

ACHTERGRONDRAPPORT ENERGIE & CO₂

Project-MER Pallas

Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor

23 MEI 2022 - AS3-PUBLIC



Contactpersoon

[Redacted]

[Redacted]
[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
1.1	Functie van dit achtergrondrapport	4
1.2	Voorgenomen activiteit	4
1.3	Leeswijzer	4
2	ONDERZOEKSMETHODIEK	5
2.1	Onderzoeksopzet	5
2.2	Uitgangspunten	6
3	BEOORDELINGSKADER	7
3.1	Wettelijk- en beleidskader	7
3.2	Beoordelingskader	7
4	HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING	9
4.1	Huidige situatie	9
4.2	Autonome ontwikkeling	9
5	MILIEUEFFECTEN	10
5.1	Effectbeschrijving	10
5.1.1	Bouwfase	10
5.1.2	Exploitatiefase	12
5.2	Effectbeoordeling	14
5.2.1	Bouwfase	14
5.2.2	Exploitatiefase	15
6	MITIGERENDE MAATREGELEN	16
7	LEEMTEN IN KENNIS	17
8	LITERATUURLIJST	18
	Bijlage A: Indicatieve Energie- en CO ₂ -berekeningen Bouwfase	19
	Bijlage B: Indicatieve Energie- en CO ₂ -berekeningen Exploitatiefase	20
	COLOFON	22

1 INLEIDING

1.1 Functie van dit achtergrondrapport

De Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor, verder PALLAS genoemd, heeft het voornemen om een multifunctionele nucleaire reactor te bouwen, die geschikt is voor het produceren van medische isotopen, industriële isotopen en het uitvoeren van nucleair technologisch onderzoek. Bij het bestemmingsplan PALLAS-plot is een plan-MER (milieueffectrapport) gevoegd ter onderbouwing.

Als belangrijke volgende stap in de procedures worden de vergunningen georganiseerd onder de Kernenergiewet en de Waterwet. Dit achtergrondrapport is opgesteld ten behoeve van het project-MER dat deze vergunningen moet onderbouwen. In het project-MER zelf is op hoofdlijnen de informatie uit dit achtergrondrapport overgenomen. Dit achtergrondrapport is gebaseerd op het Ontwerpkader, dat ook deel uitmaakt van het project-MER.

1.2 Voorgenomen activiteit

De voorgenomen activiteit voor dit achtergrondrapport is de aanleg en het exploiteren van de PALLAS-reactor. De informatie die nodig is op project-MER niveau is te vinden in het rapport Ontwerpkader, welke als bijlage is toegevoegd aan het project-MER. De hoofdpunten uit het Ontwerpkader zijn:

1. Het PALLAS-project kent een bouwfase, een overgangsfase en een exploitatiefase.
2. De bouwfase is opgedeeld in vijf clusters van bouwactiviteiten, te weten (a) Inrichting Lay Down Area (LDA) en tijdelijke toegangsweg, (b) Constructie secundaire koeling, (c) Bouwkuip, fundering en constructie reactorgebouw, (d) Constructie gebouwen, installatie en infrastructuur en (e) Afronding LDA en inrichting terrein. De bouwfase duurt in totaal ongeveer zes jaar.
3. In de overgangsfase zijn er twee reactoren in bedrijf op de Energy & Health Campus (EHC): de nieuwe PALLAS-reactor en de bestaande Hoge Flux Reactor (HFR).
4. In de exploitatiefase is de PALLAS-reactor in bedrijf en is de HFR buiten bedrijf gesteld.

Dit achtergrondrapport behandelt de bouwfase en de exploitatiefase. De overgangsfase van de PALLAS-reactor is voor energie en CO₂ niet onderscheidend en wordt hier om die reden niet behandeld.

1.3 Leeswijzer

Na dit eerste hoofdstuk:

- Beschrijft hoofdstuk 2 de gehanteerde onderzoeksmethodiek.
- Geeft hoofdstuk 3 het beoordelingskader.
- Zet hoofdstuk 4 de referentiesituatie uiteen, die bestaat uit de huidige situatie en relevante autonome ontwikkelingen.
- Staan in hoofdstuk 5 de milieueffecten beschreven.
- Somt hoofdstuk 6 op welke mitigerende maatregelen mogelijk zijn om negatieve milieueffecten te verminderen of op te heffen.
- Presenteert hoofdstuk 7 de geconstateerde leemten in kennis.
- Geeft hoofdstuk 8 inzicht in de bronnen voor dit achtergrondrapport.

2 ONDERZOEKSMETHODIEK

2.1 Onderzoeksopzet

In het kader van toenemende opwarming van de aarde en uitputting van haar grondstoffen staan we voor een grote uitdaging: het terugdringen van (CO₂-) emissies, alsmede het zuinig omgaan met beperkte (fossiele) grondstoffen. Bekend is het Parijs-akkoord, een mondiale overeenkomst waarin commitment is afgegeven om de een wereldwijde opwarming ruim onder 2 graden ten opzichte van het pre-industriële niveau te houden en te streven naar maximaal 1,5 graden opwarming ten opzichte van het pre-industriële niveau [1]. Mondiale en Europese doelstellingen op het gebied van CO₂-reductie (zoals de Europese doelstelling van net-zero emissie in 2050) zijn er op gericht om zo duurzaam mogelijk met de schaarse grondstoffen om te gaan en in te zetten op energietransitie richting duurzame (hernieuwbare) energie. In deze rapportage wordt het energieverbruik en de CO₂-emissie gerelateerd aan de PALLAS-reactor beoordeeld op basis van getroffen inspanningen om deze te beperken.

Dit achtergrondrapport beschrijft het energieverbruik en de corresponderende CO₂-emissies die vrijkomen bij de voornaamste processen van de te realiseren PALLAS-reactor en de bijbehorende infrastructuur en faciliteiten. Daartoe is een onderscheid gemaakt in de bouwfase en de exploitatiefase. Het doel van dit achtergrondrapport is om inzicht te verkrijgen in het energieverbruik en gekoppelde CO₂-emissies van de voornaamste processen van de PALLAS-reactor. Daarbij wordt de reactor positief beoordeeld als wordt gewerkt met de meest efficiënte en zuinige technieken (indien mogelijk) en actief wordt gestuurd op beperking van de energievraag en minimalisering van de CO₂-uitstoot, en negatief wanneer geen inspanningen worden getroffen om het energieverbruik en de CO₂-emissies te beperken.

