

HOOFDTSUK 3.9: ENERGIE

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
1.1	Studiegebied	4
1.2	Reglementaire context	4
1.3	Methodologie	5
1.3.1	Bestaande situatie	5
1.3.2	Effectenbeoordeling	6
1.4	Referenties	6
2	BESTAANDE SITUATIE	7
2.1	Beschrijving van de bestaande technische installaties	7
2.1.1	Stroomvoorziening	7
2.1.2	Verwarming en koeling	7
2.1.3	Verlichting	8
2.2	Schil van de bestaande gebouwen	8
2.3	Energieverbruik	9
2.4	Nazichten van de technische installaties	9
3	EVOLUTIE VAN DE VOORZIENBARE TOEKOMSTIGE SITUATIE	10
4	EFFECTEN	11
4.1	Effecten van het project	11
4.1.1	Concept	11
4.1.2	Beschrijving van de technische installaties	12
4.1.2.1	<i>Elektrische voeding van het project</i>	12
4.1.2.2	<i>Verwarming en koeling</i>	13
4.1.2.3	<i>Ventilatie</i>	17
4.1.2.4	<i>Beheer van de installaties - GTB</i>	19
4.1.3	Eigenschappen van de energieprestaties van de gebouwen	19
4.1.4	Gebouw MB	22
4.1.4.1	<i>Elektriciteitsproductie</i>	22
4.1.4.2	<i>Kenmerken van de bouwschil</i>	22
4.1.4.3	<i>Behoeften aan verwarming, koeling en SWW</i>	23
4.1.4.4	<i>Ventilatie</i>	24
4.1.4.5	<i>Verlichting</i>	25
4.1.4.6	<i>Beglazing en risico op oververhitting</i>	25
4.1.4.7	<i>Ander energieverbruik</i>	26
4.1.4.8	<i>Balans van het primaire energieverbruik van het gebouw</i>	26
4.1.5	Gebouw CC	26
4.1.5.1	<i>Kenmerken van de bouwschil</i>	26
4.1.5.2	<i>Behoeften aan verwarming, koeling en SWW</i>	27

4.1.5.3	Ventilatie	27
4.1.5.4	Verlichting	27
4.1.5.5	Beglazing en risico op oververhitting	27
4.1.5.6	Balans van het primaire energieverbruik van het gebouw	28
4.1.6	Gebouw CDSCA	28
4.1.6.1	Kenmerken van de bouwschil	28
4.1.6.2	Behoeften aan verwarming, koeling en SWW	29
4.1.6.3	Ventilatie	29
4.1.6.4	Verlichting	29
4.1.6.5	Beglazing en risico op oververhitting	29
4.1.6.6	Balans van het primaire energieverbruik van het gebouw	29
4.1.7	Gebouw SB	30
4.1.7.1	Kenmerken van de bouwschil	30
4.1.7.2	Behoeften aan verwarming, koeling en SWW	30
4.1.7.3	Ventilatie	31
4.1.7.4	Verlichting	31
4.1.7.5	Beglazing en risico op oververhitting	31
4.1.7.6	Balans van het primaire energieverbruik van het gebouw	31
4.1.8	Gebouwen MG en SG	32
4.1.8.1	Kenmerken van de bouwschil	32
4.1.8.2	Behoeften aan verwarming, koeling en SWW	32
4.1.8.3	Ventilatie	32
4.1.8.4	Verlichting	32
4.1.8.5	Beglazing en risico op oververhitting	32
4.1.8.6	Balans van het primaire energieverbruik van het gebouw	32
4.1.9	Parkings en omgeving	33
4.1.9.1	Technische installaties van de parkings	33
4.1.9.2	Verlichting	34
4.1.10	Globale balans	35
4.2	Effecten van de vervangingsoplossingen	38
4.2.1	Nulalternatief	38
4.2.2	Alternatief gericht op het creëren van een meer kwalitatieve groene ruimte die aansluit op het toekomstige park van het RPA	38
4.2.3	Alternatieve indeling waarbij parking P1 compacter wordt aangelegd	38
4.2.4	Alternatief waarbij koeltorens worden gebruikt in plaats van monoblokmachines	38
4.3	Effecten van de werf	40
5	MAATREGELEN, AANBEVELINGEN EN OPVOLGING	41
5.1	Optimalisatie van de productie van hernieuwbare elektrische energie	41
5.2	Voeding van de laadpalen voor elektrische voertuigen	41
5.3	Vermindering van het energieverbruik en rationeel energiegebruik	41
5.4	Ten opzichte van het risico op oververhitting	41
5.5	Het hitte-eilandeffect en de zoninstraling tijdens de zomer beperken door middel van vegetatie	42
6	SAMENVATTING	43

OVERZICHT ILLUSTRATIES

Figuren

Figuur 1: Eisen voor nieuwe "niet-residentiële" EPB-eenheden	20
Figuur 2: Wettelijke U_{max} -waarden voor nieuwe "niet-residentiële" EPB-eenheden (Bron: Leefmilieu Brussel).....	21
Figuur 3: Plaats van de fotovoltaïsche panelen op het dak van MB	22
Figuur 4: MB - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik.....	26
Figuur 5: Doorsnede van CC met de luifels	27
Figuur 6: CC - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik	28
Figuur 7: CD - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik	30
Figuur 8: SB - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik	31
Figuur 9: MG - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik	33
Figuur 10: SG - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik.....	33
Figuur 11: Geplande mastverlichting.....	34
Figuur 12: Verlichting op paaltjes	34
Figuur 13: Verlichtingsplan van de site (Delta Design)	35
Figuur 14: Vergelijking van het verwachte verbruik per gebouw (Agora)	36

Tabellen

Tabel 1: Jaarlijks stroomverbruik van KKE.....	9
Tabel 2: Jaarlijks stookolieverbruik van het deel Defensie van de perimeter	9
Tabel 3: Lijst met geplande hoogspanningscabines in het project.....	13
Tabel 4: Eigenschappen van de warmtepompen - gebouw MB.....	14
Tabel 5: Eigenschappen van de koelgroepen - gebouw MB.....	15
Tabel 6: Eigenschappen van de warmtepompen - gebouw CC.....	15
Tabel 7: Eigenschappen van de warmtepomp - gebouw CDSCA	15
Tabel 8: Eigenschappen van de warmtepomp - gebouw SB	16
Tabel 9: Eigenschappen van de warmtepompen – gebouwen MG en SG	16
Tabel 10: Ventilatiegroepen voor de kantoren van gebouw MB	18
Tabel 11: Toevoer- en afzuiggroepen - gebouw TB.....	19
Tabel 12: Afzuiggroepen voor de ondergrondse parkeergarages.....	19

1 Inleiding

1.1 Studiegebied

Voor energie omvat het geografisch gebied de projectsite tot aan de aansluitpunten op de energieleveringsnetten.

1.2 Reglementaire context

Op federaal niveau	
Koninklijk besluit tot vaststelling van de algemene basiseisen waaraan arbeidsplaatsen moeten beantwoorden	/
Ministerieel besluit tot vastlegging van de voorschriften met betrekking tot het minimaal onderhoud van de klimaatregelingssystemen in het kader van de reglementering betreffende de energieprestaties en het binnenklimaat van gebouwen	
Algemeen Reglement op de elektrische installaties (AREI)	
Op regionaal niveau	
Brussels Hoofdstedelijk Gewest	Vlaanderen
Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering tot vaststelling van de algemene en bijzondere uitbatingsvoorwaarden van toepassing op parkings	/
Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering betreffende de voorwaarden tot exploitatie van de koelinstallaties	
Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering betreffende de controle en het onderhoud van verwarmings- en klimaatregelingssystemen en betreffende de erkenning van de personen die deze handelingen uitvoeren	
Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering betreffende de voor de verwarmingssystemen en klimaatregelingssystemen van gebouwen geldende EPB-eisen bij hun installatie en tijdens hun uitbatingperiode	
Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering tot vaststelling van alle richtlijnen en criteria die nodig zijn voor het berekenen van de energieprestatie van de EPB-eenheden en houdende wijziging van meerdere uitvoeringsbesluiten van de Ordonnantie van 2	

mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing	
Het Brussels Wetboek voor Lucht, Klimaat en Energiebeheersing (BWLKE)	
Ministerieel besluit houdende uitvoering van bijlagen XXIV en XXV van het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 21 december 2007 tot vaststelling van de eisen op het vlak van de energieprestatie en het binnenklimaat van gebouwen en houdende uitvoering van het Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 26 januari 2017 tot vaststelling van alle richtlijnen en criteria die nodig zijn voor het berekenen van de energieprestatie van de EPB-eenheden en houdende wijziging van meerdere uitvoeringsbesluiten van de ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing	
Ministerieel besluit tot vastlegging van de minimale inhoud van het logboek van klimaatregelingssystemen	
Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering betreffende het onderhoud en de controle van klimaatregelingssystemen en betreffende de geldende EPB-eisen bij hun installatie en tijdens hun uitbating	
Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering betreffende de voor de verwarmingssystemen van gebouwen geldende EPB-eisen bij hun installatie en tijdens hun uitbatingperiode	
Besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering houdende wijziging van besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering van 5 maart 2009 tot vaststelling van de procedure voor een alternatieve berekeningsmethode voor nieuwe gebouwen	

1.3 Methodologie

1.3.1 Bestaande situatie

De bestaande technische installaties zullen kort worden beschreven op basis van informatie verstrekt door Defensie voor de Koningin Elisabethwijk en door de FOD Justitie voor de voormalige NAVO-site. Ook de door Defensie aangeleverde gegevens met betrekking tot het jaarlijkse energieverbruik zullen worden voorgesteld.

De thermische isolatie van de gebouwen zal kort worden aangesneden zonder details, aangezien de gebouwen allemaal zijn voorbestemd om te worden gesloopt.

1.3.2 Effectenbeoordeling

De kenmerken van het project op het vlak van de nagestreefde energieprestaties zullen gedetailleerd beschreven en van commentaar worden voorzien op basis van de geldende wetgeving.

De thermische prestatiecoëfficiënten zullen worden opgegeven en besproken, om de prestatie van de thermische isolatie van de geplande bouwwerken te situeren.

De nieuwe technische installaties (verwarming, ventilatie en klimaatregeling van de lokalen, productie van SWW, verlichting, ...) zullen worden beschreven en het beheer zal per gebouw/zone (kantoorruimten, parking, ...) worden verduidelijkt.

De gekozen technieken zullen geanalyseerd worden in het licht van de van kracht zijnde normen en de criteria energetische efficiëntie en zuinigheid. De keuzecriteria die tot de beschouwing van de installaties hebben geleid, zullen geëvalueerd worden op basis van de verwachte prestaties.

De diverse energiebehoeften (verwarming, koeling, verlichting, ventilatie en andere uitrustingen) zullen worden besproken.

De inrichtingen om energie te besparen op basis van de door de gespecialiseerde technische bureaus ontvangen informatie (beheer van de warmte- en koudesystemen, de verlichting, de ventilatie...) zullen geëvalueerd worden. Zo zullen de aansturingsmodi van deze installaties geanalyseerd worden om na te gaan of het voorzienbare verbruik afgestemd is op de reële behoeften.

Alternatieve keuzes om energie te besparen zullen kwantitatief geëvalueerd worden om een beter gebruik ervan op het vlak van verwarming, koeling en verlichting te verzekeren. Het nut van andere hernieuwbare energieproducties in het kader van dit project zal eveneens besproken worden.

1.4 Referenties

- Informatie en gegevens verstrekt door Defensie voor de bestaande situatie.
- Aanvraagdossier voor een milieuvergunning voor het project.
- Technische informatie verstrekt door het bureau voor speciale technieken VK.
- Site Leefmilieu Brussel:
<https://environnement.brussels/pro/reglementation/textes-de-loi/legislation-coordonnee-de-la-reglementation-travaux-peb>
<https://www.guidebatimentdurable.brussels/vademecum-reglementation-travaux-peb-partir-juillet-2017/exigences-umaxrmin-umax-partir-2021>

2 **Bestaande situatie**

2.1 **Beschrijving van de bestaande technische installaties**

2.1.1 **Stroomvoorziening**

In het deel van Defensie van de projectsite voorziet één hoogspanningscircuit de gebouwen 5, 5A, 6, 6C en 6D van stroom.

Gebouwen 5 en 6 zijn respectievelijk uitgerust met een hoogspanningscabine met een transformator van 630 kVA (cabine C9) en van 160 kVA (cabine C10).

Gebouw 6C (evenals de kapel gelegen buiten de interventieperimeter in het zuiden) wordt van laagspanning voorzien vanuit gebouw 6.

Gebouwen 6D en 5A worden van laagspanning voorzien vanuit gebouw 5.

Gebouw 6B wordt van stroom voorzien door het netwerk van het voormalige NAVO-hoofdkwartier (PNHQ).

De hoogspanningscabines (privécabines) zijn momenteel allemaal nog in gebruik.

Het voormalige NAVO-hoofdkwartier (PNHQ) heeft 2 hoogspanningscircuits en een hoogspanningsantenne.

De infrastructuur gelegen in de interventieperimeter (gebouw P, 6B, sportinfrastructuur, enz.) zijn respectievelijk aangesloten op de hoogspanningscabines Ng, 2.3, 2.3' en 2.9. De cabines 2.3, 2.3' en 2.9 bevinden zich binnen de perimeter van het project.

