in tabel 4.4.7.

Tabel 4.4.7 Vergelijking van koelsystemen (in relatie tot PACT)

stelsysteem	energie- verbruik	lawaai- productie	visuele aspecten	thermische lozing	investerings/ exploitatie- kosten
hybride koeltoren	0	0	0	0	0
luchtgekoelde condensor	-	0	-	+	-
doorstroomkoeling	+	+	+	-	-

- + beter dan voorgenomen activiteit
- 0 neutraal
- slechter dan voorgenomen activiteit

Deze worden geanalyseerd in hoofdstuk 5.

4.4.3.3 Verdere geluidreducerende maatregelen

De MER-richtlijnen schrijven voor dat aandacht moet worden gegeven aan de reductie van geluidemissies.

De belangrijkste geluidsniveaus worden weergegeven in tabel 4.2.3: de afgassenketel met de stoomleidingen en de luchtinlaat van de gasturbine.

Een deel van de installaties wordt in een gesloten gebouw geplaatst en het ontwerp van de afgassenketel bevat reeds geluidsreducerende maatregelen die als Best Available Techniques (BAT) gelden. Een verdere reductie is alleen mogelijk door alle apparatuur en de stoomleidingen in een gesloten gebouw te plaatsen. Het ketelgebouw in zijn geheel heeft dan een geluidsniveau van 92 dB(A). De totale investeringskosten voor deze verdere geluidreductie zijn circa EUR 1 miljoen.

4.4.3.4 Energie-optimalisatie binnen de eenheid (H/F-klasse)

De MER-richtlijnen schrijven voor dat de energie-efficiëntie in overweging moet worden genomen met betrekking tot de klasse van de gasturbine die voor de nieuwe installatie wordt geselecteerd.

Op dit moment zijn alle grote geïnstalleerde gasturbines gebaseerd op technologie uit de FA-klasse. Dit is de verbeterde "F-klasse"-technologie, die gewoonlijk een rendement bereikt tussen 55 en 58%. Leveranciers gaan binnenkort de H-klasse-technologie introduceren met een netto elektrisch rendement van 60%. De eerste centrale met deze technologie draait momenteel in Baglan Bay in het Verenigd Koninkrijk, maar kan nog niet als bewezen technologie worden beschouwd. Er is weinig bekend over de dagelijkse werking en betrouwbaarheid van de H-klasse-technologie. De informatie die wel naar buiten is gekomen, duidt erop dat deze technologie nog niet voldoende tot wasdom is gekomen. Dit maakt deze technologieklasse tot een hoog risico als het gaat om betrouwbaarheid, in het bijzonder met betrekking tot alle mogelijke werklasten en omstandigheden voor de Rijnmond Expansion en het vermogen om te reageren op een snel veranderende marktvraag.

H-klasse-technologie is onder andere gebaseerd op stoomgekoelde schoepen in de gasturbine. Op deze manier kan de verbrandingstemperatuur van de gasturbine worden verhoogd. Een nadeel van deze technologie is een toename van de NO_x-uitstoot. Testen in experimentele centrales hebben een verhoging van 45 tot 65 g/GJ uitgewezen.

Conclusie

Het uitgangspunt van InterGen is om een gasturbine van een "proven design" te gebruiken waarmee op betrouwbare en flexibele wijze het rendement kan worden geoptimaliseerd. De definitie van bewezen ontwerp is: de gehele reeks geïnstalleerde gasturbines van één type is meer dan 100 000 uren op commerciële basis en onderhoudsvrij in bedrijf geweest. De F-klasse-technologie heeft deze status bewezen op verschillende locaties in Europa en de VS. De H-klasse-technologie moet deze status nog verdienen en wordt slechts geleverd door één leverancier. Ervaring heeft uitgewezen dat het een aantal jaar duurt voordat alle zwakke punten van een nieuwe technologie zijn verholpen en deze beschikbaar en betrouwbaar worden.

4.4.3.5 Alternatieve schoorsteenhoogtes

Voor de voorgenomen activiteit is een schoorsteenhoogte van 65 meter gepland (dezelfde hoogte als bij Rijnmond Energie).

