

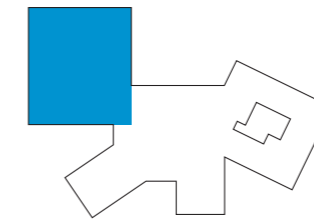
Nieuwe School campus Knokke

Januari 2011

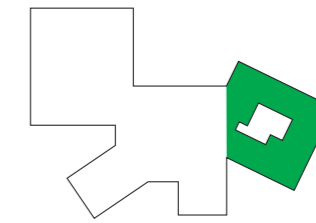




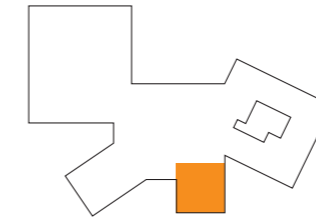
Nieuwe School campus Knokke



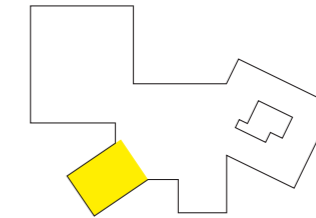
Lagere School



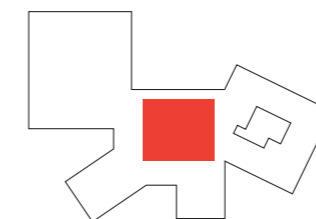
Kleuter School



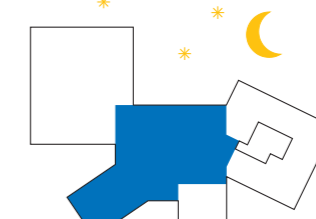
Administratief Gedeelte



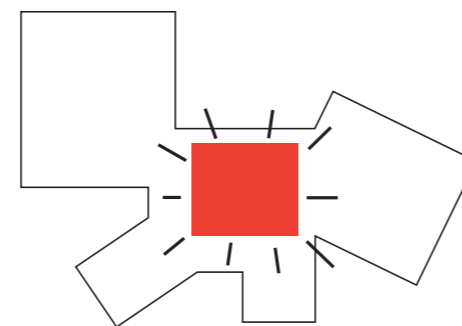
Multifunctioneel Gedeelte



Polyvalente Turnzaal



Avondgebruik



Het 'hart' van de school

1 + 1 + 1 = 1

Hoe verhoudt het individu zich tot het geheel? En tot welk geheel?

Wat is in een atomiserende samenleving de positie van het collectief? Dat is een van de dilemma's van deze tijd.

Universum

Architectuur kan een rol spelen. Dit voorstel is een poging de school vorm te geven als eenheid en tegelijkertijd ruimte te bieden voor het individu.

Hart

De polyvalente zaal zou het hart kunnen vormen van het gebouw. Door deze ruimte centraal te stellen zal zij een actieve rol vervullen in het dagelijks leven op de school. De turnzaal wordt als ontmoetingsruimte, theater, feestzaal het verbindende element tussen de verschillende functies.

Om de zaal bevindt zich een rondgang die leerlingen en bezoekers over het gebouw verdeelt. De entreehal wordt in feite 'ge-upscaled' tot een levendige zone. (De omloop kan wellicht ook worden gebruikt voor de 'warming-up'). Een dikke wand om de zaal 'absorbeert' de kleedruimten en toestellenberging, maar bevat ook speel- en

werkplekken die de omringende gang verder zullen activeren. De wand opent zich hier en daar om visuele en fysieke relaties mogelijk te maken. De zaal prikt door het dak. Hierdoor kan er van alle kanten daglicht binnen vallen. Dit natuurlijke licht, gefilterd door een strekmetalen schil, maakt van de zaal een aangename plek; het 'hart' van het gebouw licht op.

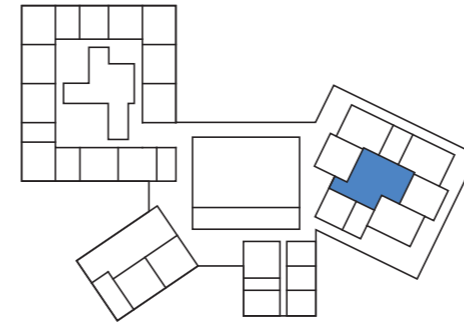
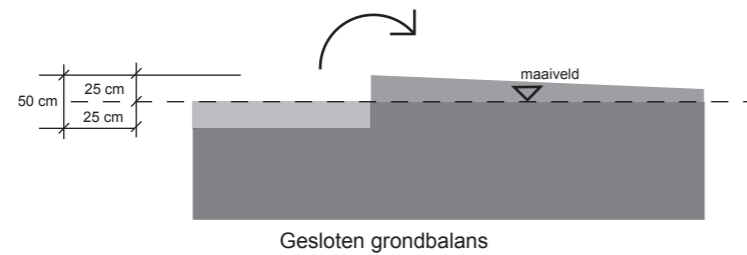
Amoebe

Doordat de ruimten voor het lager- en kleuteronderwijs, het administratief gedeelte en de overige multifunctionele ruimtes aan de turnzaal worden gekoppeld ontstaat een geleed gebouw met

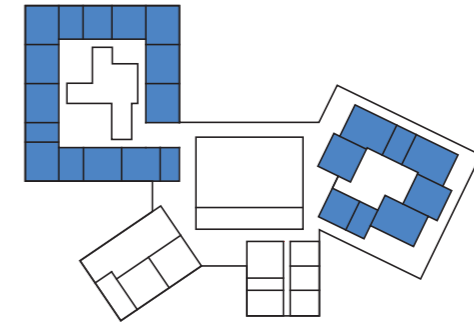
gedifferentieerde buitenruimten. Het gebouw omarmt de tuin. En vice versa. De refter flankiert de entree. (Je kunt hier ook fijn buiten zitten).

Polyvalent gebruik

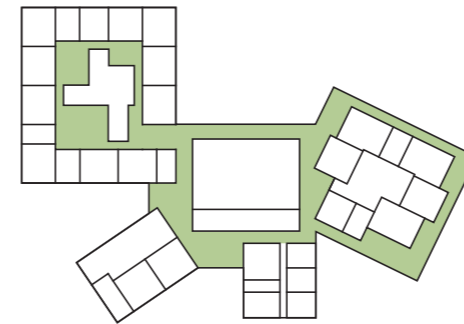
Buiten schooltijden kunnen de clusters worden afgesloten van het centrale deel zodat het zorgeloos kan worden overgegeven aan andere gebruikersgroepen.



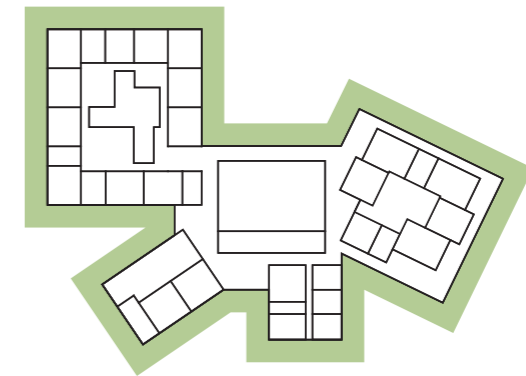
Besloten buitenruimte



Besloten binnenruimte



Open leer en speelcentrum



Tuinen

Tarra

In het boekje Mutaties beschreef Willem Jan Neutelings in 1996 de rol van het Programma van Eisen voor de architectuurpraktijk. "Voor elke ruimte is voorgeschreven hoe lang, hoog, breed, warm, koud, vochtig, tochtig, licht, donker het moet zijn hoe het moet ruiken, klinken, voelen, hoe de tafels en stoelen opgesteld staan. De netto ruimte is daarmee geheel vastgelegd en 66% van het gebouw heeft dan ook nauwelijks ontwerpinspanning. Het gebouw kent daarnaast nog de tarra-ruimte (= bruto min netto) die niet wordt beschreven. Deze ruimte is de laatste vrijplaats voor de architect". Sindsdien is deze ruimte echter ook onder druk komen

te staan. Het netto is de effectieve ruimte waar de klant omvraagt, het bruto waarvoor zij betaalt. De bruto / netto verhouding is nu de maat der dingen. Kunnen we het Tarra terug winnen voor de architectuur?

Bruto = Netto?

De aspiratie is een gebouw te maken zonder gangen. Gangen zijn louter bedoeld om je in te verplaatsen. Zou het mogelijk zijn de verkeersruimte van het gebouw ook te laten functioneren als verblijfsruimte?

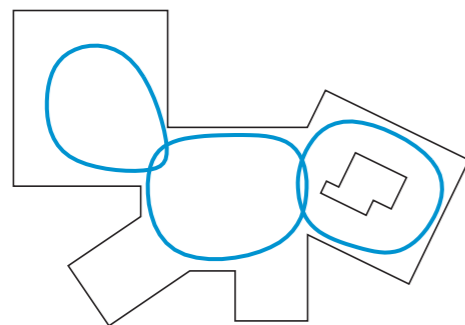
Powers of 10

Door ontwikkelingen op het gebied van informatietechnologie wordt werken steeds onafhankelijker van tijd en plaats. Er zijn minder vaste werkplekken: de behoefte aan flexibele inrichtingen neemt toe. Tegelijkertijd is het onderwijs als gevolg van veranderende educatieve opvattingen geïndividualiseerd. Frontaal onderwijs neemt af, zelfstandig werken of in kleine verbanden wordt belangrijker. Het ontwerp voorziet wel in de klassikale ruimten, maar hoopt tevens tal van intieme werkplekken te bieden waar je je kunt terugtrekken om je te concentreren of met andere leerlingen in groepjes te overleggen en

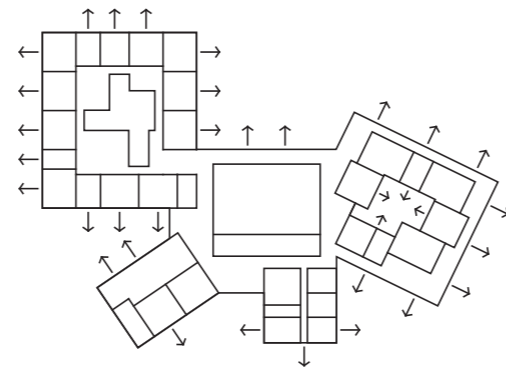
samen te werken. Er wordt een aantal 'schaalniveaus' aan het schoolgebouw toegevoegd...

Klassen

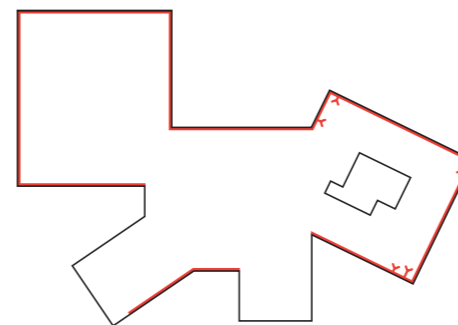
Het cluster voor het lager onderwijs bestaat uit een serie klaslokalen die rondom een overdekte binnenplaats zijn geplooid. Een kast van anderhalve meter hoog met glas erboven vormt de interface tussen dit 'plein' en de klassen. De klassen kunnen worden afgesloten maar ook onderdeel uitmaken van het grotere geheel. Op het plein staat een 'blok' met bergingen en sanitair. Door de grillige vorm ontstaan een soort nissen. De gang



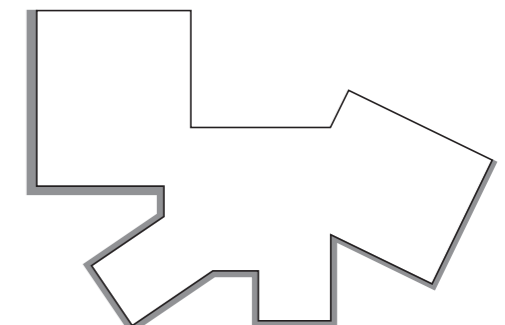
Circulatie



Relatie met de omgeving



Vensterbank



Veranda+Sunblock

wordt werkplek. Doordat het dak als een vulkaan oprijst boven het service blok ontstaat hier extra ruimte om te spelen en te werken. Dakramen zorgen voor natuurlijk licht. De kleuterklassen zijn georganiseerd in een losse 'ring' rondom een hof. Vanuit de klas kun je direct naar buiten. De gang rondom kan gebruikt worden om eindeloos rondjes te rennen, of om te 'cruisen' met 'bobbycars' of driewielers. De gang is ook hier een uitbreiding van de klas en door de ruimtelijke schakeling een interessante, gedifferentieerde ruimte om te spelen; ruim en toch intiem.

Kans! Door het relatief weidse karakter van de locatie ligt er een bijzondere kans. De school kan op deze plek in één laag worden georganiseerd. Dit geeft op zich zelf al een gelukzalige ervaring van ruimte, van uitgestrektheid, maar het horizontale karakter zorgt er bovenal voor dat iedere binnenruimte een directe relatie kan hebben met buiten.

