

Onderzoeksrapport

Biotoop

24-10-2024
versie 2.0

abtWassenaar
Inventief met techniek

COLOFON

Opdrachtgever: Gemeente Groningen
Contactpersonen: E. Hamhuis
J. van der Boom
A. Roubos
J. Stroetinga
R. Anedda

Auteurs:	ir. Rob Bakker	Projectleider
	ing. Charles Boks	Senior kostenmanager
	ing. Andries Groeneveld	Adviseur constructies
	ing. Vera de Vries	Engineer constructies
	ing. Michel Dittrich	Adviseur bouwfysica
	ing. Jeroen Schorning	Engineer bouwfysica
	ir. Jeroen Verwer	Adviseur installaties
	ing. Jasper Boddeke	Engineer installaties

Opdrachtnemer: abtWassenaar
Postbus 5176
9700 GD Groningen
+ (31) 050 534 7345
info@abtwassenaar.nl
www.abtwassenaar.nl

Projectnummer: 2400693

Versiebeheer:	versie 1.0		16-09-2024
	versie 2.0	opm. gemeente Groningen verwerkt	25-10-2024

SAMENVATTING

In dit rapport is het onderzoek uitgewerkt naar de gebouwen van de Biotoop in Haren. Dit onderzoek vindt plaats in het kader van de bredere studie door de gemeente Groningen naar eventueel hergebruik/herbestemming van de Biotoop. Gezien de repetitie in de bouwstructuren is één bouwdeel nader beschouwd. De onderzoeken hebben plaatsgevonden op het gebied van het bouwcasco, de bouwfysica en de installaties. Hierbij is gekeken naar de huidige situatie en naar mogelijkheden voor hergebruik en eventuele aanpassingen aan het gebouw. Dit is gebeurd aan de hand van de onderzoeksvragen die met de gemeente Groningen zijn afgestemd en zijn geformuleerd in onze offerte d.d. 23-05-2024. Voor de beoogde aanpassingen zijn ook de kosten globaal bepaald.

Per discipline zijn de volgende onderzoeken uitgevoerd:

CONSTRUCTIE

De opbouw van het bestaande bouwcasco is onderzocht op basis van een representatieve "moot" van bouwdelen A, B, C en D. Op basis van archieftekeningen en onderzoek ter plaatse is de constructieve opbouw bepaald: een inschatting van de ontwerputgangspunten en capaciteit op het gebied van draagvermogen van de vloeren, de stabiliteit en de fundering. Uit dit onderzoek zijn de volgende conclusies getrokken:

Onderzoek bestand casco

- Het casco is uitgevoerd in gewapend beton en is op staal gefundeerd middels een belasting spreidende op zand gestorte betonplaat.
- In de verdiepingsvloeren is gewichtsreductie toegepast in de vorm van ingestorte kokers.
- Uitgangspunten met betrekking tot de oorspronkelijke ontwerpbelastingen zijn niet bekend op basis van de beschikbare tekeningen. Op basis van de indertijd geldende normen zou het uitgangspunt voor de variabele belasting $2,0 \text{ kN/m}^2$ kunnen zijn geweest.
- De beschikbare tekeningen bevatten geen wapeningsinformatie, dus kan de capaciteit van het casco niet worden berekend.
- De stabiliteit wordt verkregen uit de kolommen en de H-frames in de gangzone.
- De ondergrond bestaat, op basis van een referentiesondering, uit een vastere, ondiepe laag, met daaronder kleilagen. Het vermoeden is dat de fundering op staal is verkregen door een ontgraving, waarna grondverbetering is aangebracht. De vrijgekomen grond is vermoedelijk gebruikt om het gebied rondom de gebouwen op te hogen. Dit maakt de fundering gevoelig voor zettingen als gevolg van verandering van de bovenbelasting. De opgehoogde grond draagt in belangrijke mate bij aan het draagvermogen van de fundering en kan dus niet zondermeer verwijderd worden.