Hogere schoorstenen zullen in het omliggende gebied leiden tot lagere plaatselijke NO_x-concentraties in de lucht. Een verdubbeling van de schoorsteenhoogte leidt rondom de centrale gewoonlijk tot een verlaging van de hoogste plaatselijke concentratie (jaarlijks gemiddeld) van circa 1%. De extra investeringskosten die nodig zijn om de schoorsteen van 65 tot bijvoorbeeld 100 meter te verhogen, bedragen circa EUR 400.000.

Conclusie

Het verspreidingsmodel van de uitstoot uit de Rijnmond Expansion (zie hoofdstuk 5) geeft aan dat verhoging van de schoorsteenhoogte tot 100 meter tot gevolg heeft dat de NO_x-concentraties op grondniveau slechts in zeer geringe mate worden gereduceerd in vergelijking met een schoorsteenhoogte van 65 meter.

4.4.3.6 Alternatieve methodes voor beheersing van biofouling

Om het koelsysteem te onderhouden, kunnen er chemische middelen aan het koelwater worden toegevoegd. Hypochloriet wordt gebruikt om slijm- en algenafzetting te bestrijden. Een nadeel van deze methode is de lozing van chloor op het oppervlaktewater.

Een alternatief voor het bestrijden van mosselafzettingen bestaat uit thermische schokken. Dit wordt bereikt door een paar keer per jaar de watertemperatuur in de koeltoren voor een korte periode te verhogen door het koelwater minder te hercirculeren. Dit is specifiek bedoeld voor mosselafzettingen, maar aangezien mosselafzettingen hoogst onwaarschijnlijk zijn (zie hoofdstuk 5), wordt dit alternatief buiten beschouwing gelaten.

Er zijn drie andere manieren om de lozing van chloor (voor bestrijding van slijm en algen) op het oppervlaktewater te verlagen:

- a een alternatief voor hypochloriet voor het bestrijden van slijm- en algenafzettingen in koeltorens zou het regelmatig, voor een korte periode ledigen van de koeltorens kunnen zijn. Dit is mogelijk als doorstroomkoeling vanuit een rivier de belangrijkste koeltechnologie is en de koeltorens alleen als back-up worden gebruikt voor het geval de rivierlozing te laag is. Dit is geen praktisch alternatief voor de voorgenomen activiteit, die voortdurend gebruik maakt van een koeltoren. Een tweede optie is om het natte gedeelte van de koeltoren te omzeilen. Dit is alleen mogelijk tijdens de winterperiode wanneer de koude lucht voldoende capaciteit heeft. De biologische groei is tijdens de wintertijd echter laag. Deze optie zal daarom niet erg effectief zijn. Beide alternatieven worden daarom verder buiten beschouwing gelaten

- b een ander alternatief voor hypochloriet is de toevoeging van ozon. Toevoeging van ozon is alleen effectief als het water erg schoon is. Dit betekent dat het water moet worden behandeld door een biologisch zandfilter. Ervaringen bij andere centrales met ozon-toevoeging leren dat de totale organische inhoud laag moet zijn, omdat ozon anders reageert voordat dit het slijm en de algen kan bestrijden. Op een DSM-locatie werd een experiment stopgezet vanwege het erg hoge ozonverbruik en de daarbij komende kosten. Ozon dient continu aan het koelwatersysteem te worden toegevoegd. Het is niet mogelijk ook schokken toe te passen. Dat kan niet worden gecombineerd met een biologisch zandfilter, aangezien het leven in het zandfilter wordt gedood en het ozonverbruik dramatisch toe zou nemen. Aangezien dit alternatief redelijk kostbaar is en de milieueffecten van de voorgenomen activiteit relatief klein zijn (paragraaf 5.3.2.2), wordt dit verder niet in overweging genomen
- c het gebruik van niet-oxiderende middelen of toevoegingen (bijvoorbeeld tolytriazole, isothiazolone, broomnytrostyreen, methyleenbisthiocynaat, DBPNA en glutaraldehyde) is ook een mogelijkheid. Deze lijst kan nog worden uitgebreid. De waterautoriteiten controleren zorgvuldig welk middel wordt gekozen vanwege vaak onbekende biologische afbreekbaarheid en chronische effecten. Tolytriazole bijvoorbeeld is erg giftig voor waterorganismen en de biologische afbreekbaarheid is erg laag. Kosten kunnen relatief hoog zijn in vergelijking met Na-hypochloriet. De laatste groep toevoegmiddelen die moet worden genoemd zijn de corrosieremmers en middelen die schilferen tegengaan. Beide groepen hebben een bepaalde toxiciteit, hun afbreekbaarheid is laag en onbekende bijproducten worden gevormd.

