



BOUWFYSICA

KWARTAALBLAD VAN DE NEDERLANDS VLAAMSE BOUWFYSICA VERENIGING

SPECIAL HET BESTE GEBOUW



► NVBV 25 JAAR ► PRIJSVRAAG HET BESTE (BOUWFYSISCHE) GEBOUW
► PRIJSWINNAAR ► GENOMINEERDEN ► ALLE 33 INGEDIENDE GEBOUWEN

3
2015
JRG 26

HET BESTE BOUWFYSISCHE GEBOUW

DE GENOMINEERDEN



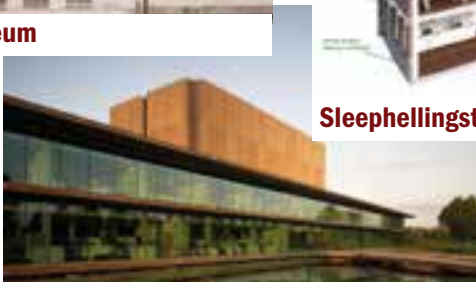
Scheepvaartmuseum



Sleephellingstraat



Leefmilieu Brussel



NIOO-KNAW Wageningen



BACO gebouw

DE OVERIGE INGEDIENDE GEBOUWEN



Stedelijk Van Abbe museum



Faculteit Dans en Theater



Christiaan Huygens College



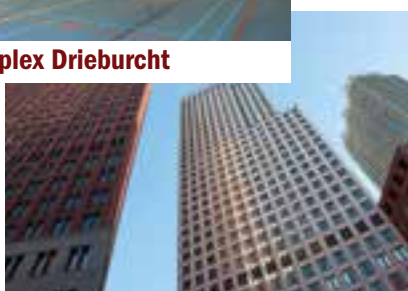
Sportcomplex Drieburcht



EYE Amsterdam



International School Eindhoven



JuBi



Gemeentehuis Bronckhorst



Lumen

vervolg op binnenkant achterflap



- 2 25 jaar NVBV
- 4 Scheepvaartmuseum
- 6 NIOO-KNAW Wageningen
- 8 Sleephellingstraat
- 10 Leefmilieu Brussel
- 12 BACO gebouw
- 14 Stedelijk Van Abbe museum
- 15 Faculteit Dans en Theater
- 16 Christiaan Huygens College
- 17 Sportcomplex Drieburcht
- 18 EYE Amsterdam
- 19 Gemeentehuis Bronckhorst
- 20 International School Eindhoven
- 21 JuBi
- 22 Lumen
- 23 De Markthal
- 24 Meander Medisch Centrum
- 25 Metaforum
- 26 MFA Veldhoven Noord
- 27 Ministerie Financiën
- 28 Passiehuis Houten
- 29 Provinciehuis Noord-Holland
- 30 RHDHV Amersfoort
- 31 Het Nieuwe Rijksmuseum
- 32 Stads kantoor Leyweg
- 33 Studentenpaviljoen Erasmus Universiteit
- 34 Oostvaarderskliniek
- 35 VMBO school de Tender
- 36 The Edge
- 37 De Timmerfabriek
- 38 Tivoli Vredenburg
- 39 Vertigo gebouw
- 40 Wooncomplex voor ouderen Ermelo
- 41 WTC Amsterdam



“Wat zijn onze beste gebouwen?”

Onder deze kop heeft het bestuur van de NVBV haar leden, en via de leden de bureaus die sponsor zijn van de vereniging, opgeroepen om deel te nemen aan de prijsvraag voor de beste Bouwfysische gebouwen uit de afgelopen 25 jaar. De achterliggende vraag hierbij was: “Wat heeft de afgelopen 25 jaar opgeleverd aan gebouwen waar we trots op zijn? Waar staan ze en wat is er dan bijzonder aan?” In totaal hebben de leden 33 projecten voorgedragen. Uit deze 33 heeft een onafhankelijke jury 5 winnaars gekozen. Op de Kennisdag Bouwfysica van 21 mei 2015 hebben de indieners een pitch gehouden om hun projecten te promoten. Vervolgens hebben de aanwezigen het gebouw met de publieksprijs gekozen.

De prijsvraag richtte zich op gebouwen die tussen 1989 en 2014 zijn gebouwd of gerenoveerd. Bij het project moeten Nederlandse of Vlaamse bouwfysici zijn betrokken. De prijsvraag gold voor het vakgebied bouwfysica in de volle breedte, dus inclusief brandveiligheid, akoestiek en duurzaamheid.

Op 22 april 2015 heeft de jury een volle dag beraadslaagd over de projecten, met als eindresultaat de vijf genomineerde gebouwen die als eerste in dit blad aan bod komen. We wensen u veel plezier met deze special van het blad, waarin alle 33 gebouwen nogmaals de revue passeren.

25 jaar NVBV

“WAT ZIJN ONZE BESTE GEBOUWEN?”

Het afgelopen jaar bestond de NVBV 25 jaar. Vijfentwintig jaar waarin het vakgebied bouwfysica is gegroeid en ontwikkeld. Waar laten die ontwikkelingen zich beter zien dan in de gebouwen die in die tijd geadviseerd en gerealiseerd zijn. Al die gebouwen leveren een schat aan ervaring over de voortgang van het vakgebied.

Om deze schat te ontsluiten heeft de vereniging de prijsvraag “Het beste bouwfysische gebouw” uitgeschreven. Wat zijn beste gebouwen uit de afgelopen 25 jaar vanuit het perspectief van de bouwfysische aandachtsgebieden en de thema's “tand des tijds”, integrale samenhang, inventiviteit en de relatie tussen berekening en werkelijkheid?

Wat zien de leden en aangesloten bureaus als de beste gebouwen? Hebben inzichten, berekeningen en adviezen geleid tot bouwfysisch hoogwaardige oplossingen? Hoe hebben deze gebouwen de tand des tijds doorstaan? En daarachter liggen dan vragen die met de kwaliteit van de bouwfysici en de bureaus te maken hebben: is de kwaliteit van het bouwfysische advisering toegenomen en weten de bureaus hoe de werkelijke kwaliteit is geworden en of die kwaliteit is gebleven?

De prijsvraag is medio januari gelanceerd met een mailing naar alle leden met de vraag om inzendingen met bijbehorende motivatie in te dienen. Ieder lid van de NVBV mocht twee gebouwen nomineren. Voor de betrokken bureaus (sponsors) gold een maximum van vijf gebouwen per bureau.

Maar liefst 33 gebouwen zijn voorgedragen. De projecten zijn stuk voor stuk besproken en beoordeeld door een deskundige onafhankelijke jury.

Om tot een goede objectieve afweging te komen heeft het bestuur van de vereniging vijf deskundigen in het vakgebied die niet verbonden zijn aan Bouwfysische bureaus gevraagd in een onafhankelijke jury zitting te nemen. De jury bestond uit:

- Kees van der Linden (vz), zelfstandig adviseur, 1996-2014 TU Delft, 1975-1994 Rijksgebouwendienst
- Ella Braat-Eggen, docent Bouwfysica & Installaties Avans Hogeschool, onderzoeker (PhD) TU Eindhoven
- Staf Roels, hoogleraar Bouwfysica, Katholieke Universiteit Leuven
- Martin de Wit, emeritus hoogleraar Bouwfysica, TU Eindhoven

Het bestuur heeft de jury gevraagd om bij het beoordelen de volgende aspecten te beschouwen:

- Bouwfysische knelpunten waarvoor een (goede) oplossing is gevonden of een combinatie daarvan op het gebied van: Akoestiek/geluid, Vocht, Energie, Binnenklimaat, Daglicht en uitzicht, Stedenbouwfysica, Duurzaamheid
- De mate waarin de oorspronkelijke bouwfysische uitgangspunten bij realisatie de tand des tijds hebben doorstaan
- De integrale samenhang tussen de diverse bouwfysische aspecten enerzijds en architectuur, duurzaamheid, gezondheid en tevredenheid bij eigenaar en gebruiker anderzijds (gerealiseerde synergie)
- Inventiviteit van de gekozen oplossing en de mate waarin de oplossingen hebben geleid tot nieuwe inzichten in het vakgebied
- Relatie tussen berekeningen/simulaties en werkelijkheid
- De kosteneffectiviteit van de gekozen oplossingen

Na uitgebreide beschouwingen en soms stevige discussies zijn 5 winnaars gekozen. Uit deze vijf koos de “zaal” op de Kennisdag de publiekswinnaar. Alle inzendingen hebben iets bijzonders. De projecten zijn daarom dan ook allemaal in deze special van het blad Bouwfysica opgenomen, uiteraard met bijzondere aandacht voor de vijf prijswinnaars!



Sleephellingstraat in Rotterdam. © Woonstad Rotterdam



De Markthal in Rotterdam

Deze vijf winnaars laten zien hoe breed het spectrum van de bouwfysica is. Van de ontwikkeling van een bijzonder industrieel akoestisch product (Scheepvaartmuseum), via de “actieve machine” (Leefmilieu Brussel) tot de Cradle to Cradle aanpak in het NIOO.

Dit brede spectrum is ook zichtbaar in de andere inzendingen. Er zijn projecten waarin echt gezocht is naar een integrale oplossing in soms bijzondere en moeilijke situaties. Bijvoorbeeld de Faculteit Dans en Theater, ArtEZ te Arnhem, ondergebracht in een ondergrondse situatie. Het Meander Medisch Centrum en Stads kantoor Leyweg besteden veel aandacht aan daglicht en uitzicht. Weer andere vormen speerpunten op het gebied van akoestiek of energie.

En dan zijn er natuurlijk de projecten die “gewoon” integraal gedegen wilden zijn: de “betrouwbare” passieve maatregelen in MFA Veldhoven, de VMBO school de Tender met de integrale aanpak van bouwfysica of de Passiefwoning in Houten.

Gelukkig zijn er ook “oude” gebouwen ingediend. Gebouwen die gebruikt en ook veranderd zijn. Wooncomplex Ermelo uit 2001, Lumen (1998), Faculteit Dans en Theater (2004), Vertigo (2002). Projecten waar de indieners hun best hebben gedaan om te achterhalen hoe de kwaliteit nu is.

En tenslotte de thema’s monitoring en “de tand des tijds”. Buiten de hiervoor genoemde projecten waren de andere ingediende projecten veelal relatief nieuw. Daar is nog niet te zien hoe de bouwfysische aspecten de tand des tijds doorstaan. Wel waren er enkele gebouwen waar direct na oplevering monitoring heeft plaatsgevonden. In zekere zin is daar de tand des tijds op korte termijn onderzocht.

Kennis over de bouwfysische situatie en de tevredenheid op langere termijn lijken daarmee maar in beperkte mate – en dan ook nog meestal in de anekdotische sfeer – aanwezig. Hier ligt een uitdaging. Zeker als de markt verschuift van het opleveren van projecten naar de levering van diensten met bijbehorende consequenties voor garanties en juridische aansprakelijkheid.

Naar de mening van bestuur en jury heeft de prijsvraag een mooi resultaat opgeleverd. Een resultaat dat laat zien waar de bouwfysici en bouwfysische bureaus mee bezig zijn. Maar ook stof om nog eens verder over door te denken. Waar zijn we goed in, wat zou beter kunnen? Weten we genoeg over de werkelijke kwaliteit van onze gebouwen? Presteren de gebouwen zoals we hadden bedacht en blijven ze zo presteren? Durven we in de toekomst te garanderen dat een gebouw bouwfysisch goed is en goed blijft? ■

*Namens het bestuur en de jury,
Daniël van Rijn
Kees van der Linden*

De Publieksprijs:

- Scheepvaartmuseum, Amsterdam

De andere winnaars:

- Sleephellingstraat Rotterdam
- NIOO-KNAW, Wageningen
- Leefmilieu Brussel
- Baco gebouw, Roermond



SCHEEPVAARTMUSEUM

Een historisch project waarin bouwfysica integraal is opgenomen met twee zeer bijzondere aspecten:

- **De bijzondere en innovatieve geluidsabsorberende vloer (Helmholtz principe).**
- **De opschuimende raamprofielen die de spleet voor natuurlijke ventilatie bij brand dichtten.**

Het Scheepvaartmuseum in Amsterdam is van 2007 tot en met 2011 grootschalig gerenoveerd. Deze renovatie was noodzakelijk omdat de bouwkundige staat en installaties van het gebouw slecht waren. Daarbij was er vanuit de gebruiker de sterke wens om het museum efficiënter anders in te richten. Deze opgave resulteerde in een aantal bijzondere bouwfysische uitdagingen die integraal, creatief en innovatief zijn aangepakt.

KLIMAATBEHEERSING EN VOCHTHUISHOUDING

Een belangrijke uitdaging was het realiseren van het gewenste hygrisch en thermisch museaal klimaat in het monumentale gebouw. In de verschillende tentoonstellingsruimten is dit vormgegeven in de toepassing van het zogeheten 'vitrineconcept', waarbij zowel inloopvitrites als flexibel in de ruimte op te stellen omloopvitrites zijn toegepast. Rondom de vitrines wordt een normaal kantoorklimaat gerealiseerd, dat wel thermisch zo stabiel mogelijk wordt gehouden. Het belangrijkste winstpunt is dat het niet nodig is om kunstmatig veel vocht in het gebouw te brengen (zeker in het stookseizoen), aangezien het gebouw daar bouwfysisch niet tegen bestand is. Een bijkomend voordeel is dat aanzienlijk minder lucht hoeft te worden geklimatiseerd hetgeen een belangrijke energiebesparing oplevert.



KLIMATISERING VAN DE OVERDEKTE BINNENPLAATS

De klimatisering van de binnenplaats vindt plaats door inzet van natuurlijke luchtafvoer. In de binnengevels zijn overstroomvoorzieningen gerealiseerd in de vorm van open spleten in de glazen ruitjes in de ramen. Door een lichte overdruk in het gebouw en aanwezigheid van permanente openingen rondom de glazen overkapping, is sprake van 'natuurlijke trek' waardoor 'verontreinigde' gebouwlucht via de binnenplaats wordt afgevoerd. Door toepassing van een WKO-systeem is dit geen energieverkwistende aanpak. In combinatie met zonwerende beglazing in het dak kan het klimaat op de binnenplaats zeer goed worden gereguleerd.

Een andere uitdaging had betrekking op brandveiligheid. Tussen de binnenplaats en het gebouw moest een brandscheiding aanwezig zijn, hetgeen niet mogelijk is met open spleten in de ramen. Als oplossing zijn op enige vrije afstand van de bestaande monumentale ramen brandwerende achterzetramen toegepast, waarvan de rondgaande opening bij brand wordt afgedicht door toepassing van opschuimende profielen. Hierdoor is bij brand alsnog sprake van een brandwerende scheiding.

De meest in het oog springende oplossing is de geluidabsorberende vloer van de binnenplaats. Door het aanbrengen van de glazen overkapping en het gegeven dat geen vrijhangende elementen of geluidabsorptie tegen de monumentale binnengevels kon worden aangebracht, ontstond een nagenoeg onoplosbaar probleem. Hiertoe is een innovatieve geluidabsorberende vloer ontwikkeld, bestaande uit samengestelde composiet vloertegels, elk voorzien van zestien kleinere natuursteen tegels. Door de aanwezigheid van spleten tussen de kleinere tegels in combinatie met de specifiek vormgegeven onderzijde van de tegels en spouw onder de vloer is geluidabsorptie volgens het principe van een Helmholtz-resonator gerealiseerd. In het ontwerptraject is de geluidabsorptie van de tegels berekend en uitgebreid getest in het akoestisch laboratorium. Door koppeling van praktijkmetingen aan akoestische simulaties en validatie in de praktijk is de effectiviteit van de vloer op de ruimteakoestiek uitgebreid onderzocht. Dit heeft geresulteerd in een glasoverkapte binnenplaats die met deze innovatieve vorm van geluidabsorptie zeer goed bruikbaar is voor ontvangsten en partijen. ■

Opdrachtgever:	Rijksgebouwendienst
Architect:	DOKarchitecten Rappange & Partners (restauratie) Ney & Partners
Adviseur bouwfysica:	LBP SIGHT
Aannemer:	BAM
Installateur:	Wolter & Dros
Renovatie:	2007 - 2011



Foto: Guy Ackermans



Foto: Guy Ackermans

NIOO-KNAW WAGENINGEN

Cradle to cradle aanpak effectief, duurzaam in de breedte met hoge milieuscores, Bouwfysisch doordracht met o.a. geluid en bijzondere wijze waarop energie wordt ingevangen via kassen.

Het denken in natuurlijke kringlopen en het bestuderen van ecosystemen is de 'core business' van het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO), onderdeel van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen (KNAW). Het instituut heeft ervoor gekozen om volgens de 'cradle to cradle-filosofie' te bouwen. Volgens deze benadering is een gebouw niet schadelijk voor het milieu en de natuur. In 2011 betrok het NIOO het nieuwe gebouw bij de campus van de Wageningen Universiteit. De huisvesting is niet alleen een architectonische blikvanger, maar mag zich ook één van de meest duurzame gebouwen van Nederland noemen.

GEBOUW OPZET: EEN GEZONDE WERKOMGEVING

Het NIOO is gelegen langs de geluidsbelaste Mانشoltlaan. Daarom zijn de laboratoria die geen te openen ramen mogen hebben aan die zijde gelegen en zijn de kantoren aan de geluidsluwe noordoostzijde gelegen met vrijelijk te openen ramen en een individueel te bedienen traditionele buitenzonwering. Op de zonbelaste zuid- en zuidwestzijde wordt de zon via een lichtdoorlatende vaste buitenzonwering geweerd. Het gebouw heeft een diepte van maar liefst 30 meter, omdat in de middenzone de donkere testruimten en opslag zijn gelegen. De kantoren zijn eenzijdig langs de buitengevels gelegen en ontvangen daglicht van twee zijden: de buitengevels en de inwendig gelegen vides. De werkruimten worden geklimatiseerd door een hybride ventilatie (natuurlijk i.c.m. gebalanceerde ventilatie), betonkernactivering en een individuele naregeling van de temperatuur in de zomer en winter.