Het gebouw CP is ook uitgerust met een dieselgenerator van 400 kVA.

2.1.2 **Verwarming en koeling**

In het deel Defensie voorzag een warmtenet (op stookolie) tot voor kort alle gebouwen in de Koningin Elisabethwijk van verwarming. Na technische problemen (uitvallen van de verwarming in de gebouwen, enz.) wordt de warmtetoevoer sinds oktober 2021 echter per blok voorzien in de zone van de wijk waarop het project betrekking heeft.

Zo worden de gebouwen 5, 6 en 6D verwarmd vanuit mobiele ketels die buiten gepositioneerd zijn, ter hoogte van de gebouwen 6 en 8 (sportcentrum dat niet is opgenomen in de interventieperimeter van het project). Deze ketels bevinden zich in containers en worden voorzien van stookolie uit een aangrenzende bovengrondse tank van 20.000 liter.

De mobiele ketel ter hoogte van blok 6 verwarmt gebouwen 6 en 6D en de mobiele ketel van blok 8 verwarmt gebouwen 5 en 8. Het totale vermogen van deze ketels bedraagt 800 kW voor blok 6 en 1.150 kW voor blok 8.

Gebouw 6B is buiten gebruik gesteld en wordt niet meer verwarmd.

De distributie van warm water naar de gebouwen 5, 6 en 6D wordt verzekerd via recent aangelegde ondergrondse leidingen tussen de mobiele ketels en de gebouwen.

De radiatoren in de lokalen zijn uitgerust met thermostatische kranen en er wordt een aangepaste programmering toegepast voor de verwarmingsbehoeften buiten de bedrijfsuren (nachten, weekenden enz.).

Wat koeling betreft, zijn er met name koelinstallaties aanwezig in de gebouwen 5 (27,3 kW), 6A (46 kW) en 6D (vermogen onbekend). Deze installaties werken het hele jaar door, tijdens de werkuren of continu (gebouw 6A).

Wat het deel van de voormalige NAVO betreft, is het gebouw CP uitgerust met 2 verwarmingsketels op stookolie.

Ook gebouw B11 is uitgerust met een ketel op stookolie.

Bij het gebouw CP werd gebruik gemaakt van koelinstallaties (buitenunits aan de gevel). De apparatuur is nog aanwezig maar hun eigenschappen en toestand zijn niet bekend (al dan niet nog koelvloeistof aanwezig in de installaties).

2.1.3 Verlichting

Op de site van Defensie wordt de omgeving verlicht door lichtarmaturen op masten die zijn uitgerust met HPL-lampen (d.w.z. kwikdamp onder hoge druk). De werking ervan is gebaseerd op een vaste uurprogrammering die handmatig wordt aangepast naargelang de behoeften en het seizoen.

Binnenin de gebouwen worden de ruimten verlicht met plafond- en oude verlichting. De verlichting in de gangen van de gebouwen wordt aangestuurd op basis van een uurprogrammering.

Op de voormalige NAVO-site wordt de omgeving eveneens verlicht door verlichtingsarmaturen op masten.

2.2 Schil van de bestaande gebouwen

De gebouwen die zich binnen de interventieperimeter bevinden, werden in verschillende tijdperken gebouwd, de eerste in de jaren 1970 en de laatste in de jaren 1990.

Op de NAVO-site werden de gebouwen CP en CPT, die dateren uit 1973, in alle haast opgetrokken, zonder enige aandacht voor architecturale kwaliteit, en dus voor isolatie en energieprestaties.

Op de site van Defensie:

- Gebouw 5 werd aan het eind van de jaren '70 gebouwd, is slecht geïsoleerd op thermisch vlak en verkeert in een algemene staat van veroudering.
- Gebouw 5CTR is dan weer een geprefabriceerd gebouw.
- Gebouw 6A, gebouwd in 1972 en gedeeltelijk gerenoveerd in 2010, is slecht geïsoleerd op thermisch vlak.
- Gebouw 6C, gebouwd in 1987, is slecht geïsoleerd op thermisch vlak en verkeert in een algemene staat van veroudering.
- Gebouw 6D, gebouwd in 1993, is slecht geïsoleerd op thermisch vlak maar verkeert in een aanvaardbare algemene staat.

De aanwezige gebouwen zijn dus allemaal oude gebouwen en een aantal verkeren in een slechte algemene staat. Ze zijn allemaal oud en verouderd op het vlak van thermische isolatie en energieprestaties.

Voor de gebouwen van Defensie zijn geen energiecertificaten of -audits beschikbaar.

2.3 Energieverbruik

Voor het deel Defensie van de perimeter is het stroomverbruik voornamelijk betrekking op de verlichting van de binnenruimten, het gebruik van elektrische en elektronische apparatuur en van technische installaties. De verbruiksgegevens zijn niet beschikbaar op de schaal van de gebouwblokken of het interventiegebied, maar bedragen op de schaal van het Kwartier Koningin Elisabeth:

Verbruik in kWh	2022 (01/01/2022-31/12/2022)	2023 (01/01/2023-31/12/2023)
Kwartier Koningin Elisabeth	6.860.636,8	5.463.497,6

Tabel 1: Jaarlijks stroomverbruik van KKE

Het jaarlijkse stookolieverbruik van de mobiele ketels voor de jaren 2022 en 2023 was:

	2022	2023
Mobiele ketel blokken 6 en 6D	55.114 liter	38.170 liter
Mobiele ketel blokken 5 en 8	78.789 liter	90.420 liter

Tabel 2: Jaarlijks stookolieverbruik van het deel Defensie van de perimeter

De door Defensie geïmplementeerde energiebesparende maatregelen zijn: thermostatische kranen voor de verwarming, regeling van de werking van de verwarming buiten de werkuren en uurprogrammering van de verlichting van de gangen. Voor de resterende gebruikperiode van de gebouwen zijn er geen bijkomende maatregelen voorzien.

Het energieverbruik van het deel van de voormalige NAVO van de perimeter is nu zeer laag. De gebouwen worden niet meer gebruikt (beperkt tot het elektriciteitsverbruik voor het verlichten van de omgeving).

2.4 Nazichten van de technische installaties

Het onderhoud en de nazichten van de technische installaties van Defensie worden uitgevoerd in overeenstemming met de wettelijke bepalingen en in het kader van een overeenkomst met allesomvattende garantie door het bedrijf TPF.

Op de site van de voormalige NAVO zijn alle technische installaties nog aanwezig maar het is niet bekend in welke staat ze verkeren.

3 Evolutie van de voorzienbare toekomstige situatie

De voorafgaande sloop van bepaalde gebouwen binnen de interventieperimeter zal het geïnduceerde energieverbruik (stookolie en elektriciteit) wijzigen.

De betreffende gebouwen staan al grotendeels leeg in een bestaande situatie (CP, CPT, 6B) en zijn dus geen verbruikers meer.

De gebouwen 5CTR, 6A, 6C en 6D zullen tegen eind april 2024 niet meer in gebruik zijn. Vanaf dat moment is het enige geïnduceerde verbruik dat met betrekking tot gebouw 5 (verwarming en elektriciteit) en de omgeving (verlichting).

4 Effecten

4.1 Effecten van het project

4.1.1 Concept¹

Het ontwerp van de technische HVAC-installaties is gebaseerd op een aantal essentiële principes:

- De keuze voor robuuste, efficiënte technologieën met beheerste kosten*
- Onderhoudsgemak*
- Energiebesparingen*
- De leesbaarheid van het principe*
- De modulariteit van de installaties*
- De flexibiliteit en uitbreidbaarheid van installaties*

In overeenstemming met deze principes is het de bedoeling om een gebouw op te trekken met voorbeeldige energieprestaties.

Het ontwerp is gebaseerd op het principe van de TRIAS ENERGETICA. In termen van energie wordt dit principe weerspiegeld in de volgende stappen:

- 1. Maximale vermindering van de vraag naar energie;*
- 2. Maximaal gebruik van hernieuwbare energiebronnen;*
- 3. Efficiënt gebruik van fossiele energiebronnen voor de rest van de energievraag.*

Vanaf de ontwerpfase worden deze principes toegepast in de architecturale en technische keuzes.

Deze interventies kunnen worden onderverdeeld in passieve en actieve maatregelen:

- Passieve maatregelen zijn maatregelen die geen technische installatie vereisen. Denk bijvoorbeeld aan het ontwerp van de gevels of de oriëntatie van het gebouw. Deze maatregelen genieten altijd de voorkeur.*
- De actieve maatregelen betreffen alle duurzame technieken die de ecologische voetafdruk van het gebouw verkleinen. Indien ze slim worden gekozen, maken ze het mogelijk om een hoog niveau van comfort te bereiken en de milieu-impact van het project te verminderen.*

Strategie voor de keuze van de technische concepten

Vermindering van de energiebehoeften

De eerste prioriteit is de vermindering van de energiebehoeften door een passende keuze van de temperatuurregimes, de eindunits en de organisatie van de distributienetten.

Het project voorziet in muren en ramen die beter geïsoleerd zijn dan het vereiste minimum. Door het aanbrengen van structurele zonneschermen langs de buitenzijde, worden ook het geïnstalleerde vermogen en het energieverbruik verminderd.

Energie-uitwisseling

Het is niet ongevoel om gelijktijdige behoeften aan warmte en koude in een gebouw te observeren. Door deze uitwisselingen te benutten met warmtepompen of rechtstreeks met behulp van warmtewisselaars, is het mogelijk om verloren energie terug te winnen.

Concreet zal de energie-uitwisseling worden toegepast in alle geplande ventilatiegroepen, en in het hoofdbouwwerk zal de warmte uit de IT-zalen worden teruggewonnen.

¹ Bron: TOELICHTINGSNOTA - AANVRAAG STEDENBOUWKUNDIGE VERGUNNING

Energieopslag

Deze energie-uitwisselingen kunnen worden vertraagd in de tijd, wat een opslag van een zekere capaciteit impliceert. Hierbij kan het gaan om bufferbekkens of het gebruik van de bodem (geothermie). Wanneer de opslag over een lange periode wordt uitgevoerd, wordt dit interseizoensopslag genoemd. In dat geval moeten de warmte- en koudeafnames gelijk zijn om het evenwicht van het systeem in de loop van de tijd te waarborgen.

Aanvullende bronnen

De behoeften zijn niet altijd even groot in de loop van de tijd. De pieken in de behoeften worden slechts gedurende een beperkt aantal uren per jaar waargenomen. De rest van de tijd is slechts een fractie van het vermogen nodig.

De gekozen technieken zijn daarom over het algemeen meervoudig en complementair:

- Een basisinstallatie die het grootste deel van de tijd werkt
- Een extra installatie om te kunnen beantwoorden aan pieken in de vraag (bijvoorbeeld bij grote hitte of intense koude)

Bewaking en sturing van de installatie

Ten slotte maken energiemeters, temperatuur- of druksondes en andere sensoren monitoring mogelijk om in functie hiervan de parameters van de installatie te regelen en de werking ervan te optimaliseren.

Het project voorziet ook in de redundantie van bepaalde technische uitrustingen (noodaggregaten, UPS enz.) om met name het hoofd te bieden aan storingen.

4.1.2 Beschrijving van de technische installaties²**4.1.2.1 Elektrische voeding van het project****4.1.2.1.1 Hoogspanning**

Het project voorziet om in totaal 11 hoogspanningscabines te installeren om de elektrische voeding te verzekeren. Deze cabines bevinden zich in de hoofdgebouwen:

- MB: 8 cabines
- CC: 1 cabine
- CD: 1 cabine
- TB: 1 cabine

Ze zullen worden uitgerust met statische olietransformatoren waarvan het vermogen varieert tussen 630 en 1.250 kVA.

Naam cabine	Vermogen (kVA)	Locatie
Cabine MT 1	4 x 800 kVA	MB
Cabine MT 2	3 x 800 kVA	MB
Cabine MT 3	3 x 1.250 kVA	MB
Cabine MT 4	2 x 630 kVA	MB
Cabine MT 5	2 x 800 kVA	MB
Cabine MT 6	2 x 630 kVA	CC
Cabine MT 7	2 x 800 kVA	MB

² In het blauw, installaties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In het groen, installaties in Vlaanderen.

Naam cabine	Vermogen (kVA)	Locatie
Cabine MT 8	3 x 1.000 kVA	MB
Cabine MT 9	2 x 630 kVA	CD
Cabine MT 10	2 x 1.000 kVA	TB
Cabine MT 11	1 x 630 kVA	MB

Tabel 3: Lijst met geplande hoogspanningscabines in het project

4.1.2.1.2 Zonnepanelen

Op het dak van het gebouw MB is de installatie van $\pm 3.500 \text{ m}^2$ aan zonnepanelen voorzien voor een totaal vermogen van 710.255 kWp³.

De geproduceerde elektriciteit zal in de hoogspanningslus van de algemene voeding van het gebouw geïnjecteerd worden.

4.1.2.1.3 Noodstroomaggregaten

In het technische gebouw zullen 4 elektrogene noodaggregaten geplaatst worden met een nominaal vermogen van 2.500 kVA (ter herinnering, geïnstalleerd in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest).

Deze generatoren werken op diesel afkomstig uit de aangrenzende tanks.

4.1.2.1.4 UPS-apparatuur

Er worden in de hoofdgebouwen MB, CC, CD, TB en SB ook UPS'en met een vermogen tussen 12,5 kW en 675 kW voorzien voor gebruik tijdens stroomonderbrekingen.