In de bouwfase is een nader onderscheid aangebracht tussen vijf onderdelen/processen:

1. Vervoer materiaal;
2. Vervoer bouwpersoneel;
3. Inzet materieel;
4. Inzet materiaal¹:
 - Grond;
 - Staal;
 - Beton;
5. Tijdelijke voorzieningen.

Voor de exploitatiefase is een onderscheid gemaakt tussen drie onderdelen:

1. Het primair proces:
 - Operatie van de kernreactor en bijbehorende werkzaamheden;
2. De gebouwen:
 - Kantoorgebouw;
 - Supportgebouw;
 - Logistiek gebouw.
3. Vervoer.

De energievraag en daarmee gepaard gaande CO₂-belasting van deze processen zijn met conversie- en emissiefactoren omgerekend naar GJ (primair) en CO₂ (ton) om een indruk te geven van de omvang en impact van de processen op het gebied van energie en CO₂. Aangezien er echter geen vigerende benchmark is om de impact van PALLAS mee te vergelijken en gebruik is gemaakt van aannames, zijn deze berekeningen enkel geschikt als naslagwerk. Dit achtergrondrapport bevat daarom voornamelijk een kwalitatieve beschrijving en beoordeling van de getroffen inspanningen op het gebied van energie- en CO₂-reductie. De indicatieve achtergrondberekeningen zijn terug te vinden in Bijlage A (bouwfase) en bijlage B (exploitatiefase).

¹ Deze materialen worden in deze rapportage expliciet behandeld aangezien zij gemoeid gaan met het meeste energieverbruik en de meeste uitstoot.

2.2 Uitgangspunten

De gehanteerde uitgangspunten voor de indicatieve achtergrondberekeningen en de beoordeling zijn in onderstaande Tabel 1 opgenomen.

Tabel 1 *Uitgangspunten Energie en CO₂*

Type informatie	Uitgangspunten	Toelichting
Vervoersbewegingen	Informatie opgehaald uit ontwerp kader PALLAS [2]. Voor de berekeningen is uitgegaan van gemiddelde transportbewegingen (geen maximum).	
Inzet en type materieel	Informatie opgehaald uit ontwerp kader PALLAS [2]. Er is uitgegaan van diesel als brandstof, hoewel een deel misschien elektrisch zal zijn (of zal worden in de loop van de zes jaar van het bouwproces).	
Hoeveelheid bouw personeel	Informatie opgehaald uit ontwerp kader PALLAS [2].	
Tijdelijke voorzieningen	Zoals intern gecommuniceerd [3].	
Hoeveelheid personeel exploitatiefase	Totaal 187 fte's overdag en 28 in ploegendienst [4].	Reactorgebouw en logistiekgebouw: 40 fte's overdag en 27 fte in ploegendienst Supportgebouw: 51 fte's overdag en 1 fte ploegendienst (beveiliging). Kantoorgebouw: 96 fte's [4]
Herkomst verkeer	Uitgangspuntennotitie aanvraag maart 2016 [5].	In deze achtergrondrapportage wordt verwezen naar LEOPS, „Uitgangspunten notitie aanvraag PP PAS,” van maart 2016. Het Programma Aanpak Stikstof is komen te vervallen, maar de uitgangspunten in de notitie aanvraag PP PAS uit 2016 gelden nog steeds.
Gebouw-gebonden energieverbruik	BENG-rapporten (Bijna Energie Neutraal Gebouw): kantoorgebouw [6], supportgebouw [7] en het logistiek gebouw [8].	Het verbruik en de uitstoot van deze drie gebouwen worden gerapporteerd in deze achtergrondrapportage, aangezien deze PALLAS-gebouwen onder de wettelijke BENG-verplichting vallen.
Energie en CO₂-uitstoot	De getallen die omgerekend zijn naar GJp bijbehorende CO ₂ -emissie worden naar boven afgerond (geen decimalen).	Bij de omrekening naar primaire energie is gerekend met 5,22 MJ/kWh.
Primair Proces	Interne Communicatie PALLAS – ICHOS [9]	Het energieverbruik van het primair proces is per mail ontvangen.
Emissiefactoren vervoer	CO ₂ -emissiefactoren.nl, laatste update 23 januari 2021 [10].	CO ₂ emissiefactoren.nl is de meest gangbare bron voor betrouwbare emissiefactoren voor de Nederlandse markt.
Emissiefactor elektriciteit	NTA8800:2022 Energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode	De NTA8800 is de bepalingmethode voor de energieprestatie van gebouwen. Deze norm vormt ook de basis voor de BENG eisen.
GER-waarden	GER-waarden lijst 2018 [11].	Gross Energy Requirement: de bruto energie-inhoud van een stof. De GER-waarde staat voor 'Gross Energy Requirement' en is een maat voor de bruto energie-inhoud van een stof, uitgedrukt in primaire energie. Primaire energie is de energie-inhoud van energiebronnen in hun natuurlijke vorm, voordat enige technische omzetting heeft plaatsgevonden.