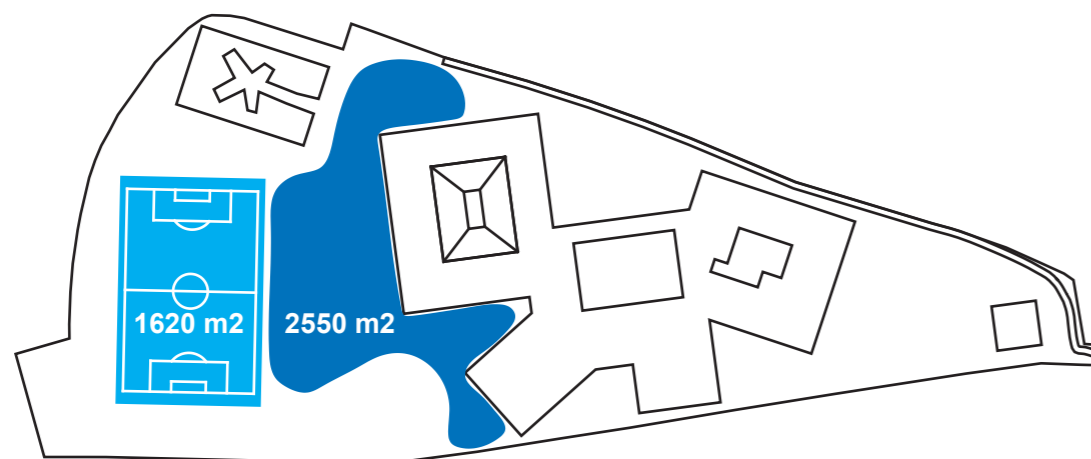
Circulatie Er zijn geen doodlopende gangen; de circulatie is nu letterlijk: een serie geschakelde 'loops', geschakelde circuits, die hiermee

een gevoel kunnen opwekken van eindeloosheid en continuïteit.

Plat Pays Door het complex in zijn geheel iets in de grond te verzinken ontstaat een nog vriendelijker silhouet. Het gebouw lijkt hierdoor verrassend laag; het dak is bijna aanraakbaar. Het niveauverschil tussen binnen en buiten zorgt ervoor dat het gebouw volledig transparant kan zijn en tegelijk een gevoel van geborgenheid kan bieden. De lambrisering die ontstaat door het laten zakken van de vloer zorgt voor intimiteit, het glas erboven voor uitzicht en gevoel van ruimte...

Vensterbank = Werkbank + Loungebank De verlagings van het vloerniveau creëert een polyvalente vensterbank.

Je kunt er dingen op tentoonstellen; een soort vitrine voor planten en werkstukken. Tegelijk kan het dienst doen als werkblad, als XL tafel. En er kan bergruimte onder. Drie



2550 m2 speelplaats + 1620 m2 polyvalente parking = 4170 m2 speelplezier!

traden leiden naar schuifdeuren die toegang bieden tot de tuin. De tafels hebben dezelfde hoogte als het omringende landschap en vormen zo een soort uitbreiding van het maaiveld in het interieur.

Veranda

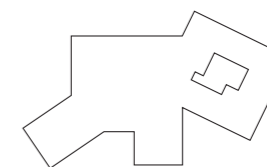
Het dak steekt over om directe instraling van de zon te voorkomen. Hierdoor ontstaat meteen ook een interessante overgang tussen binnen en buiten. Een 'veranda' als plek om te 'hangen', om plantenbakken te plaatsen en schommelstoelen, een hangmat op te hangen. Of om te werken, in de buitenlucht en toch beschermd.

De Tuinen

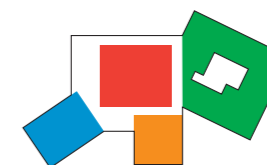
Het gebouw omsluit verschillende buitenruimten. Iedere tuin heeft een andere functie en karakter. Zo zijn er de schooltuintjes voor de grotere kinderen die aansluiten bij de al bestaande moestuinen die verder uitgebreid kunnen worden. De kinderboerderij die de speelplaats van de kleuters omvat en waar de huisbewaarder woont en hobbyboer kan zijn. De opvang heeft zijn eigen buitensterras op het zuiden. En er is het grote speelplein met een overdekt deel en met veel groen en banken.

Polyvalente Parking

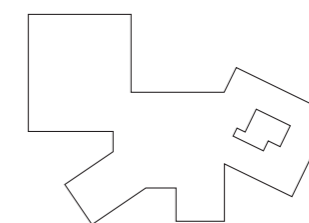
De parkeerplekken worden verdeeld in twee zones: een strip langs de 'kiss en ride' met 20 plekken voor de dagelijkse behoefte en een ander groter veld dat kan worden gebruikt bij speciale gelegenheden. Dit verharde veld zal normaal worden gebruikt als onderdeel van de speelplaats en soms als plein voor buurtfeesten.



65% Bouwvolumen



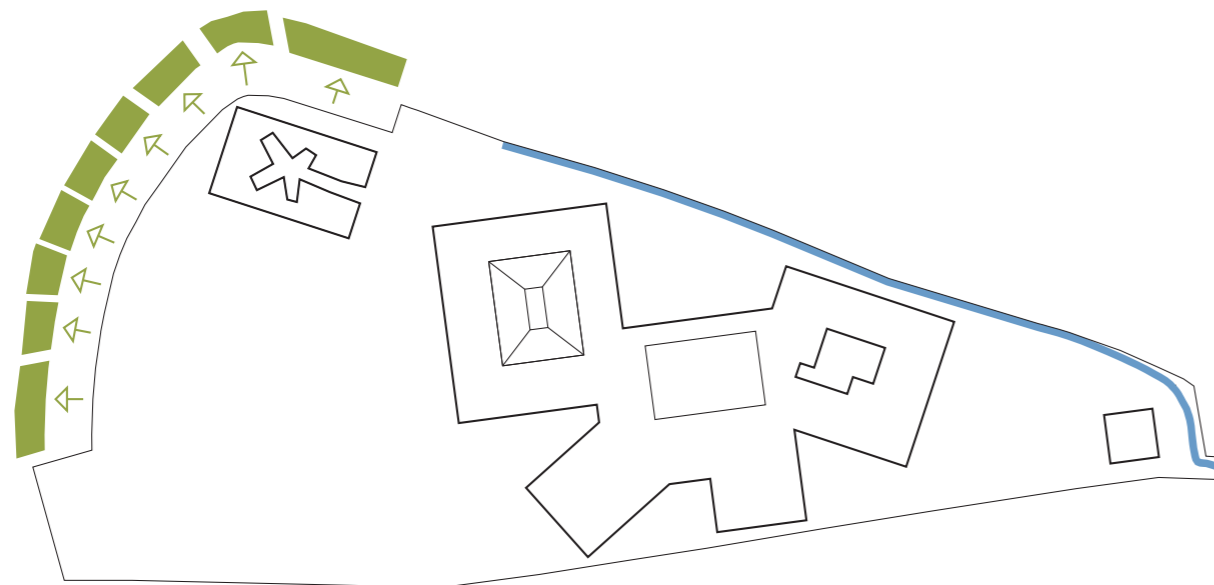
Functies



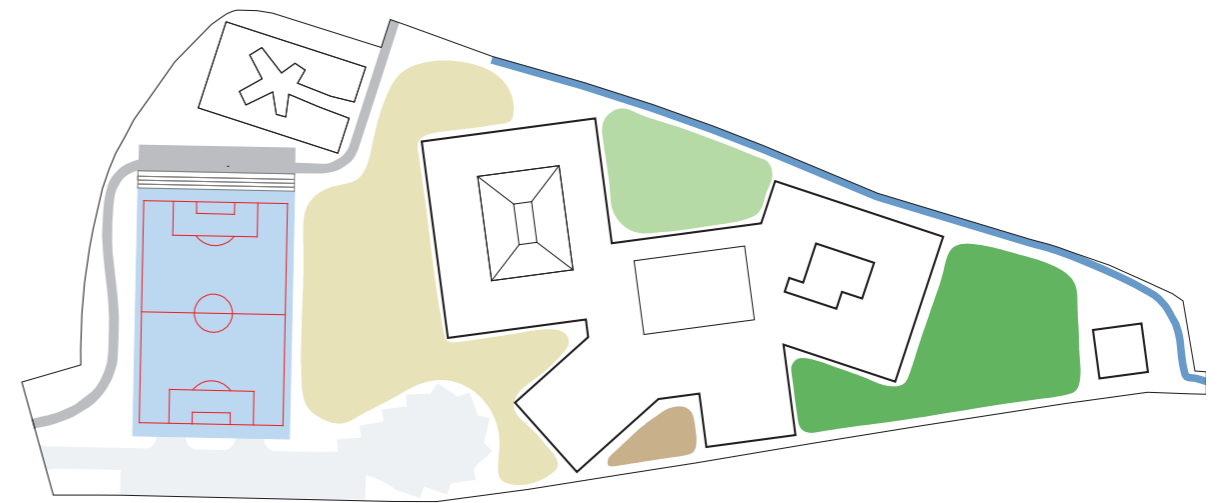
100% Bouwvolumen

65% School

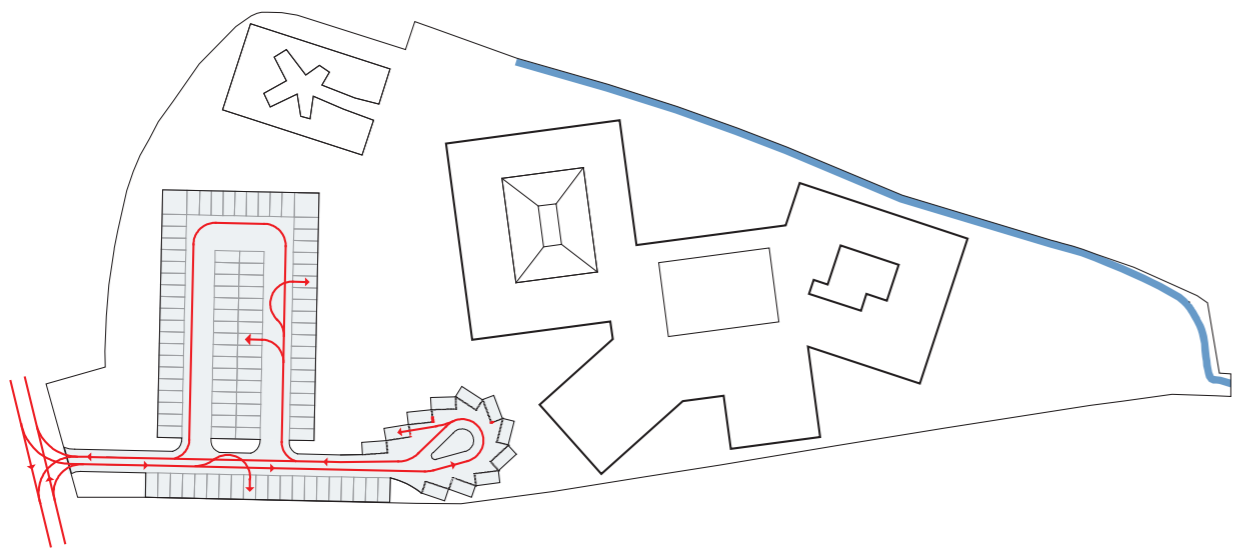
Door de fasering van de subsidiëring kan in 2011 slechts maximum 65% van het globale budget in een aanbestedingsklaar dossier ingediend worden. Het gehele gebouwdeel voor het lagere onderwijs komt te vervallen. Dit is precies 35%. Het polyvalente cluster met de refter en opvang kan eventueel tijdelijk geschikt gemaakt worden voor de lagere afdeling. Mocht de subsidiëring van de 100% school een onzekere factor zijn is het raadzaam om het programma van eisen te herzien. Dan dient er een uitgebalanceerde school ontworpen te worden voor 300 leerlingen met de mogelijkheid tot een logische toekomstige uitbreiding tot 400.