Optie optoppen van het gebouw

- Op basis van een gewichtsberekening volgt dat voor de fundering een optopping mogelijk is, indien deze een beperkt gewicht heeft. Voor de dakvloer kan op basis van de beschikbare informatie niet worden aangetoond dat deze bruikbaar is als verdiepingsvloer. De constructie van de optopping zou kunnen worden uitgevoerd op een stalen frame, met daarop een lichte opbouw. In het rapport is hiervoor een optie uitgewerkt op basis van houtskeletbouw.
- De krachten op het stabiliteitssysteem verdubbelen als gevolg van de toevoeging van een enkellaags opbouw. Er kan niet worden aangetoond dat dit haalbaar is op basis van de beschikbare gegevens. Als er geen aanvullende informatie wordt gevonden, met name met betrekking tot wapening in de betonconstructie, kan ter plaatse met boringen en wapeningscans wellicht voldoende informatie worden verzameld.

Optie verwijderen verticale dragende elementen

- Het wegnemen van een prefab betonwand uit de H-kernen is niet mogelijk zonder aanvullende voorzieningen te treffen in de vorm van een stalen frame. Hoger in het gebouw zijn de stabiliteitskrachten lager en is er wellicht wel een mogelijkheid om dit te doen zonder toevoegingen. Of en waar dat kan, zal nader moeten worden onderzocht, op basis van wat wenselijk is vanuit het ontwerp.

Het creëren van een toegang naar de kelder door verwijderen van één tussenkolom

- Het verwijderen van een tussenkolom op kelderniveau is mogelijk, wanneer hiervoor een stalen portaalframe wordt teruggeplaatst, die de krachten uit de bovenliggende kolom opvangt en herverdeelt.
- De toegang naar de kelder kan worden gerealiseerd met een (lokale) hellingbaan.

Aanbrengen van vloer- en plafondaferingen ten behoeve van verbeteren bouwtechnische kwaliteit

- Vanuit bouwfysica zijn opties voorgesteld om de kwaliteit van de bestaande vloerscheidingen te laten voldoen aan de huidige eisen voor woon- en kantoorfuncties. Dit kan worden gerealiseerd door zwevende dekvloeren toe te passen, of te werken met akoestische plafonds.
- Het toepassen van zwevende dekvloeren gaat – afhankelijk van het gekozen principe – gepaard met belastingtoename op de vloeren. Vanwege het ontbreken van voldoende gegevens kan niet worden aangetoond dat de vloeren voldoende capaciteit hebben om deze belastingen te dragen. Dit dient dus nader te worden onderzocht. Wanneer er onvoldoende capaciteit is, kan worden gedacht aan versterking van de vloeren met stalen liggers of lijnwapening.
- Toepassen van akoestische plafonds is constructief wel een optie, vanwege het relatief lage gewicht van dergelijke plafonds en omdat ze (het gewicht van) de bestaande plafonds vervangen.

BOUWFYSICA

De opbouw van het bestaande casco en de gevels is beoordeeld op bouwfysische prestaties op het gebied van isolatie, koudebruggen en geluid. Met deze informatie zijn mogelijkheden beschouwd om de gebouwen bouwfysisch en akoestisch op te waarderen ten behoeve van toekomstig gebruik. Er zijn eisen vastgesteld voor het verduurzamen van de gebouwen voor de scenario's verbouw, vernieuwbouw en sloop/nieuwbouw. Daarnaast zijn voorzieningen voorgesteld om de gebouwen geschikt te maken voor woon- en/of kantoorfuncties.

Gevels

- De gevels zijn opgebouwd uit prefab betonnen elementen, afgesteund op het betonnen casco. De doorgaande gevelopeningen bestaan uit aluminium kozijnen voorzien van dubbele beglazing.
- Het warmteverlies door deze gevel is groot en wordt vooral bepaald door de aluminium puien en de koudebruggen op de aansluitingen van de prefab gevels met het casco.
- Voor de verbetering van de thermische kwaliteit van de gevels zijn twee opties uitgewerkt:
 - revitalisatie, met zoveel mogelijk behoud van de bestaande elementen en uiterlijk,;
 - gevelvernieuwing.
- De conclusie van dit onderzoek is dat het mogelijk is om met behoud van uitstraling van de bestaande gevel het energieverlies door verwarming fors te reduceren. Hierdoor is het mogelijk om ook bij variant 1 "revitalisatie" toepassing van een lage temperatuur, en daarmee duurzaam, verwarmingssysteem mogelijk te maken voor zowel een woon- als utiliteitsfunctie.