4.1.2.2 Verwarming en koeling

4.1.2.2.1 Gebouw MB

Het gebouw werd in 6 halve vleugels opgedeeld zodat het vanuit technisch oogpunt vrijwel autonoom kan werken voor de verwarming, de koeling en de ventilatie).

Naast de behoeften van warmte en koude afhankelijk van de verschillende gebruiksvormen van het gebouw, zullen de server- en dataruimtes het hele jaar door gekoeld moeten worden.

De warmteproductie van het gebouw zal worden verzekerd via een warmwaterlus van 40/30°C die wordt gevoed door verschillende productiebronnen. Dit zal ervoor zorgen dat de terugwinning van de koelmachines van het datacenter en de opslag van warmte gecombineerd kunnen worden met lucht/water en water/water (geothermische) warmtepompen.

³ kWp = kiloWatt-piek = Maximaal vermogen van de installatie

De water/water warmtepomp, met een vermogen van 240 kW, moet het gebouw in de winter verwarmen. Deze wordt aangesloten op een gesloten geothermische installatie. Ze zal op verdieping -2 van het gebouw worden geplaatst.

De geothermische installatie is bedoeld om overtollige warmte op te slaan (warmteterugwinning vanuit het datacenter, de technische ruimten of door het gebruik van lucht/water warmtepompen). De opgeslagen warmte kan op het juiste moment worden afgegeven.

Het veld van geothermische sondes zal zich in de nabijheid van het gebouw bevinden, onder parking P2.

Een totaal van 8 lucht/water warmtepompen met 4 buizen op verdieping +7 zullen ervoor zorgen dat er warmte, koude of beide tegelijk geproduceerd kunnen worden. De eigenschappen ervan worden in de volgende tabel beschreven:

Naam toestel	Vermogen verwarming (kW)	Vermogen koeling (kW)	Elektrisch vermogen (kW)	Type koelvloiestof	Koelvloiestof-inhoud (kg)	Ton CO ₂ eq.
WP 1 lucht/water	370	650	210	R513A	255	160,9
WP 2 lucht/water	370	650	210	R513A	255	160,9
WP 3 lucht/water	370	650	210	R513A	255	160,9
WP 4 lucht/water	370	650	210	R513A	255	160,9
WP 5 lucht/water	370	650	210	R513A	255	160,9
WP 6 lucht/water	370	650	210	R513A	255	160,9
WP 7 lucht/water	370	650	210	R513A	255	160,9
WP 8 lucht/water	370	650	210	R513A	255	160,9
WP 9 water/water (geothermie)	240	-	90	R513A	176	111,1

Tabel 4: Eigenschappen van de warmtepompen - gebouw MB

Ter aanvulling (voor het piekvermogen om te vermijden dat de warmtepompen te groot uitvallen) of in geval van onderhoud van een of meer warmtepomp(en), voorziet het project ook in 2 hoogrendementscondensatieketels op gas met een nominaal vermogen van 280 kW.

De productie van sanitair warm water (SWW) zal worden verzekerd door verschillende warmtepompen op de warmwaterlus.

Aan de behoeften van koeling wordt voldaan door 8 lucht/water koudegroepen die op verdieping +7 zullen worden geplaatst. De eigenschappen ervan worden in de volgende tabel beschreven:

Naam toestel	Vermogen koeling (kW)	Elektrisch vermogen (kW)	Type koelvloiestof	Koelvloiestof-inhoud (kg)	Ton CO ₂ eq.
koelmachine 1	200	95	R454B	25	11,7
koelmachine 2	100	46	R32	13	8,8
koelmachine 3	100	46	R32	13	8,8
koelmachine 4	200	95	R454B	25	11,7
koelmachine 5	100	46	R32	13	8,8
koelmachine 6	200	95	R454B	25	11,7
koelmachine 7	650	200	R513A	205	129,4
koelmachine 8	650	200	R513A	205	129,4

Tabel 5: Eigenschappen van de koelgroepen - gebouw MB

4.1.2.2.2 Gebouw CC

De warmte- en koudeproductie zal worden verzekerd door 2 lucht/water warmtepompen met 2 buizen, geïnstalleerd op verdieping +1: 1 warmtepomp voor de verwarming en 1 warmtepomp voor de koeling.

Naam toestel	Vermogen verwarming (kW)	Vermogen koeling (kW)	Elektrisch vermogen (kW)	Type koelvloiestof	Koelvloiestof-inhoud (kg)	Ton CO ₂ eq.
WP 10 lucht/water	122	-	50	R513A	82	51,7
WP 11 lucht/water	-	192	73,2	R513A	116	73,2

Tabel 6: Eigenschappen van de warmtepompen - gebouw CC

De warmtepompen kunnen onderling worden aangesloten en dienen ook als back-up voor elkaar.

4.1.2.2.3 Gebouw CDSCA

De warmte- en koudeproductie zal worden verzekerd door 1 lucht/water warmtepompe met 4 buizen, geïnstalleerd in de ondergrondse verdieping.

Naam toestel	Vermogen verwarming (kW)	Vermogen koeling (kW)	Elektrisch vermogen (kW)	Type koelvloiestof	Koelvloiestof-inhoud (kg)	Ton CO ₂ eq.
WP 12 lucht/water	118	230	73,2	R513A	116 kg	73,2

Tabel 7: Eigenschappen van de warmtepomp - gebouw CDSCA

4.1.2.2.4 Gebouw SB

De productie van warmte en koude wordt verzekerd door een lucht/lucht warmtepomp van het type VRF, geïnstalleerd op de gelijkvloerse verdieping.

In dit gebouw zal er ook een actieve koeling zijn.

Naam toestel	Vermogen verwarming (kW)	Vermogen koeling (kW)	Elektrisch vermogen (kW)	Type koelvloiestof	Koelvloiestof-inhoud (kg)	Ton CO ₂ eq.
WP 13 lucht/lucht	15	13	7	R410A	9,50	19,8

Tabel 8: Eigenschappen van de warmtepomp - gebouw SB

4.1.2.2.5 Gebouwen MG en SG

De verwarming en de koeling van deze gebouwen zal verzekerd worden door een lucht/lucht warmtepomp, van het type multisplit of mini VRF, geïnstalleerd ter hoogte van het dak.

In deze gebouwen zal er ook een actieve koeling zijn.

MG	Vermogen verwarming (kW)	Vermogen koeling (kW)	Elektrisch vermogen (kW)	Type koelvloiestof	Koelvloiestof-inhoud (kg)	Ton CO ₂ eq.
WP 14 lucht/lucht	9	13	7 kW	R410A	6,50	13,6

SG	Vermogen verwarming (kW)	Vermogen koeling (kW)	Elektrisch vermogen (kW)	Type koelvloiestof	Koelvloiestof-inhoud (kg)	Ton CO ₂ eq.
WP 15 lucht/lucht	6	9	4 kW	R410A	6,50	13,6

Tabel 9: Eigenschappen van de warmtepompen – gebouwen MG en SG

4.1.2.2.6 Gebouw TB

Het technische gebouw zal noch verwarmd noch gekoeld worden.

4.1.2.2.7 Overzicht

Gebouw	Productietype verwarming	Productietype koeling
MB	Hoofdproductie: Geothermie + lucht/water warmtepomp Aanvulling: gasketels	Geothermie + koudegroepen uit één stuk
CC	Lucht/water warmtepomp	Lucht/water warmtepomp
CD	Lucht/water warmtepomp	Lucht/water warmtepomp
SB	Lucht/lucht warmtepomp	Lucht/lucht warmtepomp
MG - SG	Lucht/lucht warmtepomp	Lucht/lucht warmtepomp

De keuze voor lucht/lucht-warmtepompen voor de gebouwen SB, MG en SG is gebaseerd op de zeer variabele bezetting van deze gebouwen. Een energiesysteem dat snel kan reageren is hier aangewezen. Bij vloerverwarming/-koeling of geklimatiseerde plafonds is dat niet mogelijk. Er is gekozen voor een lucht/lucht-warmtepomp, omdat die compact is en snel werkt.

Voor de andere gebouwen werd geen gebruik gemaakt van geothermische energie. De beschikbare oppervlakte en de aard van de bodem zijn immers niet geschikt om dit systeem efficiënt genoeg te laten werken, tenzij met te hoge financiële kosten (vergroting van het sondeveld) en een snellere uitputting van het geothermische veld.

De Brusselse bodem is niet 100% geschikt voor geothermie, de boordiepte voordat de gesteentelaag wordt bereikt, is beperkt.

4.1.2.3 Ventilatie

4.1.2.3.1 Algemene principes⁴

Om het energieverbruik te beperken, wordt de statische druk van de ventilatoren beperkt door de luchtdebieten in de kanalen te verminderen, door specifiek aandacht te besteden aan een goede luchtcirculatie in de bochten en de hulpstukken, en door een goede selectie van de verwarmings- en koelbatterijen, roosters en regelaars enz.

De luchtbehandelingskasten zijn allemaal voorzien van een hygroscopische roterende warmtewisselaar. Die maakt het mogelijk om zowel warmte als vochtigheid terug te winnen. Deze warmtewisselaars hebben een thermische efficiëntie van minimaal 80% en kunnen 65-70% van de vochtigheid terugwinnen.

De roterende warmtewisselaar zorgt ook voor zogenaamde 'free cooling' (natuurlijke koeling): in het tussenseizoen wordt de ruimte in kwestie geventileerd met verse buitenlucht. De aanpassing van de draaisnelheid van de wisselaar maakt het mogelijk om de ventilatielucht op de juiste temperatuur in de ruimte te injecteren al naargelang van de koelbehoefte. Dit heeft het voordeel dat er geen actieve koeling hoeft te worden opgestart wanneer de koelbehoefte beperkt is in het tussenseizoen. Dit zorgt voor aanzienlijke energiebesparingen.

Met de hygroscopische roterende warmtewisselaar van de luchtbehandelingskasten kan dus ook de vochtigheid uit de afgezogen lucht worden teruggewonnen. In de zomer maakt de koelbatterij van de luchtbehandelingskasten het mogelijk om de lucht gedeeltelijk te ontvochtigen.

4.1.2.3.2 Gebouw MB

Voor de ventilatie van het gebouw voorziet het project de plaatsing van een D-systeem met dubbele stroom.

De ventilatiegroepen voor de kantoorzones zullen geïnstalleerd worden op verdieping +7. De volgende ventilatiedebieten worden voorzien:

⁴ Bron: TOELICHTINGSNOTA

Naam toestel	Debiet (m³/u)		Geventileerde zones
	Pulsie	Extractie	
PG1	38.853	38.853	Kantoren A1
PG2	38.853	38.853	Kantoren A2
PG5	38.429	38.429	Kantoren B1
PG6	40.653	40.653	Kantoren B2
PG7	37.173	37.173	Kantoren C1
PG8	37.173	37.173	Kantoren C2

Tabel 10: Ventilatiegroepen voor de kantoren van gebouw MB

Voor de gelijkvloerse verdieping wordt een ventilatiegroep per functie geïnstalleerd, in technische ruimtes op dezelfde verdieping.

In dit verband verwijzen wij de lezer naar het hoofdstuk "Lucht".

De luchtbehandelingscentrales zullen worden uitgerust met een hygroscopische warmtewisselaar.

4.1.2.3.3 Gebouw CC

De ventilatie gebeurt via 2 ventilatiegroepen met dubbele stroom met een debiet van 2 x 12.848 m³/u en 2 x 11.580 m³/u uitgerust met terugwinningswielen.

4.1.2.3.4 Gebouw CDSCA

De ventilatie gebeurt via een ventilatiegroep met dubbele stroom met een debiet van 2 x 14.443 m³/u die uitgerust is met terugwinningswielen.

4.1.2.3.5 Gebouw SB

De ventilatie gebeurt via een ventilatiegroep die uitgerust is met terugwinningswielen. Het ventilatiedebiet zal worden bepaald op basis van het EPB, behalve voor de kantoorzones, waar een debiet van 40 m³/u per persoon wordt voorzien, met aansturing op basis van de CO₂-concentratie.

4.1.2.3.6 Gebouwen MG en SG

De ventilatie gebeurt via een ventilatiegroep die uitgerust is met een warmtewisselaar met gekruiste stromen.

De ventilatiegroep zal een beperkt debiet hebben en zal aan het plafond kunnen worden opgehangen, zonder dat er dus een specifieke technische ruimte nodig is.

4.1.2.3.7 Gebouw TB

Er zijn ventilatoren met een nominaal debiet van 52.600 m³/u voorzien voor de ruimten met elektrogene groepen, i.e. 3 ventilatoren voor de toevoer en 3 voor de afzuiging.

Naam toestel	Debiet (m ³ /u)	
	Pulsie	Extractie
EG 1 (a - b - c)	-	157.800
PG1 (a - b - c)	157.800	-
EG 2 (a - b - c)	-	157.800
PG 2 (a - b - c)	157.800	-
EG 3 (a - b - c)	-	157.800
PG 3 (a - b - c)	157.800	-
EG 4 (a - b - c)	-	157.800
PG 4 (a - b - c)	157.800	-

Tabel 11: Toevoer- en afzuiggroepen - gebouw TB

4.1.2.3.8 Parkings

Voor de CO-ventilatie van de parkings onder de gebouwen MB, CC en CD worden afzuiggroepen voorzien. De grootte van deze groepen werd bepaald op basis van een debiet van 200 m³/u/parkeerplaats.