INNOVATIEVE TECHNIEKEN

De energieopwekking bestaat uit koudeopslag in de ondiepe watervoerende lagen (10°C) en een hoge-tempe-

ratuur opslag (45°C) in de diepere, watervoerende lagen, zodat het gebruik van de warmtepomp wordt geminimaliseerd en de opgeslagen warmte rechtstreeks kan worden gebruikt. De opgeslagen warmte wordt in de zomer ingevangen door zonne-collectoren. Het gebouw is volledig voorzien van LED-verlichting; in die tijd een innovatieve verlichtingsoplossing. Naast een innovatieve energieopwekking is ook de watercyclus gesloten. Het afvalwater wordt op het eigen terrein door helofyten gereinigd en het zwarte water wordt via vacuümtoiletten afgevoerd naar een biovergister voor de productie van methaan en als voedingsstof voor de algenproductie. Ook zijn er innovatieve manieren van opwekking van zonne-energie toegepast, zoals op de 'shedkappen' waar filmvormige zonnecellen zijn toegepast voor onderzoek naar de opbrengst.

C2C MATERIAALGEBRUIK

Alle materialen zijn gewogen op basis van hun levenscyclus. Daarom is er verduurzaamd (FSC) vurenhout voor de puien en is er bekleding toegepast in houtskeletbouw met cellulose-isolatie. De vloeren zijn rechtstreeks gevlinderd en gepolijst en zijn er geen dekvloeren toegepast. Tijdens de bouw waren kit en PUR verboden en er zijn halogeenvrije bekabeling en PE-leidingen toegepast. De daken zijn afgewerkt met EPDM bekleding en begroeiing.

BOUWFYSICA IS OOK DUURZAAMHEID EN BRANDVEILIGHEID

Het project voor NIOO-KNAW is een sprekend voorbeeld voor de ontwikkelingen die het vakgebied bouwfysica in de afgelopen 25 jaren heeft doorgemaakt. Van een specialistische discipline naar een brede integrerende discipline. De competenties van de bouwfysicus zijn veel breder geworden. Brandveiligheid, duurzaamheid en installatiekennis worden nu ook gezien als het expertisegebied van de bouwfysicus, iets dat 25 jaar geleden absoluut nog niet het geval was. Dit project laat zien dat die brede, integrale invulling van het vakgebied tot aansprekende gezonde gebouwen leidt. ■



Opdrachtgever:	Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW)
Architect:	Claus en Kaan architecten (nu: Claus van Wageningen architecten)
Adviseur bouwfysica:	DGMR Bouw B.V.
Aannemer:	Bouwbedrijf Berghage,
Installateur:	Burgers Ergon en Imtech installatietechniek
Bouwjaar:	2009 - 2011



SLEEPHELLINGSTRAAT

Heel goed voorbeeld van monumentaal vooroorlogs woongebouw, opgewaardeerd tot passiefhuisniveau met goede integrale aanpak met veel aandacht voor gebruiker met bestaande technieken.

Het project Sleephelling in Rotterdam ontving in 2009 als eerste renovatieproject het keurmerk PassiefBouwen. De panden werden grondig gerenoveerd tot passiefhuis, waarbij het authentieke karakter van de woningen niet aangetast is.

PASSIEFHUISCONCEPT

Passiefhuizen worden gekenmerkt door een zeer lage warmtevraag als gevolg van een zeer goede isolatie, een extreme luchtdichtheid, een koudebrugvrije detaillering en een hoog rendement warmteterugwinning op de balansventilatie en een effectieve benutting van passieve zonne-energie. Op dat laatste na, hadden de 14 historische woningen aan de Sleephellingstraat, met beschermd stadsgezicht, geen van deze kenmerken. Er was nog een hele wereld te winnen en de uitdaging was des te groter. Het passiefhuisconcept toepassen voor bestaande woningen was nog nieuw in Nederland en zeker in dergelijke authentieke vooroorlogse woningen.

VOORZIENINGEN

De woningen hadden reeds een prachtige voorgevel met een mooie lichtinval. Uitgangspunt was dit te behouden, maar de woningen verder grondig te verbeteren en de energieprestatie maximaal te verbeteren. Er zijn extra zware kozijnen toegepast met 3-voudige beglazing, deze zorgen voor een goede kierdichting. De ramen zijn zodanig gesitueerd dat 's winters maximale zoninstraling mogelijk is. 's Zomers wordt de instraling sterk beperkt door middel van zonwering. De gevelkozijnen van het monumentale woonblok zijn daarbij gehandhaafd. Aan de straatzijde zijn er nieuwe kozijnen met isolatieglas geplaatst achter de bestaande kozijnen met enkel glas.

Comfort en een gezond binnenklimaat staan voorop bij de woningen. Achter de voorgevel, opgetrokken uit steens metselwerk, zijn aan de binnenzijde voorzetwanden geplaatst van 300 mm steenwolisolatie om de esthetische gevel te kunnen behouden. De achtergevel is voorzien van buitenisolatie. Vochthuishouding en effecten van naisolatie aan binnenzijde zijn aan de hand van koudebrugberekeningen en vochtanalyses afgevangen.

Dankzij de luchtdichte en zwaar geïsoleerde gevels is vrijwel geen geluid van buiten in de woningen meer hoorbaar. Daardoor is het extra stil in de woningen en is extra aandacht besteed aan de geluidisolatie tussen de woningen. Geluidisolatie wordt gerealiseerd met zwevende dek-vloeren, lichte woningscheidende wanden, vrijhangende

plafonds en er zijn zo veel mogelijk constructieve onderbrekingen opgenomen.

De installatie van gebalanceerde ventilatie met een goed ventilatievoud (in alle standen van de schakelaar) en met WTW draagt bij aan een gezond leefklimaat. Bewoners kregen instructies hoe de installatie te gebruiken en er vond monitoring plaats. De zonneboilers op het dak leveren meer dan de helft van het benodigde warme tapwater. Bovendien voeden ze de hot-fill wasmachine, wat de energiekosten verder terugbrengt.

ENERGIEBESPARING

In plaats van EPA-U of EPC werd voor deze woningen de energiebesparing gedetailleerd doorerekend met PHPP-software. Tijdens de uitvoering zijn uitgebreide luchtdichtheidsmetingen uitgevoerd.

Verder heeft onafhankelijke monitoring van de woningen plaatsgevonden na de oplevering in 2009. Tijdens verschillende meetsessies in winter en zomer werden temperatuur, luchtvochtigheid en CO₂-gehalte gemeten. Ook werden de ervaringen van de bewoners met enquêtes in beeld gebracht. Het gasverbruik is gemiddeld niet meer dan 400 m³ per jaar, dat is 27% van een vergelijkbare woning met A-label. Het stroomverbruik ligt 20% lager.

Over het leefklimaat in de woning zijn de bewoners positief. In de zomer is het niet lastig de woningen koel te houden, terwijl ze in de winter comfortabel warm blijven. Verder wordt op prijs gesteld dat door het dikke isolatiepakket de woningen erg stil zijn.

WAARDEVERMEERDERING

De meerkosten voor energiebesparing van € 30.000 per woning werden destijds niet volledig bij de kopers neergelegd, terwijl zij jaarlijks ca. € 1250,- gingen besparen aan energiekosten. Eén van de destijds voor € 270.000 verkochte benedenwoningen is inmiddels voor ruim € 100.000 meer doorverkocht. Het energetisch opwaarderen vertaalt zich dus in een waardevermeerdering van de woning. ■

Opdrachtgever:	Woningcorporatie Woonstad Rotterdam
Architect:	Villanova Architecten
Adviseur bouwfysica:	Royal HaskoningDHV (ten tijde van realisatie Dorsserblesgraaf)
Aannemer:	BAM woningbouw
Renovatie:	2007 - 2011 (inclusief monitoring)



Foto: Leon van Woerkom

LEEFMILIEU BRUSSEL

Bijzonder vormgegeven gebouw waar alle bouw fysische aspecten in samenhang zijn bekeken. In de woorden van de indieners: “Een passief kantoor ontwerpen als een bijzonder actieve machine”.

‘Leefmilieu Brussel’, de overheidsdienst voor milieu en energie van het Brusselse Gewest, verhuisde in november vorig jaar naar een nieuw kantoorgebouw op het terrein van ‘Tour & Taxis’ in Brussel. Het nieuwe kantoorgebouw voldoet aan de passiefstandaard (PHPP 2007) voor nieuwbouw kantoorgebouwen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, maar ook aan verschillende andere normen voor duurzaamheid, flexibiliteit en comfort. Met een oppervlak van 16.000 vierkante meter is dit nieuwe kantoorgebouw het grootste passieve kantoor in België en staat het op de tweede plaats in de Europese ranglijst van grote passieve kantoren.

PASSIEF KANTOORGEBOUW ALS ACTIEVE MACHINE

Voor het duurzaamheidsconcept koos DGMR bij de uitwerking van het ontwerp voor een duidelijke richting. Het gebouw is ontworpen als een bijzonder actieve machine, waarin bijna alle ontwerp oplossingen op het vlak van passieve kantoren geïntegreerd werden. Alle eerder opgedane inzichten bij het duurzaam ontwerpen van gebouwen zijn in dit project verwerkt; de ‘Trias Energetica’ in optima forma. Daarmee is het een prachtig staaltje van een bijna energieneutraal (BEN) gebouw, een goed voorbeeld voor een nieuwe generatie bouwprojecten met nieuwe energetische doelstellingen.

De combinatie van een passief gebouwoontwerp met een klimaatsysteem dat warmte- en koude in de grond opslaat maakt van het nieuwe Leefmilieu Brussel een voorbeeldproject.



Het gebouw heeft slechts een energiebehoefte van nog geen 15 kWh/m² per jaar!

COMPACT GEBOUW MET EEN DUNNE ‘LICHTE’ SCHIL

Hierin schuilt de kracht van passief bouwen: dikke, compacte gebouwen met een dunne schil en grote open ruimtes daarbinnen. Die schil laat veel licht in het atrium toe, dat als serre fungeert en een essentieel onderdeel van de klimatisering vormt. Zo kan de vraag naar een grote licht-inval optimaal gecombineerd worden met passieve technieken en ontstaat er een slim gebouw: de energie die erin gaat kan uiteenlopende functies vervullen voordat deze het gebouw weer verlaat.

Om het te verwachten energieverbruik vooraf goed voorspelbaar te krijgen is niet alleen de PHPP-berekeningsmethodiek gehanteerd, maar zijn de verbruiken vooraf dynamisch gesimuleerd met een uitgebreid zonemodel in het softwarepakket ‘TRNSYS’. De te verwachte temperaturen in het atrium in de zomerperiode zijn vooraf onderzocht met behulp van ‘Computational Fluid Dynamics’ (CFD).

ENERGETISCH IN BALANS

Het kantoorgebouw is energetisch volledig in balans. Door de betonkernactivering heeft het gebouw ‘s winters evenveel energie nodig voor verwarming als het in de zomer nodig heeft om gekoeld te worden.

De zwartgekleurde constructie is gedeeltelijk bedekt met fotovoltaïsche zonnepanelen, geïntegreerd in de dakvorm, waarmee een aanzienlijk deel van de benodigde elektriciteit zelf wordt opgewekt.

AANGENAME WERKOMGEVING MET BETAALBAAR COMFORT

De prestaties van dit gebouw voldoen aan de passiefstandaard (PHPP 2007). De technische aanpassingen om te voldoen aan deze passiefstandaard doen geen afbreuk aan de door Leefmilieu Brussel gestelde comforteisen. Het ontwerp garandeert een uiterst aangename werkomgeving ten aanzien van lichttoetreding, temperatuur, luchtkwaliteit en akoestiek en levert het bewijs dat een doorgedreven energieprestatie (passief) hand in hand kan gaan met betaalbaar comfort. ■

Opdrachtgever:	Tour&Taxis Projects
Architect:	architectenbureau cepezed b.v., Samyn and Partners architects & engineers
Adviseur bouwfysica:	DGMR Bouw B.V.
Aannemer:	Van Laere, Zwijndrecht (B)
Bouwjaar:	2012 - 2014



BACO GEBOUW

Een industrieel Rijksmonument uit 1905 omgebouwd tot kantoor. Er is gekozen voor een doos in doosconstructie waardoor de monumentale gevel en de gietijzeren staalconstructies in het zicht zijn gebleven. Om te voldoen aan de huidige bouwfysische eisen is een hoogwaardige binnengevel toegepast. Bijzonder is ook de mate waarin aandacht is besteed aan zaken zoals de lucht- en contactgeluidisolatie van de vloeren.

Het Baco gebouw, een industrieel rijksmonument uit 1905, is sinds april 2013 het nieuwe hoofdkantoor van woningcorporatie Wonen Limburg. Bij de aanvang van het project zijn een aantal zeer specifieke randvoorwaarden meegegeven voor de ontwerp-opgave: de monumentale gevels dienden in het zicht te blijven, evenals de monumentale gietijzeren staalconstructie. Verder diende het gebouw na renovatie te voldoen aan de huidige kwaliteits- en klimaat-eisen en aan te sluiten bij de duurzaamheidsambities van Wonen Limburg.

DOOS-IN-DOOS CONSTRUCTIE

Aan de binnenzijde van de bestaande buitengevel is een klimaatgevel ontworpen, waarbij de thermische kwaliteit de hoogste prioriteit heeft gekregen. De nieuwe glazen binnenschil is uitgevoerd met HR++ beglazing, waardoor in combinatie met de luchtspouw een hoogwaardige thermische schil is ontstaan. In de luchtspouw wordt gezorgd voor een ruw klimaat. 's Winters zorgen de bestaande radiatoren op de begane grond ervoor dat de spouw wordt opgewarmd, zodat condensatie ter plaatse van de oplegging van de bestaande staalconstructie op de buitengevel wordt voorkomen. In de zomer kan de temperatuur in de luchtspouw worden terug gedrongen door realisatie van een natuurlijke ventilatie in de spouw.

Het principe van de door-in-doos constructie heeft vervolgens nog een optimalisatie slag doorgemaakt door de vluchtrampen te integreren in de spouw. Hierdoor was het mogelijk het gebruiksoppervlak van het gebouw maximaal te handhaven en werd er geen inbreuk gedaan aan de lay-out van de plattegronden of verstoring van het gevelbeeld.

BRANDVEILIGHEID

Het bestaande veiligheidsniveau voldeed niet aan de eisen zoals gesteld in de wet- en regelgeving. In een nauwe afstemming met bevoegd gezag en cultureel erfgoed zijn uitgangspunten vastgelegd, zodat enerzijds de veiligheid van het gebouw en de gebruikers kon worden gewaarborgd en anderzijds de monumentale elementen konden worden behouden. Vanwege de open verbindingen tussen de verdiepingen is er bijvoorbeeld voor gekozen het

gebouw verticaal te compartimenteren. De monumentale gietijzeren hoofdconstructie is middels een brandwerende coating opgewaardeerd naar een brandwerendheid met betrekking tot bezwijken van 30 minuten. Voor de ontvluchting voldoet het gebouw aan de nieuwbouweisen zoals deze in het Bouwbesluit 2012 worden gesteld.

VERDIEPINGSVLOEREN

Een andere uitdaging is het ontwerp van het leidingtracé geweest. Een verlaagd plafond was niet mogelijk, omdat de monumentale gietijzeren staalconstructie in het zicht diende te blijven. Ook hier heeft de grote luchtspouw een functie gekregen. Door de nieuwe binnengevel uit te voeren met een borstwering, kon het leidingtransport in de luchtspouw gerealiseerd worden. Per verdieping wordt vervolgens via de lage borstweringen in de nieuwe pui, via verdringingsventilatie geconditioneerde lucht de ruimte ingebracht.

Voor de opwaardering van de lucht- en contactgeluidisolatie van de vloeren is een maatwerk oplossing bedacht. Problematiek die hierbij om de hoek kwam kijken was het beperkte draagvermogen van de bestaande constructie. Door een slimme keuze van materialen en opbouw is een zwevende vloer ontworpen, waarin tevens de kabelgoten zijn geïntegreerd. Tussen de houten balken en boven de klimaatplafonds, zijn absorberend plafondplaten aangebracht voor een prettig akoestisch klimaat.

DUURZAAMHEID

Wonen Limburg heeft bij de aanvang van het project een duidelijke duurzaamheidsambitie neergelegd bij de ontwerpende partijen. Om de toepassing van een WKO-installatie mogelijk te maken, is onderzoek gedaan naar de geschiktheid van de bodem en de toepassing van open of gesloten bronnen. Dit heeft geresulteerd in een installatie, waarbij bijna 40 bronnen zijn geboord, waarin de warmte en koude uitwisseling met de bodem plaatsvindt op grote diepte. De temperatuur van het grondwater is direct te gebruiken voor de hoogtemperatuur koeling. Om het grondwater te kunnen gebruiken voor verwarming dient de temperatuur verhoogd te worden. Hiervoor wordt een warmtepomp gebruikt waarmee voor 80% van het stookseizoen de ruimteverwarming wordt gerealiseerd. Voor pieklasten wordt gebruik gemaakt van HR CV-ketels. Door deze combinatie is het rendement van de warmtepomp optimaal. ■

Opdrachtgever:	Wonen Limburg
Adviseur bouwfysica:	DPA Cauberg-Huygen B.V.
Architect:	SATIJNplus Architecten
Bouwkundig aannemer:	Schakel & Schrale
Installateur:	SPIE Nederland BV
Renovatie:	2012 - 2013

STEDELIJK VAN ABBE MUSEUM

Een renovatie met aandacht voor de bijzondere condities in een museum. Door gebruik van een voorzetwand met ventilatie van de achtergelegen spouw bij de buitengevels zijn ook daar de condities geborgd. Schilderijen kunnen daarom ook daar ten toon worden gesteld. Daglicht komt binnen via dakkappen en een glasdak. Het concept heeft verschillende regelmogelijkheden om te veel aan daglicht te voorkomen.