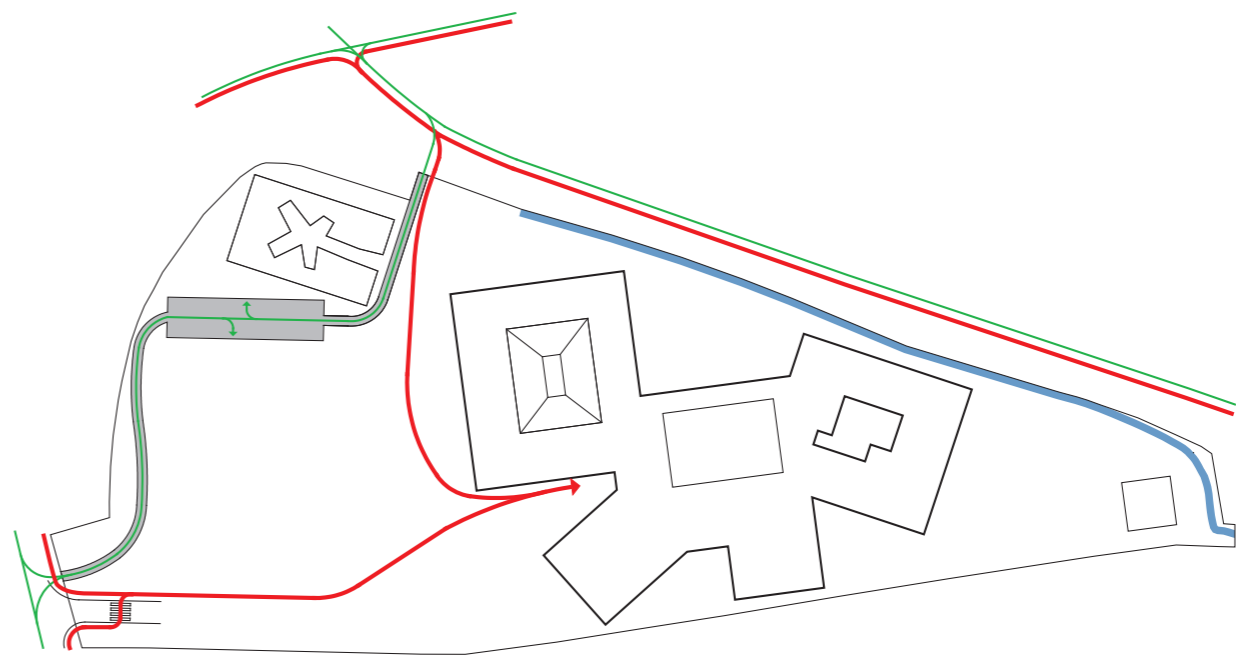
Bufferzone



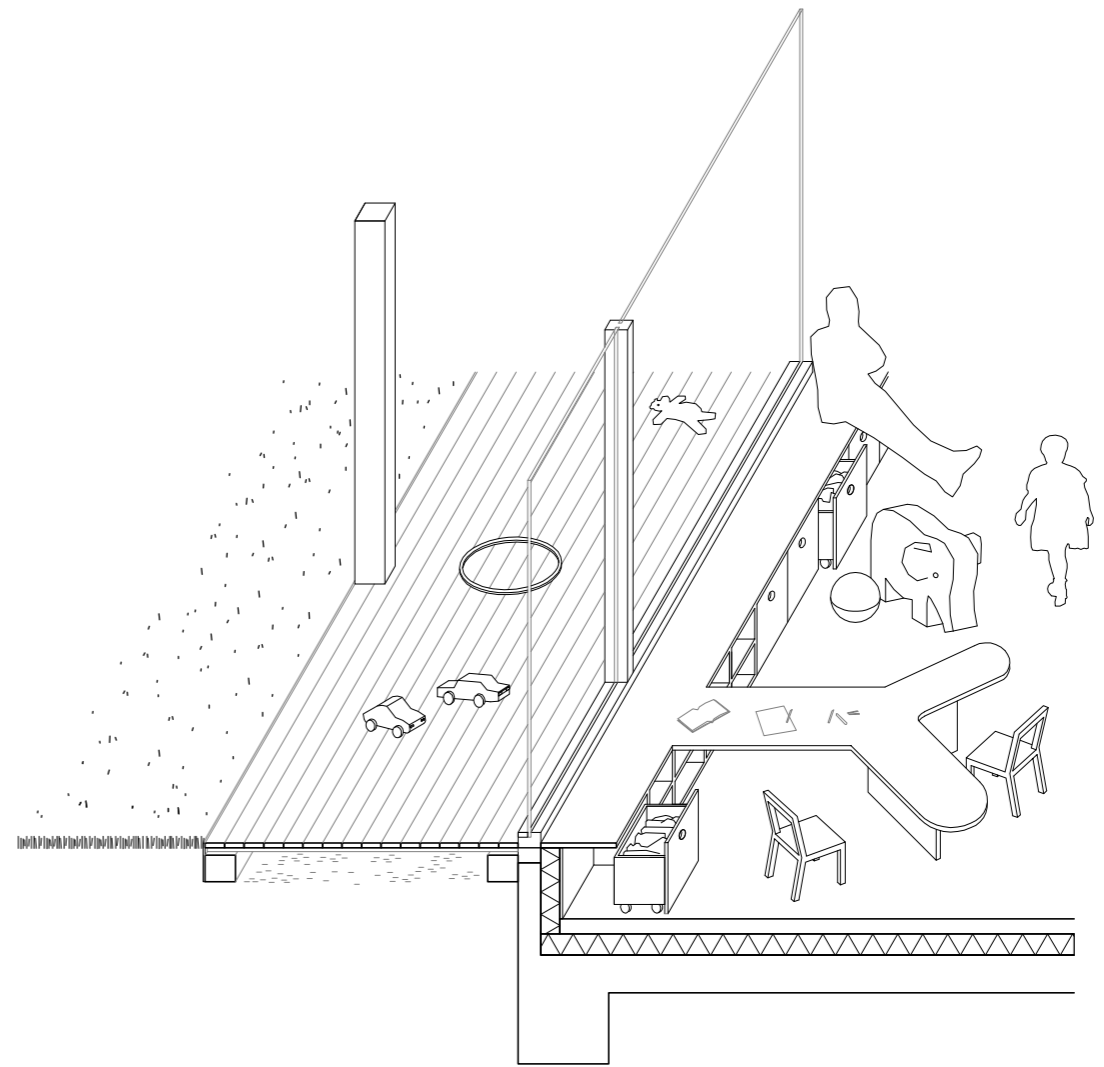
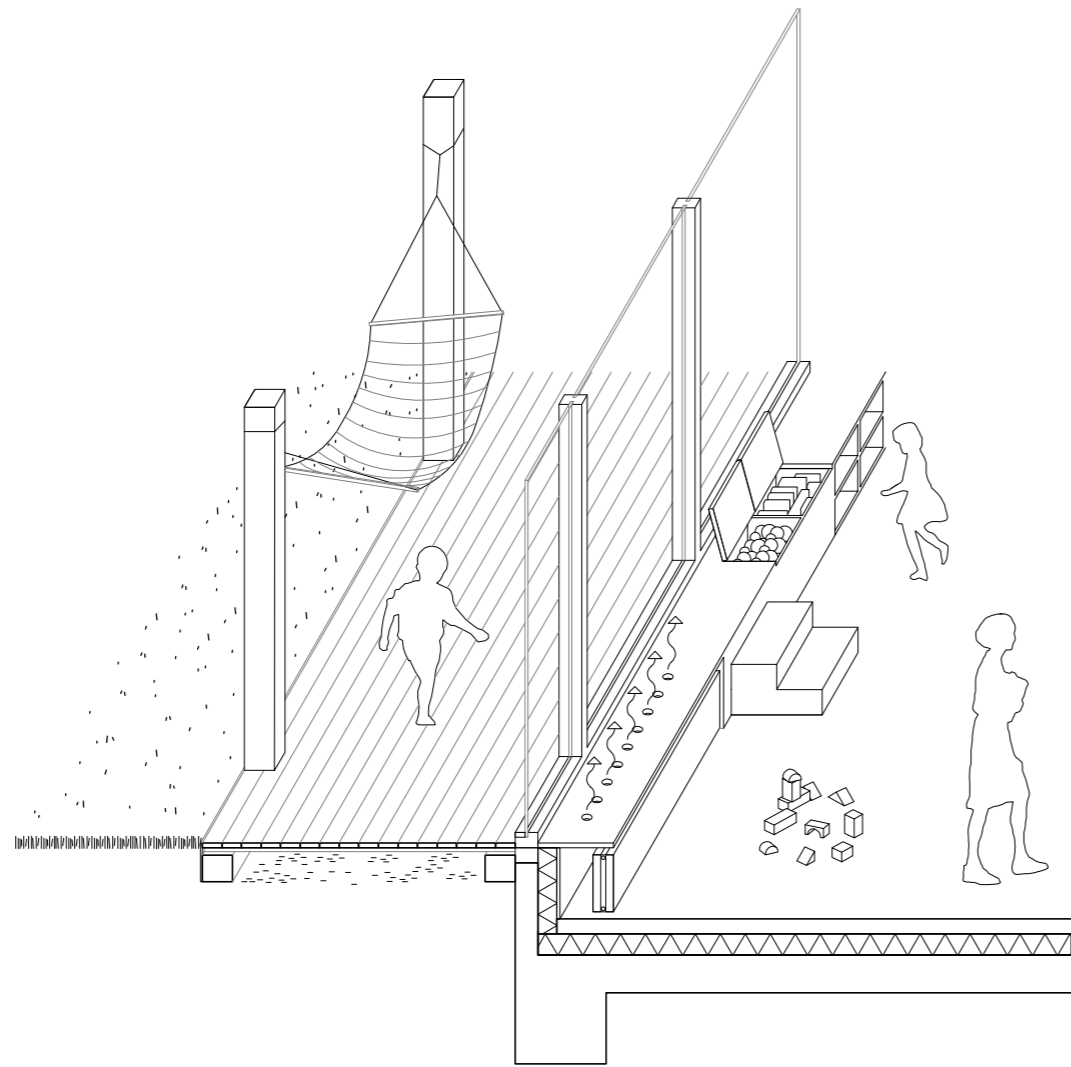
Tuinen: Speeltuon, schooltuin, kinderboerderij

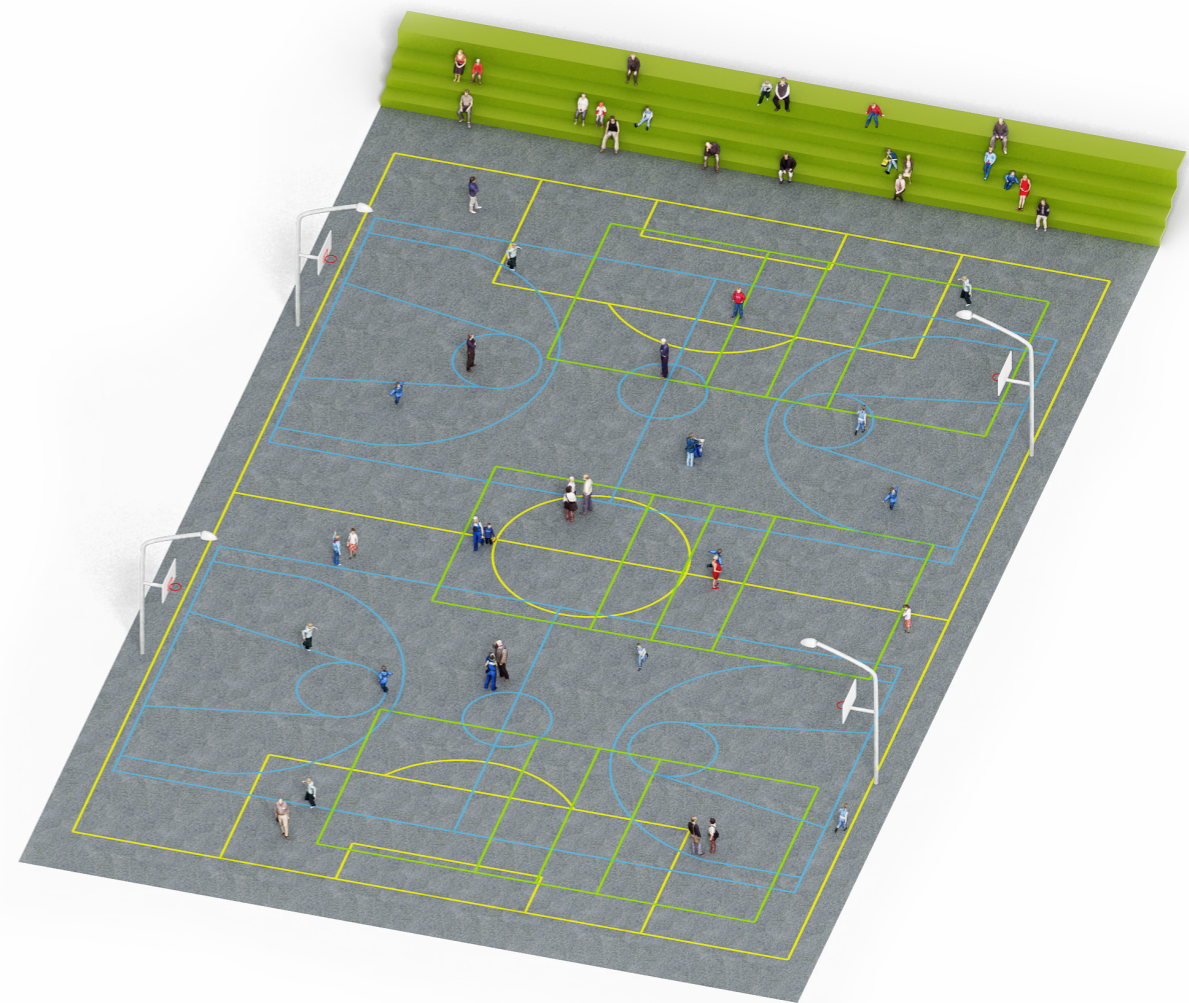


Auto routes



Fiets routes





Polyvalente parking!