Naam toestel	Parking	Debiet (m ³ /u)
EG31	MB	6.000
EG3	CC	39.200
EG2	CD	9.800

Tabel 12: Afzuiggroepen voor de ondergrondse parkeergarages

In dit verband verwijzen wij de lezer naar het hoofdstuk "Lucht".

4.1.2.4 Beheer van de installaties - GTB

Alle gebouwen worden gekoppeld aan een GTB voor de opvolging van de HVAC-installatie. Hiermee zal onder andere het volgende mogelijk worden gemaakt:

- Visualisatie van de temperatuur- en druksondes, staat van de machines, storingen, energiemeters, enz.
- Automatische optimalisatie van het tijdstip van herlancering van het gebouw.
- Inschakeling van de nachtventilatie als de omstandigheden gunstig zijn (bijvoorbeeld meerdere koele nachten in de zomer).
- Enz.

4.1.3 Eigenschappen van de energieprestaties van de gebouwen

Het project heeft de ambitie om gebouwen te realiseren met voorbeeldige energieprestaties.

Op regelgevend niveau zijn de EPB-vereisten voor nieuwe niet-residentiële EPB-eenheden als volgt:

Eisen en procedure vanaf 01/07/2017 voor "Niet-Residentiële" EPB-eenheden

EPB-AARD VAN DE WERKEN (alle EPB-bestemmingen)	NE	EPN	NGE	EPN	ZGE	EPN	EGE
% van de warmteverliesoppervlakte die het voorwerp uitmaakt van werken die de energieprestatie ervan beïnvloeden	(geen %) Nieuwbouw per definitie		≥ 75% Bouw en/of afbraak + heropbouw		≥ 50% Bouw en/of afbraak + heropbouw en/of renovatie		Werkzaamheden aan de warmteverlies- oppervlakte en aan de technische EPB- installaties die niet binnen de andere definities vallen
Werkzaamheden aan de technische EPB-installaties	Per definitie nieuwe technische EPB- installaties		Plaatsing en/of vervanging van alle technische EPB-installaties		Plaatsing en/of vervanging van alle technische EPB-installaties		
EISEN Niet-Residentiële							
 PEV [kWh/(m².jaar)]	PEV _{max} NE		PEV _{max} NE * 1.2		PEV _{max} NE * 1.6 OI* vanaf 2023		/
NEV [kWh/(m².jaar)]	/		/		/		/
Oververhitting	/		/		/		/
Technische EPB-installaties	✓		✓		/		/
 Thermische isolatie (U/R) (U) vanaf 2021	Alle scheidings- constructies		Scheidings- constructies die het voorwerp zijn van werkzaamheden		Scheidings- constructies die het voorwerp zijn van werkzaamheden		Scheidings- constructies die het voorwerp zijn van werkzaamheden
1. Scheidings-constructies warmteverliesopp.	✓		✓		✓		✓
2. Scheidings-constructies tussen BV	✓		/		/		/
3. Scheidings-constructies binnen het BV tussen bepaalde eenheden	✓		/		/		/
Hygiënische ventilatie	✓		✓		✓		✓

Figuur 1: Eisen voor nieuwe "niet-residentiële" EPB-eenheden

De toepasselijke wettelijke U_{max} -waarden zijn weergegeven in onderstaande tabel:

ELEMENT DE CONSTRUCTION		U_{max} (W/m²K)
1.	SCHEIDINGSCONSTRUCTIES DIE HET BESCHERMD VOLUME OMHULLEN, met uitzondering van de scheidingsconstructies die de scheiding vormen met een aanpalend beschermd volume	
1.1	TRANSPARANTE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES, met uitzondering van deuren en poorten (zie 1.3.), gordijngelvels (zie 1.4.) en glasbouwstenen (zie 1.5.)	$U_{W,max} = 1.5$ (1) vanaf 2021 $U_{g,max} = 1.1$ (2)
1.2	OPAKE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES, met uitzondering van deuren en poorten (zie 1.3.) en gordijngelvels (zie 1.4.)	
1.2.1	Daken en plafonds	$U_{max} = 0.24$
1.2.2	Muren niet in contact met de grond, met uitzondering van de muren bedoeld in 1.2.4.	$U_{max} = 0.24$
1.2.3	Muren in contact met de grond	$U_{max} = 0.24$ (3) vanaf 2021
1.2.4	Verticale en hellende scheidingsconstructies in contact met een kruipruimte of EPB-kelder buiten het beschermde volume	$U_{max} = 0.24$ vanaf 2021
1.2.5	Vloeren in contact met de buitenomgeving of boven een onverwarmde aangrenzende ruimte	$U_{max} = 0.24$ vanaf 2021
1.2.6	Andere vloeren (vloeren op volle grond, boven een kruipruimte of boven een EPB-kelder buiten het beschermde volume, ingegraven keldervloeren)	$U_{max} = 0.24$ (3) vanaf 2021
1.3	DEUREN EN POORTEN (met inbegrip van kader)	$U_{D,max} = 2.0$
1.4	GORDIJNGEVELS (volgens prEN 13947)	$U_{CW,max} = 2.0$ $U_{g,max} = 1.1$ (2)
1.5	GLASBOUWSTEENWANDEN	$U_{max} = 2.0$
1.6	TRANSPARANTE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES ANDERE DAN GLAS, met uitzondering van deuren en poorten (zie 1.3.) en gordijngelvels (zie 1.4.)	$U_{max} = 2.0$ (1) $U_{sp,max} = 1.4$
2.	SCHEIDINGSCONSTRUCTIES TUSSEN 2 BESCHERMD VOLUMES, (4) met uitzondering van deuren en poorten	$U_{max} = 1.0$
3.	VOLGENDE OPAKE SCHEIDINGSCONSTRUCTIES BINNEN HET BESCHERMD VOLUME (5) met uitzondering van deuren en poorten:	
3.1	TUSSEN "EPB-WOONEENHEDEN" EN ALLE ANDERE EPB-EENHEDEN	$U_{max} = 1.0$
3.2	TUSSEN EPB-EENHEDEN "ANDERE" EN ALLE ANDERE EPB-EENHEDEN	

Figuur 2: Wettelijke U_{max} -waarden voor nieuwe "niet-residentiële" EPB-eenheden (Bron: Leefmilieu Brussel)

Over het algemeen voorziet het project strengere waarden dan het EPB-minimum:

- Dak: 0,10 W/m²K (in plaats van 0,24 W/m²K)
- Gordijngewel ($U_{gemiddeld}$): 1,25 W/m²K
- Muur tegen grond: 0,22 W/m²K (in plaats van 0,24 W/m²K)
- Plaat tegen grond: 0,14 W/m²K (in plaats van 0,24 W/m²K)
- Buitenmuren: 0,12 W/m²K (in plaats van 0,24 W/m²K)

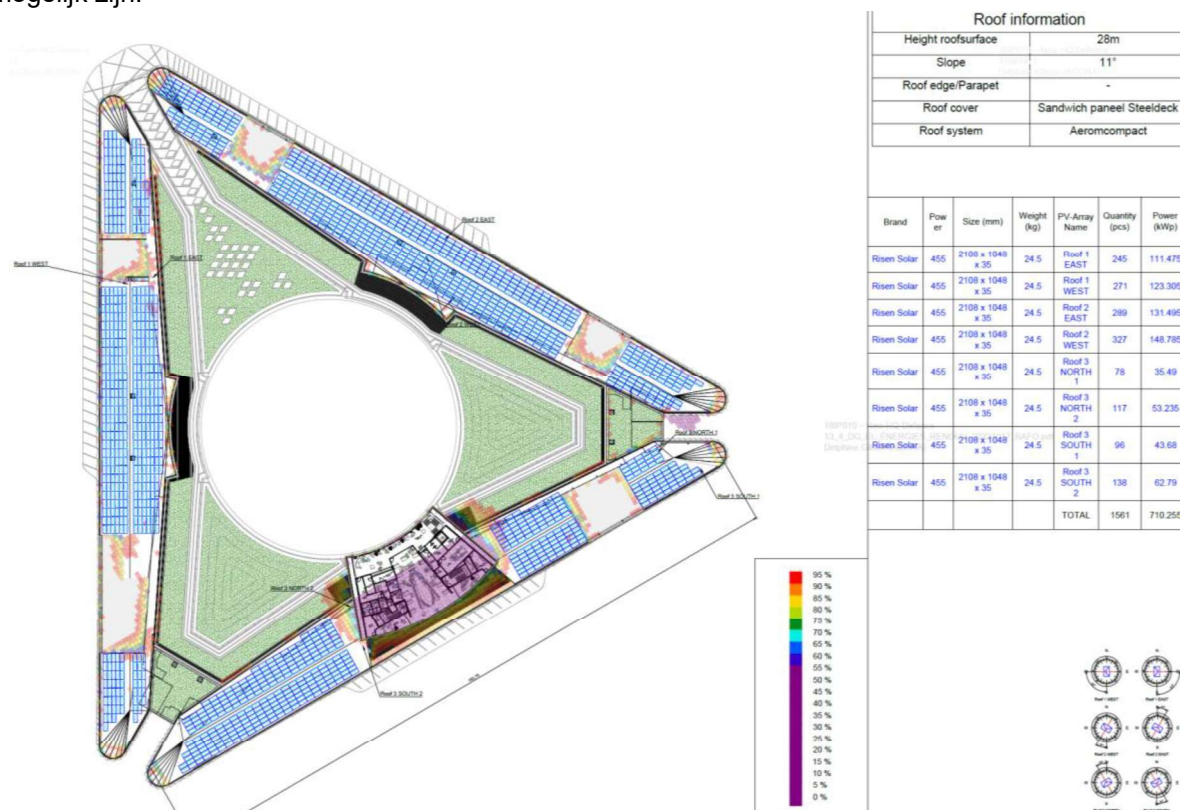
Het zal de EPB-reglementering dus naleven in termen van energieprestaties van de gebouwen.

4.1.4 Gebouw MB

4.1.4.1 Elektriciteitsproductie

De daken van 3 vleugels van het gebouw worden uitgerust met fotonvoltaïsche panelen met een nominaal vermogen van 455 Wp, opgesteld met een helling van 11°. Het project heeft het aantal panelen op MB gemaximaliseerd. De installatie bestaat uit 1.561 panelen voor een totaal vermogen van 710.255 kWp⁵. Omdat de daken op de bovenverdieping van het gebouw schuin zijn, hebben sommige panelen niet de ideale oriëntatie voor een optimale energieproductie. Het benodigde vermogen wordt niet bereikt.

Als deze panelen op platte daken zouden worden geïnstalleerd, zou een optimale oriëntatie en helling mogelijk zijn.



Figuur 3: Plaats van de fotonvoltaïsche panelen op het dak van MB

In geval van een stroomstoring produceren de noodgeneratoren de nodige elektrische energie voor de werking van het gebouw. Deze werken op basis van een hoofdtank met een autonomie van 72 uur, die via pompen secundaire tanks voedt, die op basis van zwaartekracht de generator voeden. Het vermogen van de generatoren is 2.500 kVA (stand-by-modus⁶).

4.1.4.2 Kenmerken van de bouwschil

De weerhouden thermische kenmerken van de wanden – identiek voor alle gebouwen van het project – zijn efficiënter dan de EPB-eisen.

⁵ kWp = kiloWatt-piek.

⁶ Aangezien de aggregaten bedoeld zijn als een 'secundaire' bron van (nood)elektriciteitsproductie, blijven ze 'stand-by' in afwachting van een storing. Het vermogen van 2.500 kVA is een noodvermogen dat gedurende beperkte tijd beschikbaar is (tijdens de storing). Dit vermogen komt overeen met het maximale vermogen van het aggregaat.

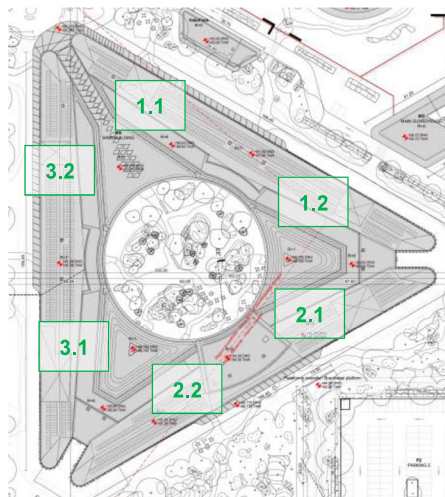
De volgende U_{max}-waarden zijn in deze fase van het project bereikt:

- Voor de daken: 0,10 W/m²K
- Voor de platen op de grond: 0,19 W/m²K
- Voor de muren tegen de grond: 0,15 W/m²K
- Voor de buitenmuren: 0,12 W/m²K
- Voor de gordijnevels: 1,25 W/m²K (U_{gemiddeld})

De variatie in prestaties ten opzichte van de andere gebouwen voor de muren tegen de grond (0,15 W/m²K in plaats van 0,22 W/m²K) en voor de platen op de grond (0,19 W/m²K in plaats van 0,14 W/m²K) is te wijten aan de thermische weerstand van de aarde op deze plaats van de site.

4.1.4.3 Behoeften aan verwarming, koeling en SWW

Het gebouw is verdeeld in drie vleugels, met elk twee verschillende entiteiten.