Het Stedelijk Van Abbe Museum te Eindhoven, in 1936 opgericht, is een bijzonder museumgebouw. In 2003 is het gebouw, rijksmonument van architect A.J. Kropholler, geheel gerenoveerd en voorzien van een nieuw bouwdeel ontworpen door architect Abel Cahen. De museumcollectie is zeer uiteenlopend, van sculpturen tot schilderijen en werken op papier. Het monumentale gebouw gecombineerd met het museale klimaat heeft geleid tot inventieve oplossingen met betrekking tot daglichttoetreding en klimatisering.

Het klimaat in de ruimten moet voldoen aan de museale binnenklimaat eisen voor diverse kunstwerken, zoals schilderijen, sculpturen en werken op papier. Ten behoeve van de meest optimale expositie mogelijkheden worden ook de buitengevels benut om kunstwerken op te hangen. Om de temperatuur en relatieve luchtvochtigheid nabij deze vlakken te stabiliseren en de invloed van de gebouwmassa te minimaliseren is een integrale oplossing ontworpen. De buitengevels zijn voorzien van voorzetwanden. In de spouw die hierdoor ontstaat, wordt de lucht uit de expositieruimten afgezogen. Hierdoor is de



© van Abbemuseum Eindhoven (eigen foto Nelissen)

temperatuur aan het oppervlak waar het kunstwerk is bevestigd, vrijwel gelijk aan de temperatuur in de ruimte. Dit heeft ook esthetisch een positief effect, de hoeveelheid zichtbare roosters in de ruimten wordt beperkt.

Daarnaast was daglichttoetreding een belangrijk item bij het ontwerp van dit gebouw. Kunst komt het beste tot zijn uitdrukking bij daglicht. UV-straling heeft echter een negatief effect op de conservering van kunst. Ook brengt daglicht ongewenste temperatuurschommelingen in de ruimte door zonnewarmte. Daarom is direct zonlicht in de museale ruimten in het ontwerp voorkomen. Er is een glazen dak en diverse dakkappen in het gebouw opgenomen. De type beglazing en de afmetingen van de glazen dakvlakken is geoptimaliseerd. Onder deze constructies zijn diverse lagen, met o.a. regelbare zonweringslamellen en opalen platen aangebracht. Door de verschillende lagen wordt voorkomen dat het licht en de zonnewarmte in de ruimte komen, terwijl er toch een helder beeld wordt gegenereerd. Daarnaast kan de hoeveelheid (dag)licht per zaal en per tentoonstelling vrij worden ingesteld. Door de juiste combinatie van bouwkundige en installatietechnische maatregelen ontstaat een beleving in de ruimten die nog dagelijks door kunstenaars en bezoekers wordt geroemd. In het museumgebouw komt alles bijeen: het klimaat dat noodzakelijk is voor conservering van de kunstwerken, de daglichtbeleving om de kunstwerken goed tot uitdrukking te laten komen en de esthetische uitstraling van de ruimten. Dit alles zorgt ervoor dat niet alleen de kunstwerken maar ook het gebouw zelf een geweldige belevenis is die voor lange tijd behouden blijft! ■



© van Abbemuseum Eindhoven (eigen foto Nelissen)

Opdrachtgever/eigenaar:	Van Abbe Museum
Architect:	Abel Cahen
Adviseur bouwfysica:	Nelissen ingenieursbureau b.v.
Aannemer:	Hurks/ Van Straten
Bouwjaar:	2003

FACULTEIT DANS EN THEATER

Bij het Theatrium is op inventieve wijze gebruik gemaakt van de ondergrondse ligging (warmte- en koudeopslag). Ook voor de ventilatie is een slimme, hybride oplossing ontwikkeld. Uiteraard is er ook bijzondere aandacht besteed aan de toetreding van daglicht. Het gebouw draait nu ruim 15 jaar en het bouwfysisch integraal doordacht concept heeft duidelijk de tand des tijds doorstaan.

Het gebouw voor de faculteit Dans en Theater (het Theatrium, ArtEZ) maakt door zijn ligging onder de grond direct gebruik van warmte- en koudeopslag in de grond. Voor de dieper gelegen delen werd enkel een klein beetje isolatie in de wanden toegepast om condensatie in de zomer te voorkomen. Een gestabiliseerd binnenklimaat vergt op die wijze weinig energie.

De meeste gebruiksruiden zijn gelegen aan een atrium in de vorm van een binnenstraat die baadt in het daglicht. Oververhitting in de zomer wordt tegengegaan door enerzijds de zonweringsdoeken, die kunnen worden gesloten, en anderzijds grote openingen in de kap gecombineerd met via een verhoogde ruimte onder de vloer toegevoerde lucht uit gesloten schachten aan de noordzijde. De stroming wordt in stand gehouden door een thermosifon-systeem (een ondergrondse "schoorsteen"), waardoor het systeem zelfregelend is onder invloed van de binnenkomende warmte.

DAGLICHTTOETREDING ONDERGRONDS

De gebruikers van het gebouw waren bij aanvang niet enthousiast om ondergronds te gaan. Daarom is bij het ontwerp bijzondere aandacht besteed aan daglichttoetreding. Zo zijn bij de atriumkap hoge eisen gesteld aan de kleurweergave voor het doorzicht met als doel een goede gewaarwording van het verloop van de lichtkleur van de hemel door de loop van de dag. Daaraan zijn tijdens de uitvoering door de opdrachtgever eisen toegevoegd m.b.t.

de kleurweergave van het binnenvallende licht met als doel een natuurgetrouwe weergave van op de academie vervaardigde kunstwerken. De ondergrondse ligging biedt weinig uitzicht op maaiveld, maar de begroeiing op de stuwval is vanuit de lokalen aan de zuidzijde door de atriumkap direct zichtbaar.

REFLECTIE

Het gebouw heeft na tumult in de beginjaren (sportvloeren, temperatuur toevoerlucht) tot op heden de tand des tijds goed doorstaan; de installaties hebben in de eerste 10 jaar na oplevering geen significante aanpassingen nodig gehad om goed te functioneren.

- Het principe van een ondergrondse schoorsteen, dat al eeuwenoud is, kan als innovatieve bioclimatische ontwerpoplossing worden ingezet.
- Het is merkwaardig om voor gebruikers in een ondergronds gebouw hoge eisen te stellen aan de kleurweergave, terwijl dit in bovengrondse gebouwen met zonwerende glassoorten vaak niet van belang blijkt.
- Door de keuze van de paarse vloeren blijken de hoge eisen voor de kleurweergave van het binnenvallende licht weinig zinvol.
- In de danslokalen bleken de gaatjespatronen van de geperforeerde gipskartonplaten (aangebracht voor absorptie) door moiré-achtige effecten bij beweging desoriënterend te werken.
- In de danslokalen werden sportvloeren toegepast, waarbij gedurende de eerste 2 à 3 jaren hoge emissies van vluchtige organische stoffen uit de weekmakers verdampen. Indien deze informatie in documentatie vooraf was verstrekt was het mogelijk geweest de nu optredende irritaties aan ogen en luchtwegen te reduceren/voorkomen door ook gedurende de nacht-en weekenduren te ventileren.

Bouwen onder de grond is bij deze bouwdiepte uitzonderlijk duur. Alleen binnen de randvoorwaarde van een ondergronds gebouw kan worden betoogd dat het gebruik maken van de nabijheid van het grondmassief, middels beperkte isolatie, kosten-effectief is. ■



Opdrachtgever/eigenaar:	ArtEZ
Architect:	Hubert-Jan Henket Architecten bna
Adviseur bouwfysica:	Deerns Raadgevende ingenieurs Climatic Design Consult Daidalos Leuven
Aannemer:	Welling/Zublin
Bouwjaar:	2004

CHRISTIAAN HUYGENS COLLEGE

Een bouwfysisch basale aanpak (compacte bouwvorm, goede thermische isolatie, gebruik van massa door open plafonds, enz.) maakten het mogelijk om de eerste CO₂-neutrale school te realiseren. Een goed voorbeeld van een totaaloplossing.

Het Christiaan Huygens college aan de Botenlaan in Eindhoven is een duurzame, CO₂-neutrale school die zelfs energie levert aan het aangrenzende sportpark. Dit is gerealiseerd door een combinatie van een goed architectonisch ontwerp, goede bouwfysische kwaliteit van de gebouwschil en een innovatieve installatie bestaande uit een warmte-koude-opslag in combinatie met een warmtepomp en een energiedak. Met dit dak wordt behalve warmte en koude ook elektriciteit opgewekt. Het gebouw heeft een EPC van 0,52, dit is 48% lager dan de toenmalige eis.

Ten tijde van de oplevering in 2010 was het Christiaan Huygens College de eerste energieneutrale school, die zelfs energie levert aan het aangrenzende sportpark. Om dit te bewerkstelligen is uiteraard allereerst voor een goede bouwfysische schil gekozen: een compacte bouwvorm met een beperkt geveloppervlak, een goed geïsoleerde gebouwschil ($R_c = 4,5 \text{ m}^2\text{K/W}$), HR⁺⁺ beglazing en buitenzonwering. De benodigde energie voor het gebouw is verder beperkt door toepassing van gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning, toepassing van open plafonds ten behoeve van de warmteaccumulatie en regeling van de verlichting op basis van daglicht en aanwezigheid. Via een centraal atrium wordt daglicht



© Christiaan Huygens College: bron: Oskomera / Rau Architecten

diep in het gebouw gebracht waardoor het gebruik van verlichting beperkt wordt.

De benodigde warmte en koude wordt opgewekt via warmte-koude-opslag in combinatie met een collectieve warmtepomp en een energiedak. Lage temperatuur verwarming en hoge temperatuur koeling vindt plaats via de vloer, per ruimte is ook de voor- en nabehandeling van lucht geregeld. Het energiedak is een thermisch systeem, waarbij de zonnecollector niet bestaat uit de conventionele glasplaten, maar uit een buizenregister (kunststof slangen, zoals ook de vloerverwarming die kent) met warmte-wisselaars. Dat buizenregister is onzichtbaar opgenomen in het isolatiemateriaal van de dakconstructie. Daarover heen ligt een kunststof dakbedekking met daarin geïntegreerd, een laag elektriciteit opwekkende pv-cellen. Met het dak wordt behalve warmte en koude ook elektriciteit opgewekt.

Met de geselecteerde maatregelen is een EPC van 0,52 ($Q_{\text{pres,tot}} / Q_{\text{pres,toel}}$) gerealiseerd, bij een wettelijke eis van 1,0. De CO₂-emissie wordt dan met circa 16% verlaagd ten opzichte van de uitgangssituatie.

Het installatieconcept heeft een meerinvestering van circa € 1.500.000,00 gevegd. Deze meerinvestering wordt door de gerealiseerde energiebesparing in circa 9 jaar terugverdiend, mede door de door RVO (voorheen SenterNovem) verstrekte subsidie in het kader van het Unieke Kansen Project. ■



© Christiaan Huygens College: bron: Oskomera / Rau Architecten

Opdrachtgever/eigenaar:	Christiaan Huygens College
Architect:	RAU Architecten Amsterdam
Adviseur bouwfysica:	Nelissen ingenieursbureau b.v.
Aannemer:	Heijmans Bouw
Bouwjaar:	2010

SPORTCOMPLEX DRIEBURCHT

Een multifunctioneel gebouw met label A. Het gebouw bevat zwembaden, sportvoorzieningen, horeca, kinderopvang, kantoor- en vergaderfaciliteiten. Bijzonder is de speciale aandacht voor de akoestiek in de zwembaden, de integratie van installatiecomponenten in de gevel en een aantal andere inventieve oplossingen.

In de wijk De Schans in Tilburg is in opdracht van Gemeente Tilburg een aansprekend en multifunctioneel sportcomplex gerealiseerd. Het gebouw is transparant zodat van buiten af de activiteiten die in het gebouw plaatsvinden goed zichtbaar zijn. Daarnaast is het gebouw ook intern transparant. Deze opzet van het gebouw zorgde voor diverse bouwfysische en akoestische uitdagingen, welke alle door een goede samenwerking binnen het ontwerpteam zijn opgelost. Door deze goede samenwerking met architect en gemeente is het gelukt om een duurzaam en comfortabel sportgebouw te realiseren met een mooie uitstraling.

Het nieuwe sportcomplex bestaat naast een wedstrijdbad en twee doelgroepenbaden uit een sporthal met drie sportzalen conform NOC/NSF normering en een fitnesscentrum. Naast deze sportfuncties biedt het gebouw ruimte aan een horecagelegenheid, buitenschoolse kinderopvang en de benodigde kantoor-/ vergaderfaciliteiten. Het ambitieniveau van de gemeente lag hoog, waarbij duurzaamheid en exploitatie nadrukkelijke speerpunten zijn geweest in de uitwerking van het plein. De gemeente Tilburg is mede initiatiefnemer bij de ontwikkeling van de GPR-module, een beoordelingsmethode om de duurzaamheid van gebouwen in kaart te brengen. Aangezien er nog geen norm bestond voor een dergelijk sportcomplex, is besloten om Sportcomplex Drieburcht als referentieproject te gaan gebruiken voor een specifieke GPR-module ten behoeve van sportaccommodaties.

Voor zowel de sporthal, als de zwembaden is een eis gesteld aan de nagalmtijd gebaseerd op de streefwaarden conform NOC-NSF. In de sporthal zorgde de geëiste opdeelbaarheid van de ruimte voor een extra uitdaging, omdat ook in de opgedeelde situatie moet worden voldaan aan de eisen.

Het gebouw is op dit moment circa 1,5 jaar in gebruik en dit, buiten de “gebruikelijke” kinderziektes, zonder klachten van gebruikers en bezoekers van het gebouw. Eén jaar



© Drieburcht Tilburg (eigen foto Nelissen)

na oplevering is het energielabel van het gebouw bepaald en vastgesteld op klasse A.

Ook op installatietechnisch gebied zijn een aantal inventieve oplossingen gekozen. Zo zijn de luchtbehandelingskasten voorzien van hoogwaardige warmtepomptechnologie. Het gebruik van schoon drinkwater is beperkt door hoogwaardige filters toe te passen, waardoor vuilwater kan worden gesuppleerd in de zwembaden.

De samenhang tussen architectuur, binnenklimaat en installaties blijkt uit het gerealiseerde gebouw. Het transparante sportcomplex kon alleen worden gerealiseerd middels integrale samenwerking. Met name in de gevel komen vele disciplines samen en ook op het gebied van installaties en bouwfysica is een goede afstemming de basis geweest voor de gerealiseerde kwaliteit. ■

Opdrachtgever/eigenaar:	Gemeente Tilburg
Architect:	VenhoevenCS te Amsterdam
Adviseur bouwfysica:	Nelissen ingenieursbureau b.v.
Aannemer:	Heerkens van Bavel Van Wijnen Tilburg
Bouwjaar:	2013

EYE AMSTERDAM

Opvallend vanwege de aandacht voor ruimte-akoestiek in en geluidsisolatie tussen de verschillende filmzalen. Vanwege de ligging aan het IJ zijn ook windtunnelstudies uitgevoerd.

“I spy in beautiful EYE”

EYE ligt op de noordoever van het IJ en is de thuishaven van het Filmmuseum, Holland Film, de Filmbank en het Nederlands Instituut voor Filmeducatie. EYE bevat state-of-the-art filmzalen, een moderne tentoonstellingsruimte, horeca, kantoorruimtes en een museumwinkel.

Een aantal specifieke uitdagingen bij dit project betrof de bouwfysica van grote foyerruimten, veilige ontvluchting van publieksruimten en een uitdagende compartimentering (akoestisch en brandtechnisch).

In het complexe gebouw zijn de zalen geheel akoestisch van elkaar ontkoppeld en vormen ook onafhankelijke klimaatzones en brand-compartimenten.

Vluchten vanuit de grote publieksruimten heeft geleid tot oplossingen die ook elders zichtbaar zijn, zo is een vluchtrap vanuit de expositie als een ruimtelijk element in de algemene ruimten teruggekomen.

Belangrijke windhinder is geïdentificeerd in de windtunnel. Ook zijn voorzieningen daarvoor ontworpen. De filmzalen zijn zelfstandige brandcompartimenten en zijn niet voorzien van sprinklers. De wanden zijn namelijk om akoestische redenen zo opgebouwd dat ze ook aan de eisen van brandwerendheid kunnen voldoen. Ook is de brandwerende bekleding van de constructie deels met de wanden opgelost.

Verschil in vorm tussen dak en plafond van de grote ruimte bood mogelijkheid tot het realiseren van een grote spouw. Hiermee is het dak zeer goed geluidsisolerend gemaakt. ■



Opdrachtgever/eigenaar:	ING Vastgoed
Architect:	DeluganMeisslAssociatedArchitects
Adviseur bouwfysica:	Peutz BV
Aannemer:	Bouwbedrijf M.J. De Nijs en Zonen
Bouwjaar:	2012

GEMEENTEHUIS BRONCKHORST

Een gemeentehuis ontwikkeld vanuit de principes van passief bouwen. Opvallend zijn de zeer hoge energetische prestaties en de thermisch isolerende luiken voor de ramen.

Duurzaam Bouwen vereist een andere manier van ontwerpen. Bij het ontwerp van het gemeentehuis van Bronckhorst zijn principiële keuzes gemaakt die de ontwikkeling van een energieneutraal gebouw dichterbij brengen.

Het gemeentehuis van Bronckhorst is een zeer energiezuinig gebouw en wellicht het meest energiezuinige gemeentehuis van Nederland. Het gebouw is dan ook grotendeels ontworpen volgens de principes van passief bouwen. Zelfs volgens de huidige eisen aan de energieprestatie, die sinds de bouw aanvraag voor het gemeentehuis met circa 30% zijn aangescherpt, gebruikt het gemeentehuis slechts 50% van de maximaal toelaatbare energie voor kantoorgebouwen. Om dit te bereiken is een zeer goed geïsoleerde gebouwschil toegepast, met drielaags isolatieglas en een gevel met een 16 cm dik pakket PIR.