Interne geluidwering

- Omdat er sprake is van een functiewijziging en er voor de huidige functie geen wettelijke eisen zijn met betrekking tot interne geluidwering, gelden er vanuit de bouwregelgeving geen eisen.
- Om de bewoners en gebruikers comfort te bieden is ons advies is om voor een woonfunctie uit te gaan van de minimale eisen uit het Bbl voor nieuwbouw van woningen. Voor kantoorfuncties wordt uitgegaan van het handboek bouwfysische kwaliteit van gebouwen.
- Voor de verticale geluidwering zijn dan aanvullende voorzieningen nodig. Deze kunnen bestaan uit een zwevende dekvloer (droog of nat), of een akoestisch verend plafond. De keuze voor één van deze mogelijkheden is afhankelijk van verschillende factoren.
- De horizontale geluidwering kan worden gerealiseerd met lichte wandsystemen. De opbouw is afhankelijk van de functie en de daarbij behorende prestatie.
- Aandachtspunt bij het opwaarderen van de gevels is flankerende geluidoverdracht.

Ruimteakoestiek

- Omdat er sprake is van een functiewijziging en er voor de huidige functie geen wettelijke eisen zijn met betrekking tot ruimte-akoestiek, gelden er vanuit de bouwregelgeving geen eisen.
- De prestatie van de huidige inbouw is onbekend, maar ook niet relevant, aangezien verwacht wordt dat de huidige inrichting vervangen zal worden.
- Voor de toekomstige functies dient te worden bepaald wat het gewenste kwaliteitsniveau is dat gerealiseerd dient te worden, hierbij wordt geadviseerd met verlaagde systeemplafonds te werken met passende prestaties.
- Voor de gebouwdelen die een woonfuncties hebben zijn er geen voorzieningen noodzakelijk, wel wordt geadviseerd om de gemeenschappelijke verkeersruimte van absorptie middels een akoestisch plafond te voorzien.

Daglichttoetreding

- Binnen het huidige gevelbeeld is er sprake van een grote mate van daglichttoetreding. Bij de revitalisatie zien we geen beperkingen. Uiteraard dient er aandacht te worden besteed aan de positie van de verblijfsruimten en dergelijke.

Overige bouwfysische onderdelen

- Vanuit de overige onderdelen verwachten we geen grote beperkingen, in een verder stadium dienen deze onderdelen wel te worden onderzocht en uitgewerkt.

INSTALLATIES

De onderzoeksvragen op het gebied van installaties zijn als volgt:

- Op welke wijze kunnen de gebouwen duurzaam geklimatiseerd worden, rekening houdend met de verschillende scenario's en beoogde doelgroepen?
- Op welke wijze is het mogelijk om te voorzien van warmte, koude en warmtapwater, rekening houdend met de verschillende scenario's en beoogde doelgroepen?
- Op welke wijze kunnen de huidige installaties gefaseerd afgekoppeld worden van de individuele bouwblokken?

Bestaande installaties

- Warmteopwekking vindt plaats vanuit een centrale locatie, middels twee houtgestookte cv-ketel en een gasketel. Hergebruik van het CV systeem is eventueel mogelijk, indien het compatibel blijkt met de nieuwe situatie.
- De ventilatie is uitgevoerd met een mechanische afvoer via de schachten op elk stramien, met natuurlijke toevoer van lucht. Blok B is in 1989 aangepast, waarbij een centrale luchtbehandelingskast is aangebracht.
- De schachten bevinden zich in de H-vormige kolommen in de gangzones. Deze schachten zijn herbruikbaar.

De beoogde gebruikswijzen, woon- en kantoorfunctie, hebben ieder hun eigen karakteristieken, waarmee bij de nieuwe installatieconcepten rekening moet worden gehouden. Daarnaast dient bij een ingrijpende renovatie ook te worden voldaan aan de eisen van het Bbl.