Het gebouw heeft verschillende behoeften afhankelijk van de seizoenen:

- Winter: de servers moeten worden gekoeld, maar voor de kantoren en andere bestemmingen en voor het sanitair warm water is warmtetoevoer nodig.
- Tussenseizoen: de servers moeten worden gekoeld en de kantoren moeten afwisselend worden verwarmd of gekoeld om een comfortabele temperatuur te behouden. Sanitair warm water is nog steeds nodig.
- Zomer: de servers moeten worden gekoeld, net als de kantoren en andere bestemmingen. De klimaatregelingcentrale van het gebouw moet beschikken over een verwarmingsnet voor de luchtbehandeling (regeling van de luchtvochtigheid van de gekoelde lucht); bovendien zal er altijd behoefte zijn aan sanitair warm water.

Het project voorziet in de installatie van binnenklimaatregeling door het combineren van energieoverdrachten tussen deze verschillende en complementaire bestemmingen, en het gebruik van warmtepompen aangedreven door fotovoltaïsche panelen.

De voorzieningen zullen voornamelijk op de daken worden aangebracht:

("V" = verwarmingssysteem / "K" = koelingssysteem).

- Vleugel 1:
 - Warmtepomp 1 (klasse 2): V: 370 kW / K: 650 kW.
 - Koelgroep 1 (klasse 3): V: - kW / K: 200 kW.
 - Warmtepomp 2 (klasse 2): V: 370 kW / K: 650 kW.
 - Koelgroep 2 (klasse 3): V: - kW / K: 200 kW.

- Vleugel 2:
 - Warmtepomp 3 (klasse 2): V: 370 kW / K: 650 kW.
 - Koelgroep 3 (klasse 3): V: - kW / K: 100 kW.
 - Warmtepomp 7 (klasse 2): V: 370 kW / K: 650 kW.
 - Koelgroep 7 (klasse 2): V: - kW / K: 650 kW.
- Vleugel 3:
 - Warmtepomp 4 (klasse 2): V: 370 kW / K: 650 kW.
 - Koelgroep 4 (klasse 3): V: - kW / K: 200 kW.
 - Warmtepomp 5 (klasse 2): V: 370 kW / K: 650 kW.
 - Koelgroep 5 (klasse 3): V: - kW / K: 100 kW.
 - Warmtepomp 6 (klasse 2): V: 370 kW / K: 650 kW.
 - Koelgroep 6 (klasse 3): V: - kW / K: 200 kW.
 - Warmtepomp 8 (klasse 2): V: 370 kW / K: 650 kW.
 - Koelgroep 8 (klasse 2): V: - kW / K: 650 kW.

De klassen van de warmtepompen/koelgroepen komen overeen met hun vermogen en de hoeveelheid koelmiddel die ze bevatten. In het Brussels Gewest is klasse 3 van toepassing voor installaties met een vermogen tussen 10 en 100 kW, die minder dan 3 kg koelmiddel bevatten. Klasse 2 is van toepassing voor elke installatie boven deze drempels. Ook het Vlaamse Gewest deelt deze inrichtingen in, met eigen drempels.

MB zal ook het enige gebouw in de nieuwe wijk zijn dat geothermische energie gebruikt om overtollige warmte op te slaan. Die energie vertegenwoordigt bijna 10% van de totale thermische capaciteit van het gebouw; ondergrondse energieopslag (BEO - boorgatenergieopslag) kon niet meer worden ingezet in dit project, omdat de diepte van de boringen beperkt is wegens de aard van de Brusselse ondergrond.

4.1.4.4 Ventilatie

De ventilatiebehoeften verschillen per bestemming:

- Werkplekken: 40 m³/u/persoon
- Sanitair – WC: 50 m³/u/toilethok
- Sanitair – urinoirs: 25 m³/u/urinoir
- Sanitair – douches: 75 m³/u/douche
- Archieven: 2 volumes/u
- Afvalruimten: 4 volumes/u
- Parking: 200 m³/u/parkeerplaats
- Keukens: afhankelijk van het debiet van de afzuigkappen
- Datacenter: 22 m³/u/25 m²

Voor de volledige 91.804 m² te ventileren oppervlakte (wat neerkomt op een volume van 100.149 m³), is 407.243 m³/u luchtvernieuwing nodig voor een goede ventilatie van de ruimten. Het gebouw is verdeeld in verschillende vleugels met elk hun eigen ventilatiegroep(en):

- Vleugel 1:
 - Ventilatiegroep 01: 38.853 m³/u (dak).
 - Ventilatiegroep 02: 38.583 m³/u (dak).
 - Ventilatiegroep 11: 7.608 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 12: 3.746 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 13: 2.892 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 16: 3.036 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 17: 24.134 m³/u (kelder).
 - Ventilatiegroep 18: 14.756 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 22: 11.932 m³/u (dak).
 - Ventilatiegroep 27: 5.775 m³/u (verdieping +1).

- Vleugel 2,1:
 - Ventilatiegroep 05: 38.429 m³/u (dak).
 - Ventilatiegroep 06: 40.653 m³/u (dak).
 - Ventilatiegroep 10: 9.368 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 21: 12.430 m³/u (verdieping +1).
- Vleugel 2,2:
 - Ventilatiegroep 09: 11.440 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 14: 3.124 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 28: 4.734 m³/u (kelder).
 - Ventilatiegroep 30: 3.912 m³/u (kelder).
 - Ventilatiegroep 32: 12.040 m³/u (verdieping +1).
- Vleugel 3:
 - Ventilatiegroep 07: 37.173 m³/u (dak).
 - Ventilatiegroep 08: 37.173 m³/u (dak).
 - Ventilatiegroep 15: 5.764 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 19: 4.154 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 20: 2.778 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 23: 6.776 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 24: 11.922 m³/u (dak).
 - Ventilatiegroep 26: 5.775 m³/u (verdieping +1).
 - Ventilatiegroep 29: 4.020 m³/u (kelder).
 - Ventilatiegroep 33: 3.280 m³/u (kelder).

4.1.4.5 Verlichting

Het gebouw is zo ontworpen dat de werk- en ontvangstruimten zich langs de gordijngevels bevinden. Deze vormen bijna alle verticale wanden van het volume. De natuurlijke verlichting en de beschikbaarheid ervan in de werkruimten zullen daarom optimaal zijn.

Alle kunstmatige verlichting bestaat uit ledlampen aan het plafond. Ze worden bediend met drukknoppen en door aanwezigheids-/bewegingsdetectoren. De kantoorlampen worden uitgerust met een prismatische refractor voor een optimale verspreiding van het licht, terwijl de gangen worden verlicht met plafondlampen type downlight.

4.1.4.6 Beglazing en risico op oververhitting

De risico's op oververhitting zijn beperkt tot de buitengevels van het gebouw. De binnengevels zijn beschermd door de algemene volumetrie van het gebouw. Er zijn vaste vinnen (schubben) op aangebracht die deel uitmaken van de architectuur van het gebouw. Als we gevel voor gevel analyseren:

- De noordoostelijke gevel (naar CC gericht) loopt geen risico op oververhitting, omdat de zonnestralen er alleen in de zomer 's morgens vroeg op vallen en bovendien grotendeels worden gebroken door de vinnen.
- De zuidoostelijke gevel (naar P2 gericht) is ook voorzien van vinnen die de zonnestralen in de zomer vanaf 11.00 uur gedeeltelijk breken.
- Op de westelijke gevel (naar P1 gericht) valt meer zonlicht. De vinnen beperken de hoeveelheid zonneshijns tussen het einde van de ochtend en het begin van de middag.

De zuidoostelijke en de westelijke gevels hebben handmatig geactiveerde rolgordijnen om de zoninstraling te regelen voor het comfort in het interieur.

Alle beglazing heeft bovendien een zonnefactor 0,32.

4.1.4.7 Ander energieverbruik

In de ondergrondse parking van MB worden laadpalen geïnstalleerd voor elektrische voertuigen. De geplande laadpalen hebben een vermogen van 22 kW per aansluitpunt (1 of 2 aansluitpunten). In het gebouw MB zijn in totaal 8 laadpalen gepland.

4.1.4.8 Balans van het primaire energieverbruik van het gebouw

Als hoofdgebouw op de site zal het ook de hoogste totale energiebehoeften hebben. Deze behoeften ten opzichte van de nuttige oppervlakte (EPB-eenheid) zullen desalniettemin extreem laag zijn, namelijk rond 79,5 kWh/m² per jaar, met name dankzij de fotovoltaïsche productie en de warmteterugwinningssystemen.

Soorten EPB-eenheden		Niet-residentieel					
Nuttige oppervlakte EPB-eenheid cf. EPB-berekening		105.012 m²					
	Netto energiebehoefte		Uiteindelijk energieverbruik		Primaire energiefactor cf. EPB kWh/jaar	Primair energieverbruik	
	kWh/jaar	kWh/m²jaar	kWh/jaar	kWh/m²jaar		kWh/m²jaar	kWh/jaar
Verwarming	2.213.965,1	21,1	824.426,4	7,9	2,5	2.061.066,0	19,6
Koeling	42.232,5	0,4	81.513,8	0,8	2,5	203.784,4	1,9
Sanitair warm water	183.610,7	1,7	118.168,6	1,1	2,5	295.421,4	2,8
Verlichting	1.007.168,3	9,6	1.007.168,3	9,6	2,5	2.517.920,8	24,0
Hulpenergie (ventilatie, pompen enz.)	1.634.581,2	15,6	1.634.581,2	15,6	2,5	4.086.453,0	38,9
Aftrekking fotovoltaïsche energie (PV)	-326.200,6		-326.200,6	-3,1	2,5	-815.501,4	-7,8
Aftrekking warmtekrachtkoppeling	0,0		0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
Totaal energieverbruik	4.755.357,3	48,4	3.339.657,7	31,8		8.349.144,3	79,5

Figuur 4: MB - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik

4.1.5 Gebouw CC

4.1.5.1 Kenmerken van de bouwschil

De weerhouden thermische kenmerken van de wanden – identiek voor alle gebouwen van het project – zijn efficiënter dan de EPB-eisen.

De volgende waarden zijn in deze fase van het project bereikt:

- Voor de daken: 0,10 W/m²K
- Voor de platen op de grond: 0,13 W/m²K
- Voor de muren tegen de grond: 0,22 W/m²K
- Voor de buitenmuren: 0,12 W/m²K
- Voor de gordijngevels: 1,25 W/m²K ($U_{\text{gemiddeld}}$)

4.1.5.2 Behoeften aan verwarming, koeling en SWW

Warmtepomp 10 met een verwarmingsvermogen van 122 kW staat in voor de luchtverwarming van de foyer en andere ontvangstruimten enerzijds, van de conferentiezaal anderzijds, en voor de luchtbehandeling van de ventilatiegroep.

De tweede warmtepomp, met een koelvermogen van 192 kW, zorgt voor een comfortabele temperatuur in geval van oververhitting van diezelfde ruimten, evenals de luchtbehandeling van de ventilatiegroep.

4.1.5.3 Ventilatie

Voor de 2.498 m² vloeroppervlakte (binnenvolume van 10.665 m³) moet de apparatuur zorgen voor een totale luchtvernieuwing van 22.611 m³.

De conferentiezaal wordt gevoed door ventilatiegroep 01, met een debiet van 12.848 m³/u, in de vorm van een variabel debiet (Variable Air Volume) voor het auditorium en een constant debiet (Constant Air Volume) voor de andere ruimten op de bovenste verdiepingen.

De vergaderzaal en de foyer worden gevoed door ventilatiegroep 02, met een constant debiet van 11.580 m³/u.

4.1.5.4 Verlichting

Met het oog op de transparantie van dit gebouw dicht bij de openbare ruimte, voorziet de architectuur een gordijngesysteem op meer dan de helft van de gevels, voor een optimale natuurlijke verlichting van de ontvangstruimten. Over het auditorium komt een grote koepel met verwijderbare rolgordijnen, die ook veel natuurlijk licht binnenlaat.

Alle kunstmatige verlichting bestaat uit ledlampen aan het plafond, aangepast aan de verschillende soorten ruimten (receptie/ontvangstruimte, gangen, sanitaire voorzieningen, technische ruimten enz.).

4.1.5.5 Beglazing en risico op oververhitting

Het perfect ronde gebouw is omgeven door planten die in de zomer een scherm vormen tegen zoninstraling.

De grote gordijngewel van de receptie en de hoge ramen van het auditorium springen in tegenover de gevel, waardoor ze bedekt zijn door de overstek van het dak. De hoge vensteropeningen worden ook beschermd tegen directe zonnestralen door vinnen (schubben).



Figuur 5: Doorsnede van CC met de luifels

Bovendien zal de combinatie van het grotendeels begroeide dak en de hoofdzakelijk ontharde directe omgeving het hitte-eilandeffect verzachten tijdens hittegolven, waardoor de buitenlucht minder gekoeld hoeft te worden voor de ventilatie.

4.1.5.6 Balans van het primaire energieverbruik van het gebouw

Dit uiterst compacte gebouw heeft hoge plafonds en vereist voldoende luchtverversing voor het onthaal van het publiek. Het jaarlijkse energieverbruik wordt geschat op 122,7 kWh/m² per jaar.