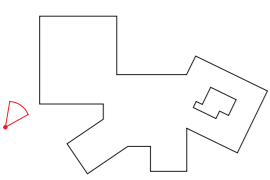


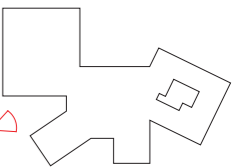


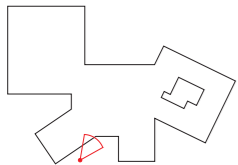


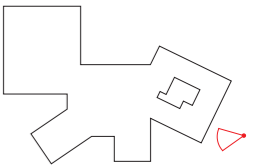
Situatie

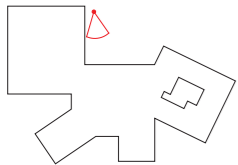


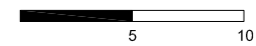
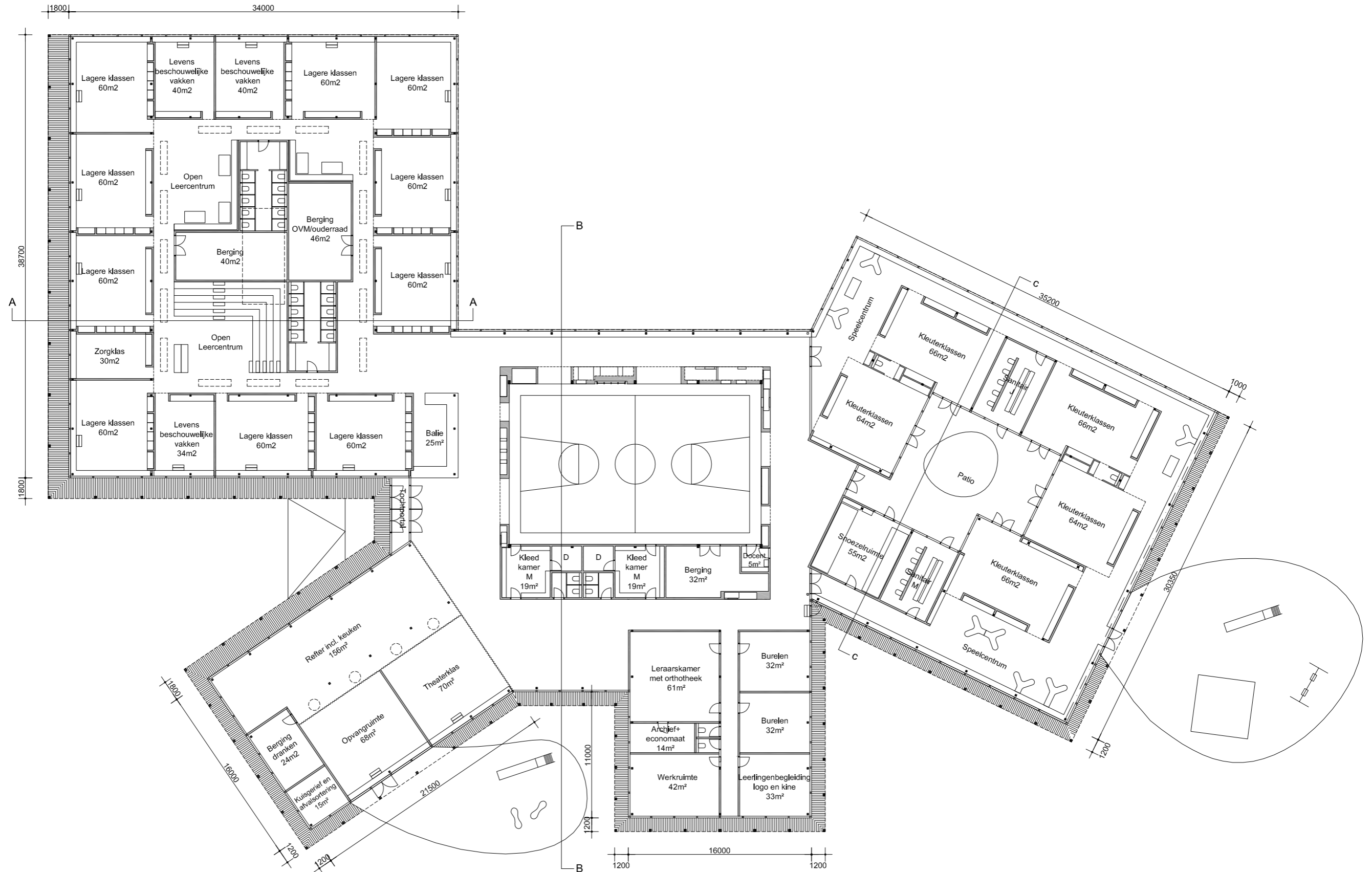






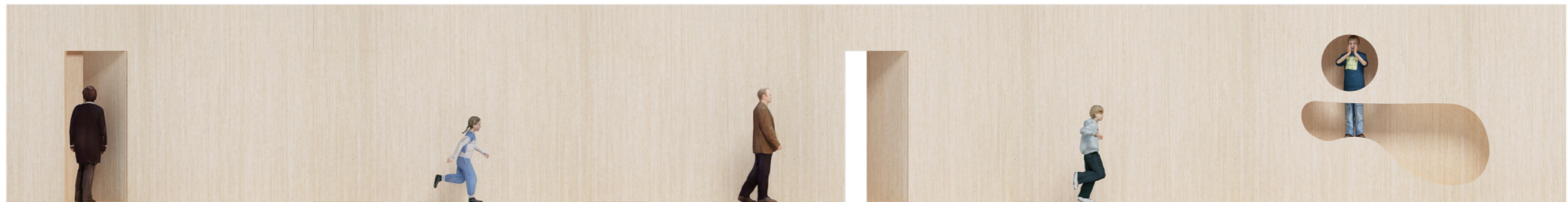
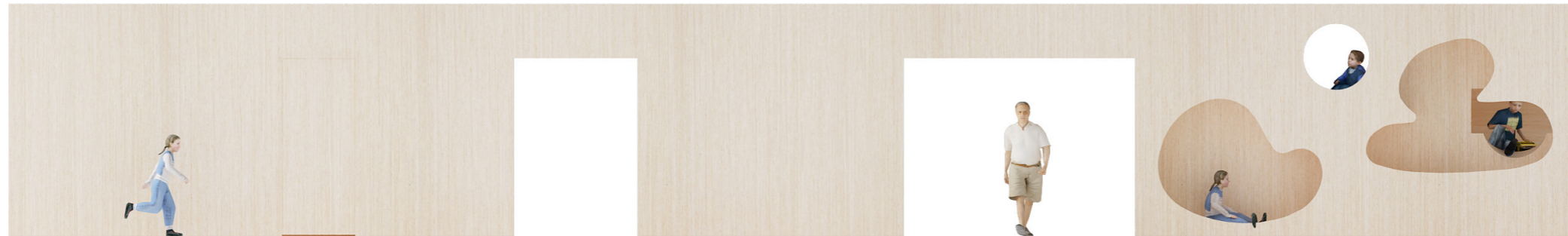
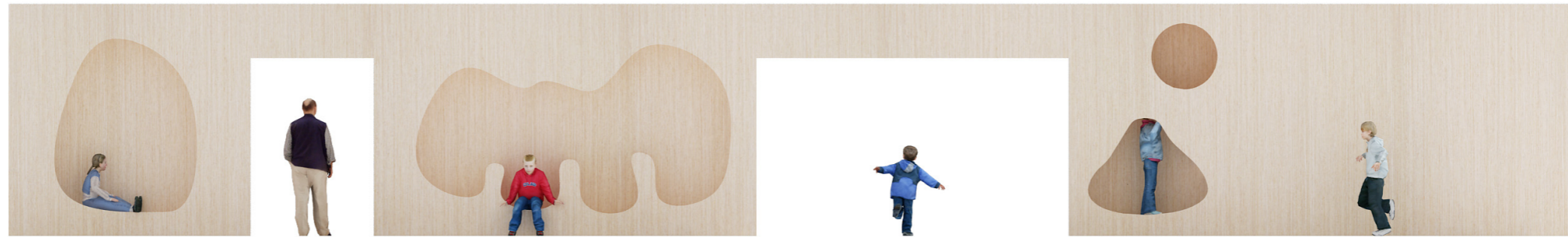