De ruimten in het gebouw worden niet meer geventileerd dan nodig. Variabele volumeregelaars regelen dynamisch de aanvoer van ventilatielucht per vertrek. Luiken voor de ramen zorgen er voor dat de energieverliezen buiten kantoor tijd tot een minimum worden beperkt. De overdracht van warmte en koude vindt plaats via betonkernactivering, aangesloten op warmte- en koudebronnen in de bodem. De 400 PV-panelen op het dak zorgen voor een verdere verlaging van de EPC.



MoBius consult verzorgde de advisering duurzaam bouwen. Door een integrale aanpak is niet alleen een zeer energiezuinig, maar ook comfortabel gebouw gerealiseerd, terwijl de landelijke inpassing van het gebouw intact is gebleven. ■

Opdrachtgever/eigenaar:	Gemeente Bronckhorst
Architect:	Atelier PRO
Adviseur bouwfysica:	moBius consult
Bouwjaar:	2010

INTERNATIONAL SCHOOL EINDHOVEN

Het project bestaat uit renovatie (kazerne) en nieuwbouw van in totaal 8 gebouwen. Daarbij zijn in het bestaande gebouw o.a. achterzetgevels toegepast. Een belangrijke uitdaging lag in de geluidisolatie tussen verschillende muziekruimten, maar in het hele project zijn alle bouwfysische aspecten integraal in het ontwerp betrokken.

Aan de Oirschotsedijk te Eindhoven is in de gebouwen van de voormalige Constant Rebeque kazerne de Internationale School Eindhoven (ISE) gehuisvest. De realisatie omvatte de renovatie en nieuwbouw van in totaal acht gebouwen te weten:

- Renovatie “poortgebouw” ten behoeve van kantoren en Kinderdagverblijf ruimten.
- Renovatie van een drietal “logiesgebouwen” ten behoeve van basis- en/of voortgezet onderwijs.
- Renovatie van “officiersmess / manschappenzaal” ten behoeve van o.a. muziekruimten en praktijklokalen.
- Nieuwbouw ten behoeve van o.a. auditorium en diverse kantoren en personeelsruimten.
- Nieuwbouw sportgebouw.
- Nieuwbouw ten behoeve van basis- en/of voortgezet onderwijs.

Met uitzondering van het poortgebouw en het sportgebouw zijn alle gebouwen door middel van een kelder met elkaar verbonden. In deze kelder zijn eveneens diverse onderwijsruimten gesitueerd.

BOUWFYSICA

Vanaf het begin van het ontwerpproces tot aan de oplevering is bouwfysica geïntegreerd in het gebouw; dus vanaf schetsontwerp tot aan oplevering. De grootste uitdaging was om in monumentale legeringsgebouwen uit de jaren dertig van de vorige eeuw een onderwijsinstelling te kun-



© foto: Arthur Bagen

nen huisvesten van internationale allure met bijbehorend hoog bouwfysisch comfortniveau. Zo zijn de gevels van de te renoveren gebouwen voorzien van een thermisch- en geluidsisolerende ‘achterzet gevel’ met als doel ‘koude val’ vanwege de bestaande enkele beglazing en ongeïsoleerde wanden te elimineren, de geluidwering significant te verbeteren en de energievraag zoveel mogelijk te beperken; daarnaast kon vanwege deze innovatieve gevel met eerbied worden omgegaan met de monumentale status van de gebouwen.

In het ontwerp zijn daarnaast studies uitgevoerd ten aanzien van de EPC, klimaat, akoestiek, en brandveiligheid (brandoverslag- en ontruiming). Deze studies zijn uitgevoerd om vanuit het oogpunt van binnentemperatuur, daglicht, geluid, brand en energie een optimale verhouding tussen transparante delen en dichte delen vast te stellen in combinatie met een optimale situering van de lokalen, bijvoorbeeld qua daglicht en uitzicht. Wat betreft het aspect energie is voor zowel de te renoveren legeringsgebouwen maar ook de nieuwbouw de filosofie gehanteerd van de trias energetica. Mede dankzij de integrale bouwfysische benadering heeft dit geresulteerd in de toekenning van de BREEAM kwalificatie “GOOD”.

AKOESTIEK

Ten aanzien van het aspect akoestiek lag de uitdaging voornamelijk in het realiseren van een zeer hoge interne lucht-geluidisolaties tussen de muziekruimten onderling in bestaande gebouwen; de sporthal voldoet verder ruimschoots aan de zogenaamde akoestische NOC*NSF-eisen. ■



© foto: Arthur Bagen

Opdrachtgever:	Design & Build ISE vof (Strukton, Mansveld, ISE vof)
Architect:	Diederendirix Eindhoven
Adviseur bouwfysica:	Peutz
Aannemer:	Strukton Utrecht
Bouwjaar:	2012 - 2013

JUBI

Een zeer hoog kantoorgebouw in het centrum van Den Haag. Het gebouw heeft een aantal bijzondere karakteristieken. Opvallend zijn de “Kastenfenster” waarmee ook op grote hoogte natuurlijke ventilatie mogelijk wordt.

“De nieuwe ministeries van Justitie en Binnenlandse Zaken & Koninkrijksrelaties: een forse plint met daarop twee 146 meter hoge torens”

FLEXIBEL, GEZOND EN COMFORTABEL

Vanaf de start van het ontwerpproces hebben flexibiliteit, gezondheid en comfort centraal gestaan. Er werd vooral veel aandacht geschonken aan de stramienkeuze. Uiteindelijk bleek met de keuze voor betonkernactivering niet alleen een comfortabele en energiezuinige vorm van klimatisering te realiseren. Door de afwezigheid van een modulair systeemplafond bleek ook de keuze voor een ongebruikelijk stramien van 1350 mm mogelijk. Om het koelvermogen van het betonkernplafond niet aan te tasten, werd een uitgebreid klimaatkameronderzoek uitgevoerd aan de geprefabriceerde plafondeilanden. In deze eilanden was naast akoestische absorptie ook de sprinklerinstallatie, de verlichting en het inblaasrooster geïntegreerd.

Ook bijzonder aan dit gebouw is de uitvoering van de ramen, die zelfs op grote hoogte te openen zijn. Hiervoor is uitgegaan van een zogenaamd ‘Kastenfenster’, waarbij op korte afstand van het isolatieglas aan de buitenzijde een extra (vaste) ongeïsoleerd glaspaneel is aangebracht. Deze vaste glasplaat is kierend aangebracht, waardoor de windsnelheid wordt beperkt en de ramen in de hoge torens vaker kunnen worden geopend. Voor de ontwikkeling van dit ‘Kastenfenster’ is uitvoerig gebruik gemaakt van testfaciliteiten van TNO, Schüco en Scheldebouw.



DUURZAAMHEID

De ambities van de Rijksgebouwendienst ten aanzien van duurzaamheid waren hoog. Voor hoogbouw is relatief veel constructie per vierkante meter BVO nodig, hetgeen in GreenCalc+ tot een hoge milieubelasting leidt. Door veel aandacht te besteden aan het energetische concept werd uiteindelijk toch een hoge score (van 175) behaald, waarmee ‘JuBi’ tot de meest duurzame overheidsgebouwen behoort.

BRANDVEILIGHEID

Hoge gebouwen moeten in bepaalde gevallen van een overdrukinstallatie worden voorzien, zodat de aanwezige mensen bij brand veilig door het trappenhuis kunnen vluchten. Maar het ontwerpen hiervan is bijzonder complex, omdat in trappenhuisen het ‘schoorsteeneffect’ zal optreden. Er is voor JuBi een overdruksysteem ontwikkeld dat via een stelsel van kanalen lucht toevoert naar het trappenhuis.

Bij een brandmelding worden de trappenhuisen in beginsel op overdruk gezet. Doordat er door de kieren schone lucht uit het trappenhuis stroomt, kan de rook niet het trappenhuis binnenstromen. Op het moment dat een deur van een trappenhuis opengaat, wordt de verdieping achter die deur “opgeblazen”, en wordt de druk op de verdieping en in het trappenhuis hetzelfde. Als dit op de brandverdieping gebeurt, dan valt het effect van de overdrukinstallatie direct weg. In dat geval moet er door de deuropening op de brandverdieping een luchtstroom op gang komen om de rook buiten het trappenhuis te houden. ■

Opdrachtgever/Eigenaar:	Rijksgebouwendienst
Architect:	Prof. Hans Kollhoff, INBO (uitwerkend)
Adviseur bouwfysica:	DGMR Bouw B.V.
Aannemers:	BAM Utiliteitsbouw, Ballast Nedam Bouw Speciale Projecten
Bouwjaar:	2009 - 2012

LUMEN

Een vroeg voorbeeld (ontwerp 1994) van een door de voormalige Rijksgebouwendienst ontwikkeld mens en milieuvriendelijk gebouw waarbij met name de binnentuinen een belangrijke rol spelen in de klimaatbeheersing.

“Gebouwen zijn er voor de mens, de mens is er niet voor de gebouwen”

Lumen is het goede voorbeeld van een bijzonder milieu- en mensvriendelijk gebouw. In dit gebouw wordt het binnenklimaat op natuurlijke wijze beheerd door de binnentuinen. Deze zorgen voor warmte in de winter en in de zomer functioneren de bomen en planten als natuurlijke airco. De enorme glaskappen zorgen voor natuurlijk licht. De puien en kozijnen zijn gemaakt van duurzame Europese houtsoorten. Regenwater vloeit naar een vijver in een van de tuinen die om Lumen heen liggen. Met dit water worden de binnentuinen bewaterd en de toiletten worden ermee doorgespoeld.

De gebruikers staan centraal in dit gebouw. Ze hebben individuele beïnvloedingsmogelijkheden voor hun binnenklimaat. Dit alles resulteert in een aangename, stimulerende en betekenisvolle werkomgeving onder het motto ‘gebouwen zijn er voor de mens, de mens is er niet voor de gebouwen’



In 1991 schreef het Nationaal Milieubeleidsplan Plus voor dat er een voorbeeldgebouw van mens- en milieuvriendelijke utiliteitsbouw moest komen. Het voorbeeldgebouw moest onder meer laten zien dat milieu- en mensvriendelijk bouwen hoogwaardige architectuur op kan leveren. Voor het instituut IBN-DLO (Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek – Dienst Landbouwkundig Onderzoek) is in opdracht van de Rijksgebouwendienst het gebouw Lumen gerealiseerd. De filosofie van de bouwopgave, waarin de bouwfilosofie van de Rijksgebouwendienst en die van het instituut als gebruiker waren samengevat, drong erop aan de fysieke en mentale basisbehoeften van de mens een even belangrijke rol te laten spelen als het functioneel en ruimtelijk programma van eisen. De mens mag in deze opgave niet de gevangene zijn van zijn werkomgeving. Deze moest daarentegen een zekere zeggenschap krijgen over de afwerking en inrichting van zijn werkomgeving, die verder gaat dan het kunnen regelen van de temperatuur, ventilatie en verlichting. Verder diende een mensvriendelijk gebouw een zintuiglijke ervaring te geven van de relatie tussen binnen- en buitenomgeving (natuur, het weer, verandering van de seizoenen, frisse lucht etc.).

Er was de wens dat milieutechnische doelstellingen gerealiseerd moesten worden door een ecologisch geïnspireerde, low tech benadering; niet door intelligente werktuigbouwkundige installaties, maar door gebruik te maken van simpele technieken zoals verwarming door invallend zonlicht en luchtbevochtiging en koeling met behulp van beplanting.

Het in 1998 opgeleverde gebouw heeft een E-vormige kamstructuur, die de voor het milieu- en mensvriendelijke ontwerp zo essentiële binnentuinen omsluit. Een laboratoriumvleugel aan de noordzijde verbindt de drie dwars daarop geplaatste kantoorvleugels met elkaar. Aan de uiteinden van de drie kantoorvleugels voorzag het ontwerp in gemeenschappelijke ruimten voor respectievelijk een bibliotheek, vergader- en congresruimten en een bedrijfsrestaurant. De rol die de overdekte binnentuinen bij de beheersing van het binnenklimaat spelen is de belangrijkste vernieuwing van het gebouw inzake milieu- en mensvriendelijk bouwen. Deze tuinen fungeren in de winter als warmtebron en gebouwisolatie, in de zomer als zonwering en als een natuurlijke vorm van airconditioning. In klimaattechnisch opzicht fungeren zij als de longen van het gebouw. ■

Opdrachtgever/eigenaar:	Rijksgebouwendienst
Architect:	Stefan Behnisch
Adviseur bouwfysica:	Rijksgebouwendienst
Aannemer:	Dura Bouw
Bouwjaar:	1998

DE MARKTHAL

Een uniek concept voor Nederland met name door de keuzen voor het concept voor akoestiek, ventilatie en klimaatbeheersing. Tevens is intensief onderzoek verricht naar de brandveiligheid omdat het project in Nederland geen gelijke kent.

In Rotterdam was op 1 oktober 2014 de grootse opening van De Markthal, verricht door koningin Máxima. Het gebouw, en dan vooral de grote ruimte voor de markt, de markthal zelf, is ook prominent in het nieuws geweest. Inmiddels zijn er al meer dan acht miljoen bezoekers geweest.

KLIMAAT

De Markthal Rotterdam is een grote open ruimte van 115x35 m² waar in marktkramen een breed scala aan producten wordt verkocht. De hal wordt omsloten door een gebogen, hoefijzervormige constructie met op de eerste twee bouwlagen winkels en horeca en daarboven woningen. Een groot deel van de woningen heeft direct zicht op de markthalvloer. De winkels op de begane grond staan in verbinding met de markthalvloer.

Qua klimaat mag de temperatuur in De Markthal vooral in de zomer, bij zoninstraling via de glazen kopgevels, niet te veel afwijken van de buitentemperatuur. De luchtverversing moet voldoende zijn voor het grote aantal bezoekers dat wordt verwacht. Met de ventilatie moet tevens de geur en emissie van de kramen op een effectieve manier worden afgevoerd. Als het windstil is, gedraagt de hoge hal zich als een schoorsteen die zo'n sterke thermische trek genereert dat de hal royaal wordt geventileerd. Door ventilatieopeningen onder de kopgevels stroomt de lucht naar binnen, door openingen in het dak naar buiten. Hierdoor wordt het binnen slechts enkele



graden warmer dan buiten. Als het waait zorgt de wind voor extra ventilatie. De ventilatiehoeveelheid kan worden gereguleerd door kleppen in de openingen.

AKOESTIEK

Ondanks de afmetingen van een kathedraal is de akoestische beleving in de hal bijna gelijk als die van buiten. De binnengevel van de Markthal is bekleed met een 11.000 m² (twee voetbalvelden) groot kunstwerk van Arno Coenen, getiteld *Hoorn des Overvloed*. Dit kunstwerk is vrijwel geheel geluidabsorberend uitgevoerd. Zelfs met een relatief eenvoudige binnengevel, houtskelet en normaal isolatieglas, zijn de activiteiten in de markthal in de aangrenzende woningen niet hoorbaar.

BRANDVEILIGHEID

De schoorsteentrek in de hal zorgt ervoor dat, mocht er ooit een brand ontstaan, de rook en warmte zo hoog blijven dat iedereen de hal veilig kan verlaten en de brandweer snel kan blussen. Dimensionering van deze natuurlijke rook- en warmteafvoer is uitgevoerd op basis van een conservatieve inschatting van de vuurbelasting. Samenvattend is de markthal een concept waarin bijna alle onderdelen van het bouwfysische vakgebied integraal aan de orde zijn geweest: akoestiek in en om de hal, binnenklimaat, daglicht, stedenbouwfysica, wind, duurzaamheid en brandveiligheid. De basis ligt in de eenvoud: het optimaal inzetten van natuurlijke middelen. Die eenvoud is in het ontwerptraject onderbouwd met een breed scala van complexe simulatietechnieken, waarvan met name het aantonen van de werking van het de rook- en warmteafvoer en de ontvluchting een langdurig overlegtraject met de betrokken instanties heeft gevraagd. ■



Opdrachtgever:	Provast B.V.
Architect:	MVRDV te Rotterdam, Winy Maas, Inbo te Woudenberg
Adviseur bouwfysica:	Peutz bv
Aannemer:	J.P. van Eesteren
Oplevering:	oktober 2014

MEANDER MEDISCH CENTRUM

Een overdacht gebouw waarbij zon- en daglichttoetreding tevoren uitgebreid zijn gesimuleerd. In het ontwerp is veel aandacht besteed aan het welzijn van de patiënt.

In 2013 is het nieuwe 'Meander Medisch Centrum' van ruim 110.000 m² BVO in gebruik genomen, volledig gebaseerd op de principes van een 'healing environment'. Dit komt niet alleen tot uiting in de verweving van het gebouw met het landschap, maar ook in het gebruik van daglicht en de benadering van de éénpersoons beddenkamers. Dit ziekenhuis is ook bijzonder comfortabel, energiezuinig en duurzaam. Helemaal uniek is het op maat ontworpen brandveiligheidsconcept voor dit ziekenhuis.

HELDERE STRUCTUUR MET VEEL DAGLICHT

Tussen de gebouwen die het ziekenhuis vormen bevindt zich veel open ruimte, waardoor het landschap en daglicht tot diep in het plan binnendringt. De patio's en de ruimten tussen de gebouwen werden voorzien van witte stenen, waardoor het daglicht optimaal gereflecteerd wordt. Voor alle gevels is met behulp van simulaties de bezonningsintensiteit vastgesteld, om vervolgens een type beglazing te kiezen dat zoveel mogelijk licht doorlaat.

DUURZAAM EN COMFORTABEL

De duurzaamheidsambities van het Meander Medisch Centrum waren hoog. Een zorgvuldige keuze van materialen en technieken leidde tot een GreenCalc⁺ label B, met een score van 233. Het ziekenhuis wordt efficiënt van warmte en koude voorzien door een WKO-installatie in combinatie met betonkernactivering. Het gebouw met 'de vingers in het groen' biedt een hoog potentieel aan daglicht, maar leidt ook tot oppervlakteverlies. Door een drietal patio's met glas te overkappen wordt het gebouwencomplex veel compacter. 'De Hof' is zo'n hoge, glasoverkapte ruimte van waaruit de poliklinieken wor-

den ontsloten. Om een te grote temperatuurovergang tussen de beperkt geklimatiseerde Hof en de poliklinieken te voorkomen, is met 'Computational Fluid Dynamics' (CFD) het binnenklimaat onderzocht. Ook is veel aandacht besteed aan de akoestiek: de hoge ruimte is voorzien van akoestisch absorberende zijtes.