Installaties kunnen in hoofdlijnen collectief of individueel gericht zijn.

Het onderzoek naar de installatieconcepten is verdeeld in vier belangrijke categorieën: warmte- en koudeopwekking, afgiftesystemen, ventilatie en riolering.

Warmte- en koudeopwekking

Ten aanzien van de warmte- en koudeopwekking zijn de volgende mogelijkheden ter vergelijking:

- a. Collectieve opwekkingscentrale met WKO-net.
- b. Per bouwblok collectieve opwekkingscentrale met WKO-net.
- c. Per unit warmtepomp met WKO-net.
- d. Per unit luchtwarmtepomp.
- e. Per blok collectieve luchtwarmtepomp.

De voor- en nadelen van deze systemen is uiteengezet. Voor wonen zijn opties b en c het meest geschikt. Voor kantoorfuncties passen opties a en b het beste.

Afgiftesystemen

Ten aanzien van het afgiftesysteem zijn de volgende mogelijkheden ter vergelijking:

- a. Convectoren.
- b. Vloerverwarming.
- c. Luchtverwarming.
- d. Wandverwarming.
- e. Plafondconvectoren.

Voor wonen ligt optie b het meest voor de hand. Voor kantoorfuncties zijn dat opties c en e.

Ventilatie

Ten aanzien van het ventileren zijn de volgende mogelijkheden ter vergelijking:

- a. Lokale balansventilatie met WTW.
- b. Centrale balansventilatie met WTW (luchtbehandelingskast).
- c. Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer.
- d. Mechanische afvoer en natuurlijke toevoer.
- e. Decentrale ventilatie met WTW.

Opties a en b zijn het meest geschikt voor een woonfunctie, optie b kan ook bij kantoren goed worden toegepast.

Riolering

Ten aanzien van het rioleringsverloop zijn de volgende mogelijkheden ter vergelijking:

- a. Rioolontsluiting via onderliggende laag.
- b. Rioolontsluiting via nieuw dekvloer of verhoogde vloer.
- c. Rioolontsluiting via pompinstallatie.
- d. Rioolontsluiting via vloer direct aan schacht gelegen.

Voor wonen is alleen optie c minder geschikt. Voor kantoren heeft optie a een lichte voorkeur.

Optopping

Het wel of niet toepassen van een optopping, en of dat gelijk bij de verbouwing wordt gedaan, heeft invloed op de keuzes die gemaakt worden voor de installaties. Voorkeur heeft het om een eventuele optopping direct mee te nemen, omdat daar dan gelijk rekening mee kan worden gehouden.

Indien de optopping later nog moet kunnen worden aangebracht, kan daar al wel vooraf mee rekening worden gehouden in het ontwerp, maar leidt wel tot extra kosten wanneer het zover is.

VERVOLGSTAPPEN

Ondanks dat er veel gegevens beschikbaar zijn, ontbreekt er op onderdelen belangrijke informatie. Dit betreft, voor constructie, de oorspronkelijk gehanteerde belastinguitgangspunten en de gegevens van de toegepaste wapening. Zonder deze informatie kunnen alleen zeer voorzichtige uitspraken worden gedaan over aanpassingen en toevoegingen aan het gebouwcasco. Als deze gegevens niet meer te achterhalen zijn, is het een mogelijkheid om met scan apparatuur de bestaande wapening op een aantal plaatsen in beeld te brengen, in combinatie met beperkt destructief onderzoek, waarbij de dekking van de wapening wordt verwijderd.

Voor de beoordeling van de huidige prestatie van het gebouw ten aanzien van interne geluidwering, zijn een aantal conservatieve aannames gedaan. Zo zijn, in overleg met het onderdeel constructies, volumieke massa's vastgesteld voor de verdiepingsvloeren en constructieve onderdelen zoals kolommen en dragende wanden. Om de aannames te toetsen, wordt er aangeraden om geluidmetingen uit te voeren in de huidige situatie, waarmee de luchtgeluid- en contactgeluidisolatie kan worden vastgesteld. Op basis van de gemeten resultaten kunnen in het vervolgtraject specifiekere voorzieningen worden aanbevolen.