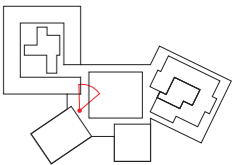


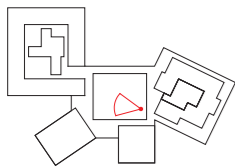
Plattegrond

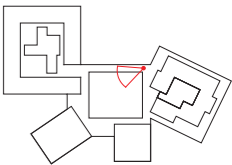


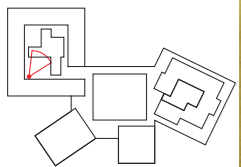


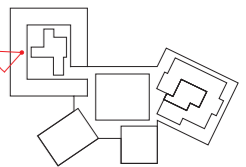
Wand Turnzaal

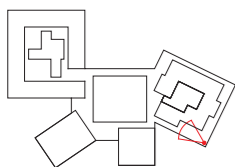


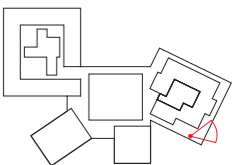


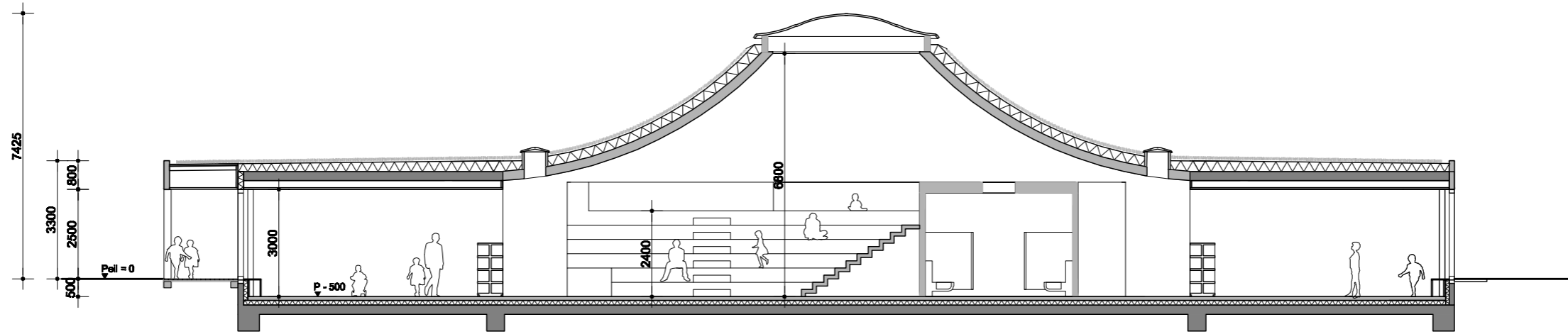




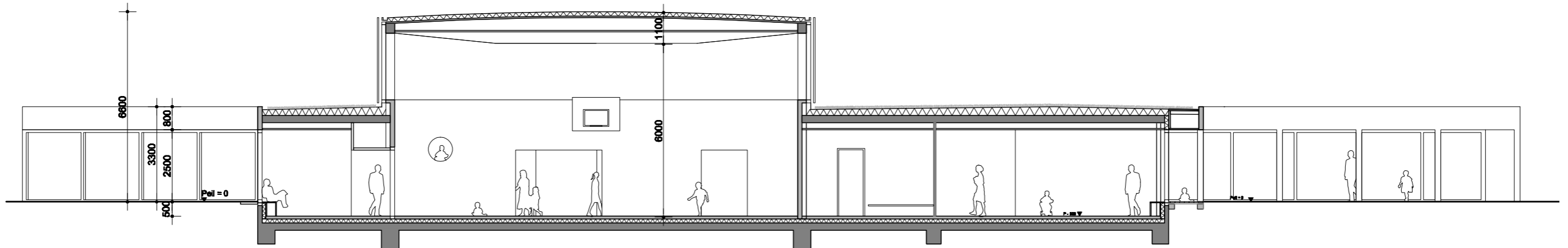




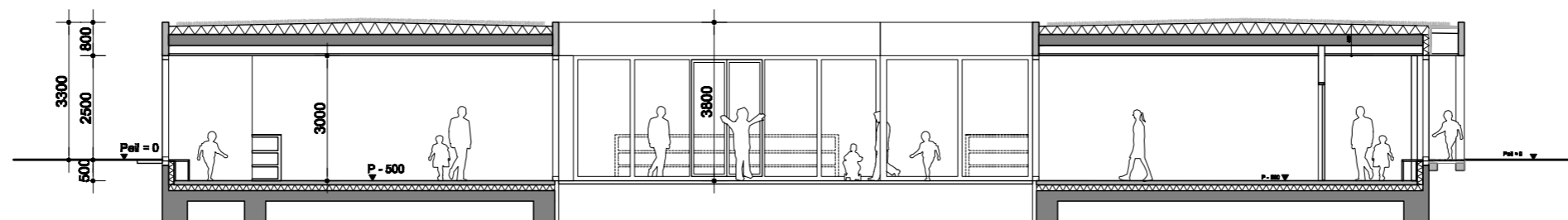




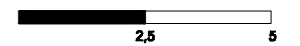
AA



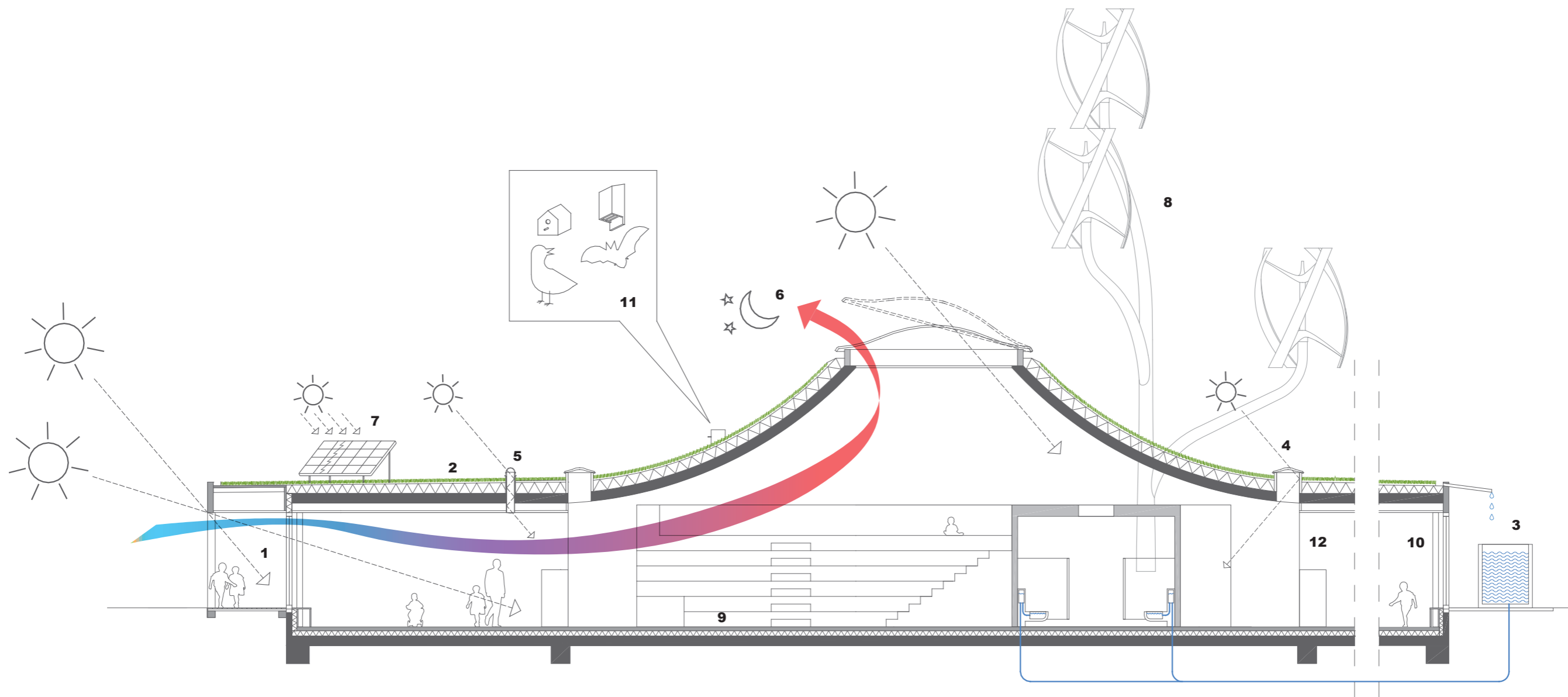
BB



CC

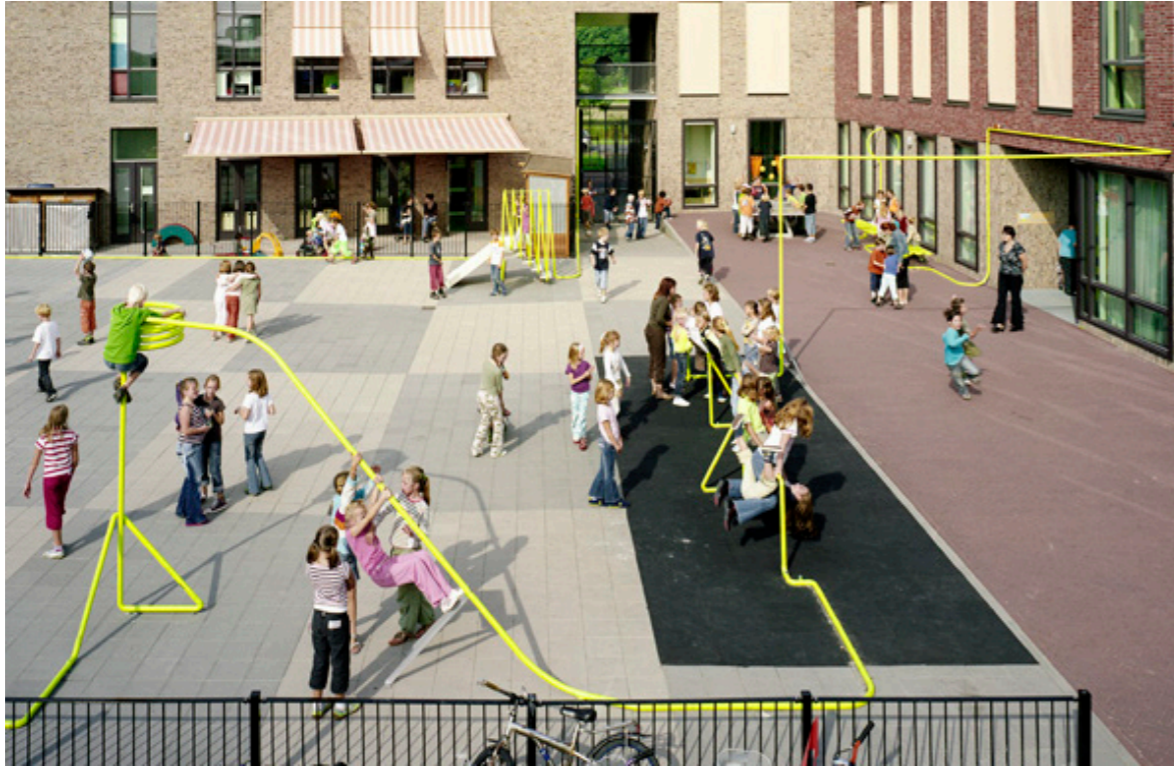


Doorsnedes



Duurzaamheids maatregelen

- | | | | |
|---|-----------------|----|--------------------------|
| 1 | Veranda | 7 | PV panelen |
| 2 | Groen dak | 8 | Windmolen |
| 3 | Grijs water | 9 | Extra Isolatie |
| 4 | Daklicht | 10 | Houten kozijnen + gevels |
| 5 | Light tube | 11 | Nestkasten |
| 6 | Nachtventilatie | 12 | Kolomstructuur |





Referenties

**Visie
duurzaam
bouwen**

INHOUDSOPGAVE

1. PROJECTGEGEVENS	3
2. SAMENVATTING.....	4
3. ONTWERPRICHTLIJNEN VOOR PASSIEFHUIS-STANDAARD	5
3.1. Passiefhuisconcept	5
3.2. Compactheid.....	5
3.3. Warmteverliezen	5
3.4. Warmtewinsten.....	8
3.5. Temperatuurregeling	9
3.6. Economische haalbaarheid	10
4. ONTWERP TECHNISCHE INSTALLATIES.....	14
4.1. Verwarming	14
4.2. Sanitair warmwater	14
4.3. Koeling.....	14
4.4. Ventilatie.....	15
4.5. Elektriciteit	16
4.6. Recuperatiewater	16

2. SAMENVATTING

De bouwheer vereist een gebouw dat minstens E-70 en wenselijk E-40 scoort. Dit ontwerpteam gaat echter nog een stap verder. Door slim te ontwerpen is het mogelijk het hele gebouw passief uit te voeren. Dit leidt niet enkel tot een lager energieverbruik en dus lagere kosten, maar geeft de gebruikers van het gebouw de kans een passief en toekomstgericht gebouw te beleven. Een toekomst waarin de mens een beter evenwicht vindt met de omgeving waarin hij leeft.

Het voorgestelde ontwerp verenigt kwaliteit met een lage impact op onze maatschappij. Bovendien garandeert ze de laagste Total Cost of Ownership. Om dit te bereiken steunt het energieconcept op volgende pijlers:

- Compacte bouwvorm voor de optimalisering van energieverbruik, materiaalgebruik en kosten;
- Optimale daglichttoetreding voor een sfeervolle en aangename beleving;
- Passiefhuis-standaard voor een optimaal wintercomfort met een extreem laag brandstofverbruik;
- Passieve koeling voor een aangenaam zomercomfort met een minimale energie-input;
- Hernieuwbare energie via integratie van PV-panelen op de daken.

Dat duurzamer bouwen rendabel én initieel betaalbaar is, wordt verder in de document aangetoond aan de hand van diverse praktijkvoorbeelden. Bovendien staat het ontwerpteam garant voor een economische evaluatie van het voorgestelde energieconcept. Het ontwerp geeft de bouwheer de mogelijkheid het ambitieniveau qua energieverbruik steeds aan te passen op basis van deze of andere overwegingen.

3. ONTWERP RICHTLIJNEN VOOR PASSIEFHUIS-STANDAARD

3.1. Passiefhuisconcept

De term Passief(huis) staat voor een specifieke constructiestandaard voor gebouwen met een goed binnenklimaat gedurende winter en zomer, met een veel kleiner of zelfs zonder traditioneel verwarmings- of koelsysteem.

Om een ruimte toch warm te houden, moet het energieverlies zo klein mogelijk zijn en de energiewinsten zo groot mogelijk. In eerste plaats dienen de warmteverliezen drastisch beperkt te worden. De transmissieverliezen kunnen worden verminderd door het gebouw beter te isoleren en compact te bouwen. De ventilatieverliezen worden gereduceerd door een extreme luchtdichtheid in combinatie met een mechanische balansventilatie met warmterecuperatie.

Daarnaast moet zo veel mogelijk gratis energie gebruikt worden. De passieve verwarmingsinput in het gebouw is hoog. De aanwezige interne warmte winsten afkomstig van personen en apparaten, verwarmen de lokalen. Van buiten uit wordt er warmte geleverd door stralingswarmte van de zon op te vangen via goed georiënteerde ramen.

Men moet er ook op letten dat er geen oververhitting optreedt in de ruimten. Daarom wordt in dit ontwerp zonnewering geïntegreerd en wordt er gebruik gemaakt van nachtventilatie.

3.2. Compactheid

De transmissieverliezen doorheen buitenwanden (= verliesoppervlak) kunnen worden verminderd door het gebouw beter te isoleren. Het belangrijkste is echter in de eerste plaats het verliesoppervlak te beperken door een compact gebouw te ontwerpen. In geval van lage compactheid moet er gecompenseerd worden door hogere isolatiewaarden in het dak en in de gevels hetgeen de kostprijs niet ten goede komt.

Dit ontwerp gaat uit van compacte bouwvolumes die op verschillende punten raken om de passage te organiseren. Het stapelen van de verschillende volumes zou geleid hebben tot een compactere vorm. Het gebruik van verschillende bouwlagen zou op deze site, met dit programma echter niet leiden tot hetzelfde contact met de omgeving en het huidige ruimtelijke gevoel.

3.3. Warmteverliezen

De warmteverliezen van een gebouw worden bepaald door:

- de transmissieverliezen in functie van de U-waarden;
- de ventilatieverliezen in functie van het ventilatie debiet en eventuele warmterecuperatie;
- de infiltratieverliezen in functie van de luchtdichtheid van het gebouw.

3.3.1. Transmissieverliezen

In Tabel 1 worden de maximale U-waarden gegeven voor de individuele wanden van de warmteverliesoppervlakte van het gebouw voor het behalen van de passiefhuis-standaard. Bij weinig compacte gebouwen of gebouwen met grote glasoppervlakten gaan de U-waarden van de wanden verder moeten afnemen waardoor de bouwkost zal stijgen.

Tabel 1: Isolatie-eisen m.b.t. de individuele wanden

	U _{max} (W/m ² K)

gebouw (nieuwbouw)	Minimale richtwaarden voor Passiefhuisconcept
Ondoorschijnende buitenwanden (met inbegrip van koudebruggen)	0,15
daken	0,15
vloeren	0,15
Doorschijnende wanden of wandelementen van het verlies-oppervlak van het gebouw (vensters, beglaasde deuren, ...)	0,8

Mogelijke wandopbouw om deze U-waarden te halen worden nu voorgesteld.

3.3.1.1. Vloer

	Passiefhuis-standaard
U-waarde	- Max 0,15 W/m ² K
Wandopbouw (van binnen naar buiten):	<ul style="list-style-type: none"> - 10 mm vloerafwerking - 100 mm chape - 140 mm isolatie Resol (lambda= 0,021 W/mK) - 250 mm betonnen draagvloer

3.3.1.2. Muren

	Passiefhuis-standaard
U-waarde	- Max 0,15 W/m ² K
Wandopbouw (van binnen naar buiten):	Traditionele bouw: <ul style="list-style-type: none"> - 5 mm afwerking (gips) - 140 mm binnenspouwblad (snelbouwsteen) - 160 mm isolatie Resol (lambda= 0,021 W/mK) - 70 mm buitenspouwblad

3.3.1.3. Dak

	Passiefhuis-standaard
U-waarde	- Max 0,15 W/m ² K
Wandopbouw (van binnen naar buiten):	Mogelijke wandopbouw: <ul style="list-style-type: none"> - 250 mm betonnen welfsels met druklaag - 200 mm Resol isolatie (λ = 0,021 W/mK) - dakdichtingslaag

3.3.2. Ventilatieverliezen

Ventilatie kan drie functies vervullen:

- Het in stand houden van een goede binnenluchtkwaliteit door afvoer van vervuilde lucht en aanvoer van verse lucht;

- Afvoer van overtollige warmte en overtollige vochtigheid;
- Afkoeling van de thermische massa van het gebouw als de omgevingstemperatuur lager is dan de binnentemperatuur (vb: nachtventilatie in de zomer).

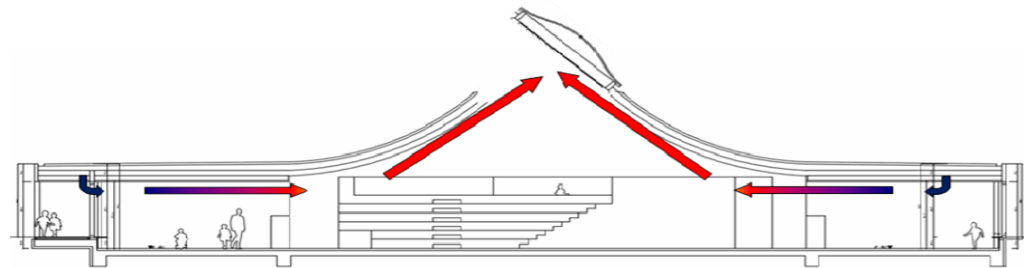
3.3.2.1. Natuurlijke ventilatie

Natuurlijke ventilatie gebeurt onder invloed van een gering drukverschil tussen binnen- en buitenkant van een gebouw. Dit drukverschil wordt veroorzaakt door de wind, door de temperatuurgradiënten of door mechanische extractie in sanitaire ruimtes. Regelbare openingen (bv. ramen en roosters) die oordeelkundig in het gebouw geplaatst zijn, laten een verversing van de lucht toe.