EÉNPERSONS BEDDENKAMERS

Voor de klimatisering van de eenpersoons patiëntenkamers is heel bewust gekozen voor betonkernactivering. De bedlegerige patiënten ervaren de warmte van het betonplafond, terwijl het verplegend personeel juist de lagere luchttemperaturen waardeert. De patiëntenkamers zijn voorzien van ramen die geopend kunnen worden, waardoor het buitenklimaat ook binnen kan worden beleefd. Tocht door geopende ramen kan niet optreden; de patiënt ligt niet op een zaal, maar beslist zelf over het openen van het raam.

De zon wordt geweerd door de neutraal-zonwerende beglazing met een diepe negge in de gevel, waarvan de effectiviteit met temperatuursimulaties is aangetoond. Akoestisch absorberende voorzieningen in de beddenkamer zijn opvallend afwezig, de voorzieningen beperken zich tot het bed, de bank en de gordijnen. De geluidsisolatie tussen de beddenkamers is optimaal door de aansluiting van de wand direct op de betonvloer en de geluidsisolerende schuifdeuren.

UNIEK BRANDVEILIGHEIDSCONCEPT

In het brandveiligheidsconcept vormen zes patiëntenkamers met de gang ertussen samen één subbrandcompartiment. Binnen dit nieuwe concept kan een brand in een patiëntenkamer maximaal zes personen bedreigen; net als in het huidige brandveiligheidsconcept van het Bouwbesluit. Maar de overige subbrandcompartimenten worden beschermd door een of meerdere brandwerende scheidsconstructies en deze hebben altijd een onafhankelijke vluchtroute. Er is uitvoerig onderzoek gedaan naar het risico voor de patiënten in het subbrandcompartiment ten aanzien van de ontruimingstijden. ■



Opdrachtgever/eigenaar:	Meander Medisch Centrum
Architect:	Atelier Pro
Adviseur bouwfysica:	DGMR Bouw B.V.
Aannemers:	Heijmans Utiliteitsbouw Ballast Nedam Bouw & Ontwikkeling Speciale Projecten Burgers Ergon B.V. installatietechniek
Bouwjaar:	2010 - 2013

METAFORUM

De transformatie van een hal uit de jaren '50 tot een bibliotheek/mediatheek en studielandschap met kantoren, waarbij de open structuur van het geheel een grote bouwfysische uitdaging was.

De oorspronkelijke W-hal is gebouwd in de jaren vijftig en kan omschreven worden als een flexibele 'overdekte hectare' voor machines en experimenten. In 2012 is de bestaande hal getransformeerd tot een bibliotheek/mediatheek en studielandschap met kantoren. Een deel van de hal is zelfs getransformeerd tot een evenemententerrein waar concerten gegeven kunnen worden. Ook behelst het project een groot nieuwbouwgedeelte waar de faculteit Wiskunde en Informatica is gehuisvest.

Het driedimensionale 'damborddak' van de oorspronkelijke hal, gecombineerd met de transparante gevel voorziet in een opmerkelijke hoeveelheid daglichttoetreding voor een gebouw met dergelijk wijds karakter. Mede hierdoor is het Metaforum een populaire werkplek onder de studenten.



© Metaforum TU Eindhoven (eigen foto Nelissen)



© Metaforum TU Eindhoven (eigen foto Nelissen)



© Metaforum TU Eindhoven (eigen foto Nelissen)

De nieuwbouw bestaat uit een groot aantal kleine kantoorcellen, georganiseerd rondom een verrassend ruim atrium, waardoor ook in de nieuwbouw daglicht in grote mate aanwezig is. Alle functies in de hal staan met elkaar in open verbinding met spectaculaire zichtlijnen. Dit heeft tijdens het ontwerp geleid tot een uitdagende akoestische opgave waarbij simulaties uitgevoerd zijn voor een uitgekend akoestisch ontwerp. Dit is belangrijk aangezien de 1^e verdieping een belangrijk ontmoetingspunt is en de bibliotheek in de kelder een baken van rust.

De destijds moderne en eigentijdse constructie en de stalen ongeïsoleerde vliesgevel zijn behouden, deze stammen uit een tijd dat het voorkomen van thermische bruggen en energiezuinigheid geen hoofdthema's waren. De restauratie van de oorspronkelijke ongeïsoleerde W-hal vroeg daardoor om een doordachte en respectvolle oplossing om te voldoen aan de eisen die passen bij de huidige tijd en de nieuwe functie. Hierbij is een nieuwe methode ontwikkeld om een gebouw en vliesgevel met uitstekende prestaties op het gebied van thermische isolatie, lucht- en waterdichtheid te realiseren met behoud van het historische beeld.

Het hergebruik van de W-hal en de compacte nieuwbouw vormen de basis voor een duurzaam ontwerp. Het streven naar duurzaamheid heeft geresulteerd in een comfortabele werk- en studieomgeving, waarbij gezocht is naar een optimale balans tussen het benutten van daglicht en beperken van de zontoetreding. ■

Opdrachtgever/eigenaar:	Technische Universiteit Eindhoven
Architect:	Ector Hoogstad Architecten
Adviseur bouwfysica:	Nelissen ingenieursbureau b.v.
Aannemer:	Hurks Bouw
Bouwjaar:	2012

MFA VELDHOVEN NOORD

Een gedegen gebouw, waarvoor voor vergaande energiebesparing is gekozen voor betrouwbare passieve maatregelen.

Multifunctionele Accommodatie (MFA) Veldhoven Noord is de eerste in een serie van 3 MFA's die door de gemeente Veldhoven is gerealiseerd in de afgelopen jaren. Het gebouw huisvest twee basisscholen, een kinderdagopvang, een buitenschoolse opvang, een peuterspeelzaal, een basisschool voor speciaal onderwijs, een wijkcentrum en een consultatiebureau.

GEBOUWSCHIL

Het gebouw heeft een oppervlakte van bijna 5.000 m², verdeeld over vijf vleugels en twee verdiepingen. De kern van de vijf vleugels vormt het centrale ontmoetingsplein. Tussen de vleugels van het gebouw zijn pleinen aangelegd waar de kinderen kunnen spelen. Gekozen is voor bouwdelen met een relatief ondiepe beukmaat en 3,5 m vrije hoogte voor de optimalisatie van de daglichttoetreding. De gevels hebben veel glas en zijn voorzien van translucente zon- en lichtwering en geluidwerende beglazing om mogelijke verstoring van lesactiviteiten vanwege het geluid van spelende kinderen tot een minimum te beperken.

Het dak is voorzien van een sedum dakbedekking, waarmee niet alleen aanvullende thermische massa wordt gecreëerd, maar tevens water wordt gefilterd ten behoeve van het spoelen van de toiletten. Een deel van het dak is gebruikt voor het aanbrengen van zonnecollectoren, die de douches en tappunten in het gebouw van warm water voorzien.

VENTILATIE

Het gebouw wordt mechanisch geventileerd. Het debiet wordt op temperatuur en CO₂-concentratie gestuurd, conform Frisse Scholen Klasse A op het gebied van thermisch comfort en luchtkwaliteit. Deze grote luchthoeveelheden worden met lage snelheid via flexibele luchtslangen de ruimte ingebracht, waarbij veel aandacht is besteed aan het vermijden van stromingsgeluid door voldoende ruimte te reserveren voor de luchtkanalen. Naast het ventilatiesysteem beschikt elke ruimte over te openen ramen om te kunnen spuien, wanneer men dat wenselijk vindt.

ENERGIEBESPARING

Om te komen tot vergaande energiebesparing is gekozen voor passieve maatregelen als een hoogwaardige schil, inzet van thermische massa, toepassing van buitenzonwering. Het klimatiseringssysteem gaat uit van LT verwarming en HT koeling, opgewekt door een luchtgevoerde omkeerbare warmtepomp. Het klimaatstelsel is uitgelegd op hoofdzakelijk per ruimte naregelbare luchtverwarming en -koeling, aangevuld met vloerkoeling en -verwarming. In de ruimten is hoogfrequente verlichting



© Royal HaskoningDHV

toegepast, voorzien van aanwezigheidsdetectie en daglichtregeling. Het gebouw is voorzien van een GBS-systeem met energiemonitoring in de centrale hal.

BRANDVEILIGHEID

De brandveiligheidsmaatregelen zijn nauwkeurig afgestemd op de verschillende functies in het gebouw. Bij de indeling van brandcompartimenten en projectie van vluchtwegen is rekening gehouden met het beoogde multifunctionele gebruik van het centrale dorpsplein en het gebruik van separate bouwdelen. De brandveiligheidsinstallaties zijn ontworpen conform de wettelijke regeling en de richtlijnen van de verzekeraar zodat brand snel gedetecteerd kan worden, een veilige inzet mogelijk is en het gebouw snel ontruimd kan worden. Hiermee is de veiligheid van docenten, kinderen, peuters en kleuters optimaal gewaarborgd.

Een ambitieuze opdrachtgever, een gedreven aannemer, een enthousiaste adviseur en een creatieve architect zijn de basis ingrediënten geweest voor de totstandkoming van dit prachtige gebouw. Al vanaf het prille begin van dit project hebben we samen aan tafel gezeten om te komen tot een betaalbaar en duurzaam multifunctioneel gebouw dat niet alleen minder energie verbruikt, maar ook een hoogwaardig comfort biedt. Het gebouw voldoet aan Frisse Scholen Klasse A, heeft een gemiddelde GPR score van 8,5 en heeft een gebouwgebonden energieverbruik dan 50% ligt onder de destijds van toepassing zijnde wettelijke norm. Integrale projectbenadering is de succesformule geweest voor dit project. Naast het mooie eindresultaat kijken we terug op een intensief, doch ontspannen en plezierig proces. Als bouw fysisch adviseur zijn we vanaf het ontwerptraject tot en met de oplevering van het gebouw betrokken geweest bij dit project. ■

Opdrachtgever:	Gemeente Veldhoven
Architect:	LIAGG Architecten
Adviseur bouwfysica:	Royal HaskoningDHV (ten tijde van realisatie DHV)
Aannemer:	Mertens Bouw
Bouwjaar:	2012

MINISTERIE FINANCIËN

Dit gebouw uit de jaren '70 is in 2007 geheel gerenoveerd. Door de dubbele huid facade en koude- en warmteopslag in de bodem is de destijds vereiste EPC = 1,4 terug gebracht tot EPC = 0,96. Het binnenklimaat is sterk verbeterd, inclusief het reduceren van de overlast van geluid van buiten.

PILOTSTATUS VOOR PUBLIEK PRIVATE SAMENWERKING

Voor de renovatie van het gebouw van het Ministerie van Financiën te Den Haag is voor het eerst gebruik gemaakt van een publiek- private samenwerking (PPS) in de vorm van een DBFMO-contract (Design, Build, Finance, Maintain and Operate), waarbij een consortium van marktpartijen verantwoordelijk is voor de financiering, het ontwerp en de uitvoering van de renovatie (looptijd 25jaar). Resultaat is een renovatie waarbij:

- de energieprestatie veel beter is dan destijds is uitgevraagd;
- duurzame eigen opwekking van energie is verkregen;
- de bestaande gevel is getransformeerd tot een dubbele huidfaçade zodat de bouwfysische eigenschappen sterk zijn verbeterd met behoud van de bestaande beglazing.
- de klachten bij gebruikers zijn verdwenen dankzij een sterke verbetering van het binnenklimaat waarmee.



TOELICHTING

Aanleiding voor de renovatieplannen waren voornamelijk klachten over de technische verouderde klimaatinstallatie. Het vernieuwen hiervan vraagt een aanpassing van de gevels, enkel glas. Daarnaast is de inrichting van het gebouw verouderd en weinig flexibel. Er was sprake van het Sick Building Syndroom bij gebruikers.

De PPS brengt een cultuurverandering met zich mee. De eisen die het Ministerie van Financiën stelt aan haar huisvesting hebben bewust de vorm gekregen van 'output-specificaties, waarbij zoveel mogelijk gedacht wordt in prestaties. Hierdoor wordt meer gebruik gemaakt van de specifieke kennis en ervaring van de deelnemers van een consortium en wordt de prikkel voor innovaties vergroot. Tot heden wordt door het Rijksvastgoedbedrijf deze systematiek toegepast in al haar PPS projecten alsook in Design & Build constructies.

Duurzaamheid kreeg veel aandacht met als ontwerp-uitgangspunt de trias-ecologica: 1. Beperken van onnodig gebruik; 2. Gebruik van oneindige bronnen; 3. Eindige bronnen verstandig gebruiken. De warmte- en koudeopslag en de dubbele huidfaçade dragen bij aan de energiebesparing. Bij een destijds vereiste EPC van 1,40 is een gebouw gerealiseerd met een score van 0,96. De dubbel uitgevoerde gevel draagt daarnaast bij aan een betere geluidwering van de gevel en problemen met condensatie en koudebruggen als gevolg van de originele betonnen balkons zijn hiermee verholpen.

Andere energiebesparende maatregelen zijn klimaatplafonds (lage temperatuur verwarming), isolatie van dak en vloer, warmtepomp, intelligent en flexibel schakel- en regelsysteem voor verlichting, verwarming en ventilatie door middel van een gebouwbeheersysteem.

Eisen ten aanzien van het ruimtelijk scheiden van werkprocessen en de arbeidsomstandigheden zijn vertaald in bouwfysische prestatie-eisen die leiden tot prettige en productieve werkomgevingen. Tevens is flexibiliteit gevraagd in het ontwerp: Standaard kantoorverdiepingen moeten snel en eenvoudig in te delen zijn: flexibele werkplekken, open en/of gesloten ruimten en combinaties hiervan. In 2013 heeft de Rijksgebouwendienst door deze flexibiliteit na een relatief eenvoudige interne verbouwing de vierde verdieping van het gebouw kunnen betrekken. ■

Opdrachtgever/eigenaar:	Rijksvastgoedbedrijf
Architect:	Meyer en Van Schooten Architecten
Adviseur bouwfysica:	Arup
Aannemer:	Safire (ABN AMRO, Burgers Ergon, GTI, ISS Nederland en Strukton Groep)
Renovatie:	2007

PASSIEFHUIS HOUTEN

Het project oogt niet bijzonder opvallend, maar vanaf dag één van het ontwerp is het geheel afgestemd op de bouwfysische principes m.b.t. energiegebruik, daglichttoetreding, uitzicht en zomercomfort. Basis van het ontwerp waren en bleven bouwfysica en gebruikerswensen.

In Houten is een vrijstaande passiefwoning gebouwd, waarvan de energievraag tot een minimum beperkt is. Dit door een zeer uitgedacht ontwerp, geheel afgestemd op de bouwfysische principes met betrekking tot o.a. energiegebruik, daglichttoetreding, uitzicht en comfort. Omvang, gebruiker en uitstraling maken dit project niet bijzonder opvallend, maar de intensieve samenwerking tussen architect en adviseur wel.

De hoog geluidbelaste noordgevel is hier een goed voorbeeld van: een dichte wand met zeer hoge R_c -waarde was hier zowel voor het aspect geluid als energie de meest optimale oplossing. Dit is door de architect ingevuld door aan deze zijde de 'koelere' gebruiksruidten te situeren, met een beperkte daglichtvraag. Omdat de gebruikers op een enkele plek toch daglicht en/of uitzicht wensten, is dit met een minimaal glasoppervlakte (bijvoorbeeld door een horizontaal raam op ooghoogte) bereikt.

In de zonbelaste gevels (oost, zuid en west) is juist veel glas toegepast, om de woning in het stookseizoen passief te kunnen verwarmen. Ook zijn aan deze zijden de leefruimten gepositioneerd. Automatische buitenluiken en



een overstekend dak weren de zon wanneer de woning reeds voldoende warm is. Ook dit overstekend dak aan de zuidzijde van de woning, is een voorbeeld van een bijzonder integrale oplossing. Dit dakvlak was wenselijk uit architectonisch oogpunt, om ook voldoende oppervlakte te bieden voor het sedumdak. Middels simulaties is het effect van dit dak op de zontoetreding in de woning in winter- en zomersituatie bekeken. De overstek is zo vormgegeven, dat het in de winter het in de gevel aanwezig glas nauwelijks beschaduwde, zodat zonlicht de woning kan opwarmen. Daar waar het dak voor permanente schaduw zorgt, is voor een dichte goed geïsoleerde gevel gekozen, in plaats van veel slechter geïsoleerde glasvlakken. In de zomer zorgt het overstek juist voor beschaduwing van een zeer groot deel van de glasgevel.

INSTALLATIES

Energiezuinige installaties als een bodemwarmtepomp en gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning maken het ontwerp compleet. Maar deze zijn pas toegevoegd nadat het bouwkundig ontwerp geheel geoptimaliseerd was. Behalve aan energiezuinigheid is ook aandacht besteed aan duurzaam materiaalgebruik. Voorbeelden zijn de aanleg van een sedumdak, gebruik van duurzaam hout in gevel en constructie, en een binnenafwerking met leemstuc.

De bewoners hebben de woning inmiddels alweer bijna twee jaar in gebruik genomen en zijn zeer tevreden met het comfort van hun nieuwe thuis. ■



Opdrachtgever/eigenaar:	Particulier
Architect:	Architectuurbureau Voss
Adviseur bouwfysica:	LBP SIGHT
Aannemer:	Bouwbedrijf Van Rijn Houten
Installateur:	Schimmel installatietechniek / Paans installatietechniek
Opgeleverd:	2013

PROVINCIEKANTOOR NOORD-HOLLAND

Dit typische jaren '80 gebouw is in 2013 volledig gerenoveerd en heeft nu wat betreft energieverbruik een EPC = 0,45. Een verbetering van energielabel G naar A++. Het kantoor is ingericht voor het "nieuwe werken" met 960 flexibele werkplekken. Aan het binnenklimaat en de beleving is extra aandacht besteed.