KOSTENRAMINGEN

Voor de bouwkundige ingrepen en installatietechnische concepten zijn kostenramingen gemaakt. Deze ramingen zijn indicatief, en vooral bedoeld ter onderlinge vergelijking. Samengevat zijn dit de resultaten:

	Per m² BVO	Totaal	
Akoestiek		Kelder	BG 1e 2e
Egaliseren	€ 20	50.000	
Zwevende dekvloer, nat	€ 44	90.000	270.000
Zwevende dekvloer, droog	€ 60		370.000
Akoestisch verend plafond	€ 206		1.250.000
Akoestisch (verend) plafond	€ 163		980.000
Woningscheidende wand	€ 145		350.000
Woning-gang scheidende wand	€ 105		280.000
Kantoorscheidende wanden	€ 105		720.000
Plafonds absorptieklasse A	€ 69		320.000
Plafonds absorptieklasse B	€ 55		260.000
Thermisch renovatie gevel	€ 320		2.560.000
Thermisch vervangen schil	€ 400		3.210.000
Constructief			
Optopping (casco)	€ 575		1.154.000
Opties (per stuk)			
Vergroten bereikbaarheid kelder, kolom verwijderen	€ 30.000		
Inrit met keerwanden en grondmassa	€ 170.000		
Verwijderen prefab wand in H kolom	€ 3.000		

Installaties	
Warmte- en koudeopwekking	Kosten(€/m²)
Collectieve opwekkingscentrale met WKO-net	~ € 120-140
Per bouwblok collectieve opwekkingscentrale met WKO-net	~ € 140-160
Per unit warmtepomp met WKO-net	~ € 190-200
Per unit luchtwarmtepomp	~ € 130-150
Per blok collectieve luchtwarmtepomp	~ € 100-120
Afgiftesystemen	
Convectoren	~ € 20-40
Vloerverwarming	~ € 35-55
Luchtverwarming	~ € 40-60
Wandverwarming	~ € 45-65
Plafondconvectoren	~ € 30-50
Ventilatieconcepten	
Lokale balansventilatie met WTW	~ € 70-90
Centrale balansventilatie met WTW (luchtbehandelingskast)	~ € 60-80
Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer	~ € 35-55
Mechanische afvoer en natuurlijke toevoer	~ € 30-50
Decentrale ventilatie met WTW	~ € 80-100
Rioleringsverloop	
Rioolontsluiting via onderliggende laag	~ € 15-25
Rioolontsluiting via nieuwe dekvloer of verhoogde vloer	~ € 15-25
Rioolontsluiting via pompinstallatie	~ € 25-35
Rioolontsluiting via vloer direct aan schacht gelegen	~ € 15-25
Totale kosten installaties per functie	
Werktuigbouwkundige installaties	
Kantoorfunctie	~ € 395
Woonfunctie	~ € 370
Elektrotechnische installaties	
Kantoorfunctie	~ € 185
Woonfunctie	~ € 80