3 BEOORDELINGSKADER

3.1 Wettelijk- en beleidskader

Tabel 2 *Beleid, wet- en regelgeving aspect Energie en CO₂*

Beleidsplan, wet, regel	Beschrijving van relevantie voor PALLAS
Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)	De EPBD, tevens een Europese richtlijn, heeft als doel de energieprestatie van gebouwen te verbeteren. De relevante eisen voor PALLAS uit deze richtlijn betreffen voornamelijk systeemeisen aan technische bouwsystemen en technische keuringen aan verwarmings- en aircosystemen. De Nederlandse vertaling van de EPBD-eisen zijn vertaald in het Bouwbesluit (BENG-eisen), Besluit Energieprestatie Gebouwen (BEG) en Regeling Energieprestatie Gebouwen (REG).
Bouwbesluit	De eisen voor Bijna Energie Neutrale Gebouwen (BENG) zijn per 1 januari 2021 verankerd in het Bouwbesluit. Alle nieuwbouw (utiliteitsbouw) moet de energieprestatie voor bijna energieneutrale gebouwen vastleggen aan de hand van drie eisen: de maximale energiebehoefte in kWh/m ² , het maximale primair fossiel energiegebruik (kWh/m ²) en het minimale aandeel hernieuwbare energie in procenten. BENG is daarmee gebaseerd op de trias energetica. Uitzonderingen zijn bouwwerken, geen gebouw zijnde, gebouwen met gebruiksfuncties ‘overig’ en gebouwen met ‘industriefunctie’. Daarmee gelden deze eisen voor het kantoorgebouw en het supportgebouw, maar zijn het reactorgebouw en het logistiekgebouw van PALLAS niet plichtig aan de BENG-eisen.
Besluit en Regeling Energieprestatie Gebouwen (BEG, REG)	Zowel het Besluit als de Regeling Energieprestatie Gebouwen bevatten diverse eisen met betrekking tot de energieprestatie van gebouwen die voortkomen uit de EPBD.
Activiteitenregeling (tabel 10 bijlage) – erkende besparingsmaatregelen	Verplichting tot het uitvoeren van diverse erkende energiebesparende maatregelen (o.a. isolatie, LED-verlichting). De lijst met erkende maatregelen verschilt per type gebouw. Voor PALLAS zijn voornamelijk de eisen voor kantoren van belang. Doelmatig beheer en onderhoud is daarbij van belang.
Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS) handreiking	De handreiking conventionele technische randvoorwaarden voor nucleaire inrichtingen bevat o.a. richtlijnen met betrekking tot Best Beschikbare Technieken (BBT) en is belangrijk voor het verantwoorden van de PALLAS reactor en de keuzes die bij haar ontwerp gemaakt zijn.

3.2 Beoordelingskader

Studiegebied

Gezien de mondiale verspreiding van CO₂-emissies na uitstoot aan de atmosfeer, bevat het studiegebied de gehele aarde (waaronder specifiek Nederland als gebied waar de uitstoot plaatsvindt).

Relevante fasen

Deze rapportage richt zich op de bouwfase (zes jaar) en de exploitatiefase. De overgangsfase wordt niet beschouwd.

Beoordelingskader

Tabel 3 Beoordelingskader Energie en CO₂

Deelaspect	Beoordelingscriteria
Bouwfase	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van het vervoer van materiaal te beperken
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van het vervoer van bouw personeel te beperken
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van de inzet van materieel te beperken
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot gerelateerd aan de inzet van materiaal (grond, staal, beton) te beperken
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van tijdelijke voorzieningen in de bouwfase te beperken
Exploitatiefase	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot gekoppeld aan het primair (productie)proces te beperken en/of energie die vrijkomt bij het primaire proces te benutten
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van de gebouwen te beperken (incl. gebouw-gebonden duurzame energieopwekking)
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van het vervoer van personeel te beperken

Beoordelingsschaal

Tabel 4 Scoretoekenning beoordeling milieueffecten Energie en CO₂

Score	Betekenis	Toelichting
++	Zeer positief effect	Vergaande sturing op/aandacht voor het beperken van CO ₂ -uitstoot en energieverbruik (waar mogelijk), positief effect op omgeving door export van duurzame energie.
+	Positief effect	Sturing op/aandacht voor het beperken van CO ₂ -uitstoot en energieverbruik (waar mogelijk).
0	Geen effect	Gemiddelde sturing/aandacht voor beperken van CO ₂ -uitstoot en energieverbruik, of geen mogelijkheid tot sturen wegens gebrek aan invloed.
-	Negatief effect	Weinig sturing op/aandacht voor het beperken van de CO ₂ -uitstoot en energieverbruik.
--	Zeer negatief effect	Helemaal geen sturing op het beperken van CO ₂ -uitstoot en energieverbruik.

4 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

4.1 Huidige situatie

In de huidige situatie is de HFR-reactor operationeel. De PALLAS reactor zal de HFR-reactor vervangen. Beide reactoren passen een bewezen nucleair proces toe, maar verschillen significant qua aard en omvang. Zo is het PALLAS reactorgebouw veel groter qua oppervlakte, heeft een veel dikkere bouwkundige schil, bevinden meerdere bouwlagen zich onder het maaiveld en heeft het niet de koepelvorm die een reactor vaak heeft. Voor de beoordeling van het energieverbruik en CO₂-uitstoot wordt niet de vergelijking gemaakt met de HFR reactor, maar wordt kwalitatief bepaald of er actief wordt gestuurd op beperking van de energievraag en minimalisering van de CO₂-uitstoot. Daarom is de huidige situatie niet verder omschreven.

4.2 Autonome ontwikkeling

De wereld verandert snel, waaronder op het gebied van duurzaamheid en de samenstelling van onze energievoorziening. Niet-hernieuwbare (fossiele) brandstoffen zijn eindig, hetgeen de nood tot hernieuwbare en duurzame energiebronnen benadrukt. Technologische ontwikkelingen volgen elkaar in een rap tempo op, hetgeen er toe leidt dat de toekomst er significant anders uit kan komen te zien. Voorbeelden van dergelijke autonome ontwikkelingen die van invloed kunnen zijn op PALLAS bevatten:

- Compositie van de energiemix van het net (verwacht positief effect);
- Het uitgeput raken van niet-hernieuwbare grondstoffen;
- Meteorologische omstandigheden;
- Veranderend politiek kader, strengere wetgeving op het gebied van duurzaamheid;
- Veranderingen in fiscaal regime (o.a. CO₂-belasting);
- Impact energietransitie (nieuwe technieken en energiedragers, bijv. waterstof).

5 MILIEUEFFECTEN

In dit hoofdstuk worden de voornaamste milieueffecten (energie en CO₂) van de bouwfase en de exploitatie van de te realiseren kernreactor beschreven. Wegens het gebrek aan een toetsingskader om de prestaties van PALLAS op het gebied van CO₂ en energie kwantitatief te beoordelen, ligt de nadruk op een tekstuele en kwalitatieve beschrijving van het beleid dat PALLAS hanteert op het gebied van energie- en CO₂-besparing. De indicatieve achtergrondberekeningen zijn terug te vinden in bijlage A (bouwfase) en bijlage B (exploitatiefase).

5.1 Effectbeschrijving

5.1.1 Bouwfase

Ten behoeve van dit rapport is voor de beschrijving van de impact op energie en CO₂ voor de bouwfase een onderscheid gemaakt tussen de volgende onderdelen:

1. Vervoer materiaal;
2. Vervoer bouwpersoneel;
3. Inzet materieel;
4. Inzet materiaal²:
 - Grond;
 - Staal;
 - Beton.
5. Tijdelijke voorzieningen.

Onderstaande gegevens geven inzicht in de totaalgegevens (energieverbruik en CO₂-uitstoot) over de totale duur van de bouwfase (zes jaar).