Nadeel van deze techniek is dat warmterecuperatie niet mogelijk is. Natuurlijke ventilatie gebruiken we dus enkel als er geen warmte of koude gewisseld moet worden. Dit komt bijvoorbeeld voor bij hoge binnentemperaturen met een lage buitentemperatuur in de winter of in de zomer.

Nachtventilatie is een vorm van natuurlijke ventilatie. In de zomer worden ramen opengesteld wanneer de buitenlucht koeler is dan de binnenlucht. Gelijktijdig worden de dakramen geopend waardoor een luchtstroom doorheen het gebouw ontstaat. Warme lucht zal bovenaan ontsnappen en koelere buitenlucht aanzuigen. Hierdoor wordt de massa van het gebouw gekoeld. Overdag neemt deze structuur de warmte geleidelijk op waardoor de binnentemperatuur onder controle gehouden kan worden.

Speciale maatregelen die voor deze techniek zijn meegenomen zijn oa. een massief dak en een massieve vloer om de koude te bufferen, opengaande ramen in alle gevels en een centrale koepel of luik dat opengesteld kan worden.



3.3.2.2. Mechanische ventilatie

Mechanische ventilatie maakt gebruik van ventilatoren die de nodige verse lucht aanzuigen en de bedorven lucht uit het gebouw verwijderen. Dit gebeurt met recuperatie van de warmte uit de uitgaande lucht. Bij ontwerpen volgens het passief principe is deze warmtewisseling onontbeerlijk. Verse lucht continu opwarmen zou immers te veel energie vragen waardoor de passiefstandaard niet gehaald kan worden. De meest performante warmteterugwinapparaten hebben een temperatuurrendement van 90 %, dit betekent dat verse buitenlucht van 0 °C wordt voorverwarmd tot 18 °C indien de afgevoerde lucht een temperatuur heeft van 20 °C.

Het noodzakelijke debiet wordt berekend voor een maximale bezetting. Een groot deel van de tijd zal dit berekende debiet echter hoger zijn dan de werkelijke behoefte aan ventilatie in het gebouw. Een aanzienlijke besparing op zowel elektriciteit als warmte is mogelijk door het debiet variabel te maken en aan te passen aan de momentane behoefte door middel van CO₂-detectie.

In dit project wordt gekozen voor vraaggestuurde balansventilatie met warmteterugwinning, gecombineerd met natuurlijke ventilatie ten behoeve van de nachtkoeling. Ramen kunnen steeds geopend worden.

3.3.3. Infiltratieverliezen

De infiltratieverliezen worden al wel eens vergeten als verliespost. Ze wegen echter relatief zwaar door op het energieverbruik en ketelvermogen bij goed geïsoleerde gebouwen. Een verhoogde luchtdichtheid zorgt voor lagere infiltratieverliezen.

De luchtdichtheid van een gebouw is in feite een graadmeter die weergeeft hoeveel keer per uur de aanwezige lucht in het gesloten gebouw verversd wordt bij een drukverschil van 50 Pa. Deze waarde van de luchtdichtheid (n_{50} -waarde) wordt bepaald volgens een luchtdichtheidsmeting of zogenaamd blowerdoortest.

De lekverliezen in een gebouw kunnen te wijten zijn aan kieren, spleten, densiteit van de gebruikte materialen, sleutelgaten, stopcontacten, enz.

Voor het Passiefhuisconcept rekenen we met een verbeterde luchtdichtheid. Dit vereist aandacht bij plaatsing van schrijnwerk, bij de aansluiting van muren op vloer en plafond en bij eventuele technische kokers.

De mate van luchtdichtheid is moeilijk in te schatten. De gemiddelde luchtdichtheid voor open bebouwing bedraagt volgens de Senvivv studie (WTTCB, 1999) 10,7. De doorgemeten woningen zijn echter een mix van bestaande en nieuwbouwwoningen.

Passieve gebouwen hebben een luchtdichtheid die de waarde van 0,6 niet overschrijdt.

Luchtdichtheid wordt op de werf gemeten na aanbrengen van schrijnwerk, leidingen en bezetting en kan dan soms nog licht verbeterd worden. Het is echter in ontwerp en uitvoering dat luchtdichtheid een groot aandachtspunt is.

3.4. Warmtewinsten

3.4.1. Zonnewinsten

3.4.1.1. Oppervlakte beglazing

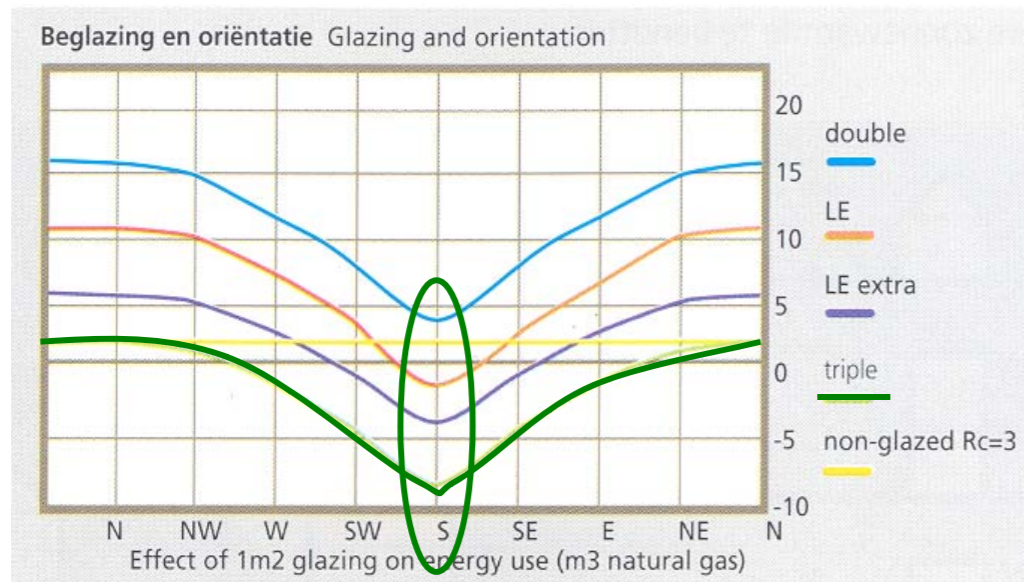
Doordat de interne warmtewinsten van personen en apparaten in het gebouw hoog liggen, is de kans op oververhitting reëel. Zonnewinsten via beglazing zijn dus niet altijd wenselijk. Bovendien is de isolatiewaarde van beglazing veel slechter dan deze van de gesloten geveldelen. Het glasaandeel in de gevel wordt dus best binnen de perken gehouden.

De oppervlakte van de beglazing is in de eerste plaats belangrijk in functie van daglicht. Voor een goede daglichttoetreding zijn hooggeplaatste ramen nodig, beglazing onder de werkvlakhoogte levert weinig bijdrage aan de daglichttoetreding.

In dit project werd extra daglichttoetreding door transparante delen in het dak te voorzien. In de zomer kan de zon geweerd worden.

3.4.1.2. Oriëntatie beglazing

De oriëntatie van de ramen is belangrijk. Zoals blijkt uit onderstaande grafiek bieden de zuidgerichte ramen de grootste warmtewinsten op jaarbasis. Een drievoudig raam zal ook meer warmte opleveren dan dat er via transmissie naar buiten verloren gaat en is dus eigenlijk een zonnecollector op jaarbasis.



Naast gewilde energiebesparing houdt zuidgerichte beglazing ook een risico op oververhitting in. Scholen hebben immers veel interne warmtewinsten waardoor extra zonneprijzen dikwijls niet gewenst zijn. Beglazing aan de zuidkant moet dus goed afgeschermd kunnen worden in de zomer.

In de klassen is de beglazing niet specifiek gekozen in functie van de zuidoriëntatie, maar in functie van het daglichtconcept.

3.5. Temperatuurregeling

In gebouwen die volgens de Passiefhuis-standaard zijn ontworpen zou het ventilatiesysteem gebruikt kunnen worden om de minimale warmtebehoefte te verdelen. In het geval van scholen met zeer wisselende bezetting is dit echter geen sinecure.

Om steeds per ruimte het nodige debiet verse lucht te kunnen voorzien, wordt geopteerd voor een beperkt aantal radiatoren per klas. Dit heeft als bijkomend voordeel dat iedereen vertrouwd is met radiatoren en dat de aankooprijzen relatief beperkt is.

3.6. Economische haalbaarheid

Het Passiefhuis-concept is zeer aantrekkelijk omwille van de enorme energiebesparing die gerealiseerd wordt en omwille van het hoge comfortniveau. Dit wordt in de praktijk bijvoorbeeld bewezen in een recente kinderkribbe te Gent. De kribbe werd in 2009 samen met 11 andere recent gebouwde kinderdagverblijven in Vlaanderen bestudeerd en geëvalueerd in een eindwerk van 2 studenten ingenieur-architect aan de UGent¹.

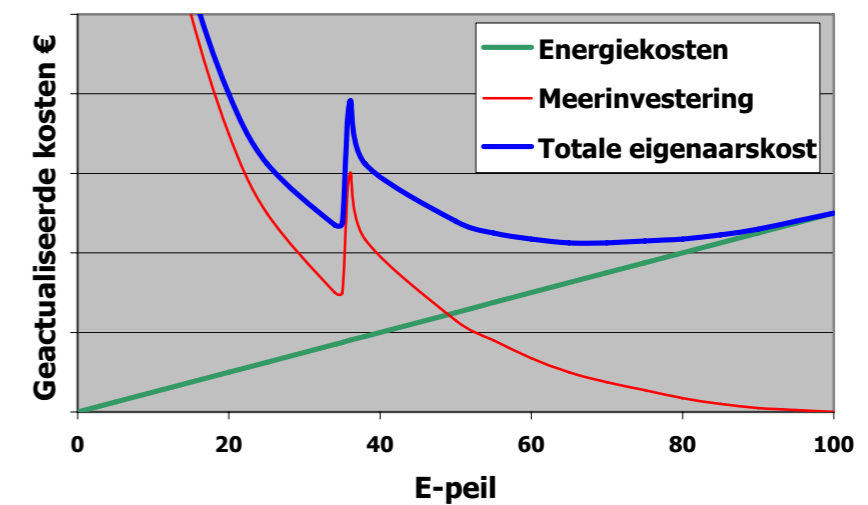
De kribbe kwam er als beste uit naar voor : "Bij het ontwerpen van dit dagverblijf is er rekening gehouden met de VIPA-eisen en is het gebouw zo ontworpen dat er een zuinig energieverbruik is en een gecontroleerd binnenklimaat. In de meetcampagne zijn deze ontwerpmaatregelen duidelijk merkbaar. Dit kinderdagverblijf scoort opmerkelijk beter dan de andere eerder opgemeten dagverblijven. Dit kinderdagverblijf kan als een referentie dienen voor nieuwe kinderdagverblijven."

Soortgelijke ervaringen werden opgenomen in passiefscholen. In 2008 besliste de Vlaamse Regering daarom om passiefscholen extra te stimuleren. 24 scholen kregen extra subsidies waarmee de meerkost volledig betaald kon worden. Scholen die nu passief willen bouwen krijgen nog steeds verhoogde subsidies van AGIO.

De economische haalbaarheid is afhankelijk van enerzijds de netto-meerinvestering die nodig is om het project volgens het Passiefhuis-concept te realiseren, en anderzijds van de besparing op exploitatiekosten. De exploitatiekosten zijn in de eerste plaats de energiekosten, maar ook onderhoudskosten, revisiekosten... maken hier deel van uit.

3.6.1. Op zoek naar de pay-backtunnel

Bij het Passiefhuis-concept gaan we op zoek naar de pay-backtunnel. In onderstaande grafiek wordt dit duidelijk.



Naarmate de energie-efficiëntie wordt verbeterd, daalt het energiepeil en schuiven we op naar links in de grafiek. Een lager energiepeil resulteert in een toenemende meerinvestering (rode lijn) en een dalende energiekost (groene lijn). Zowel meerinvesteringen als energiekosten zijn omgerekend naar een jaarlijkse uitgave rekening houdend met intresten op leningen, inflatie, stijging energiekosten...

¹ Bouwfysische kwaliteit van kinderdagverblijven, Petra Demoor en Christine De Racker, promotor Prof. Dr. Arnold Janssens, Univ. Gent, juni 2009

De som van de jaarlijkse afschrijving van de meerinvestering en de jaarlijkse energiekost vormt de totale eigenaarskost (blauwe lijn). Deze totale eigenaarskost daalt naarmate we opschuiven van E100 naar E60. De besparing op de energiekosten is namelijk groter dan de meerinvestering. Er wordt een optimum bereikt bij E60 en nog verder investeren in een lager E-peil resulteert in een stijging van de totale eigenaarskost.