Inhoudsopgave

1 Inleiding.....	12
1.1 Bestaande situatie.....	12
1.2 Onderzoekvragen.....	13
1.3 Uitgangspunten/ projectkader constructie en bouwphysica	14
1.4 Wettelijk kader algemeen	14
2 Constructie	15
2.1 Bestaande constructie.....	15
2.2 Restpotentie bestaande gebouw	18
2.2.1 Uitgangspunten belastingen bestaande situatie.....	20
2.2.2 Windbelasting oud vs nieuw	21
2.2.3 Mogelijke gebruiksfuncties voor de toekomst	23
2.2.4 Optoppen	25
2.3 Gevoeligheid casco t.a.v. horizontale stabiliteit	26
2.4 Geotechnisch draagvermogen.....	29
2.5 Ingrepen in constructieve elementen	31
2.5.1 Prefab wandschijven gangzone	31
2.5.2 Vergroten van leidingschachten	32
2.5.3 Vergroten bereikbaarheid kelder	33
2.6 Beantwoording onderzoeksvragen	34
3 Bouwfysica	37
3.1 Thermisch/hygrische beoordeling uitwendige scheidingsconstructie.....	37
3.1.1 Wettelijk kader	37
3.1.2 Beoordeling	37
3.1.3 Bespreking resultaten	40
3.2 Interne geluidwering.....	42
3.2.1 Wettelijk kader	42
3.2.2 Beoordeling	42
3.3 Ruimteakoestiek	47
3.3.1 Wettelijk kader	47
3.3.2 Huidige situatie.....	47
3.3.3 Mogelijkheid tot optimalisatie	47
3.4 Daglichttoetreding	48
3.4.1 Wettelijk kader	48
3.4.2 Beoordeling	48
3.5 Overige bouwfysische onderdelen.....	48
3.6 Beantwoording onderzoeksvragen	49
4 Installaties	51
4.1 Bestaande situatie installaties	51
4.1.1 Huidige installaties.....	51
4.1.2 Hergebruik.....	53
4.2 Aandachtpunten installaties kantoor en wonen.....	53
4.2.1 Karakteristiek kantoorinstallaties.....	54
4.2.2 Karakteristiek wooninstallatie.....	54
4.2.3 Wettelijke kader installaties.....	55
4.3 Collectief of individueel.....	56

4.4 Installatieconcepten	56
4.4.1 Warmte- en koudeopwekking	57
4.4.2 Afgiftesysteem	63
4.4.3 Ventilatie	69
4.4.4 Riolering	75
4.5 Optopping	79
4.6 Kostenraming installaties	80
4.7 Vervolgstappen	80
4.7.1 Fasering afkoppelen bestaande installaties	81
4.7.2 Nutsvoorzieningen	82
5 Kostenraming constructies	84
6 Aannames en onzekerheden	85
6.1 Belastingaannames	85
6.2 Gegevens wapening en beton.	85
6.3 Geluid	85
Bijlage A.1 Relevante broninformatie	86
Bijlage A.2 Bijlagen constructief	87
Bijlage A.2.1 Gewichtsberekening oud vs nieuw	88
Bijlage A.2.2 Stabiliteit	94
Bijlage A.2.3 Geotechniek	120