Conclusie

Met gebruikmaking van de relevante beoordelingscriteria zoals beschreven in paragraaf 2.8 worden de alternatieven als volgt met hypochloriet vergeleken:

- a milieu: thermische schokken zijn een mogelijkheid. De bijeffecten van niet-oxiderende middelen zijn onzekerder dan die van hypochloriet en de afbreekbaarheid is laag
- b economisch: de kosten van het aanleggen van circulatieleidingen zijn hoger dan het gebruik van hypochloriet bij de voorgenomen activiteit. Het toevoegen van ozon aan waterstromen die niet schoon zijn, is veel duurder.

4.4.3.7 Maximalisering van warmte-export

In paragraaf 4.1 is nader ingegaan op het vermogen van de Rijnmond Expansion om de cogeneratie van Rijnmond Energie te verbeteren.

De nieuwe installatie is uitgerust met de middelen om warmte/stoom te leveren als er commercieel vraag naar is. Er is onderzoek gedaan naar de mogelijkheden om de warmte/stoomlevering te verhogen en, als gevolg hiervan, de efficiëntie van de centrale als geheel te verhogen. Er bestaat normaliter een grote warmtevraag bij:

- a procesindustrie
- b woonhuizen met stadsverwarming
- c kassen.

Optie a procesindustrie

De locatie voor de Rijnmond Expansion bevindt zich binnen een grootschalig industriegebied. Stoom wordt al geleverd aan Shell, en momenteel zijn de onderhandelingen met Argos in een laatste fase aanbeland over extra stoomleveringen. Rijnmond Energie, inclusief de Rijnmond Expansion, is beschikbaar voor onderhandelingen met geïnteresseerde partijen over warmte/stoomleveringscontracten in het gebied en blijft de beschikbaarheid van deze energiebron op de markt promoten.

Optie b woonhuizen met een mogelijkheid van stadsverwarming

De stad Rotterdam heeft een stadsverwarmingssysteem dat hoofdzakelijk wordt gevoed door twee E.ON-centrales en verscheidene secundaire boilers. Het werk aan een uitbreiding van het systeem zal spoedig van start gaan. Dit omvat de aansluiting op het systeem van twee extra restwarmteleveranciers: een vuilverbrandingscentrale in de stad Rotterdam (AVR) en mogelijk de Shell-raffinaderij in Pernis. De uitbreiding naar de Shell-raffinaderij zal tot gevolg hebben dat dit de dichtstbijzijnde potentiële verbinding van de voorgenomen activiteit met dit stadsverwarmingssysteem is, hoewel nog steeds op 1 km vanaf de locatie. Als extra levering of reservelevering aan dit stadsverwarmingssysteem nodig is, dan beschikt de Rijnmond Expansion over de mogelijkheid hieraan te voldoen.

Optie c kassen

Ten zuiden van Oostvoorne en ten noorden van Hoek van Holland ligt een groot gebied met bestaande kassen. Alle kassen hebben bestaande boilers voor warmte en toevoeging van CO₂. Levering van warmte aan bestaande kassen is moeilijk, omdat de kashouders bereid moeten zijn om hun eigen boilers af te stoten. Kashouders hebben bovendien een hogere CO₂-concentratie in hun kassen nodig om de gewasgroei te verhogen. Er is daarom zowel levering van CO₂ als warmte nodig. De pijpleidingen naar het kassengebied zijn ook duur vanwege kruising van kanalen en havens.