Vervoer van materiaal

Ten behoeve van de bouw van de PALLAS-reactor moet materiaal worden aangevoerd, wat gepaard gaat met vrachtverkeer en bijbehorend energieverbruik en gerelateerde CO₂-uitstoot. Dit vrachtverkeer bestaat uit zwaar vrachtverkeer, middelzware voertuigen en lichte voertuigen [2]. Om energieverbruik en emissies gerelateerd aan vervoer enigszins te beperken en efficiëntie te bevorderen is het plaatsen van een betonfabriek op het PALLAS-terrein overwogen, maar wegens milieuvergunningstechnische en ruimtelijke redenen niet mogelijk gebleken. Daar staat tegenover dat grond vrijkomend bij het bouwproces binnen de Energy & Health Campus (EHC) wordt ingezet, resulterend in een gesloten grondbalans. Daarmee wordt veel langeafstand transport ten behoeve van de aan- en afvoer van grond bespaard.

Ten behoeve van het maken van achtergrondberekeningen om een kwantitatieve indruk te kunnen geven van de energiebelasting en de CO₂-uitstoot is uitgegaan van een gemiddeld gewicht van 25 ton voor zwaar vrachtverkeer, 10 ton voor middelzware voertuigen en 1 ton voor lichte voertuigen. Dit resulteert in een indicatief energieverbruik van ca. 92.961 GJp, overeenkomend met een CO₂-emissie van 8.627 ton over de gehele bouwperiode van zes jaar ten behoeve van het vervoer van materiaal.

Op het PALLAS-terrein staat geen betonfabriek, waardoor de aanvoer van materiaal bijdraagt aan een neutrale (0) beoordeling. De inzet van grond binnen de EHC heeft een positief effect. De beoordeling van vervoer van materiaal tijdens de bouwfase scoort daarom positief (+).

Vervoer van bouwpersoneel

Het bouwpersoneel moet naar het PALLAS-terrein komen met behulp van transportmiddelen.

Om een indicatie te krijgen van het energieverbruik en CO₂-uitstoot wordt een berekening uitgevoerd waarbij wordt uitgegaan van maximaal 400 bouwmedewerkers (worst case) [2].

Hoewel een deel van het bouwpersoneel gezamenlijk naar het PALLAS-terrein zal afreizen, is er van uitgegaan dat het grootste aandeel op individuele wijze met een benzine- of dieselauto zal reizen.

² Deze materialen worden in deze rapportage expliciet behandeld aangezien zij gemoeid gaan met het meeste energieverbruik en uitstoot.

Het gebruik van publiek transport is voor deze berekening niet meegenomen, omdat het PALLAS-terrein niet goed middels OV bereikbaar is en naar verwachting een zeer klein percentage van het personeel gebruik zal maken van het OV, en met een overschatting van het verbruik wordt een veilige marge gehanteerd.

Hoewel er sprake is van een duidelijke toename van elektrisch aangedreven personenauto's, is bij de berekening van het energieverbruik en de CO₂-emissies uitgegaan van benzine- en dieselauto's. Enerzijds omdat de toename elektrisch aangedreven auto's van recente datum is en de CO₂-emissies weer sterk afhankelijk van de herkomst van de verbruikte elektriciteit. Anderzijds worden er aan personenauto's t.b.v. vervoer medewerkers in de bouw andere eisen aan een personenauto gesteld, dan bijvoorbeeld voor medewerkers in de zakelijke dienstverlening. Zoals de mogelijkheid van het gebruik van een aanhanger. Vandaar dat vooralsnog hier gerekend is met fossiele brandstoffen.

Op basis van een aantal uitgangspunten welke terug te vinden zijn in Tabel 2 in Bijlage A zal het vervoer van bouw personeel gedurende de zes jaar van het bouwproces leiden tot een geschat energieverbruik van 71.107 GJp, overeenkomend met 6.446 ton CO₂.

Wegens het huidig gebrek aan sturing op vervoer van bouw personeel is de beoordeling ten aanzien van het vervoer van bouw personeel negatief (-).

Inzet materieel

Ten behoeve van de bouwwerkzaamheden wordt voornamelijk dieselmaterieel ingezet, bestaande uit graafmachines, kranen, betonpompen en boorinstallaties [2]. Op basis van het aantal uren dat het materieel wordt ingezet en kentallen voor het brandstofverbruik per uur is een indicatieve berekening gemaakt van het totale brandstofverbruik en de daaraan gereleeteerde CO₂-emissie.

Op basis van een aantal uitgangspunten welke terug te vinden zijn in Tabel 3 in Bijlage A is het effect van de inzet van het materieel gedurende de zes jaar van het bouwproces doorgerekend. De inzet van de graafmachines, kranen, betonpompen en boorinstallaties leiden tezamen tot een indicatief energieverbruik van 8.496 GJp en 789 ton CO₂. Dit effect wordt neutraal (0) beoordeeld gezien de beperkte mogelijkheden om de bouwwerkzaamheden met all-electric materieel uit te kunnen voeren. Ook in de situatie dat meer elektrisch aangedreven materieel beschikbaar komt, is het gebruik hiervan nagenoeg niet mogelijk door beperkingen in het aanwezige elektriciteitsnet.

Inzet materiaal

Ten behoeve van de bouw worden diverse materialen ingezet, waarvan grond, beton en staal de voornaamste posten zijn met een significant energieverbruik en gerelateerde CO₂-emissie. Informatie met betrekking tot specifieke hoeveelheden in te zetten materiaal zijn niet bekend, met uitzondering van de betonconstructie van het Nuclear Island (NI).

Voor het maken van de draagconstructie inclusief bouwput van het NI wordt toegepast:

- 10.647 ton wapeningsstaal;
- 38.360 m³ beton.

Op basis van generieke kentallen voor energie en CO₂ gerelateerd aan de inzet van materialen welke terug te vinden zijn in Tabel 4 in Bijlage A is het effect van de toepassing van beton en wapeningsstaal in het bouwproces doorgerekend. De inzet van deze materialen leiden tezamen tot een indicatief energieverbruik van 244.003 GJp en 23.431 ton CO₂.