Het Noord-Hollandse provinciekantoor 'Houtplein' is een ontwerp van de architect David Zuiderhoek. Na bijna 40 jaar was een grondige renovatie hard nodig. Met de renovatie is er een duurzaam, gezond en veilig binnenklimaat gerealiseerd. Het renovatieproject concurreert door een integrale renovatieaanpak op alle aspecten met nieuwbouw; met name op het gebied van duurzaamheid.

Het provinciekantoor is het eerste gerenoveerde gebouw met een GPR-opleveringscertificaat, met een gemiddelde GPR-score van 9,0. De EPC bedraagt na de renovatie 0,45. Dit is maar liefst 50% zuiniger dan het Bouwbesluit voor nieuwbouw vereist en komt overeen met een stap in Energielabel van G naar A++.

AMBITIEUZE DOELSTELLINGEN

De Provincie Noord-Holland en de betrokken partijen hebben vanaf de start van het project een zeer hoog ambitieniveau nagestreefd:

- Verbetering klimaatbeheersing en het comfort;
- Huidige eisen van brandveiligheid en beheersbaarheid;
- Beperkte onderhoudskosten (prijs-prestatie verhouding);
- Behoud sterke stijlkenmerken van het gebouw.

Alle maatregelen op het gebied van duurzaamheid moesten rationeel zijn: doelgericht op 'echte' duurzaamheid en geen 'window dressing'.



ONTWERP

Om te komen tot een duurzaam ontwerp werd een intern projectteam samengesteld met daarin alle disciplines: architect, installatie-adviseur, constructeur en bouwfysicus. Uitkomst daarvan was een breed pakket:

- De volledige nieuwe gevel voorzien van zonwerend HR++ glas combineert betere daglichttoetreding met zongestuurde lichtwering;
- Het grote dak is extra geïsoleerd en afgewerkt met lichte kleur dakbedekking;
- De verlichting is voorzien van aanwezigheidsdetectie en daglichtschakeling;
- Intelligente en energiezuinige klimaatinstallaties met LTV en HTK.
- Hergebruik en toepassing van milieuvriendelijke materialen.
- Innovatieve brandcompartimentering

BRANDCOMPARTIMENTERING

Innovatieve brandcompartimentering is met de renovatie gerealiseerd: dynamische watermistschermen voor optimale beheersing van brand en behoud van het open karakter van het interieur.

Voor de onderbouwing van de effectiviteit is het watermistsysteem in een testlaboratorium aan strenge proeven onderworpen. Vooraf zijn exact de onafhankelijke criteria vastgesteld waaraan het scherm moest voldoen om te voldoen aan de specifieke doelstelling. Hiermee is een uniek systeem ontwikkeld dat nauwkeurig is afgestemd op het gebouw zodat 'Houtplein' weer toekomstbestendig is.

DUURZAME RENOVATIE

De energiestudie tijdens het ontwerpstadium raamde – na renovatie – een jaarlijkse energiebesparing van 70% (vooral op gas). De resultaten tot nu laten al een besparing van minimaal 50% zien.

Dit project toont de voordelen van een duurzame renovatie aan, zowel de energieprestatie, toekomstwaarde, gebruikerskwaliteit als financieel. De behaalde resultaten met de renovatie zijn bijzonder voor een gebouw van 40 jaar oud. ■

Opdrachtgever:	Provincie Noord-Holland
Architect:	Kraaijvanger
Adviseur bouwfysica:	DPA Cauberg-Huygen
Aannemer:	Heijmans
Renovatie:	2012

RHDHV AMERSFOORT

Door een integrale renovatieaanpak is gekomen tot een mooi en duurzaam gebouw. Opvallend is de innovatieve brandcompartimentering met watermist schermen.

Het hoofdkantoor was na bijna 40 jaar toe aan een grondige renovatie. Toen het gebouw, een ontwerp van de architect David Zuiderhoek, in 1971 werd geopend, was het een zeer vooruitstrevend gebouw met een open karakter en grote open ruimtes. Het was als eerste gebouw in Nederland ontworpen als kantoorruimte. De goede ruimteakoestiek van dit open karakter is daarom ook na de renovatie behouden. Het kantoor voldoet daarmee nog steeds en is uitermate geschikt voor Het Nieuwe Werken en blijft daarmee van hoge functionele waarde.

AMBITIEUZE DOELSTELLINGEN

De uitdaging van de opdracht was om de renovatie zodanig vorm te geven dat voldaan zou worden aan de uiterst ambitieuze doelstellingen die DHV ten doel had gesteld: Een mooi en duurzaam gebouw waarbij de klimaatbeheersing en het comfort worden verbeterd, ten aanzien van brandveiligheid en beheersbaarheid wordt voldaan aan de huidige eisen en de onderhoudskosten beperkt blijven voor een goede prijs-prestatie verhouding. Dit uiteraard wel met behoud van de sterke stijlkenmerken die het gebouw heeft, waaronder de grote open kantoorruimten rond het attractieve atrium.

ONTWERP

Om te komen tot een duurzaam ontwerp is een intern projectteam samengesteld waarin alle disciplines (architect, installatie-adviseur, constructeur en bouwfysicus) verenigd waren. Hieruit is het volgende brede pakket aan maatregelen gekomen:

- De volledig nieuwe glazen gevel, voorzien van zonwerend HR ++ glas, combineert betere daglichttoetreding met zongestuurde lichtwering.
- Het grote dak is extra geïsoleerd en afgewerkt met lichte kleur dakbedekking.



© Royal HaskoningDHV



© Royal HaskoningDHV

- De verlichting is voorzien van aanwezigheidsdetectie en daglichtschakeling.
- Intelligente en energiezuinige klimaatinstallaties met LTV en HTK.
- Innovatieve brandcompartimentering met dynamische watermist schermen voor optimale beheersing van brand en behoud van het open karakter van het interieur.
- Hergebruik en toepassing van milieuvriendelijke materialen.

Voor de onderbouwing van de effectiviteit is het watermiststelsel in een testlaboratorium aan strenge proeven onderworpen. Vooraf zijn exact de criteria vastgesteld waaraan het scherm moest voldoen om te voldoen aan de specifieke doelstelling. Hiermee is een uniek systeem ontwikkeld dat nauwkeurig is afgestemd op het gebouw zodat het weer toekomstbestendig is.

DUURZAME RENOVATIE

Op basis van de energiestudie tijdens het ontwerpstadium (o.a. EPA-U) was geraamd dat de renovatie naar verwachting een jaarlijkse energiebesparing van 70% (m.n. op gas) op zou leveren. De monitoring van het energieverbruik van de afgelopen jaren laat nog niet die reductie zien. Wel wordt een besparing van 50% behaald.

Dit project laat zien dat de voordelen van een duurzame renovatie aantoonbaar te maken zijn, zowel in termen van energieprestatie, toekomstwaarde, gebruikerskwaliteit als financieel. Zelfs bij een kantoorpand van veertig jaar oud, waar de gevel in slechte staat verkeerde, deels enkel glas, nauwelijks dakisolatie en een hoge energierekening had. Het energielabel is van G naar A gebracht. Dat is bijzonder voor een gebouw van 40 jaar oud. ■

Opdrachtgever:	Royal HaskoningDHV (ten tijde van realisatie DHV)
Architect:	DHV Architects
Adviseur bouwfysica:	Royal HaskoningDHV (ten tijde van realisatie DHV)
Aannemer:	Dura Vermeer
Renovatie:	2007-2011

HET NIEUWE RIJKSMUSEUM

Een uitdaging voor de bouwfysica adviseur om moderne eisen te realiseren in een monumentale context.

De renovatie en restauratie van het Rijksmuseum Amsterdam was in de afgelopen 25 jaren het grootste project in z'n soort. Een van de belangrijkste monumenten van Nederland is in een periode van meer dan tien jaar volledig gerenoveerd en gerestaureerd. Technisch gezien was dit een zeer complexe operatie, omdat zowel op het gebied van klimaatbeheersing, bouwfysica, verlichting, energieopwekking, brandveiligheid en constructies veel innovatieve technieken zijn ingebracht, die bovendien onzichtbaar moesten zijn.

De opvallendste bouwfysische oplossingen zijn:

- integratie van bouwakoestische geluidsabsorptie in wandafwerkingen en in architectonische elementen;
- thermische isolatie van de gevels met een volledig nieuw dampopen materiaal;
- onzichtbare brandveiligheidsvoorzieningen die niet alleen de bezoekers, maar ook de collectie beschermen tegen een brand.

BOUWFYSISCHE ISOLATIE GEVELS

Om reden van exploitatie en om de museumcondities bij de gevels te garanderen, zijn de thermisch zwakke delen van de buitengevels nageïsoleerd. Conventionele methoden waren niet mogelijk, omdat het vochtgedrag in de monumentale gevel niet verstoord mocht worden. Na experimenteel onderzoek en simulaties is gekozen voor een dampopen isolatiesysteem bestaande uit calciumsilicaat dat vocht in het materiaal buffert in de winterperiode en naar binnen toe droogt in de zomerperiode.

VERBETERING RUIMTE-AKOESTIEK

De verstaanbaarheid in de voorhal van het museum was in het verleden erg slecht. Bij de renovatie is de voorhal teruggebracht in de oorspronkelijke staat en is de historische wandbespanning teruggebracht. Dit is gedaan om achter de bespanning inkassingen in het metselwerk te maken en deze te vullen met minerale wol.

Hierdoor draagt de wandbespanning bij aan akoestische absorptie en galmreductie. Een opvallende akoestische oplossing is de zogeheten 'chandelier'. Deze grote kroonluchter die in de entreehal onder de glaskap hangt verzorgt samen met wandpanelen de akoestische absorptie van deze monumentale ruimte.

BRANDVEILIGHEID VAN MENSEN EN KUNST

De brandveiligheid is fundamenteel onderzocht door eerst het brandveiligheidsniveau van verschillende musea in Europa in beeld te brengen. Op grond hiervan is besloten om niet alleen het publiek, maar ook de collectie en het monumentale gebouw te beschermen tegen de gevolgen van een brand. Zo zijn de risicovolle functies, zoals het restaurant, winkel en garderobe buiten de compartimenten waar de kunst wordt geëxposeerd gehouden en ondergebracht in de atria. Daarbij zijn de functies met extra risico ook van een sprinklerinstallatie voorzien. Om rookverspreiding vanuit die functies naar de galerijen tegen te gaan is in die zalen een overdruk gecreëerd en worden overstortvoorzieningen bij brand automatisch gesloten. Ook zijn de atria voorzien van een rook- en warmteafvoerinstallatie: middels rookventilatie ramen in de glazen dakkappen. Daarbij wordt het ene atrium gebruikt voor de toevoer van verse lucht en het andere atrium voor de afvoer van rook.

Luchtkanalen zijn soms over hele verdiepingen brandwerend ingepakt en weggewerkt in de wanden van de museumzalen. Brandkleppen bevinden zich op een bereikbare plek in de energiering in de kelder van het gebouw. Voor de brandmeldingsinstallatie wordt gebruik gemaakt van een aspiratiesysteem, dat een brand veel sneller detecteert en waarvan de aanzuigmondjes nauwelijks zichtbaar zijn. De luminantie van de nooduitjes is hoger dan standaard, om ze in geval van nood wel voldoende zichtbaar te laten zijn. Ook is een speciale variant ontwikkeld die bij wisselende tentoonstellingen in de 'light racks' met museumverlichting kan worden geklikt. ■



Foto: Pedro Penegaute

Opdrachtgever/eigenaar:	Het Rijksmuseum
Architect:	Cruz y Ortiz, Sevilla, Van Hoogevest, restauratie
Bouwfysica adviseur:	DGMR Arup VOF
Aannemer:	J.P. van Eesteren, Koninklijke Woudenberg, Ameide, Kuijpers Helmond, Homij, Nieuwegein
Bouwjaar:	2010-2012

STADSKANTOOR LEYWEG

Een gebouw met een bijzonder driehoekig atrium. Onderzoek in de daglichtkamer leidde tot inzicht in de daglichttoetreding in de vertrekken op de verschillende hoogtes.

De unieke constructie van dit Haagse stads kantoor en appartementencomplex staat garant voor een aantal uitdagende bouwfysische ontwerp vraagstukken. Niet alleen zorgt een in het midden van het gebouw gelegen atrium voor de nodige daglichtperikelen, ook is de draagconstructie buiten de gevels gesitueerd -met alle gevolgen van dien. De combinatie van kantoor- en woonfuncties vergt een bijzondere aanpak. Met het creatieve ontwerp zijn deze uitdagingen het hoofd geboden en is een duurzaam en toekomstbestendig gebouw gerealiseerd waarin architectuur, bouwfysica en technisch vernuft samenkomen.

DAGLICHT

Het Haagse stads kantoor aan de Leyweg kent een unieke constructie: het driehoekige gebouw, dat uit zeventien bouwlagen bestaat en op de hoekpunten naar buiten uitkraagt, bevat een centraal gelegen atrium dat eveneens driehoekig is. In dit atrium staat de draagconstructie van het gebouw, die buiten de gevels is gepositioneerd.

Door de atriumconstructie is de daglichttoetreding aan de atriumzijde op lagere verdiepingen in principe aanzienlijk minder dan op hogere verdiepingen. Daarom is gezocht naar een manier om de daglichttoetreding op lagere verdiepingen te verbeteren. Het resultaat is een gevarieerd zeefdrukpatroon op de beglazing van de atriumgevels, waarmee daglicht naar de lagere verdiepingen wordt gereflecteerd en transparantie en reflectie in de gewenste verhouding staan. Bovenin het atrium is dit patroon dichter en reflecteert het meer licht dan onderin.

De inventieve oplossing voor de daglichttoetreding is tijdens het ontwerp onderzocht in de daglichtkamer van de TU Delft (o.a. met Truus Hordijk, Kees van der Linden en Hester Hellinga). Na oplevering van het gebouw hebben studenten van de TU Delft daglichtmetingen gedaan om de effectiviteit van de maatregelen te verifiëren en te bestuderen. Hierdoor heeft het ontwerp geleid tot nieuwe inzichten in het vakgebied. Een bijkomend positief effect van deze daglichtreflectie is een natuurlijke regeling van het binnenklimaat: bovenin het atrium is de werking van zonlicht en zonnearmte hoger dan onderin het atrium. Zo is minder koeling nodig, wat energie en kosten bespaart.



© foto - Rudy Uytenhaak Architectenbureau

De verdere beheersing van het binnenklimaat geschiedt op efficiënte en duurzame wijze door de lagetemperatuurverwarming en hogetemperatuurkoeling. Middels betonkernactivering wordt een comfortabel en gelijkmatig binnenklimaat gerealiseerd. De warmte en koude wordt geleverd door een WKO-installatie.

De duurzaamheid van het gebouw wordt verder bevorderd door haar flexibele structuur, waardoor indelingen en functies eenvoudig kunnen worden veranderd. Aangezien woon- en kantoorfuncties worden gecombineerd in het gebouw—woningen op hogere verdiepingen, kantoorruimte op lagere verdiepingen— is het van belang dat met name de kantoorruimte efficiënt kan worden herbestemd.

De draagconstructie is grotendeels in het atrium gelegen—in het buitenklimaat dus, waardoor de kans op koudebruggen aanwezig is. Om vochtproblemen ter plaatse van geveldoorvoeringen te voorkomen, zijn extra isolerende maatregelen genomen. Daarnaast is deze constructie voorzien van een duurzame, 120 minuten brandwerende coating. Waar 90 minuten meestal voldoende is voor kantoren, gold een hogere eis wegens de woonfuncties in het gebouw. Ten slotte is een uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar het windklimaat rondom het gebouw, in de windtunnels van Peutz in Mook. ■

Opdrachtgever/eigenaar:	Gemeente Den Haag
Architect:	Rudy Uytenhaak architectenbureau bna
Adviseur bouwfysica:	ZRi
Aannemer:	BAM Utiliteitsbouw
Bouwjaar:	2008-2011

STUDENTENPAVILJOEN ERASMUS UNIVERSITEIT

Alle moderne mogelijkheden om een hoge energieambitie te realiseren zijn van stal gehaald. De verschillende voorzieningen lijken inmiddels “gewoon”, maar de integrale aanpak is waar het om gaat. Naast het energieaspect is vooral ook aandacht besteed aan ruimte-akoestiek, geluidisolatie en brandveiligheid. Een nieuwe centrale ontmoetingsplek in het hart van de campus.

Het hart van de nieuwe campus van de Erasmus Universiteit is het Studentenviljoen. Het is een transparant gebouw dat de ontmoetingsplek van de campus wordt, met onder andere een grand café en theaterzaal. Deze blikvanger is daarbij zowel esthetisch als energetisch van hoge kwaliteit.

Het Studentenviljoen wordt het bruisende culturele hart van wereldcampus Woudestein. Het duurzame paviljoen heeft grote flexibele ruimtes. Er is onder andere een Grand Café, een theaterzaal met foyer en een ruimte met studiewerkplekken.

Er is een hoge energieambitie gerealiseerd door een combinatie van passieve en installatietechnische maatregelen. Zo is er drielaags glas toegepast om onnodig energieverlies en koudeval bij de hoge gevels te voorkomen. De externe zonbelasting is beperkt door lamellen voor de beglazing. Het beperkte energiegebruik wordt gecompenseerd met 700 m² PV-panelen op het dak.



© fotografie Michelle Muus



© fotografie PowerHouse Company en De Zwarte Hond

Het gebalanceerde ventilatiesysteem houdt rekening met de verschillende gebruikers gedurende de dag. Door sturing op basis van CO₂ is de luchtkwaliteit gewaarborgd en wordt de ventilatie van ongebruikte ruimten geminimaliseerd.

Klimatisering in de winter vindt plaats via vloerverwarming. Klimatisering in de zomer wordt met name gerealiseerd door spui-ventilatie. Hiervoor is een inventieve oplossing bedacht, waarbij afhankelijk van de binnen- en buitencondities ramen en luiken in de gevel en in het dak worden geopend of gesloten. Op deze wijze wordt het gebruik van actieve koeling succesvol beperkt.