Conclusies

De Rijnmond Expansion zal het cogeneratievermogen van Rijnmond Energie verbeteren, en over de potentie beschikken om warmte en stoom te leveren. InterGen blijft op commerciële basis de beschikbaarheid van warmte/stoomlevering aan industriële afnemers en stadsverwarmingsprojecten op de markt promoten.

4.4.3.8 Uiteindelijke beschouwing van de alternatieve technologieën

In deze paragraaf volgt een samenvatting van de alternatieve technologieën zoals beschreven in paragraaf 4.4.3.1 tot en met 4.4.3.7 die verder in overweging worden genomen.

Alternatief 1: Reductie van stikstofoxiden

Voor de voorgenomen activiteit worden dry low NO_x-technieken gebruikt als onderdeel van het ontwerp van de gasturbine.

Ondanks de niet-economische kosteneffectiviteit wordt de implementatie van SCR om NO_x-emissies verder te reduceren in de uitlaatgassen van de turbines verder geëvalueerd als een alternatief.

Alternatief 2: Alternatieve koelwatersystemen

Door de voorgenomen activiteit wordt gebruik gemaakt van een koeltoren met pluimreductie. Doorstroomkoeling en een luchtgekoelde condensor worden beschouwd als alternatieven.

Alternatief 3: Reductie van lawaainiveaus

De alternatieven voor een turbinegebouw welke de stoomleidingen, uitlaatgaskanalen en voedingspomp bevat worden in beschouwing genomen.

Alternatief 4: Energie-optimalisatie binnen de faciliteit (H/F-klasse)

Voor de voorgenomen activiteit zal gebruik worden gemaakt van een gasturbine met "F-klasse"-technologie. Omdat "H-klasse"-technologie zich nog niet bewezen heeft, wordt deze niet als alternatief in beschouwing genomen.

Alternatief 5: Alternatieve schoorsteenhoogte

Voor de voorgenomen activiteit wordt een schoorsteen van 65 meter gebruikt.

Om een illustratie te geven van de optimalisatie van de schoorsteenhoogte wordt een schoorsteen van 100 meter als alternatief in beschouwing genomen.

Alternatief 6: Antifouling-koelwatersysteem

Voor de voorgenomen activiteit wordt gebruik gemaakt van hypochloriet om slijm- en algenafzetting in het koelwatersysteem onder controle te houden.

Alternatief 7: Maximalisering van warmte-export

De voorgenomen activiteit heeft de mogelijkheid om warmte en stoom te leveren en het warmtekrachtvermogen van Rijnmond Energie wordt verbeterd.

4.4.4 Meest Milieuvriendelijke Alternatief

Bij het Meest Milieuvriendelijke Alternatief worden die aanpassingen op de voorgenomen activiteit gecombineerd die op een individuele basis de beste milieubescherming lijken te bieden. Deze aanpassingen zijn:

- extra reductie van stikstofoxiden met gebruik van SCR
- extra reductie van geluidniveaus
- gebruik van een luchtgekoelde condensor om koelwaterlozingen te reduceren
- schoorsteenhoogte van 100 m.

Gezegd moet worden dat de toepassing van SCR, wat resulteert in een verlaging van NO_x-uitstoot, ten koste gaat van een verlaging van de energie-efficiëntie en daarom een toename van CO₂-uitstoot tot gevolg heeft: een reductie van 1000 ton NO_x-uitstoot gaat ten koste van een toename van 12 000 ton CO₂-uitstoot. Het is daarom betwistbaar of deze optie beter voor het milieu is.

Vergelijkbaar is dat het gebruik maken van een luchtgekoelde condensor – in tegenstelling tot koeltorens met pluimreductie – het geluidsniveau zal doen toenemen en tevens de efficiëntie verlaagt in vergelijking met natte koeltorens met pluimreductie en dat het daarom betwistbaar is of deze optie beter voor het milieu is.

In paragraaf 5 worden de voordelen van het Meest Milieuvriendelijke Alternatief in relatie tot de voorgenomen activiteit beoordeeld.