PALLAS kan de energievraag en CO₂-uitstoot beperken door actieve keuzes te maken met betrekking tot materiaalkeuze, zoals het inzetten van gerecycled beton. Ook kan worden gestuurd op beperking van het verbruik en de uitstoot door na te denken over de herbruikbaarheid van de materialen bij de afbraak of herinrichting van de reactor en haar gebouwen. Voor de constructie van de PALLAS reactor wordt relatief veel beton ingezet (ten opzichte van andere toegepaste bouwmaterialen), o.a. voor de bouwkuip en voor terreinverharding.

Met betrekking tot beton wordt bentoniet uit de geul van de bouwkuip gezogen en gezuiverd voor hergebruik, hetgeen een duurzame toepassing te pas komt. Hoeveel bentoniet kan worden hergebruikt is niet bekend en meer informatie over de herkomst en het circulaire karakter van beton is niet beschikbaar.

Vrijkomende grond bij het bouwproces, hetgeen zeer significante hoeveelheden betreft, wordt binnen de EHC ingezet waardoor een gesloten grondbalans bestaat. Het inzetten van vrijgekomen grond in de omgeving heeft een positief effect op het beperken van de energievraag en CO₂-uitstoot van de omgeving.

De inzet van grond in de EHC leidt tot een positief effect, en daarmee ook een positieve effectbeoordeling op dit aspect. Wegens het gebrek aan inzicht in de hoeveelheid, herkomst en het potentiële hergebruik van staal, beton en andere materialen kan het effect niet voldoende worden bepaald om uitspraken te doen over de inspanningen van PALLAS voor een overall beoordeling op het gebied van materiaalgebruik.

Tijdelijke voorzieningen

Aangezien slechts beperkt informatie beschikbaar is met betrekking tot tijdelijke voorzieningen, kan het effect op energieverbruik en CO₂-uitstoot niet worden gekwantificeerd en volledig worden beoordeeld. De tijdelijke voorzieningen zoals bekend zijn [3]:

- LDA voorzien van asfalt rijbaan en half verharding/puinverharding met hemelwaterafvoer en daarmee tijdelijke ophoging van oppervlak LDA;
- Tijdelijke hekwerken;
- Tijdelijke bouwaansluitingen;
- Tijdelijke verlichting;
- Tijdelijke facilitaire voorzieningen; en
- Tijdelijke damwanden.

De energievoorziening van de portiersloge en het ketenpark van de bouwaannemer zal naar alle waarschijnlijkheid volledig elektrisch zijn, hetgeen een actieve sturing betreft op het verminderen van energieverbruik en CO₂-uitstoot. Nadere informatie met betrekking tot de tijdelijke voorzieningen en wat daar mee na afloop van de bouwfase gebeurt is niet beschikbaar.

5.1.2 Exploitatiefase

In dit onderdeel van het hoofdstuk wordt het voornaamste energieverbruik en de gerelateerde CO₂-uitstoot gerelateerd aan de exploitatiefase beschreven. Voor de exploitatiefase is een onderscheid gemaakt in de delen primair proces, gebouwen en vervoer medewerkers.

Primair proces

Deze paragraaf gaat in op het energieverbruik en de gerelateerde CO₂-uitstoot die gepaard gaan met het primair proces: de voornaamste bedrijfsprocessen van de PALLAS-reactor. Het logistiek gebouw is onderdeel van het Nuclear Island, maar wordt ook apart beschouwd onder 'gebouwen' waar het beoordeeld wordt op de inspanningen om het energieverbruik en de CO₂-uitstoot van de gebouwen te beperken.

Een deel van de warmte die vrijkomt bij het primair proces wordt middels een centrale lucht-water warmtepompinstallatie doorgezet naar de andere gebouwen op het PALLAS-terrein om deze gebouwen volledig van warmte te voorzien. Het inzetten van vrijkomende energie als warmtebron heeft een positief effect op het gebied van CO₂-uitstoot (de energievraag zelf wordt immers niet minder, maar aan de herkomst van de bron wordt op duurzame wijze invulling gegeven). Door vrijkomende energie uit het bedrijfsproces optimaal te benutten en toe te passen voor de eigen energievoorziening, of zelfs die van de omgeving, kan PALLAS een positieve bijdrage leveren aan de omgeving en hoog scores op het gebied van duurzaamheid. Wanneer potentieel benutbare energie loos wordt afgevoerd, heeft dit een negatief effect op de impact van de PALLAS-reactor op het gebied van energie en CO₂.

Uitgaande van een operationele staat van 300 dagen Full Power Days (FPD) en 65 dagen stop waarbij < 20% full power operation plaatsvindt [9], komt het indicatieve energieverbruik van het Nuclear eiland neer op 103.068 GJ en 6.713 ton CO₂ (op jaarbasis). Zie ook Tabel 1 in Bijlage B.

Wegens het unieke karakter van de PALLAS reactor is het niet mogelijk om concrete uitspraken te doen met betrekking tot de energie en CO₂ middels vergelijking met een vergelijkbare activiteit (benchmarking).

Voor OPS betreft het een energieverbruik van 98.403 GJ en 6.409 ton CO₂ per jaar op basis van dezelfde operationele capaciteit, waarbij het energieverbruik is verrekend met een factor 0,75 wegens de niet altijd volledige bezetting van bijvoorbeeld het kantoorgebouw [9].

Gebouwen

In deze paragraaf wordt het energieverbruik en de CO₂-uitstoot specifiek voor de gebouwen uiteen gezet. Daarbij ligt de aandacht op het kantoorgebouw, het supportgebouw en het logistiek gebouw (in het Nucleair eiland). Voor deze onderdelen is gebruik gemaakt van BENG-rapportages (Energy performance of buildings rapportages) die ter beschikking zijn gesteld.

De inspanningen om het energieverbruik en de CO₂-uitstoot van de gebouwen te beperken (incl. gebouwgebonden duurzame energieopwekking) is positief (+) beoordeeld omdat deze gebouwen aan de BENG-eisen voldoen.

Energieverbruik en gerelateerde uitstoot

De BENG-plichtige gebouwen zijn dusdanig ontworpen dat wordt voldaan aan de eisen (zie ook Tabel 2 in paragraaf 3.1). De gebouwen zijn energiezuinig en grotendeels voorzien van zonnepanelen op het dak waarmee duurzame energie wordt opgewekt voor gebruik op het PALLAS-terrein. Ook wordt het dak van het kantoorgebouw benut als groen dak, hetgeen ook een positief effect heeft op de energievraag wegens isolatie. Tevens wordt warmte vrijkomend bij het primair proces (koudeproductie NI) ingezet om in grote mate de op het PALLAS-terrein in hun warmtevraag te voorzien. Er wordt een centrale lucht-water warmtepompinstallatie in het Logistiek Gebouw geplaatst. De gebouwen zijn voorzien van LED-verlichting, en ook overige erkende energiebesparende maatregelen (zoals vergaande isolatie) zijn toegepast. De gebouwen bereiken daarmee een hoog niveau van efficiëntie en scoren goed op het gebied van energieverbruik en CO₂-uitstoot.