Soorten EPB-eenheden		Niet-residentieel	
Nuttige oppervlakte EPB-eenheid cf. EPB-berekening		2.323 m²	

	Netto energiebehoefte		Uiteindelijk energieverbruik		Primaire energiefactor cf. EPB kWh/j	Primair energieverbruik	
	kWh/j	kWh/m²j	kWh/j	kWh/m²j		kWh/m²j	kWh/j
Verwarming	75.445,6	32,5	30.705,5	13,2	2,5	76.763,7	33,0
Koeling	42.232,5	18,2	7.191,6	3,1	2,5	17.979,0	7,7
Sanitair warm water	2.861,1	1,2	6.023,4	2,6	2,5	15.058,5	6,5
Verlichting	72.976,8	31,4	72.976,8	31,4	2,5	182.442,0	78,5
Hulpenergie (ventilatie, pompen enz.)	62.909,3	27,1	62.909,3	27,1	2,5	157.273,3	67,7
Aftrekking fotovoltaïsche energie (PV)	-65.764,4		-65.764,4	-28,3	2,5	-164.411,1	-70,8
Aftrekking warmtekrachtkoppeling	0,0		0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
Totaal energieverbruik	190.660,9	110,4	114.042,2	49,1		285.105,4	122,7

Figuur 6: CC - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik

4.1.6 Gebouw CDSCA

4.1.6.1 Kenmerken van de bouwschil

De weerhouden thermische kenmerken van de wanden zijn efficiënter dan de EPB-eisen.

Het gaat om:

- Voor de daken: 0,10 W/m²K.
- Voor de platen op de grond: 0,13 W/m²K.
- Voor de muren tegen de grond: 0,19 W/m²K.
- Voor de buitenmuren: 0,12 W/m²K.
- Voor de gordijngewels: 1,25 W/m²K ($U_{\text{gemiddeld}}$).

De variatie in prestaties ten opzichte van de andere gebouwen voor de muren tegen de grond (0,19 W/m²K, in plaats van 0,22 W/m²K) is te wijten aan de thermische weerstand van de aarde op deze plaats van de site.

4.1.6.2 Behoeften aan verwarming, koeling en SWW

De warmtepomp van het gebouw met een verwarmingsvermogen van 118 kW en een koelvermogen van 230 kW zal de warmwatertank voor de douches in het kinderdagverblijf voeden.

Het verwarmingssysteem bestaat uit geklimatiseerde plafonds en vloerverwarming, en behandeling van de lucht van het ventilatiesysteem.

4.1.6.3 Ventilatie

Ventilatiegroep 01 vernieuwt de lucht van het kinderdagverblijf en de kantoren aan $2 \times 14.443 \text{ m}^3/\text{u}$.

Het debiet varieert naargelang het gebruik van de lokalen (bijv. voor de crèche een verschillend debiet tussen de speelzalen en de slaapzalen).

4.1.6.4 Verlichting

De gangen van het gebouw bevinden zich voornamelijk aan de rand, langs de grotendeels beglaasde gevels. Het kinderdagverblijf bevindt zich rond het atrium dat volledig uit gordijngevels bestaat, voor een constante en optimale lichtinval.

Langs de zuidgevel bevinden zich meerdere ruimten die ook profiteren van deze inval van natuurlijk licht, terwijl de technische en opslagruimten zich in de blinde zones bevinden, in het centrum van het gebouw.

Alle kunstmatige verlichting bestaat uit ledlampen aan het plafond. Ze worden bestuurd door drukknoppen en door aanwezigheids-/bewegingsdetectoren in de technische ruimten.

4.1.6.5 Beglazing en risico op oververhitting

De architectuur van het gebouw voorziet dakoverstekken die dekking bieden en het publiek buiten verwelkomen. Deze overstekken verzachten ook het effect van de zoninstraling op de blootgestelde gevels.

De aanwezigheid van hoogstambomen ten westen van het gebouw beperkt eveneens de zoninstraling in de zomer.

Bovendien zal de combinatie van de begroeide daken en de hoofdzakelijk ontharde directe omgeving het hitte-eilandeffect verzachten tijdens hittegolven, waardoor de buitenlucht minder gekoeld hoeft te worden voor de ventilatie.

4.1.6.6 Balans van het primaire energieverbruik van het gebouw

Dit gebouw is compact en zeer goed bestudeerd, met name wat betreft de glazen oppervlakken. Er worden een kinderdagverblijf en technische ruimtes in gevestigd en het zal een voorbeeldig verbruik van $55,1 \text{ kWh/m}^2$ per jaar hebben.

Soorten EPB-eenheden		Niet-residentieel	
Nuttige oppervlakte EPB-eenheid cf. EPB-berekening		4.121 m²	

	Netto energiebehoefte		Uiteindelijk energieverbruik		Primaire energiefactor cf. EPB kWh/j	Primair energieverbruik	
	kWh/j	kWh/m²j	kWh/j	kWh/m²j		kWh/m²j	kWh/j
Verwarming	115.307,1	28,0	44.036,4	10,7	2,5	110.091,0	26,7
Koeling	42.232,5	10,2	7.703,0	1,9	2,5	19.257,5	4,7
Sanitair warm water	19.066,7	4,6	21.526,4	5,2	2,5	53.816,1	13,1
Verlichting	54.433,7	13,2	54.433,7	13,2	2,5	136.084,3	33,0
Hulpenergie (ventilatie, pompen enz.)	28.835,6	7,0	28.835,6	7,0	2,5	72.088,9	17,5
Aftekking fotovoltaïsche energie (PV)	-65.764,4		-65.764,4	-16,0	2,5	-164.411,1	-39,9
Aftekking warmtekraftkoppeling	0,0		0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
Totaal energieverbruik	194.111,2	63,1	90.770,7	22,0		226.926,6	55,1

Figuur 7: CD - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik

4.1.7 Gebouw SB

4.1.7.1 Kenmerken van de bouwschil

De weerhouden thermische kenmerken van de wanden – identiek voor alle gebouwen van het project – zijn efficiënter dan de EPB-eisen.

De U_{max}-waarden voor dit gebouw zijn als volgt:

- Voor de daken: 0,10 W/m²K.
- Voor de platen op de grond: 0,13 W/m²K.
- Voor de muren tegen de grond: 0,12 W/m²K.
- Voor de buitenmuren: 0,12 W/m²K.
- Voor de gordijngesels: 1,25 W/m²K (U_{gemiddeld}).

De variatie in prestaties ten opzichte van de andere gebouwen voor de muren tegen de grond (0,12 W/m²K, in plaats van 0,22 W/m²K) is te wijten aan de thermische weerstand van de aarde op deze plaats van de site.

4.1.7.2 Behoeften aan verwarming, koeling en SWW

Het gebouw wordt verwarmd door een warmtepomp van het type VRF (met variabele koelmiddelstroom), dat wil zeggen een verwarming/ventilatie/airconditioningsysteem dat zich aanpast aan elke binneneenheid afhankelijk van de behoeften.

De warmtepomp heeft een koelcapaciteit van 12,365 W en een verwarmingscapaciteit van 14,146 W verdeeld over verdieping 0 en verdieping -1.

De werking op basis van een lucht-luchtsysteem zorgt voor een grotere verwarmingsreactiviteit gezien de variabele bezetting van dit gebouw.

De vraag naar SWW is gekoppeld aan de aanwezigheid van douches en een koffiehok in het gebouw.

4.1.7.3 Ventilatie

Een ventilatiegroep vernieuwt de lucht van de 1.355 m² vloeroppervlakte (5.332 m³) aan 2.290 m³/u. De luchtstroom is constant (CAV), verdeeld over twee circuits.

4.1.7.4 Verlichting

De voorziene verlichtingsapparatuur voor dit gebouw zijn armaturen met ledlampen. Er is niet gespecificeerd of bepaalde lichten gestuurd worden door bewegingsdetectie.

4.1.7.5 Beglazing en risico op oververhitting

De beglaasde oppervlakte van dit gebouw is zeer beperkt in vergelijking met andere constructies op het terrein, vanwege de logistieke functie. De raamopeningen bevinden zich voornamelijk in de zuidoostelijke gevel, zonder risico op oververhitting door zoninstraling.

Op het dak helpt de vegetatie ook de hele bouwschil en de omgeving te beschermen tegen oververhitting door zoninstraling.

4.1.7.6 Balans van het primaire energieverbruik van het gebouw

Wegens de logistieke bestemming en de integratie in de site heeft de Secondary Building een verbruik van 86,0 kWh/m² jaar.

Soorten EPB-eenheden		Niet-residentieel					
		270 m²					
Nuttige oppervlakte EPB-eenheid cf. EPB-berekening				Primaire energiefactor cf. EPB kWh/j	Primaire energieverbruik		
		Uiteindelijk energieverbruik					
		kWh/j	kWh/m²j	kWh/j	kWh/m²j	kWh/m²j	kWh/j
Verwarming	6.231,9	23,1	2.301,4	8,5	2,5	5.753,6	21,3
Koeling	42.232,5	156,2	484,2	1,8	2,5	1.210,5	4,5
Sanitair warm water	7.786,1	28,8	2.916,3	10,8	2,5	7.290,6	27,0
Verlichting	3.998,4	14,8	3.998,4	14,8	2,5	9.996,1	37,0
Hulpenergie (ventilatie, pompen enz.)	3.706,4	13,7	3.706,4	13,7	2,5	9.266,1	34,3
Aflekking fotovoltaïsche energie (PV)	-4.110,3		-4.110,3	-15,2	2,5	-10.275,7	-38,0
Aflekking warmtekrachtkoppeling	0,0		0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
Totaal energieverbruik	59.845,2	236,6	9.296,5	34,4		23.241,2	86,0

Figuur 8: SB - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik

4.1.8 Gebouwen MG en SG

4.1.8.1 Kenmerken van de bouwschil

De weerhouden thermische kenmerken van de wanden – identiek voor alle gebouwen van het project – zijn efficiënter dan de EPB-eisen.

De volgende waarden zijn bereikt:

- Voor de daken: 0,10 W/m²K.
- Voor de platen op de grond: 0,13 W/m²K.
- Voor de muren tegen de grond: 0,12 W/m²K.
- Voor de buitenmuren: 0,12 W/m²K.
- Voor de gordijngevels: 1,25 W/m²K ($U_{\text{gemiddeld}}$).

4.1.8.2 Behoeften aan verwarming, koeling en SWW

In MG zorgt de warmtepomp van het type Mini VRF voor een koelvermogen van 12.600 W en een verwarmingsvermogen van 8.976 W, verdeeld over 6 circuits.

In SG zorgt de warmtepomp van het type Mini VRF voor een koelvermogen van 8.850 W en een verwarmingsvermogen van 5.800 W. Dit net bestaat eveneens uit 6 circuits.

De warmtepompen werken met een lucht-luchtsysteem, waardoor een grotere verwarmingsreactiviteit mogelijk is gezien de variabele bezetting van deze gebouwen. De omvang van de systemen is ook meer aangepast aan de schaal van deze gebouwen dan andere verwarmings-/koelingsapparaten.

De behoefte aan SWW is voor deze gebouwen zeer beperkt.

4.1.8.3 Ventilatie

Een ventilatiegroep vernieuwt de lucht van de 293 m² vloeroppervlakte (1.027 m³) van MG aan 982 m³/u.

Een ventilatiegroep vernieuwt de lucht van de 203 m² vloeroppervlakte (710 m³) van SG aan 606 m³/u.

4.1.8.4 Verlichting

De voorziene verlichtingsapparatuur voor dit gebouw zijn armaturen met ledlampen. Er is niet gespecificeerd of bepaalde lichten gestuurd worden door bewegingsdetectie.

4.1.8.5 Beglazing en risico op oververhitting

Deze twee gebouwen hebben grote glazen oppervlakken die echter worden beschermd door de dakoverstekken.

4.1.8.6 Balans van het primaire energieverbruik van het gebouw

De hoofd- en secundaire wachtposten hebben een verbruik van respectievelijk 64,1 en 49,3 kWh/m² per jaar.

Soorten EPB-eenheden		Niet-residentieel	
Nuttige oppervlakte EPB-eenheid cf. EPB-berekening		340 m²	

	Netto energiebehoefte		Uiteindelijk energieverbruik		Primaire energiefactor cf. EPB kWh/j	Primair energieverbruik	
	kWh/j	kWh/m²j	kWh/j	kWh/m²j		kWh/m²j	kWh/j
Verwarming	15.719,1	46,3	4.117,8	12,1	2,5	10.294,4	30,3
Koeling	42.232,5	124,3	950,8	2,8	2,5	2.377,0	7,0
Sanitair warm water	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
Verlichting	6.021,8	17,7	6.021,8	17,7	2,5	15.054,5	44,3
Hulpenergie (ventilatie, pompen enz.)	2.886,7	8,5	2.886,7	8,5	2,5	7.216,7	21,2
Aftrekking fotovoltaïsche energie (PV)	-5.261,2		-5.261,2	-15,5	2,5	-13.152,9	-38,7
Aftrekking warmtekrachtkoppeling	0,0		0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
Totaal energieverbruik	61.599,0	196,8	8.715,9	25,6		21.789,7	64,1

Figuur 9: MG - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik

Soorten EPB-eenheden		Niet-residentieel	
Nuttige oppervlakte EPB-eenheid cf. EPB-berekening		246 m²	

	Netto energiebehoefte		Uiteindelijk energieverbruik		Primaire energiefactor or cf. EPB kWh/j	Primair energieverbruik	
	kWh/j	kWh/m²j	kWh/j	kWh/m²j		kWh/m²j	kWh/j
Verwarming	10.971,9	44,5	2.883,2	11,7	2,5	7.207,9	29,3
Koeling	42.232,5	171,4	658,8	2,7	2,5	1.646,9	6,7
Sanitair warm water	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
Verlichting	4.300,0	17,5	4.300,0	17,5	2,5	10.750,0	43,6
Hulpenergie (ventilatie, pompen enz.)	2.282,2	9,3	2.282,2	9,3	2,5	5.705,6	23,2
Aftrekking fotovoltaïsche energie (PV)	-5.261,2		-5.261,2	-21,4	2,5	-13.152,9	-53,4
Aftrekking warmtekrachtkoppeling	0,0		0,0	0,0	2,5	0,0	0,0
Totaal energieverbruik	54.525,5	242,6	4.863,0	19,7		12.157,5	49,3

Figuur 10: SG - Schatting van de energiebehoeften en het primaire energieverbruik

4.1.9 Parkings en omgeving

4.1.9.1 Technische installaties van de parkings

Aangezien de geplande parkings allemaal natuurlijk geventileerd zijn, komt het energieverbruik overeen met het elektriciteitsverbruik voor verlichting.