Naast het realiseren van de energieambitie waren met name de akoestiek, de geluidsisolatie en de brandveiligheid van de theaterzaal aandachtspunten bij de advisering. ■

Opdrachtgever/eigenaar:	Erasmus Universiteit Rotterdam
Architect:	Powerhouse company / De Zwarte hond
Adviseur bouwfysica:	moBius consult
Bouwjaar:	2013

OOSTVAARDERSKLINIEK

Deze nieuwe TBS-kliniek dateert van voorjaar 2008. Speciale aandacht is besteed aan daglichttoetreding en een rustige akoestiek in de cellen. De wens voor een goed, duurzaam en energetisch verantwoord binnenklimaat mét te openen delen in de patiëntenkamers vormde een hele uitdaging gezien het bijzondere karakter van het gebouw. In de 7 jaar dat het gebouw nu in gebruik is blijkt alles nog steeds te functioneren zoals het bedoeld was.

Aan de oostkant van Almere is in opdracht van de Rijksgebouwendienst in het voorjaar van 2008 een nieuwe TBS-kliniek gerealiseerd. Een TBS-kliniek mag met recht een bijzonder gebouw genoemd worden. In een dergelijke kliniek worden mensen behandeld om er voor te zorgen dat ze niet opnieuw terugvallen in de delicten die zij gepleegd hebben.

Deze TBS-kliniek verrast direct vanwege zijn transparante verschijningsvorm. Deze eerste glazen gevangenis is een ontwerp van Studio M10. De ruim 200 cliëntenkamers van deze kliniek zijn onderverdeeld in een aantal normaal en

een aantal maximaal beveiligde laagbouw woonafdelingen. Voor de behandeling van de patiënten zijn aanvullende bouwdelen ontworpen waarin uiteenlopende activiteiten plaats vinden. Alhoewel het verblijf in een TBS-kliniek zeker geen vakantieverblijf mag zijn, hebben we bij de opdrachtgever wel een luisterend oor gevonden om extra nadruk te leggen op het welbehagen van de cliënten. Dit heeft geresulteerd in ruime daglichttoetreding in de cellen, een goed, duurzaam en energetisch verantwoord binnenklimaat in zowel zomer als winter, een rustige akoestische omgeving en te openen geveldelen in elke patiëntenkamer om zelf controle te hebben over het binnenklimaat. Met name de investering in te openen geveldelen heeft het nodige overleg, afstemming en doorzettingsvermogen gevraagd. Door de maatschappelijke gebeurtenis van de Schipholbrand is in het ontwerp van deze TBS-kliniek extra aandacht besteed aan de brandveiligheid. De samenhang tussen architectuur, daglichttoetreding, binnenklimaat en dus gezondheid en duurzaamheid blijkt onomstotelijk uit het gerealiseerde gebouw. Met name in de gevel komen vele disciplines samen en ook op het gebied van installaties en bouwfysica is een nauw samenspel de basis voor de gerealiseerde kwaliteit.

Kwaliteit leveren kost geld, maar door de schaalgrootte (ruim 200 cliëntenkamers) loonde het financieel gezien zeer de moeite om samen met het hele ontwerpteam een modulaair ontwerp op te zetten. Door de grote repetitie in onder andere de gevelelementen en door de slimme integrale afwegingen tussen bouwkundige en installatietechnische voorzieningen is een kosten efficiënt ontwerp gerealiseerd. Het aantal uit te ontwikkelen details is door de grote repetitie in aantal sterk gereduceerd, hetgeen zowel bij de engineering als bij de uitvoering de mogelijkheden heeft geschapen om tot een bijzonder kostenefficiënte uitvoering te komen.

Door deze manier van ontwerpen is bijzondere aandacht besteed aan de bouwfysische, akoestische en brandtechnische aspecten die deze glazen gevangenis maken tot een nieuwe beleving en standaard voor TBS-klinieken. De bouwfysica moet daarbij een wezenlijk bijdrage leveren aan het welbehagen en, daar waar mogelijk, de genezing van de cliënten. Een project waar wij als Nelissen ingenieursbureau b.v. bijzonder trots op zijn om met de inzet van de bouwfysica een bijdrage te leveren aan een betere en mooiere maatschappij. ■



© TBS kliniek, bron: architectenweb, fotograaf: René de Wit

Opdrachtgever/eigenaar:	Rijksgebouwendienst
Architect:	Studio M10 Architecture and Urban Design
Adviseur bouwfysica:	Nelissen ingenieursbureau b.v.
Aannemer:	Bouwcombinatie Welling/Züblin
Bouwjaar:	2008

VMBO SCHOOL DE TENDER

“Frisse school” gerealiseerd in 2011 met integrale aanpak van bouwfysica en installaties onder meer door benutting van de gebouw-massa door ventilatiekanalen in de betonvloer.

“Een ingenieuze combinatie in een duurzaam concept biedt een prima onderwijsklimaat in een energetisch verantwoorde omgeving”

Door een ingenieuze combinatie van voorzieningen, passieve energie en duurzaamheid is een gebouw gerealiseerd om onze toekomstige wetenschappers en ingenieurs in een goed binnenklimaat onderwijs te laten krijgen. Een vroegtijdige en juiste integratie van de betonkernactivering met lucht is de mogelijkheid gebleken om aan projecten een meerwaarde te geven in het kader van duurzaamheid, maar ook om architectonische vrijheden voor de architect te behouden. De aangescherpte eisen voor voldoende ventilatie in onderwijsgebouwen doen de voordelen van dit concept verder toenemen en bieden ruime mogelijkheden om het beton te activeren. Door de onafhankelijkheid van verwarming en andere installaties is het breed inzetbaar

TOELICHTING

Benutting van (beton)massa van gebouwen voor temperatuurbeheersing is niet vernieuwend. Gebruik van lucht in plaats van water wel. Door ventilatiekanalen in de beton-massa aan te brengen kan er een energieoverdracht plaatsvinden. Op basis van buitentemperaturen kan de temperatuur in de ruimte genivelleerd worden. De inblaasstemperatuur bedraagt in principe constant 21 °C.



In de zomerperiode maakt het systeem gebruik van vrije koeling, waarbij de relatief lage nachttemperatuur wordt gebruikt om zowel de kern als het oppervlak van het beton te koelen. De lucht die overdag wordt ingeblazen, wordt zo dus gekoeld door de kern van het beton. De overtollige warmte in de lokalen wordt opgenomen door het betonoppervlak van de plafonds. Hiermee wordt een koelend vermogen gerealiseerd tot 80 W/m². Voor de warmteopwekking is mede om budgettaire redenen gekozen voor HR-ketels, maar dan wel centraal in het gebouw.

De toepassing van plafondeilanden zijn een perfect voorbeeld van materiaal besparing (verlaagde plafonds zijn niet toegepast) en integratie van akoestische maatregelen binnen de beton massa. Door het opdikken van de betonvloeren en dakvloer voor een maximale benutting van de accumulatie konden grote raampartijen worden gerealiseerd, zodat toetreding van daglicht maximaal kan worden benut en gebruik van kunstlicht zoveel mogelijk beperkt blijft. De duurzaamheid van het gebouw is verder onderstreept door toepassing van PV-panelen op het dak, die al jaren bijdragen in het verlagen van het energieverbruik en ook educatief een bijdrage in de school bieden.

Met de combinatie van maatregelen is bepaald, dat een energiebesparing tussen de 20 en 30% zal bedragen ten opzichte van een reguliere bouw. Gedurende het 1e jaar zal nog veel (bouw)vocht moeten worden uitgedreven, alsmede het gebouw nog niet volledig en optimaal worden benut door de gebruikers. Doch zal in de praktijk zeker blijken, dat de theoretische besparingen worden behaald.

De integratie van de ventilatie in het beton, de doordachte uitwerking van de akoestische plafondeilanden gekoppeld aan traditionele warmteopwekking zijn de bouwkosten binnen de perken gebleven van de krappe budgetten voor onderwijsgebouwen. Tezamen met een aanzienlijke energiebesparing en de niet meetbare toename van het comfort in het gebouw maken de investeringen zeker effectief. De degelijkheid en duurzaamheid zullen zich in de tijd terugbetalen. De gemeente kan terugzien op een verantwoorde besteding van haar gelden aan onderwijs en heeft er tevens een visitekaartje bij waar ze trots op kan zijn. ■

Opdrachtgever/eigenaar:	Gemeente Rheden
Architect:	Bekker Adams Architecten B.V.
Adviseur bouwfysica:	De Blaay - Van den Bogaard Raadgevende ingenieurs
Bouwjaar:	2011

THE EDGE

De uitzonderlijk hoge BREEAM score (98,36%, Outstanding) is met name bereikt door een samenhangend pakket van (innovatieve) maatregelen. Opvallend is het grote atrium aan de noordzijde. Bijzonder is verder dat tijdens de uitvoering uitvoerig is gemeten en bijgestuurd. Op basis daarvan is een gebouw tot stand gekomen dat ook echt doet wat de bedoeling is.

The Edge is door OVG ontwikkeld voor de huurders Deloitte en AKD. Vanaf het begin van het ontwerp stond de duurzaamheid van het gebouw centraal. De duurzaamheidssystematiek BREEAM-NL is gebruikt om mate van duurzaamheid inzichtelijk te maken. Gedurende het project is de ambitie op dit vlak steeds verder verhoogd, om uiteindelijk titelhouder te worden van het 'meest duurzame kantoorgebouw ter wereld', met een BREEAM score van ruim 98% (Outstanding). Wat naast het ontwerp en zeer vooruitstrevende installatietechnieken dit gebouw bijzonder maakt, is de hoge mate van kwaliteitscontrole. Bij het uitvoeren van de diverse metingen bleek dat deze zeer zinvol waren om tijdens de uitvoering bijsturing te kunnen geven om de gestelde prestatie-eisen ook daadwerkelijk te realiseren. Voor The Edge is niet alleen een zeer hoge ambitie nagestreefd, deze is ook aantoonbaar gerealiseerd.

TITELHOUDER

De hoge duurzaamheidsscore is te danken aan een heel pakket aan (innovatieve) maatregelen. Het grote atrium aan de noordzijde vormt het hart van het gebouw en zorgt ervoor dat veel daglicht toetreedt in de verblijfruimten binnen het gebouw. Het daglicht wordt aangevuld met een innovatief kunstlichtsysteem, waarbij de gebouwgebruikers via een app op hun smartphone het klimaat en



lichtniveau op hun werkplek kunnen regelen. Het systeem is niet alleen energiezuinig, maar geeft ook veel inzicht in het gebruik van het gebouw.

Om te voorkomen dat de grote glasoppervlakten in het atrium leiden tot een zeer grote energievraag gedurende het stookseizoen, wordt de opgewarmde / gekoelde lucht uit de kantoorvertrekken overgestort naar het atrium. Hiermee verwarmt c.q. koelt de lucht het atrium op bijna geheel passieve wijze. Met hierbij een aanvulling van minimale voorzieningen wordt een voldoende comfort bereikt in het atrium ter plaatse van verblijfszones en verkeersgebieden.

Het dak en de zuidgevel van het gebouw zijn voorzien van PV-cellen om de voor het gebouw benodigde energie op duurzame wijze op te wekken. Om het gebouw volledig energieneutraal te laten zijn, is aanvullend daarop gebruik gemaakt van naburige daken om in totaal in ruim 4.000 m² aan PV-panelen te voorzien.

KWALITEITSCONTROLE

Vanuit BREEAM-NL worden niet alleen strenge prestatie-eisen aan het ontwerp gesteld, maar ook aan de borging van deze prestaties door diverse opleveringsinspecties en -metingen van o.a. de gevel, inrichting en installaties.

Voor The Edge is niet alleen een zeer hoge duurzaamheidsambitie gesteld, deze is ook aantoonbaar gerealiseerd. Het gebruiken en bezoeken van het gebouw is een ware innovatieve beleving. ■



Ontwikkelaar:	OVG
Huurders:	Deloitte en AKD
Adviseur bouwfysica:	LBP SIGHT
Architect:	PLP Architecture
Aannemer:	G&S Bouw
Installateur:	combinatie HOMU-Bosman
Bouwjaar:	2014

DE TIMMERFABRIEK

Een tot “passief kantoor” verbouwde houtwerkplaats waarin het goed toeven is. Thermische isolatie, ventilatie, daglichttoetreding, zonwering, enz. zijn in samenhang ontworpen. Het gebouw heeft nu energielabel A++ en zal, na aanbrengen van PV-panelen zelfs energieneutraal zijn.

Noblesse oblige. Als adviseur duurzaam bouwen hebben wij het hoogste woord over duurzaamheid. Nu geven wij zelf het goede voorbeeld. Ons nieuwe kantoor in Driebergen was een houtwerkplaats en is gerenoveerd tot een zeer energiezuinig en gezond kantoor.

Voor de renovatie van ‘de Timmerfabriek’ zijn de principes van de Trias Ecologica gevolgd. Door het hergebruik van de bestaande constructie, is de materiaalbelasting zeer laag. De eerste fase - en tevens belangrijkste stap - van de renovatie bestaat uit de minimalisatie van de energievraag. Voor de isolatie en ventilatie van het pand zijn de richtlijnen van Passief Bouwen aangehouden.

Aan de binnenzijde van het gebouw is een hoogwaardige isolatielaag aangebracht. In het dak zijn voor een optimale daglichttoetreding negen dakramen gerealiseerd, zodat het energiegebruik door kunstlicht wordt geminimaliseerd. Omdat de beglazing voornamelijk zuidgericht is, resulteren de dakramen tevens in een verlaging van het energiegebruik voor verwarming. Alle nieuwe ramen zijn uitgevoerd met drieboudig glas.

Een goed binnenklimaat in de zomer wordt gerealiseerd met buitenzonwering en voldoende voorzieningen voor



spuiventilatie. De inbraakvrije spuivoorzieningen kunnen ook 's nachts open blijven. De ventilatie wordt gestuurd op basis van temperatuur en CO₂-gehalte. Door de geringe warmtebehoefte kan verwarming plaatsvinden met de naverwarming van de ventilatielucht.

In de eerste fase van de renovatie zijn de middelen met name besteed aan bouwkundige maatregelen die niet achteraf kunnen worden aangepast. Na de eerste fase heeft het gebouw energielabel A++. In de tweede fase zullen onder andere PV-cellen op het dak worden gerealiseerd. Na deze fase zal het gebouw energieneutraal zijn. ■



Opdrachtgever/eigenaar: moBius consult
Adviseur bouwfysica: moBius consult
Bouwjaar: 2012

TIVOLI VREDENBURG

Akoestisch een zeer interessant project door de eis om verschillende concertzalen tegelijkertijd te kunnen gebruiken. De kwaliteit van de ruimteakoestiek wordt door zowel deskundigen als publiek zeer gewaardeerd.

Vlakbij het spoorhart van Nederland ligt het voormalige muziekcentrum Vredenburg dat gerenoveerd is. Door het architectonische totaal ontwerp is de dynamiek van de stad in het gebouw teruggebracht door een bijzonder schakeling van zalen en publieke ruimten. Het nieuwe muziekpaleis is hierbij als het ware om het oude muziekcentrum heen gebouwd. Het nieuwe gebouw omvat vijf zalen voor alle verschillende muziekstijlen, met een totale capaciteit van 5500 bezoekers. TivoliVredenburg is hiermee het grootste concertgebouw van Nederland en geschikt om alle muziekgenres te programmeren.

VIJF UITEENLOPENDE ZALEN

De akoestiek van de symfoniezaal was vermaard. Dat deze zaal onderdeel zou uitmaken van het nieuwe concept stond dus wel vast. Ondanks het vervangen van de stoelen t.b.v. beter zitcomfort en enkele maatregelen ter verbetering van de geluidsisolatie, hebben metingen vastgesteld dat de akoestiek onaangetast is gebleven. De korte afstand tot het podium en de goede zichtlijnen zoals in de symfoniezaal, komen terug in het ontwerp van de nieuwe zalen.

Om de zaalakoestische maatregelen te kunnen vaststellen is tijdens de ontwerpfase gebruik gemaakt van 3D-rekenmodellen. Na voltooiing van de bouw zijn in de 5 zalen metingen uitgevoerd om de gerealiseerde akoestiek vast te leggen. Zonder uitzondering kwam het meetresultaat zeer dicht bij de prognose.

ÉÉN GEBOUW

De grootste uitdaging in dit project was het realiseren van de (hoge) geluidsisolatie tussen de verschillende zalen onderling alsook die naar de op korte afstand gelegen woningen. Omdat het publiek in principe voor één van de vijf zalen komt (m.u.v. grote muziekevenementen) is hiertoe als basis gekozen om iedere zaal als een zelfstandige “biotoop” te beschouwen, met een eigen foyer, toiletten en eigen opgang om publieksstromen te kunnen scheiden.

Bij dit ontwerp was een belangrijke beperking de niet te wijzigen constructie van de bestaande symfoniezaal. In combinatie met de relatief kleine footprint van het gebouw moesten de zalen worden gestapeld, en kraagt één van de zalen zelfs uit boven de symfoniezaal. Deze combinatie kon alleen worden gerealiseerd met een lichtgewicht bouwwijze.

Alleen door de grens van de technische mogelijkheden op te zoeken, kwamen er oplossingen beschikbaar in deze zeer complexe opgave. Onzichtbaar voor de bezoeker, maar in het gebouw zijn honderden flexibele koppelingen in de constructie verwerkt. De opbouw van wanden en vloeren is, afhankelijk van de positie, geoptimaliseerd om ruimte en gewicht te besparen.