Zie Tabel 3 in Bijlage B voor een nadere detaillering met betrekking tot de gebouwen en hun energieverbruik voor diverse gebouwfuncties [6,7,8]. Gebaseerd op beschikbare gegevens uit de BENG-rapportages komt het geschatte energieverbruik en de CO₂-uitstoot van de primaire gebouwfuncties (kantoorgebouw, support gebouw, logistiek gebouw) neer op 932 GJp en 61 ton CO₂ (per jaar).

Energieverbruik overige gebouwfuncties

Uitgaande van gemiddeld energieverbruik per FTE per gebouwfunctie, leiden overige gebouwfuncties (monitors, laptops, printers, liften, koffie, etc.) tot een indicatief energieverbruik van 72 GJp en tot 4,7 ton CO₂-emissie (per jaar/FTE), zie ook tabel 6 in Bijlage B voor nadere toelichting.

Duurzame Energieopwekking (gebouw-gebonden)

In totaal wordt door de gebouwen 48,6% van het totale gebouw-gebonden energieverbruik duurzaam opgewekt middels lokale opwekking door PV panelen op het dak van de gebouwen. De totale hoeveelheid duurzaam opgewekte energie 1280 GJp, overeenkomstig met een totale CO₂-besparing van 83 ton CO₂.

Tabel 5 bevat een overzicht van de BENG-eisen en de waarden voor de verschillende gebouwen van de energiebehoefte, fossiel energieverbruik en het aandeel hernieuwbare energie. De BENG-eisen houden rekening met het gebouwgebonden energieverbruik per m². BENG-1 is eis voor de buitenkant van een gebouw, de zogenoemde schil, om de energiebehoefte voor verwarming en koeling te beperken. Ook moet de energievraag van een gebouw zo veel mogelijk uit hernieuwbare energie bestaan: de BENG-3-eis. En tenslotte moet de resterende energiebehoefte zo efficiënt mogelijk worden opgewekt: BENG-2. BENG-2 richt zich naast verwarming en koeling ook op warmtapwaterbereiding, ventilatoren, verlichting en bevochtiging (indien aanwezig). De BENG-2 eisen verschillen per gebouw omdat als er PV-panelen of andere hernieuwbare energiebronnen aanwezig zijn, de opgewekte energie van het primair energiegebruik wordt afgetrokken.

Tabel 5 Overzicht BENG-eisen en de waarden van gebouwen

Gebouw	BENG-1 Energiebehoefte (kWh/m ²)		BENG-2 Fossiel energieverbruik (kWh/m ²)		BENG-3 Aandeel hernieuwbare energie	
	Eis	Waarde	Eis	Waarde	Eis	Waarde
Kantoorgebouw [6]	≤ 90,00	65,73	≤ 45,71	39,94	≥ 30,0%	46,7%
Supportgebouw [7]	≤ 90,00	67,41	≤ 50,17	48,91	≥ 30,0%	44,7%
Logistiek gebouw [8]	≤ 90,00	89,87	≤ 41,20	41,20	≥ 30,0%	72,7%

Vervoer medewerkers

Ook de vervoerswijze van de werknemers van PALLAS is van belang bij het in kaart brengen van het energieverbruik en de gerelateerde uitstoot in de exploitatiefase. Door bijvoorbeeld te sturen op carpooling, het aanbieden van een (grotendeels) elektrische leasevloot en in te zetten op het stimuleren van het gebruik van openbaar vervoer kan PALLAS actief sturen op het energieverbruik en gerelateerde emissies voortkomend uit het vervoer van werknemers.

De PALLAS-reactor is niet goed per OV te bereiken, zoals blijkt uit de BREEAM-rapportage [12], waardoor het verbruik van fossiele brandstoffen voor vervoer van medewerkers hoger zal liggen. In welke mate PALLAS voornemens is te sturen op het vervoer van werknemers middels het stimuleren van elektrisch, openbaar en/of gezamenlijk vervoer van medewerkers is niet bekend. Aangezien vervoerswijze een persoonlijke keuze blijft, is de invloed van PALLAS beperkt, maar er kan wel gestimuleerd worden.

Wegens gebrek aan inzicht in de wijze en afstand van vervoer van medewerkers, is het energieverbruik en de gerelateerde CO₂-uitstoot niet kwantitatief in kaart gebracht. De locatie is echter niet goed te bereiken met het openbaar vervoer en daarom negatief (-) beoordeeld. Deze score kan positief worden bij sturing op duurzaam vervoer door middel van bijvoorbeeld een ov-business card, elektrische leasevloot of het stimuleren carpooling. Informatie over dit onderwerp is niet beschikbaar.

5.2 Effectbeoordeling

5.2.1 Bouwfase

Tabel 6 Effectbeoordeling per beoordelingscriterium Energie en CO₂ - bouwfase

Aspect	Beoordelingscriterium	Score
Bouwwerkzaamheden	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van het vervoer van materiaal te beperken	+
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van het vervoer van bouw personeel te beperken	-
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van de inzet van materieel te beperken	0
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot gerelateerd aan de inzet van materiaal (grond, staal, beton) te beperken	0
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van tijdelijke voorzieningen in de bouwfase te beperken	+

5.2.2 Exploitatiefase

Tabel 7 Effectbeoordeling per beoordelingscriterium Energie en CO₂ - exploitatiefase

Aspect	Beoordelingscriterium	Score
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot gekoppeld aan het primair (productie)proces te beperken en/of energie die vrijkomt bij het primaire proces te benutten	0
Exploitatie PALLAS-reactor	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van de gebouwen te beperken (incl. gebouw-gebonden duurzame energieopwekking)	+
	Inspanningen om het energieverbruik en de CO ₂ -uitstoot van het vervoer van personeel te beperken	-

6 MITIGERENDE MAATREGELEN

Er zijn twee effecten die negatief beoordeeld zijn. Dit betreffen de vervoersbewegingen van zowel de exploitatie- als de operationele fase. Het is nog niet bekend hoe PALLAS invulling wil geven aan het beperken van het effect van deze vervoersbewegingen. De volgende mitigerende maatregelen zijn mogelijk:

- Het beschikbaar stellen van facilitaire voorzieningen voor bouwmedewerkers of werknemers met mogelijkheid tot overnachten (beperken vervoersbewegingen);
- Sturen op carpooling, stimuleren OV en faciliteren elektrische transport medewerkers (zowel in de bouwfase voor bouwmedewerkers als in de exploitatiefase voor vaste medewerkers).