In de plafonds van de half ingegraven verdiepingen wordt LED-verlichting geïnstalleerd. Het verlichtingsvermogen (lux) moet nog worden gespecificeerd.

Parkings P1 en P2 beschikken niet over technische apparatuur, zoals toegangsbarrières of liften, die elektriciteit zouden kunnen verbruiken.

Het project voorziet parkeerplaatsen met laadpalen voor elektrische voertuigen in P1 (8 plaatsen) alsook in de parking van de topambtenaren (6 plaatsen) en plaatsen voor de 'groendienst' (1 plaats). Deze palen vormen een niet onaanzienlijke verbruikspost, ook al is het aantal geplande palen in het ingediende project beperkt (zie hieronder).

4.1.9.2 Verlichting

Het project voorziet in 3 types buitenverlichtingspunten voor de omgeving⁷:

- 1) 8 m hoge mastarmaturen - verlichting met een vermogen van 85 W
- 2) 6 m hoge mastarmaturen - verlichting met een vermogen van 45 W
- 3) Paaltjes (95 cm hoog) - verlichting met een vermogen van 12 W

Parkings P1 en P2 worden verlicht door armaturen met ledlampen van 85 W op 8 m hoge masten. De armaturen zijn geschikt voor buitenomstandigheden en hebben een hoge slagvastheid van IK08⁸ (IP66).



Figuur 11: Geplande mastverlichting

De overige parkings en binnenwegen, met uitzondering van de Oostlaan die wordt voorzien van armaturen van 85 W, worden verlicht door armaturen van 45 W op 6 m hoge masten voorzien van ledlampen. Deze verlichting heeft dezelfde slagvastheid.

De geselecteerde lampen zijn geschikt voor gebruik buiten.

De activering van de verlichting wordt geregeld door schemerdetectiesondes die het in- en uitschakelen aansturen op basis van de lichtsterkte buiten.

Langs de paden en langs de parkeerrij voor PBM's tussen P1 en MB is verlichting op paaltjes voorzien.

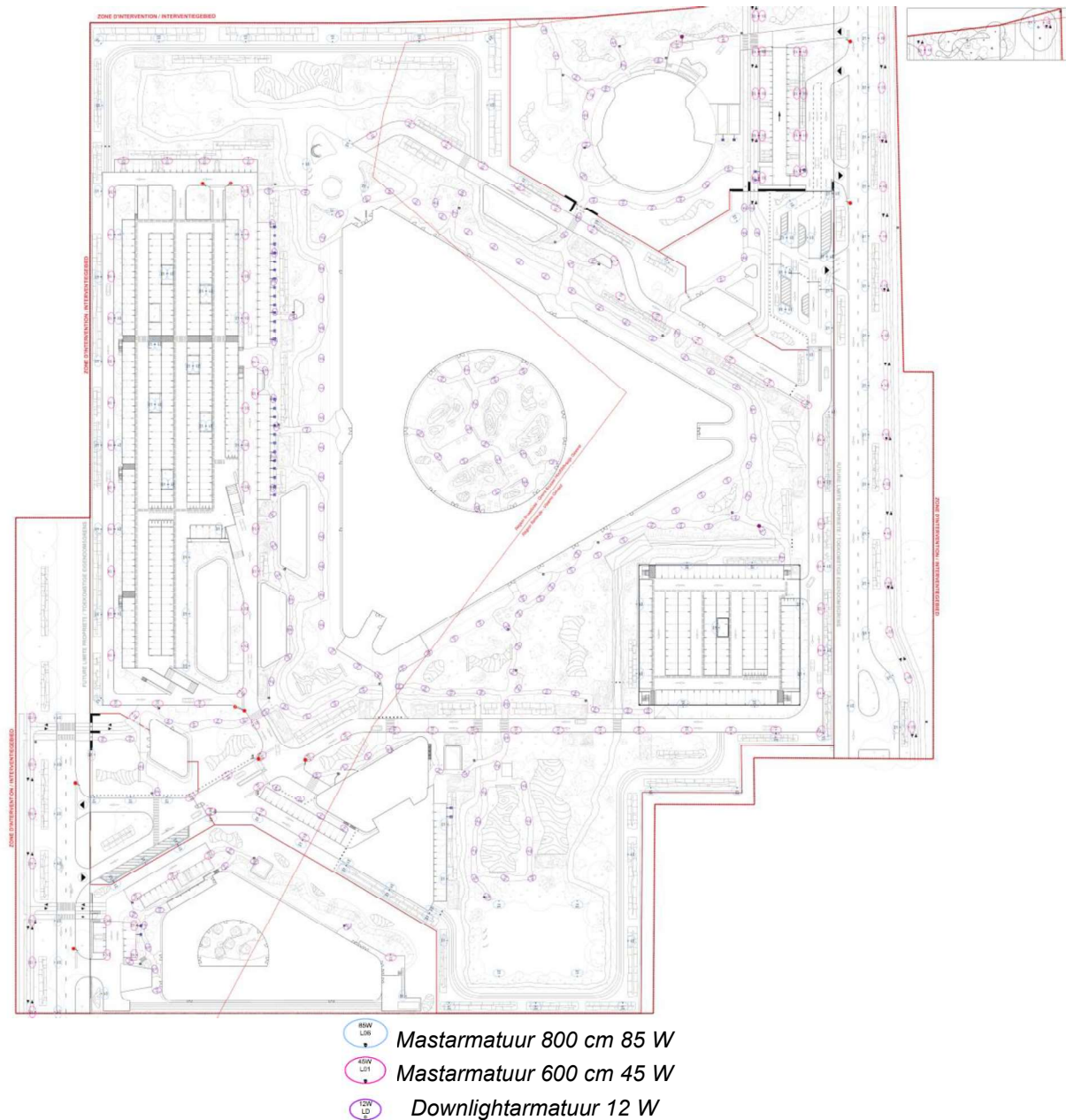


Figuur 12: Verlichting op paaltjes

⁷ Indicatieve waarden in dit stadium, die nog niet met een studie zijn geverifieerd.

⁸ Mate van bescherming op een schaal tot IK10 (IK08 = 5 joule).

Het globale verlichtingsplan geeft de verdeling van de verlichting op de site aan in de geplande situatie.



Figuur 13: Verlichtingsplan van de site (Delta Design)

4.1.10 Globale balans

De voornaamste effecten van het project in de uitbatingfase houden verband met het energieverbruik, dat in het bijzonder afhankelijk is van de energieprestatie van de geplande gebouwen.

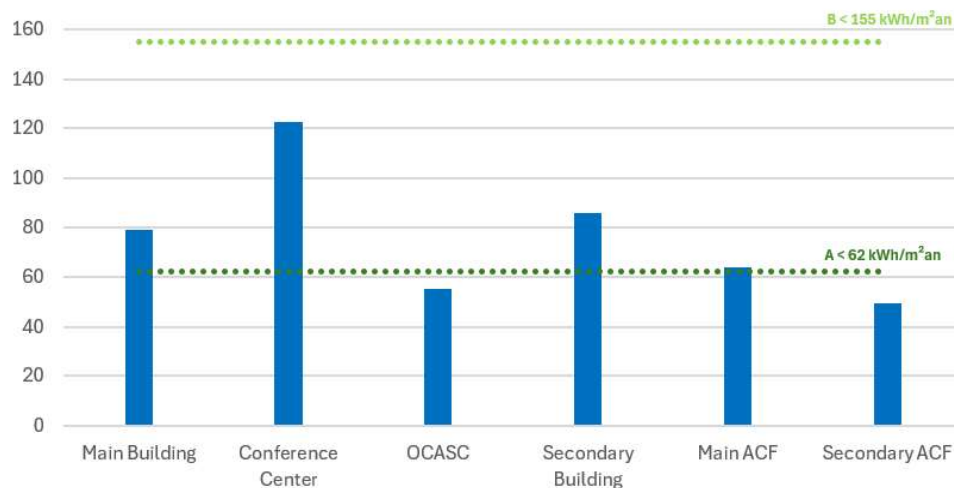
De gebouwen van het project zullen energie verbruiken voor de volgende behoeften:

- Verwarming en koeling;
- Verlichting;
- Ventilatie;

- Elektrische voeding van de technische uitrustingen, waaronder een datacenter met ruimten met dataservers.

Het project voorziet al een reeks maatregelen om het energieverbruik van het gebouw te beperken: afwezigheidsdetectoren, isolatie van de gebouwschil, regeling, zonwering aan de gevel om het verbruik voor koudeproductie te beperken, terugwinning van de warmte van het datacenter, ventilatie met warmteterugwinning ...

Met betrekking tot de Brusselse EPB-indicatoren⁹ voldoen alle gebouwen aan de eisen van het Gewest, namelijk maximaal tot klasse B behoren (minder dan 155 kWh/m² jaar).



Figuur 14: Vergelijking van het verwachte verbruik per gebouw (Agora)

Twee gebouwen, waaronder het kinderdagverblijf, komen overeen met energieklasse A en verbruiken dus minder dan 62 kWh/m² per jaar. Van de gebouwen in klasse B valt alleen het Conference Center niet onder B+.

Een vergelijking van het project met de bestaande situatie is niet relevant, aangezien met de huidige wetgeving, die strenger is dan destijds en het energieverbruik fors beperkt, de nieuwe gebouwen aanzienlijk efficiënter zullen zijn dan de bestaande gebouwen.

Het project maakt gebruik van een installatie van fotovoltaïsche panelen, aardwarmte en warmtepompen die hernieuwbare energie levert en zo een deel van de CO₂-emissies van energiesystemen vermijdt.

De MB zal het enige gebouw zijn op de site dat gebruikmaakt van aardwarmte. Deze techniek wordt niet toegepast voor de andere geplande gebouwen, aangezien een verbinding met de andere gebouwen het geothermische veld snel zou hebben uitgeput en een uitbreiding van het sondeveld slechts beperkt mogelijk is door de beperkte boordiepte vanwege de aard van de Brusselse ondergrond.

De fotovoltaïsche installatie van de MB kan echter worden geoptimaliseerd door de configuratie van het dak te wijzigen.

➔ Zie aanbeveling 5.1.

Wat het risico op oververhitting betreft, zijn in de architectuur van het project al een aantal elementen verwerkt (afhankelijk van het gebouw: luifels, schubben) die bescherming bieden tegen de zon. Het zonweringssysteem van de MB kan nog verder worden geoptimaliseerd, met name aan de zuid- en westgevel van het gebouw.

➔ Zie aanbevelingen 5.4 en 5.5.

⁹ Waarde voor de gebouwen "kantoren en diensten"

Aangezien de perimeter van het project zeer omvangrijk is en het aantal lichtpunten groot, moet de buitenverlichting kunnen worden aangepast om het stroomverbruik onder controle te houden, rekening houdend met de eisen op het vlak van comfort en veiligheid.

Wat de binnenverlichting betreft, zagen we in de schattingen dat deze behoefte een aanzienlijke verbruikspost vormt, waarop besparingen mogelijk zijn.

→ Zie aanbeveling 5.3.

Wat de behoeften van de parkings zelf betreft, zullen deze voornamelijk verband houden met de stroomvoorziening van de laadpalen voor elektrische voertuigen. In dit verband zal het aantal in het project voorziene palen moeten worden aangepast, rekening houdend met de vereisten van het besluit tot vaststelling van de verhouding van de oplaadpunten voor parkings. Door 30% van de parkeerplaatsen uit te rusten met laadpalen, zal de elektriciteitsbehoefte aanzienlijk zijn en het verbruik hoger zijn dan wat in dit stadium is gepland.

We verwijzen de lezer naar het hoofdstuk "Mobiliteit" met betrekking tot het aantal plaatsen dat moet worden uitgerust met een laadpaal.

→ Zie aanbeveling 5.2.

4.2 Effecten van de vervangingsoplossingen

4.2.1 Nulalternatief

Het handhaven van de bestaande situatie binnen het interventiegebied (behoud van gebouw 5 en openluchtparkings) zou de volgende effecten hebben:

- Behoud van een gebouw met een slechte thermische isolatie, verouderde technieken en een algemene staat van veroudering.
- Gebruik van een productiesysteem voor verwarming op basis van fossiele energie.

4.2.2 Alternatief gericht op het creëren van een meer kwalitatieve groene ruimte die aansluit op het toekomstige park van het RPA

De realisatie van dit alternatief zou geen impact hebben op het energieverbruik.