Indien een E-peil E50 wordt bereikt, is de totale eigenaarskost even hoog als in de referentiesituatie. We kunnen dus stellen dat een gebouw met een E-peil van E50 niet meer kost dan een gebouw met een referentiepeil E80.

Indien het niveau van het Passiefhuisconcept wordt gehaald, krijgen we plots een daling van de meerinvestering. Omdat een klassieke verwarmingsinstallatie overbodig wordt, valt er een kostenpost weg. Indien tevens passieve koeling wordt toegepast, vervalt ook de investering in actieve koeling. Tot slot kunnen bepaalde subsidies, premies en incentives voor Passiefhuis-Projecten hiertoe ook bijdragen. Het resultaat is dat de totale eigenaarskost terug afneemt en in de buurt komt van het optimum. Dit effect wordt de payback-tunnel genoemd.

Belangrijk om weten is dat er in deze grafiek een assumptie werd gemaakt omtrent de stijging van de energieprijzen in de toekomst. Deze assumptie blijft een onzekere factor en heeft een belangrijke invloed op de optima. Indien de energieprijzen sneller stijgt dan werd aangenomen zal het optimum steeds bij een lager E-peil en bij de Passiefhuis-Standaard komen te liggen.

3.6.2. Meerinvestering voor Passiefhuis-projecten

We moeten benadrukken dat de grafiek in voorgaande paragraaf een algemeen principe weergeeft en dat deze grafiek er in werkelijkheid voor elk project anders zal uitzien. Onze ervaring leert dat de netto-meerinvestering voor Passiefhuis-projecten sterk kan variëren van project tot project. In onderstaande tabel worden enkele gerealiseerde Passiefhuis-projecten opgelijst met concrete informatie over bouwkosten en meerinvesteringen.

Project	School Beernem	School Beernem	School Nijvel	overheidskantoor Gent	Politiekantoor	Hotel	privé kantoor
Bestemming	School secundair onderwijs	School secundair onderwijs	School volwassenen onderwijs	Kantoor-gebouw	Kantoor-gebouw	Hotel	Kantoor-gebouw
Bron	Effectieve bouwcost na verrekening	Geraamde bouwcost	Bouwcost bij aanbesteding	Bouwcost bij aanbesteding	Geraamde bouwcost	Geraamde bouwcost	Bouwcost bij aanbesteding
Oppervlakte (m ²)	1.316	1.316	2.575	1.931	2.275	1.040	8.750
Bouwcost (€)	1.866.000	1.760.044	2.863.386	2.124.100	3.071.250	1.319.825	11.100.000
Bouwcost (€/m ²)	1.418	1.337	1.112	1.100	1.350	1.269	1.269
	Kostprijs inclusief basisuitrusting praktijklokalen (o.m. Leskeuken); mobiele scheidingswanden; inbouwkasten en borden		Renovatie in laag-energie-concept (57%) + nieuwbouw in Passiefhuis-concept (43%)		Hogere kostprijs koeling oww 24u-bezetting		Hoge compactheid - 6 bouwlagen

Bouwcost referentie (€/m ²)	1.178	1.178	1.100	1.100	1.120	1.200	1.250
Meerkost tov referentie (%)	20,4%	13,5%	1,1%	0,0%	20,5%	5,8%	
Meerkost tov referentie (€/m ²)	240	159	12	-	230	69	

In bovenstaande tabel worden de specifieke meerkosten voor het Passiefhuis-concept weergegeven voor een aantal niet-residentiële Passiefhuis-projecten die in België werden gerealiseerd. Hieruit blijkt dat de meerkost schommelt van 0 % tot ca 20 %. De gemiddelde meerkost voor de opgelijste projecten bedraagt 9 % of 104 €/m².

Op basis van bovenstaande projecten kunnen we volgende conclusies afleiden in verband met de meerinvesteringen voor het Passiefhuis-concept:

- Hoe groter de compactheid van het gebouw, hoe lager de meerinvestering.
- Indien actieve koeling kan vermeden worden, is de meerinvestering zeer laag.

3.6.3. Berekening van de baten per m²

Functietype Categorie	School: kleuter-middelbaar			nieuwbouw
	laag verbruik	gemiddeld verbruik	hoog verbruik	
Brandstofverbruik (kWh/m ²)	161	213	233	120
Elektriciteitsverbruik (kWh/m ²)	19	27	29	
Passiefhuis-concept				
Brandstofverbruik (kWh/m ²)	15	15	15	15
Elektriciteitsverbruik (kWh/m ²)	19	27	29	
Eenheidsprijzen				
Eenheidsprijs Brandstof (€/kWh)	0,050	0,050	0,050	0,050
Eenheidsprijs Elektriciteit (€/kWh)	0,150	0,150	0,150	0,150
Jaarlijkse energiebesparing (€/m²)	7,30	9,90	10,90	5,25
Jaarlijkse stijging energiekost (%)	5%	5%	5%	5%
Equivalent investering die met de jaarlijkse energiebesparing kan afgelost worden				
intrest	5%	5%	5%	5%
NPV	139 €	189 €	208 €	100 €

Conclusies:

We kunnen de potentiële energiebesparing berekenen ten opzichte van een conventioneel ontwerp en vervolgens de Net Present Value berekenen van deze energiebesparing over een periode van bv 20 jaar, rekening houdend met een jaarlijkse stijging van de energieprijzen.

Indien we als referentiewaarde voor een conventioneel ontwerp het huidige gebouwbestand nemen, dan blijkt de NPV te schommelen tussen 139 € en 208 € per m².

Indien we als referentiewaarde voor een conventioneel ontwerp een nieuwbouw nemen met een brandstofverbruik van 120 kWh/m², dan blijkt de NPV te schommelen rond 100 € per m².

Hieruit blijkt dat een meerinvestering voor een Passiefhuis-concept van 100 €/m² zelfs bij eerder voorzichtige assumpties economisch verantwoord blijft.

3.6.4. Conclusies ivm economische haalbaarheid

Door resoluut te kiezen voor een kosten-efficiënt gebouwontwerp is de Passiefhuis-standaard haalbaar met een beperkte meerkost die ruimschoots wordt terugverdiend door de jaarlijkse energiebesparing. De keuze voor de Passiefhuis-standaard blijkt economisch de beste keuze, zelfs alle financiële parameters in rekening worden gebracht (inflatie, intresten, stijging van de energieprijzen...).

4. ONTWERP TECHNISCHE INSTALLATIES

4.1. Verwarming

4.1.1. Keuze van het keteltype

Voor de verwarming gaan we uit van condenserende gasketels.

De warmtevraag zal gezien het gekozen concept zeer beperkt zijn. Er worden centraal 2 kleine modulerende ketels voorzien voor de verwarming, de regeling is zodanig dat een deel van het gebouw verwarmd kan worden wanneer de rest niet gebruikt wordt.

4.1.2. Isolatie van alle warme leidingen, pomp- en kraanhuizen

Alle leidingen, kraanhuizen en pompen worden van een degelijke isolatie voorzien. Op deze manier worden de distributieverliezen tot een minimum gereduceerd.

4.1.3. Hydraulische optimalisering en afgifte warmte

We gaan uit van een concept waarin de voorregeling volledig wegvalt. De warmte afgifte wordt enkel bepaald door de naregeling. Deze regeling zorgt er voor dat er een variabel debiet naar de afgifte elementen wordt gestuurd. Op deze manier wordt een minimale pompenergie en een zeer lage retourtemperatuur gegarandeerd in combinatie met het beste comfort.

Voor de (beperkte) warmte afgifte opteren we voor (kleine) radiatoren. Deze zijn goedkoop en eenvoudig te regelen. Bovendien kent iedereen radiatoren. Dit draagt bij tot het imago van het (eenvoudige) ontwerpconcept: zorg voor goede isolatie waardoor de extra warmte die in het gebouw moet worden gebracht beperkt is.

Voor de kribbe voorzien we vloerverwarming op de plaatsen waar kinderen op de grond spelen. Door de goede isolatie is de benodigde watertemperatuur laag waardoor de vloer slechts licht opgewarmd wordt. Net voldoende om niet koud aan te voelen.

4.2. Sanitair warmwater

Bij voorkeur wordt de sanitair warmwaterbereiding afgesplitst van de centrale verwarming. Het voordeel van deze productiewijze is dat de verwarmingsketel continu glijdend kan werken en in warme periodes volledig kan uitgeschakeld worden. Elektrische warmwaterbereiders moeten vermeden worden. Gesloten gasboilers en gasdoorstromers met elektronische ontsteking zijn het zuinigst.

4.3. Koeling

4.3.1. Problemen

Koeling van ruimten d.m.v. koelapparatuur heeft een aantal nadelen:

- Een twijfelachtig comfort;
- Hoge installatiekosten;
- Veel onderhoudskosten;
- Hoge energiekosten.

We kunnen besluiten dat men de behoefte aan een koelinstallatie te allen tijde moet vermijden. In ons klimaat vergt dit geen zware inspanningen, op voorwaarde dat grote glasoppervlakken zonder zonwering worden vermeden.

4.3.2. Oplossingen

Wat men in hoofdzaak moet doen om koelapparaten overbodig te maken, is de koellast minimaliseren. De belangrijkste warmtebronnen zijn:

4.3.2.1. Intern: verlichtingstoestellen, computerapparatuur en mensen

Men kan eenvoudig stellen dat het totale vermogen dat elektrische toestellen zoals verlichting, computers, andere elektro opnemers, wordt omgezet in warmte. Vooral zeer efficiënte verlichting met daglichtdimming kan het elektrisch vermogen sterk beperken.

4.3.2.2. Extern: zoninstraling door de gebouwschil

Onder invloed van de stralingswarmte van de zon zal de gebouwschil sterk opwarmen. Indien er geen goede isolatie aanwezig is, zal deze warmte worden overgedragen aan de binnenruimte. Het groendak zorgt er hier mee voor dat opwarming via het dak vermeden wordt.

Als zonnestrallen door de vensters naar binnen komen, dan krijgen we te maken met het serre-effect. In de lokalen die aan een zuidoost, zuid of zuidwest gevel liggen, kan er in de zomer oververhitting ontstaan. Dit moet vermeden worden. Men kan de warmte weren door spectraal-selectieve beglazing of zonwering. Gezien warmte welkom is in de winter, wordt er hier geopteerd voor zonwering.

4.4. Ventilatie

De nodige verse lucht wordt voorzien door een ventilatiesysteem type D. Dit wil zeggen dat de warmte uit de afgezogen lucht wordt overgedragen aan de inkomende verse lucht. De ventilatie wordt vraaggestuurd zodat steeds het benodigde luchtdebiet wordt toegevoerd. De vraagsturing gebeurt op CO₂ in de klassen. De minimale ventilatie wordt verhoogd bij stijgende CO₂-waardes en zal terug verlagen wanneer een bepaalde waarde terug bereikt wordt. In de sanitaire ruimtes wordt de vraag vochtgestuurd. In de andere ruimtes gebeurt de sturing via aanwezigheidsdetectie of CO₂-detectie.

4.5. Elektriciteit

Door een gebouw te voorzien van efficiënte apparaten zoals Flat Screens, Advanced Power Management, goede printers, efficiënte verlichting kan de elektriciteitsconsumptie met 50% worden gereduceerd zonder verlies van comfort.

De toestellen in de HVAC-installatie zijn ontworpen om te werken met een maximale efficiëntie. Bijvoorbeeld het ventilatiesysteem wordt aangedreven door zeer efficiënte gelijkstroomventilatoren. Zuinige apparaten zijn over hun levensduur goedkoper dan conventionele toestellen. Zij betalen zichzelf terug in de vorm van energiebesparing.

In dit project wordt geopteerd om het benodigd lichtniveau te halen met een maximum specifiek elektrisch vermogen voor verlichting van maximaal 2 W/(m².100 lux) voor de gebruiksr ruimten.

Om het daglichtconcept ook op energetische wijze te verzilveren wordt er daglichtdimming voorzien in alle ruimten met daglicht. In kleedkamers, sanitair en technische ruimten wordt aanwezigheidssturing voorzien.

4.6. Recuperatiewater

Het grootste aandeel water dat dagelijks verbruikt wordt, dient niet voor consumptie. Het is dan ook niet duurzaam om hier drinkbaar water voor te voorzien. Regenwaterrecuperatie is echter onmogelijk wegens het gebruik van een groendak. Als alternatief stellen we de zuivering van grijs water voor. Dit gezuiverde water wordt gebruikt voor de toiletspoeling.

Stabilität

1. beschrijving van het project

1.1. Inleiding

In deze korte notitie worden de belangrijkste uitgangspunten voor de draagstructuur van het wedstrijdontwerp toegelicht.

Ontwerpen is een integraal proces van afwegen van keuzes. De keuzes worden gemaakt in onderling overleg tussen de disciplines en worden teruggekoppeld naar projectmanagement en opdrachtgever. De keuze wordt gemaakt door aspecten inzichtelijk te maken, zodanig dat een zorgvuldige keuze kan volgen. Bij de keuze speelt sterk een rol welke wegingsfactoren aan aspecten wordt toegekend.

De volgende algemene aspecten spelen een rol:

- esthetische aspecten;
- logica constructie;
- duurzaam bouwen aspecten;
- integratie met de installatie;
- flexibiliteit;
- bouwmethodiek;
- kosten;
- brandwerendheid.

Enkele van bovenstaande aspecten worden nader toegelicht.

1.2. Logica constructie

Een groot aantal van de bovengenoemde deelaspecten kunnen goed worden gewaarborgd door te zoeken naar een logische en eenvoudige constructie.