Naast mitigerende maatregelen voor de negatief scorende effecten zijn er maatregelen die getroffen kunnen worden om het energieverbruik en CO₂-verbruik verder te minimaliseren. Deze worden hier als aanbeveling benoemd naast de hierboven genoemde mitigerende maatregelen:

- Inkoop duurzame energie (herkomst van Nederland bodem);
- Het energieverbruik en CO₂ gerelateerd aan het gebruik van beton en staal is groot. Relatief veel winst kan gehaald worden door het waar mogelijk toepassen van het meest energiezuinige materiaal (o.a. hergebruikt/herbruikbaar beton) en materieel;
- Circulariteit meenemen als overweging bij het ontwerp- en bouwproces: zo veel mogelijk opnieuw benutten van gebruikte materialen bij het zowel het opbouwen als afbreken van de tijdelijke voorzieningen en de bouw en afbraak (na de exploitatiefase) van de reactor;
- Het actief sturen op het verminderen van het energieverbruik en CO₂-reductie door tijdelijke voorzieningen na afloop zo veel mogelijk te kunnen voorzien van een tweede leven (hergebruik materialen);
- Het inzetten van materieel dat gebruik maakt van fossiele brandstoffen resulteert in CO₂-uitstoot, waardoor het inzetten van elektrisch materieel voorzien van groene stroom het meest positieve effect teweeg zou brengen. Uitsluitend elektrisch materieel inzetten is technisch niet mogelijk. Er kan wel maximaal ingezet worden om de meest energiezuinige varianten van materieel in te zetten;
- In relatie tot het beperken van de energievraag en CO₂-uitstoot in het primaire proces is het voornamelijk van belang dat processen zo efficiënt mogelijk zijn ingeregeld (voor zover daar invloed op is) en energie maximaal wordt benut, waaronder het benutten van vrijkomende proceswarmte;
- Het optimaliseren van warmteterugwinning uit het proces, maximale benutting van vrijkomende warmte;
- Het inregelen van een monitoringsprogramma voor het energieverbruik en de gerelateerde CO₂-uitstoot om tijdig bij te kunnen sturen in het geval van abnormaliteiten en mogelijkheden voor energiebesparing tijdig te kunnen identificeren;
- De inspanningen om het energieverbruik en de CO₂-uitstoot van de gebouwen te beperken (incl. gebouwgebonden duurzame energieopwekking) kan een zeer positieve (++) effectbeoordeling worden wanneer ook duurzame energie naar omgeving wordt getransporteerd.

7 LEEMTEN IN KENNIS

In deze inventarisatie is niet gekeken naar 'embedded energy' en daaraan gerelateerde CO₂-emissies: energie opgeslagen in of gebruikt voor de vervaardiging van de diverse bouwmaterialen. Er wordt in dit achtergrondrapport enkel gekeken naar het energieverbruik en de gerelateerde CO₂-emissie zoals deze gemoeid gaan met processen waarbij direct energie verbruikt wordt, zowel in de bouwfase als de operationele fase.

Aangezien de PALLAS-reactor uniek van aard is, is geen benchmark beschikbaar om de prestaties van de PALLAS-reactor mee te vergelijken. Wegens het gebrek aan voldoende inzicht in gegevens op diverse gebieden (specificering materiaal en materieel, vervoerswijze, etc.) is het daarnaast niet mogelijk geweest om robuuste berekeningen te maken en daar conclusies aan te verbinden, aangezien het werken met aannames een (grote) onzekerheidsmarge overlaat.

Aanvullend zijn er specifieke aspecten waar nog geen informatie over is of momenteel nog niet inzichtelijk is:

- Vervoer: Voor de bouwfase en operationele fase is het onbekend hoe gestuurd wordt op de wijze van vervoer van medewerkers. Er kan gedacht worden aan een OV business card, elektrische leasevloot of het stimuleren van carpooling.
- Tijdelijke voorzieningen: Voor de tijdelijke voorzieningen is er geen informatie beschikbaar over wat er met de voorzieningen gebeurd na de bouwfase.

8 LITERATUURLIJST

- [1] Publicatieblad van de Europese Unie, Overeenkomst van Parijs, 19.10.2016
- [2] Ontwerpkader PALLAS
- [3] Interne communicatie Pallas
- [4] Mail vanuit Pallas, 21 jan. 2022
- [5] Uitgangspuntennotitie aanvraag maart 2016
- [6] Office Building - Energy Performance of Buildings (BENG), December 2021
- [7] Support Building - Energy Performance of Buildings (BENG), December 2021
- [8] Logistic Building - Energy Performance Buildings (BENG), December 2021
- [9] Interne Communicatie PALLAS – ICHOS
- [10] CO₂emissiefactoren.nl
- [11] GER-waarden en CO₂-lijst augustus 2018, RVO.nl
- [12] BREEAM-rapportage Milieuprestatie gebouwen

Bijlage A: Indicatieve Energie- en CO₂-berekeningen Bouwfase

Tabel 1: Indicatieve energie- en CO₂-berekening vervoer materiaal.

Type voertuig	Voertuig-bewegingen (aantal)	Gemiddelde afstand (km)	Totaal afstand (km)	Emissie-factor kg CO ₂ /tonkm [10]	CO ₂ uitstoot (ton)	Energie (GJ)
Zwaar vracht- verkeer (25 ton)	91.950	20	1.839.000	0,105	4.827	52.015
Middelzware voertuigen (10 ton)	55.170	20	1.103.400	0,256	2.825	30.436
Lichte voertuigen (1 ton)	36.780	20	735.600	1,326	975	10.510
Totaal	183.900	-	3.678.000	-	8.627	92.961

Tabel 2: Indicatieve energie- en CO₂-berekening vervoer bouw personeel.