De vegetatie en de ontharding zullen het hitte-eilandfenomeen namelijk nog verder verminderen. Het microklimaat dat zo op de site ontstaat, zal tijdens hittegolven profiteren van de daling van de omgevingstemperatuur. De buitenluchtkoelsystemen zullen dus minder snel moeten werken om de binnenkomende lucht te koelen.

4.2.3 Alternatieve indeling waarbij parking P1 compacter wordt aangelegd

Met de alternatieve indeling van parking P1 kan de natuurlijke ventilatie van de parkings behouden blijven.

- De bovenste verdieping van parkings P1 en P2 is volledig openlucht.
- De onderste verdiepingen (overdekt) zijn aan de 4 zijden open, waardoor natuurlijke ventilatie mogelijk is (zie hoofdstuk "Lucht" over dit onderwerp).

Er is dus geen mechanische ventilatie nodig, die elektriciteit zou verbruiken.

Wat de verlichting betreft, zouden er met deze indeling minder donkere zones zijn in P1, omdat de parking verdicht wordt en de weg eromheen verdwijnt (geen specifieke verlichting voor die weg). Er zou dus minder verlichting nodig zijn.

Er is iets minder elektriciteit nodig op P2 voor de verlichting van de bovenste verdieping.

4.2.4 Alternatief waarbij koeltorens worden gebruikt in plaats van monoblokmachines

De voordelen van de koeltoren werden geëvalueerd in het kader van de koeling van de Main Building, en meer bepaald van de servers. Deze hebben inderdaad het hele jaar door permanente koeling nodig om te kunnen werken.

Het principe van de koeltoren is de uitwisseling van warmte tussen het koelcircuit van de oververhitte apparatuur en een secundair circuit, door middel van een geleider (in het algemeen van metaal). Dit tweede circuit is gericht op de koeltoren zelf; deze bestaat uit een luchtinlaat (natuurlijke of gepulseerde beweging) en een trechter aan de bovenkant, waardoor een schoorsteeneffect ontstaat. Het water van het tweede circuit verdampt er en de druppels sijpelen door een metalen gaas waar de opwaartse luchtstroom doorheen gaat. Het water waaruit de calorieën zijn onttrokken, valt vervolgens terug in een reservoir en wordt teruggevoerd naar het secundaire circuit.

Het systeem is relatief energiezuinig: er wordt alleen energie verbruikt voor de circulatiepompen en de eventuele luchtinlaat. Via de schoorsteen komt een kleine hoeveelheid water terug in de atmosfeer terecht (verdamping). Het systeem vergt echter aanzienlijk veel onderhoud.

In de configuratie van de Main Building heeft het gebouw het hele jaar door evenwel verschillende thermische behoeften:

- Winter: de servers moeten worden gekoeld, maar voor de kantoren en andere bestemmingen en voor het sanitair warm water is warmtetoevoer nodig.
- Tussenseizoen: de servers moeten worden gekoeld en de kantoren moeten afwisselend worden verwarmd of gekoeld om een comfortabele temperatuur te behouden. Sanitair warm water is nog steeds nodig.
- Zomer: de servers moeten worden gekoeld, net als de kantoren en andere bestemmingen. De klimaatregelingscentrale van het gebouw moet beschikken over een verwarmingsnet voor de luchtbehandeling (regeling van de luchtvochtigheid van de gekoelde lucht); bovendien zal er altijd behoefte zijn aan sanitair warm water.

In deze configuratie lijkt het verstandiger om de door de servers geproduceerde warmte terug te winnen voor de verwarmingsbehoefte van het gebouw. Met die recuperatie volstaan kleinere warmtepompen, die effectief worden gekoppeld aan het recuperatiesysteem.

Tussen het systeem dat is gekozen voor het ontwerp van het gebouw en het systeem dat de warmtepomp zou gebruiken, is het rendement gelijk. Met het eerste systeem is niettemin het volgende mogelijk:

- Het waterverbruik beperken (de warmtegeleidende vloeistoffen blijven in een gesloten kringloop). Zie in dit verband het hoofdstuk "Water".
- De behoefte aan behandeling beperken (beheer van algen, bacteriën enz.) voor het water dat in de open lucht in de toren wordt gekoeld). Zie in dit verband het hoofdstuk "Water".
- Impact op het landschap door een permanente afgifte van waterdamp uit een schoorsteen.
- Het hele systeem voor onderhouds- en balancerings efficiëntie vereenvoudigen.

De extra energiebehoefte voor de warmtepompen wordt bovendien gedekt door de fotovoltaïsche panelen, die het dakoppervlak optimaal innemen.

Omwille van het waterbeheer en de onderhoudskosten, en omdat het gebouw zich ook leent voor permanente energie-uitwisseling, is de keuze voor 4-pijps warmtepompen in combinatie met een energielus daarom relevanter.

4.3 Effecten van de werf

Wat de werf betreft, houden de effecten verband met de verbruikte energie (elektriciteit en brandstoffen). Voor het onderhoud van de werf zijn namelijk technische apparatuur en gemotoriseerde bouwmachines nodig, die energie verbruiken.

De organisatie van de werf is gericht op duurzaam werfbeheer, met een rationeel gebruik van de energiebronnen om het energieverbruik te beperken, ook op het niveau van de werfcontainers/kantoren.

De beoogde preventieve maatregelen zijn:

- In de mate van het mogelijke geprefabriceerde ruwbouwelementen gebruiken, wat de duur en dus ook het energieverbruik beperkt.
- Optimalisatie van de kranen qua zonering en van het aantal hijsbewegingen.
- Identificatie van mogelijke droge bouwfases, bijvoorbeeld: gipsplaat in plaats van pleisterwerk, schroeven in plaats van lijmen, houten constructies, droge dekvloeren enz.).
- Gebruik van emissiebeperkende apparatuur: Greenbox-stroomaggregaten van Near Grid Solutions in plaats van stroomaggregaten op diesel, waardoor het piekvermogen van de torenkraan kan worden geabsorbeerd en er bij uitbreiding minder emissies en lawaai zijn.
- Goed geïsoleerde werfketen (energiezuinige werfketen) en goede balans volgens de grootte van de werfketen (hoe kleiner het volume, hoe lager het verbruik).
Energiezuinige werfkantoren met ledverlichting en verwarming met timer, deurpomp op buitendeuren en zonnepanelen. Daarnaast worden de nodige pictogrammen in de werfkeet aangebracht om energie te besparen.

Het energieverbruik van de werf kan echter in dit stadium niet precies worden geschat zonder de gedetailleerde organisatie van de werf te kennen.

5 Maatregelen, aanbevelingen en opvolging

5.1 Optimalisatie van de productie van hernieuwbare elektrische energie

Om de elektriciteitsproductie voor MB te optimaliseren, kan het project platte daken overwegen in plaats van schuine daken (daken op de 7^e verdieping). Met deze architecturale variatie kan de oriëntatie en helling van de fotovoltaïsche panelen worden geoptimaliseerd, aangezien de beperkingen door de momenteel geplande architecturale hellingen verdwijnen.

Om het benodigde vermogen te verkrijgen, kunnen extra productiebronnen worden overwogen op de (platte) daken van andere gebouwen, in combinatie met groendaken, of door middel van beglazing met ingebouwde fotovoltaïsche cellen.

5.2 Voeding van de laadpalen voor elektrische voertuigen

Het project moet rekening houden met de stroombehoeften van de laadpalen voor elektrische voertuigen, waarvan een aantal moet worden voorzien dat overeenstemt met het besluit van de Brusselse Hoofdstedelijke Regering tot vaststelling van de verhouding van de oplaadpunten voor parkings.

Waar mogelijk worden deze laadpalen gevoed met elektriciteit uit hernieuwbare energie.

5.3 Vermindering van het energieverbruik en rationeel energiegebruik

Er kunnen meer voorzieningen voor bewegings-/aanwezigheidsdetectie worden aangebracht (type infrarood of ultrasoon) in de ruimten of gangen in alle gebouwen.

In de omgeving rond de gebouwen kan dit type detectiesysteem de intensiteit van de verlichting doen variëren, steeds met oog voor de veiligheid. Zo wordt energie bespaard voor de verlichting en wordt de duisternis gedeeltelijk in stand gehouden ten gunste van de nachtelijke biodiversiteit.

Om het personeel te sensibiliseren over rationeel energiegebruik, kunnen pictogrammen in de verschillende betrokken ruimtes worden geplaatst om goede praktijken op dit gebied aan te bevelen.

5.4 Ten opzichte van het risico op oververhitting

Het dynamische ontwerp van de architecturale schubben op MB kan de zoninstraling nog effectiever verminderen. Door ze te laten bewegen op een as, geprogrammeerd volgens de behoefte aan nuttige warmtetoevoer, kan de oriëntatie van de schubben de baan van de zon volgen om de zonnestrallen in de zomer effectiever te onderscheppen. Op andere momenten kunnen de zonnestrallen juist worden doorgelaten om de warmte te benutten.

Net als de schubben kan de zonwering op de gehele westgevel ook automatisch worden geprogrammeerd, in plaats van handmatig te worden bediend.

5.5 Het hitte-eilandeffect en de zoninstraling tijdens de zomer beperken door middel van vegetatie

Door meer hoogstammige bladverliezende bomen te voorzien ten westen van de gebouwen en geasfalteerde ruimten, kan de landschapsbehandeling oververhitting in de zomer beperken door de zoninstraling in de boomkruinen te onderscheppen (schaduw).

Het hitte-eilandfenomeen zou ook worden verminderd (zie hiervoor het hoofdstuk 'Microklimaat'), wat de algehele temperatuurstijging op de site zou matigen, terwijl de lagere delen van de gevels en de daken van lage gebouwen gedeeltelijk in de schaduw zouden komen te staan. Deze aanpak zou in de zomer het comfort rond de gebouwen aanzienlijk verbeteren. Bovendien is aanzienlijk meer energie nodig om warmere buitenlucht te koelen voor een comfortabele binnentemperatuur.

6 Samenvatting

Bestudeerde elementen	Effecten	Maatregelen/Aanbevelingen
Energiebehoefte	Verhoogde energiebehoefte: verwarming, koeling, stroomvoorziening, verlichting, ventilatie: – Elektriciteit als hoofdenergie (interne productie met fotovoltaïsche panelen en aansluiting op het net) – Gebruik van geothermische energie (hernieuwbare energie) – Gebruik van fossiele energie alleen als back-up. – Geoptimaliseerde isolatie en werking van de systemen en geplande energieopslag.	De energiebehoefte zoveel mogelijk beperken. De fotovoltaïsche installaties op het MB-gebouw herconfigureren om de productie te optimaliseren. De mogelijkheden onderzoeken om uit te breiden naar andere gebouwen. Het personeel sensibiliseren over rationeel energieverbruik. In de parkings rekening houden met de stroombehoeften die noodzakelijk zijn om het aantal laadpalen voor elektrische voertuigen te voeden in overeenstemming met de verhouding van het parkeerbesluit. Indien mogelijk deze palen voeden met hernieuwbare energie.
Kenmerken van de bouwschil	Sloop-wederopbouw van gebouwen om te voldoen aan de vereiste EPB-eisen: – Vrijwillig striktere EPB-eisen volgen dan de opgelegde drempels. – Compactheid van de gebouwen in het architectuurprogramma	/
Behoeft aan verwarming en koeling	Comforttemperatuur in kantoor-/servicegebouwen (inclusief kinderdagverblijf en receptie) die verwarming nodig hebben in koude perioden en koeling in warme perioden: – Aanpassing van de warmtepompsystemen aan de permanente of tijdelijke behoeften. – Warmteterugwinning uit de datacenters. – Temperatuurregeling in de datacenters die het hele jaar door koeling nodig hebben. SWW-installatie waarvoor het hele jaar door warmte nodig is.	De zoninstraling in de gebouwen beperken om het verbruik voor koeling te beperken.
Beglazing en risico op oververhitting	Grote glazen oppervlaktes, met name in de kantoorruimtes en receptie-/serviceruimtes. Architectonisch ontwerp dat de inval van diffuus natuurlijk licht optimaliseert	Voor MB de mogelijkheid bestuderen om de beschermende schubben beweegbaar te maken en de zonwering automatisch te programmeren.

Bestudeerde elementen	Effecten	Maatregelen/Aanbevelingen
	door een deel van de zonnestralen te onderscheppen Ontharding van de omgeving en begroeide daken om het hitte-eilandfenomeen te voorkomen	Extra vegetatie voorzien ten westen van de gebouwen en geasfalteerde ruimten, steeds met oog voor de veiligheid.
Ventilatie	Comfort- en hygiënenormen die aanzienlijke luchtstromen vergen: Een D-ventilatiesysteem gebruiken dat een optimale controle van de hoeveelheden ververste lucht en een gedeeltelijke terugwinning van de uitgaande calorieën mogelijk maakt voor alle gebouwen met mechanische ventilatie.	Zie het hoofdstuk 'Lucht'.
Verlichting	Bestemming die regelmatige verlichting vereist en veiligheidskwesties die verlichting van de omgeving vereisen: – Architectonisch ontwerp dat de inval van natuurlijk licht in kantoor-/service-/onthaalruimten maximaliseert. – Alle verlichting werkt met ledlampen. – Bediening van de verlichtingssystemen aangepast aan handmatige/geprogrammeerde bediening of gestuurd door detector afhankelijk van de configuraties.	Detectieapparatuur plaatsen in de omgeving om de intensiteit van de verlichting te doen variëren, steeds met oog voor de veiligheid.