Naast de diverse akoestische aandachtspunten die voor dit muziekgebouw toch wel de hoofdmoot vormden, zijn gedurende het lange traject ook diverse bouwfysische studies gedaan m.b.t. binnenklimaat, vochtthinder (m.n. renovatie), energie en daglichttoetreding. ■



Opdrachtgever:	Projectorganisatie Stationsgebied van de Gemeente Utrecht
Architecten:	Architectuurstudio Herman Hertzberger, Jo Coenen & Co, Architectuurcentrale Thijs Asselbergs, NL Architects
Adviseur bouwfysica:	Royal HaskoningDHV
Aannemer:	Heijmans Utiliteitsbouw
Bouwjaar:	2004-2014

VERTIGO GEBOUW

Het voormalige Scheikundegebouw (1961) met extra grote verdiepinghoogte is in 2002 volledig gestript en gerenoveerd en huisvest nu de faculteit Bouwkunde. Het ontwerp van met name de gevel is ontwikkeld en gevalideerd met CFD berekeningen en klimaatkamer onderzoek, waaruit ook nieuwe inzichten zijn voortgekomen.

Voor de faculteit bouwkunde van de TU/e is het voormalige scheikunde gebouw gestript tot op het (beton-)skelet en vervolgens volledig gerenoveerd.

Diverse afwegingen hebben uiteindelijk geleid tot het ontwerp van een nieuw, nog niet eerder toegepast, type gevel: een “variabele” klimaatgevel bestaande uit een transparante gevel (deels voorzien van een print van de steigers van Gaudi's Sagrada Familia) met daarachter een screen en een rolluik. Het rolluik hangt op enige afstand van de gevel en vangt de langs het screen opstijgende warme lucht in, waarna deze bovenin, boven het screen wordt afgezogen. Screen en rolluik sluiten alleen als het weer het nodig maakt, het rolluik komt dan tot 2 m boven de vloer, zodat ook dan een zekere mate van uitzicht gehandhaafd blijft. Als het niet nodig is, hetgeen het overgrote deel van de tijd het geval is, is het rolluik opgerold en kan maximaal van daglicht en uitzicht geproefteerd worden.



Foto: Arthur Bagen

De kwaliteit van het binnenklimaat en de effectiviteit van de zonwering met dit gevelconcept is in een speciaal gebouwde klimaatkamer bij Peutz getest. In de klimaatkamer kon een hoogte van 4,2 m en diepte van 6,2 m gerealiseerd worden. CFD (Computational Fluid Dynamics) berekeningen zijn op basis van deze metingen ‘gekalibreerd’, waarna ze zijn opgeschaald naar een netto hoogte van 4,8 m en een diepte van 10 m. Het nauwkeurig reproduceren van de metingen in CFD bleek alleen mogelijk na detailmeting van het patroon van de luchtsnelheid van de inblaasvoorziening.

Uit basis van dit laboratoriumonderzoek is het principe van de toevoer gewijzigd. De combinatie van verdringing en afzuiging bij de gevel leidt tot een koude trek over de vloer en kortsluiting van luchttoe- en afvoer. Een mengsysteem met inducerende toevoerroosters bleek daarentegen uitstekend te functioneren, zowel in de zomer als in de winter.

Uit de laboratoriummetingen is een effectieve ZTA-waarde van 0,09 bepaald. Aan de hand van temperatuuroverschrijdingsberekeningen is vastgesteld dat hiermee aan de criteria voor de zomerperiode kon worden voldaan. Dit is een bijzonder resultaat, gezien het verdiepingshoge glas en de ‘normale’ klimaatinstallatie. De bouwfysische integrale oplossing heeft deze spectaculaire architectuur, met daglichttoetreding tot diep in het gebouw, mogelijk gemaakt.

Uiteraard is er, naast de innovatieve gevel, ook op andere punten veel aandacht aan de bouwfysica besteed. Zo is bijvoorbeeld het grote atrium, dat het gebouw zijn naam gegeven heeft, voorzien van natuurlijke ventilatie, de kantoren grenzend aan dit atrium maken gebruik van deze ventilatielucht.

Door dit project zijn nieuwe inzichten ontstaan ten aanzien van modelleringstechniek (door het vergelijken van CFD met metingen in de klimaatkamer), het kunnen toepassen van een klimaatgevel met een variabel binnenblad en beperkingen ten aanzien van het toepassen van verdringingsventilatie.

Het gebouw en de variabele klimaatgevel functioneren nog zoals het bedoeld was. Ook met de huidige bezetting, hoger als oorspronkelijk aangenomen, voldoet het binnenklimaat. ■

WOONCOMPLEX VOOR OUDEREN ERMELO

Een vroeg voorbeeld (2001) van gebruik van atria in woongebouwen. De EPC is 0,7 terwijl de eis in die tijd 1,2 was. Uit monitoring de eerste twee jaar na oplevering bleek dat de uitgangspunten uit het ontwerp ook in werkelijkheid werden gehaald.

Wooncomplex De Vijverhof in Ermelo omvat 29 woningen, een recreatieruimte en een glasoverkapte binnenstraat. In dit project is veel aandacht besteed aan de energie-efficiency in nauwe samenhang met comfortaspecten als het thermisch binnenklimaat, daglicht en akoestiek. Bijzonder is met name het innovatieve ventilatieconcept dat bestaat uit:

- een glasoverkapte binnenstraat (beperkt transmissieverliezen, verwarmt ventilatielucht voor);
- een vraaggestuurd ventilatiesysteem met elektronische drukgeregelde roosters (stemt ventilatietoevoer optimaal af op behoefte);
- individuele warmtepompboilers (benut warmte uit ventilatie-afvoerlucht voor warm tapwater).

Verder is de gebouwschil zwaar geïsoleerd en is een laagtemperatuurverwarmingssysteem toegepast. Als extra innovatietoepassing zijn 9 woningen voorzien van CO₂-sensoren op basis waarvan de natuurlijke luchttoevoer wordt geregeld.

MINIMALISEREN ENERGIEVERBRUIK

Bij het ontwerp van het project is gestreefd naar een minimalisering van het energiegebruik (EPC = 0,70, destijds was de eis 1,20) in nauwe samenhang met comfortaspecten zoals het thermisch binnenklimaat, tapwatertemperatuur, daglicht en akoestiek. Een belangrijk onderdeel is het ventilatieconcept dat bestaat uit het voorverwarmen van de ventilatielucht, het op een energiezuinige manier ventileren van de woningen en de terugwinnen van de warmte uit de afgevoerde ventilatielucht middels een warmtepomp.

MONITORING

Na de bouw zijn gedurende 2 jaar metingen uitgevoerd met als doel na te gaan in hoeverre het gerealiseerde project voldoet aan de, in de ontwerpfase, voorspelde prestaties ten aanzien energie en binnenmilieu (temperatuur, relatieve vochtigheid en CO₂) en hoe het concept door de bewoners werd ervaren. De resultaten tonen aan dat de tijdens de ontwerpfase berekende prestaties (energie, binnenmilieu) overeenkomen met de werkelijke prestaties.



© Royal HaskoningDHV

Uit de monitoring volgt dat de luchttemperatuur in het atrium gemiddeld circa 5°C hoger is dan buiten. Dit betekent dat de ventilatielucht van de woningen wordt voorverwarmd.

VOORBEELDPROJECT

Dankzij subsidie van o.a. Novem (nu RVO) was het mogelijk vernieuwende en kansrijke technieken in de praktijk te beproeven. Dat deze stimulans leidt tot een goed toepasbaar en goedkoper product, is bewezen door de in dit project toegepaste warmtepomp, een product dat zich in korte tijd ontwikkeld heeft van experimentele techniek tot marktconforme oplossing die tegenwoordig breed wordt toegepast in vele energiezuinige koel- en verwarmingsconcepten. Het wooncomplex in Ermelo, met een EPC die ruim 40% onder de toenmalige eis uit 2001 lag, werd gezien als voorbeeldproject op weg naar energieneutraal bouwen. De lage energieprestatie wordt gehaald door een innovatief ventilatiesysteem. Het project toont aan dat energiebesparing en comfort hand in hand gaan. ■

Opdrachtgever:	Woningstichting De Groene Zoom
Architect:	Architektenburo Slager</

WTC AMSTERDAM

Een mooie combinatie van renovatie en nieuwbouw aan de drukke Amsterdamse zuidas, waarbij de daar optredende geluid- en windproblemen effectief worden opgelost.

“De uitdaging bestond eruit om een groot gebouwcomplex op duurzame wijze aan te passen aan de eisen van deze tijd”

OMSCHRIJVING RENOVATIE EN NIEUWBOUW

Het project bestaat uit drie deel-projecten:

- Renovatie van de gevels van de bestaande WTC-torens (torens A t/m D).
- Toevoegen van nieuwbouw in de vorm van het Entreegebouw, van de Centrale hal en Promenade met de Podiumkantoren en van de E-toren.



- Nieuwbouw H-toren met ondergrondse verbinding bestaande complex in vorm van parkeergarage. Naast kantoorruimte zijn publieksfuncties als een congrescentrum, winkels en horecagelegenheden toegevoegd.

MOTIVATIE

Dit gebouw is op een duurzame wijze aangepast aan de huidige eisen. Het is een fascinerend en inspirerend project omdat een verouderd, maar wel iconisch jaren '70 complex weer helemaal terug op de kaart is gezet, mede door de spectaculaire dakconstructie, het golvende dak. Het op deze wijze weer voor jarenlang hergebruik geschikt maken van een bestaand gebouw is ongeveer de meest duurzame manier van met grondstoffen en grond omgaan.

Het project ligt aan de A10 met een relatief hoge geluidbelasting door verkeer. Het Entreegebouw, de E-toren en H-toren zijn mede om deze reden voorzien van een dubbele huidfaçade. Het was trouwens het eerste gebouw in Nederland met zo'n dubbele huidfaçade.

De binnengevels achter deze dubbele huidfaçades zijn in de E-toren en Entreegebouw uitgevoerd in houtskeletbouw voorzien van te openen delen. Indien gewenst kunnen gebruikers hierdoor een raam openzetten. Door deze dubbele huidfaçade kon ook het glaspercentage heel groot gemaakt worden, met ramen van vloer tot plafond, waardoor de daglichttoetreding maximaal is.

Qua stedenbouwfysica is er uitgebreid aandacht geweest voor het windklimaat om het gebouw en nabij de entrees. Door Peutz bv is een uitgebreid windtunnelonderzoek uitgevoerd. Mede hierdoor zijn het ontwerp van de entrees, de positie ervan in de gebouwen en de overkraging van het golvende dak bepaald.

Er zijn CFD berekeningen uitgevoerd aan de afvoer van rook en warmte van de Centrale hal, om aan te tonen dat deze voldoende rookvrij blijft in geval van brand, zodat deze als vluchtroute gebruikt kan worden. Dat was voor die tijd een vernieuwende aanpak, die veel navolging gevonden heeft.

Het complex heeft in de afgelopen 10 jaar de tand des tijds prima doorstaan, ook bouwfysisch gezien, en functioneert naar tevredenheid van de gebruikers. ■

Opdrachtgever/eigenaar:	ING Vastgoed en Kantoren Fonds Nederland
--------------------------------	--

SPONSORS VAN DE NVBV



peutz group
vestigingen in nederland, België,
duitsland, frankrijk en spanje

www.peutz.nl



Dwa
www.dwa.nl

Amsterdam - Bodegraven - Ede - Rijssen



Royal HaskoningDHV
Consultancy, Engineering & Management

Enhancing Society Together

royalhaskoningdhv.com/bouwfysica



DPA | CAUBERG-HUYGEN
RAADGEVENDE INGENIEURS

www.dpach.nl Duurzaam Gezond en Veilig



K+ Adviesgroep bv
Is een ingenieursbureau dat installatietechnische
adviezen op een unieke manier combineert met de
advisering op het gebied van Bouwfysica, Akoestiek,
Energiebeheer, Duurzaam Bouwen en Brandveiligheid

Jodenstraat 6
Postbus 224
6100 AE Echt
T: 0475 – 470 470
E: info@k-plus.nl

www.k-plus.nl

Meer bouwen met minder techniek



**Mensen met oplossingen
voor een goed leef- en
werkcomfort**

M+P | MBBM groep
www.mp.nl

40 jaar



RAADGEVENDE INGENIEURS
Nieman
Bouwfysica, -techniek en -regelgeving

**Onze integrale kennis
zorgt voor bouwkwaliteit**

Wij werken mee aan duurzame gebouwen waarin
mensen veilig, gezond en comfortabel wonen en werken.

WWW.NIEMAN.NL - INFO@NIEMAN.NL



**adviseurs
ingenieurs**

Bouwfysica | Akoestiek | Brandveiligheid

T (070) 361 55 59
F (070) 361 79 30
info@zri.nl
www.zri.nl

Balistraat 1
2585 XK Den Haag
Postbus 85577
2508 CG Den Haag

WRI

WETERING RAADGEVENDE INGENIEURS MAASTRICHT

Brandveiligheid Akoestiek
Bouwfysica Installaties

Sint Maartenslaan 23, 6221 AV Maastricht
T +31 43 321 16 43



nelissen
ingenieursbureau

- installatietechniek
- bouwfysica, akoestiek en brandveiligheid
- duurzaamheid

NatLab 2.0 te Eindhoven

www.nelissenbv.nl

dGm^R



DGMR. Meer dan Bouwfysica.

LBP|SIGHT

**Oplossingen voor
bouw, ruimte en milieu**

LBP|SIGHT is een onafhankelijk advies- en ingenieursbureau met veertig jaar ervaring. Passie voor het vak is wat de honderd professionals bindt.

www.lbpsight.nl

Kelvinbaan 40
3439 MT Nieuwegein
(030) 231 13 77



Bouw
Ruimte
Milieu



Snelle en betrouwbare berekeningen voor

Installatie

Bouwbesluit

Energie

Advies



BINK software BV - 078-6148626

E-mail: info@binksoftware.nl - website: www.binksoftware.nl

Alcedo

**Adviseurs voor milieu, geluid,
trillingen en bouwfysica**

Alcedo bv, Postbus 140, 7451 AC Holten
I: www.alcedo.nl T: (0548) 63 64 20

SPA
ingenieurs

SPAingenieurs.nl

Terneuzen
Ede

Bouwadvies Brandveiligheid

vergunningen
duurzaamheid
beleidsadvies
opleiding

ruimtelijke ordening
milieuonderzoeken
milieuzorg

Deerns

...brengt ideeën tot leven

**'Deerns is het grootste onafhankelijke
ingenieursbureau in Nederland op het gebied van
installatietechniek, energie en bouwfysica'**



abt
bouwen aan ambities

ABT zoekt continu naar gedreven medewerkers.
Denk jij een toevoeging voor ABT te zijn,
kijk dan voor meer informatie op onze website.
www.werkenbijabt.eu



Alpha
LupoTherm

De beste gebouwisolatie voor **zomer** en **winter**

www.Alpha-LupoTherm.nl



Advies & Engineering op hoog niveau

IOB, uw partner voor:
Beheer & Onderhoud, BIM, Bouwfysica,
Bouwkostenadvies, Bouwplantoetsing, Bouwtechniek,
Brandveiligheid, Civiele Techniek, Constructieadvies,
Directievoering en Toezicht, Installatieadvies

ADVERTEREN IN BOUWFYSICA? TARIEVEN VIA:

redactie@nvbv.org



NET JE SCRIPTIE AFGEROND?

*Schrijf een artikel voor Bouwfysica en
ding mee naar de Kees van der Lindenprijs!*

redactie@nvbv.org



COLOFON

Bouwfysica

26e jaargang,
special,
november 2015
ISSN 0928-5377

Redactie

ir. Marije Vos (hoofd-
redacteur, Arcadis)
ir. Mirjam Peters
(eindredacteur, DGMR)
ir. Marco van Beek
(Peutz)
ir. Lennart Schmitz
ir. Thijs van Brakel
(DPA Cauberg-Huygen)

ir. Linda Hoes-van
Oeffelen (TNO)

ir. Sara van der Valk

(LBP | SIGHT)

ir. Marjolein Vandersickel

(Technum-Tractebel

Engineering)

ir. Jikke Reinten,

Hogeschool Utrecht

Redactieadres

ir. M. Vos

p/a Arcadis

Postbus 4205

3006 AE Rotterdam

e-mail:

redactie@nvbv.org

Abonnementen

€ 80,- per jaar

Advertentietarieven

Op aanvraag

Grafische realisatie

Twin Media BV,

Culemborg

Gedrukt op chloorvrij

papier

NEDERLANDS VLAAMSE BOUWFYSICA VERENIGING

Bronvermelding omslag

© Het Scheepvaart-
museum, fotograaf
Eddo Hartmann

Bestuur

ing. Ad van der Aa
(voorzitter, ABT)

ir. Antonin van de Bree

(penningmeester,

LBP | SIGHT)

ir. Ingrid van de Cruys

(secretaris, LBP | SIGHT)

ir. Twan Vervoort (Peutz)

ir. Daniel van Rijn (RVO)

dr. ir. arch. Martin
Tenpierik (TU Delft)

ir. Herman Eijdens

(P2P-consult)

ir. Marije Vos

(communicatie, Arcadis)

Secretariaat en informatie

Nederlands Vlaamse

Bouwfysica Vereniging

p/a LBP | SIGHT

Postbus 1475

3430 BL Nieuwegein

Bij voorkeur per
e-mail naar:

secretaris@nvbv.org

website: www.nvbv.org

Nederland: Postrekening

92140

Lidmaatschap

€ 60,- per jaar (bij

automatische incasso);

studenten 15 euro;

zie website voor details

en inschrijvingsformulier.

Leden van de
Nederlands Vlaamse
Bouwfysica Vereniging
ontvangen het blad
Bouwfysica.



HET BESTE BOUWFYSISCHE GEBOUW (vervolg)



De Markthal



Meander Medisch Centrum



Metaforum



MFA Veldhoven Noord



Ministerie Financiën



Passiehuys Houten



Provinciehuis Noord-Holland



Stadskantoor Leyweg



RHDHV Amersfoort



Het Nieuwe Rijksmuseum



Studentenpaviljoen Erasmus Universiteit



Oostvaarderskliniek



VMBO school de Tender



The Edge



De Timmerfabriek



TivoliVredenburg



Vertigo gebouw



Wooncomplex voor ouderen te Ermelo



WTC Amsterdam