Type vervoer	wagens (stuks)	Voertuig-bewegingen (aantal)	Gemiddelde afstand (km)	Totale afstand (km)	Verbruik (km/l)	Energie (GJ)	Emissie-factor (kg CO ₂ /km) [10]	CO ₂ uitstoot (ton)
Busje (gem. 6 personen)	7	10.500	30	630.000	11,1	2.023	0,298	188
Benzine-auto	251	376.500	30	22.590.000	14,3	50.822	0,202	4.563
Dieselauto	107	160.500	30	9.630.000	18,8	18.262	0,176	1.695
Totaal	365	547.500	-	32.850.000	-	71.107	-	6.446

Tabel 3: Indicatieve energie- en CO₂-berekening materieel

Type machine	Bedrijfstijd (uur)	Brandstof verbruik (liter /uur)	Brandstof verbruik (liter)	Energie (GJ)	Emissie-factor (kg CO ₂ /liter) [10]	CO ₂ -uitstoot (ton)
Graafmachines	7.040	7	49.280	1.757	3,309	163
Kranen	8.160	14	114.240	4.073	3,309	378
Betonpomp	1.490	22	32.780	1.169	3,309	108
Boorstellingen	1.200	35	42.000	1.497	3,309	139
Totaal	17.890	-	238.300	8.496	-	789

Tabel 4: Indicatieve energie- en CO₂-berekening materiaal

Type machine	Hoeveelheid	GER-waarde (GJ/...) [11]	GJ totaal	Emissiefactor (kg CO ₂ /...) [10]	CO ₂ -uitstoot (ton)
Beton (m ³)	38.360	1,92	73.651	250	9.590
Bewapeningstaal (ton)	10.647	16	170.352	1.300	13.841
Totaal	49.007	-	244.003	-	23.431

Bijlage B: Indicatieve Energie- en CO₂-berekeningen Exploitatiefase

Tabel 1: Indicatief maximum energieverbruik en CO₂-emissie gerelateerd aan het primaire proces Nuclear eiland [9]

Operationele staat	Bedrijfstijd (dagen)	Vermogen (kW)	Elektriciteitsverbruik (kWh/jaar)	Energie (GJ)	CO ₂ -uitstoot (ton) [10]
Full Power (FPD)	300 / 24 uur	2.665	19.188.000	100.161	6.524
Stop	65 / 24 uur	357	556.920	2.907	189
Totaal	365		19.744.920	103.068	6.713

Tabel 2: Indicatief maximum energieverbruik en CO₂-emissie gerelateerd aan het primaire proces OPS [9]

Operationele staat	Bedrijfstijd (dagen)	Vermogen (kW)	Elektriciteitsverbruik (kWh/jaar)	Energie (GJ)	CO ₂ -uitstoot (ton)
Full Power (FPD)	300 / 18 uur	3.346	18.068.400	94.317	6.143
Stop	65 / 18 uur	669	782.730	4.086	266
Totaal	365		18.851.130	98.403	6.409

Tabel 3: Indicatief energieverbruik en CO₂-emissie gerelateerd aan het kantoorgebouw (jaarbasis) [6]

Gebouwfunctie	Energie (GJ)	Energie (kWh/jaar)	Emissiefactor (NTA8800) (kg CO ₂ /kWh)	CO ₂ uitstoot (ton)
Verwarming	173,0	33.150	0,34	11,3
Warm tapwater	47,1	9.026	0,34	3,1
Koeling	59,6	11.420	0,34	3,9
Ventilatoren	152,9	29.289	0,34	10,0
Verlichting	183,9	35.237	0,34	12,0
Hulpenergie gebouwinstallaties	28,0	5.361	0,34	1,8
Opwek duurzame energie (gebouw-gebonden)	-171,2	-32.798	0,34	-11,2
Totaal	473,4	90.685		30,8

Tabel 4: Indicatief energieverbruik en CO₂-emissie gerelateerd aan het supportgebouw (jaarbasis) [7]

Gebouwfunctie	Energie (GJ)	Energie (kWh/jaar)	Emissiefactor (NTA8800) (kg CO ₂ /kWh)	CO ₂ uitstoot (ton)
Verwarming	182,1	34.892	0,34	11,9
Warm tapwater	41,7	7.989	0,34	2,7
Koeling	22,6	4.324	0,34	1,5
Ventilatoren	71,0	13.601	0,34	4,6
Verlichting	136,4	26.137	0,34	8,9
Hulpenergie gebouwinstallaties	26,6	5.089	0,34	1,7
Opwek duurzame energie (gebouw-gebonden)	-72,9	-13.966	0,34	-4,7
Totaal	407,5	78.066		26,5

Tabel 5: Indicatief energieverbruik en CO₂-emissie gerelateerd aan het logistiek gebouw (jaarbasis) [8]

Gebouwfunctie	Energie (GJ)	Energie (kWh/jaar)	Emissiefactor (NTA8800) (kg CO ₂ /kWh)	CO ₂ uitstoot (ton)
Verwarming	46,3	8.861	0,34	3,0
Warm tapwater	2,8	538	0,34	0,2
Koeling	9,6	1.838	0,34	0,6
Ventilatoren	36,7	7.023	0,34	2,4
Verlichting	19,2	3.669	0,34	1,2
Hulpenergie gebouwinstallaties	7,3	1.393	0,34	0,5
Opwek duurzame energie (gebouw-gebonden)	-70,8	-13.570	0,34	-4,6
Totaal	50,9	9.752		3,3

Tabel 6: Indicatief energieverbruik en CO₂-emissie: overige gebouwfuncties (monitors, koffieapparaten, etc.)

Gebouw	Aanname verbruik (kWh/FTE)	Medewerkers PALLAS (FTE) [4]	Energie (kWh/jaar)	Energie (GJ/jaar)	Emissiefactor (NTA8800) (kg CO ₂ /kWh)	CO ₂ uitstoot (ton/jaar)
Kantoor	120	96	11.520	60,1	0,34	3,9
Support Building	25	40	1000	5,2	0,34	0,3
Logistic Building	25	51	1275	6,7	0,34	0,4
Totaal		187	13.795	72,0		4,7

COLOFON

ACHTERGRONDRAPPORT ENERGIE & CO₂
PROJECT-MER PALLAS

KLANT

[REDACTED]

AUTEUR

[REDACTED]

ONZE REFERENTIE

BIM360Docs

DATUM

23 mei 2022

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

VRIJGEGEVEN DOOR

Frans Dotinga

Janet Eilering

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com