1.2.1. lokalen

De lokalen zijn grotendeels in rijen geschakeld. De scheidingswanden tussen de lokalen bieden de ruimte aan de structuur. Voor het dak worden voorgespannen betonnen welfsels toegepast die in één keer de lokalen overspannen. Deze welfsels combineren een hoge draagkracht met lage kosten. Verder kan de massa van het beton benut worden om het binnenklimaat te reguleren.

De welfsels liggen op geïntegreerde stalen liggers, die in de betonvloer zijn opgenomen. Hierdoor zijn ze minder kwetsbaar bij brand; enkel de onderflens dient brandwerend beschermd te worden. Verder kunnen leidingen en kanalen ongestoord de balken passeren.

De stalen liggers rusten op geprefabriceerde betonnen kolommen. Er is voor beton gekozen vanwege de beperkte kostprijs en de intrinsieke brandwerendheid.

1.2.2. Turnzaal

De turnzaal heeft een vrije overspanning van 14 meter. Geprofileerde en geperforeerde stalen dakplaten rusten op stalen liggers. De eenvoudige walsprofielen kunnen met beperkte afmeting de overspanning maken.

1.2.3. Vulkaan

Boven de hal bij de tribune loopt het dak schuin in de vorm van een vulkaan. De dakconstructie profiteert van deze hoogte. Stalen liggers maken een vrije overspanning van 19 meter. Dit kan echter met een relatief klein staalprofiel. De ring van dakplaten rondom de vulkaan steunt de stalen liggers. De stalen profielen worden opgespannen binnen de trekking in het dakvlak. Hiermee wordt de constructiehoogte 3,5 meter (de hoogte van het dak) in plaats van 330 mm (de hoogte van de stalen ligger).

1.3. Duurzaam bouwen en flexibiliteit

Het streven naar duurzaam bouwen in de draagstructuur kan op meerdere terreinen vorm krijgen. Het belangrijkste is dat met een goed en logisch ontwerp het materiaalgebruik kan worden beperkt. Overmatige overspanningen of overdrachtsconstructies worden beperkt. Dit is ook overduidelijk in het ontwerp toegepast: de constructie is eenvoudig en doeltreffend.

1.3.1. materiaal

In dit gebouw is het materiaal beton prominent aanwezig. Uit studies is gebleken dat de meeste aandacht gericht moet worden op het beperken van de wapening en het beperken van de hoeveelheid cement. Hier richten wij ons dan ook op.

In de betonwereld wordt steeds meer aandacht gegeven en ook steeds meer daadwerkelijk gedaan aan de zogenaamde kringloopgedachte. Dit betekent dat een aanzienlijk deel van het nieuwe beton bestaat uit wederom gebruikt gebroken beton uit gesloopte bouwwerken. Ook in de prefab betonelementen en bijv. de funderingspalen, begint granulaatbeton steeds meer toepassingen te vinden.

In concreto streven we naar de volgende:

- bewuste reductie wapening;
- bewuste reductie cement-hoeveelheid;
- fundering: ca. 20% granulaatbeton;
- bovenbouw: ca. 15% granulaatbeton

1.3.2. flexibiliteit

Een wellicht nog belangrijker duurzaamheidsaspect is de flexibiliteit die het gebouw biedt, zowel nu als in de toekomst.

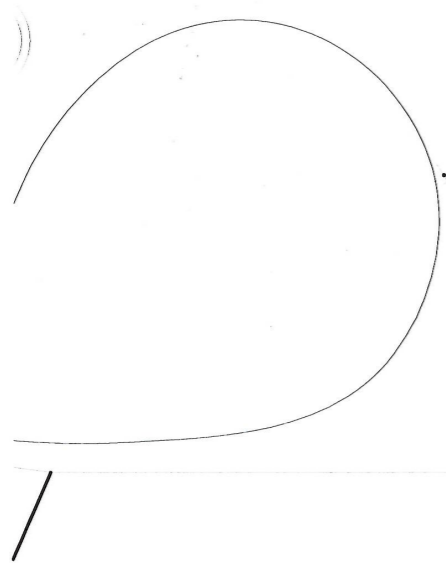
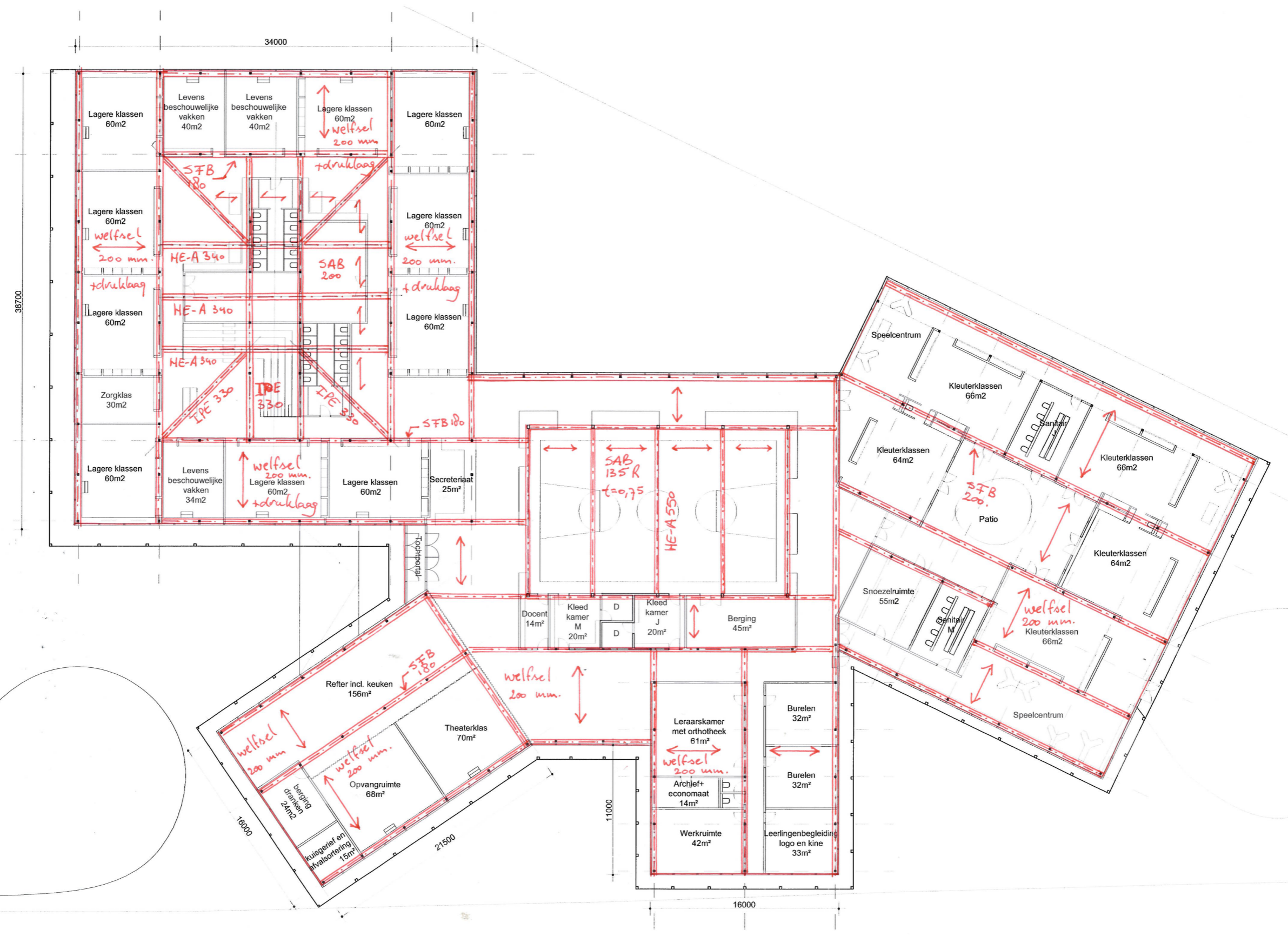
- De geïntegreerde liggers vormen geen enkele belemmering voor kanalen en leidingen. De technieken kunnen ongestoord door de constructie lopen.
- Het gebouw is vrij indeelbaar door het gebruik van kolommen. Ook bij toekomstige verbouwingen kunnen de ruimtes vrij gekozen worden, door gebruik te maken van verplaatsbare lichte scheidingswanden.
- De gekozen constructie heeft door de veranderlijke vloerbelasting een hoge mate van indelingsflexibiliteit.

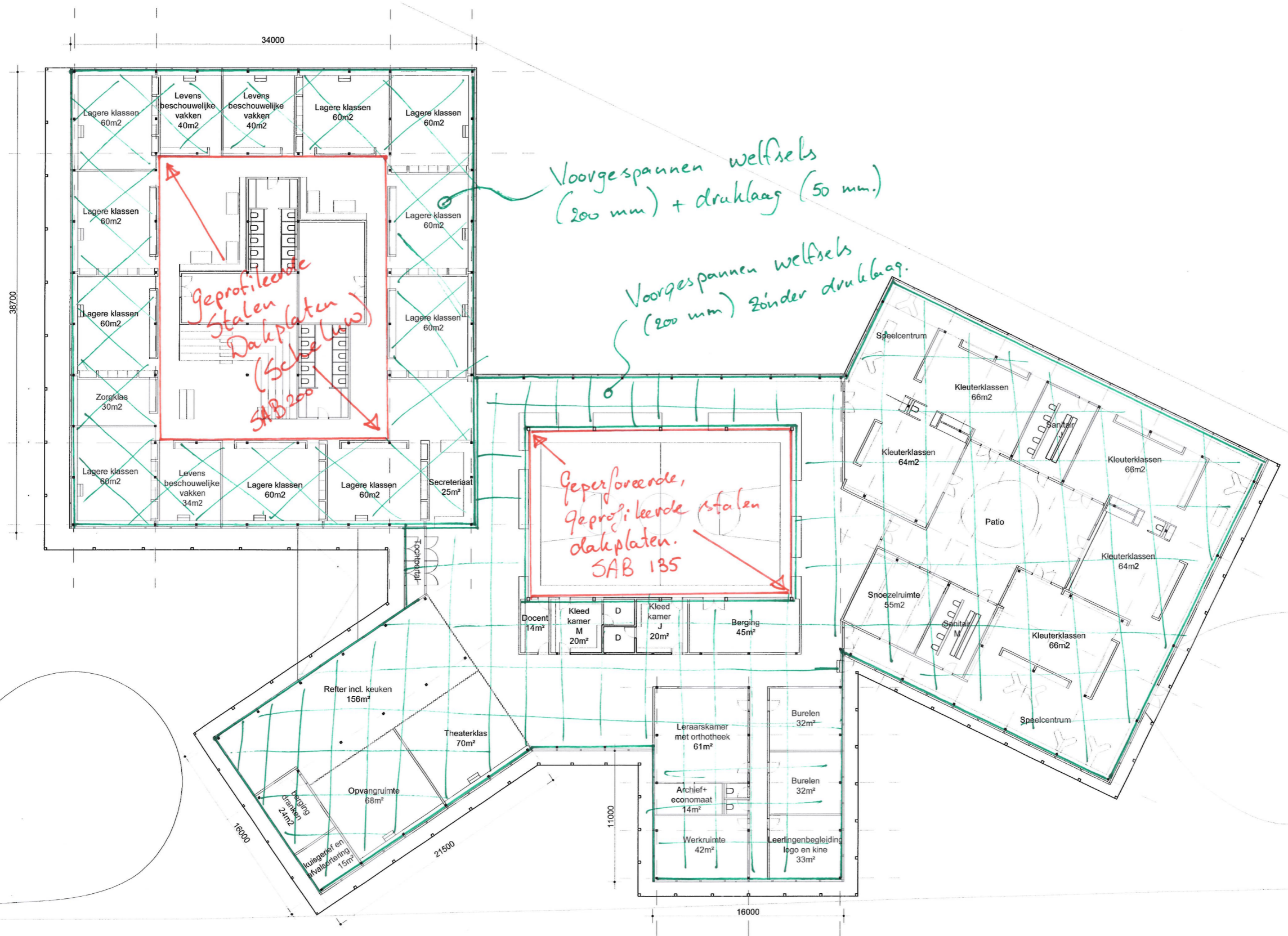
1.4. Kosten en bouwmethode

Zoals eerder in deze notitie is vermeld kunnen de kosten in grote mate worden beheerst door uit te gaan van een logische constructie. Verder is gezocht naar voldoende repetitie in constructiewijzen en afmetingen, om prefabricatie mogelijk te maken. Hierdoor kan de bouwtijd worden beperkt en de kosten worden gedrukt.

De betonnen welfsels op de stalen liggers staan een snelle bouwwijze toe. De betonnen kolommen zijn allen identiek. De keuze voor prefab is dan vanzelfsprekend. Deze voornamelijk "droge" bouwwijze kan de bouwsnelheid aanzienlijk doen verhogen.

Om het optimale ontwerpresultaat te krijgen kan de gekozen structuur en de mate van prefabricatie samen met de aannemer verder geoptimaliseerd te worden. Hierbij kan de structuur verder worden afgestemd op zijn specifieke werkwijze en middelen.





Voorgespannen welfsels
(200 mm) + druklaag (50 mm.)

Voorgespannen welfsels
(200 mm) zonder druklaag.

Geprofileerde
Stalen
Dakplaten
(Schroef)
SAB 200

Geperforeerde,
geprofileerde stalen
dakplaten.
SAB 135