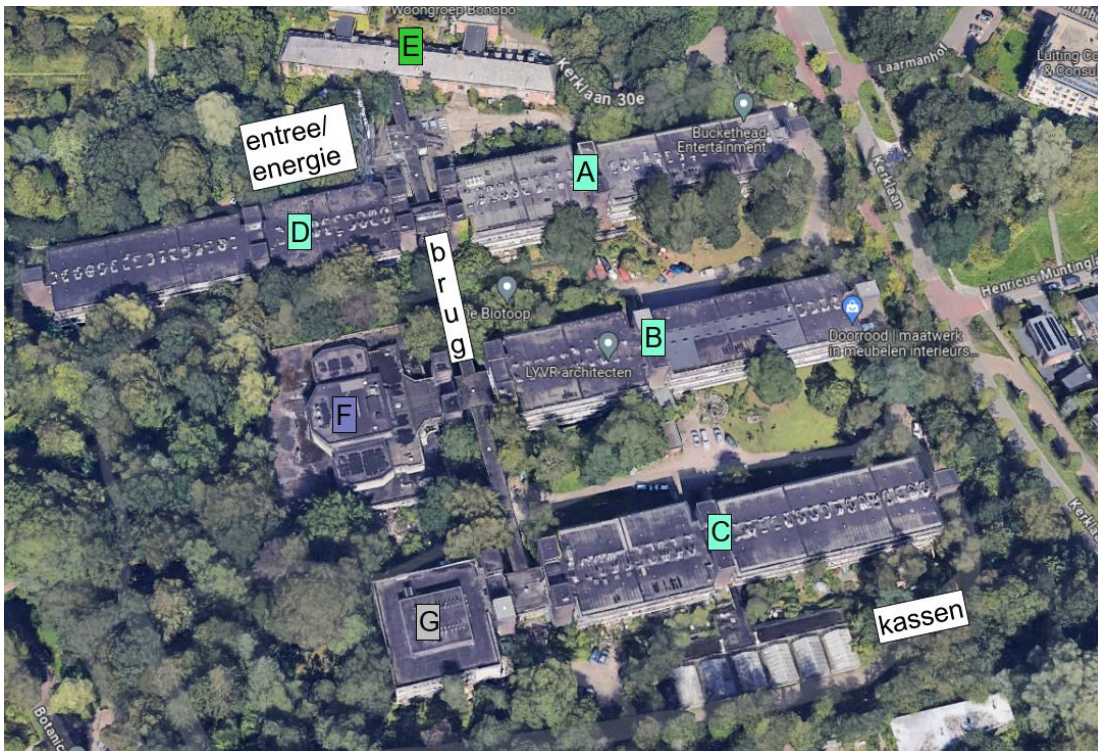
1 Inleiding

De gebouwen van de Biotoop vormden gezamenlijk het domein van de vakgroep Biologie van de RUG, totdat deze in 2011 werd ondergebracht in de Linnaeusborg op de Zernikecampus van de RUG in Groningen. Sinds deze tijd wordt het complex beheerd door Carex. Zij verhuren delen van de gebouwen voor wonen en werken. De Biotoop is daardoor momenteel een culturele en creatieve broedplaats.

De gemeente Groningen heeft begin 2023 de Hortus, de Biotoop en het parkeerterrein aan de Kerklaan in Haren overgenomen van de Rijkuniversiteit Groningen (RUG). De gemeente onderzoekt momenteel de mogelijkheden tot herbestemming c.q. herontwikkeling van dit gebied. abtWassenaar heeft onderzoek gedaan naar de technische staat en mogelijkheden om de gebouwen behorende bij de Biotoop te hergebruiken en/of op te waarderen. Dit rapport vormt daarvan de verslaglegging. De resultaten van dit onderzoek worden vervolgens gebruikt in de scenario ontwikkeling van de gemeente Groningen.

1.1 Bestaande situatie

De biotoop bestaat uit een aantal bouwvolumes, die onderling verbonden zijn door een verbindingsgang op de 1e verdiepingsniveau (de brug):



Figuur 1 Overzicht gebouwen

De gebouwen:

- De vleugels: bouwdelen A, B, C en D
- Het zoölogisch onderzoekscentrum (E)
- Het theater (F)
- Gebouw G

Andere functies:

- Entree met energiekelder
- De verbodingsbrug
- De kassen

Het complex is gebouwd in de jaren 60 (20^e eeuw) en heeft geen monumentenstatus, met uitzondering van het zoologisch laboratorium (E) uit begin jaren 50, wat een gemeentelijk monument is. Dit gebouw valt daarmee onder de Erfgoedverordening gemeente Groningen uit 2020.

Het onderzoek richt zich op de gebouwdelen A, B, C en D. Deze bouwdelen zijn onderling bijna identiek. Op basis van de bevindingen van deze gebouwdelen kan een vertaling naar de bouwdelen F en G gemaakt worden.

1.2 Onderzoekvragen

Deze opgave vraagt om een integrale aanpak waarbij, in overleg met de gemeente, de volgende onderzoeksvragen zijn geformuleerd:

Constructie/casco

- Wat is de kwaliteit en (rest)potentie van de hoofddraagconstructie van de gebouwcasco's?
- Is optoppen mogelijk?
- Welke verticale vaste draagstructuren zijn er, en in hoeverre kunnen die worden gebruikt en eventueel aangepast in de toekomstige functies?
- Hoe kan de kelder worden hergebruikt c.q. toegankelijk worden gemaakt?

Bouwfysica

- Wat is de bouwfysische prestatie van de huidige gevels?
- Op welke wijze kunnen de gebouwen bouwfysisch en akoestisch worden opgewaardeerd, zodanig dat deze geschikt zijn voor toekomstig gebruik?
- Aan welke eisen moet worden voldaan voor het verduurzamen van de gebouwen voor verschillende scenario's: verbouw, vernieuwbouw, sloop/nieuwbouw?
- Zijn er voorzieningen nodig om de gebouwen geschikt te maken voor woon- en/of kantoorfuncties?

Installaties

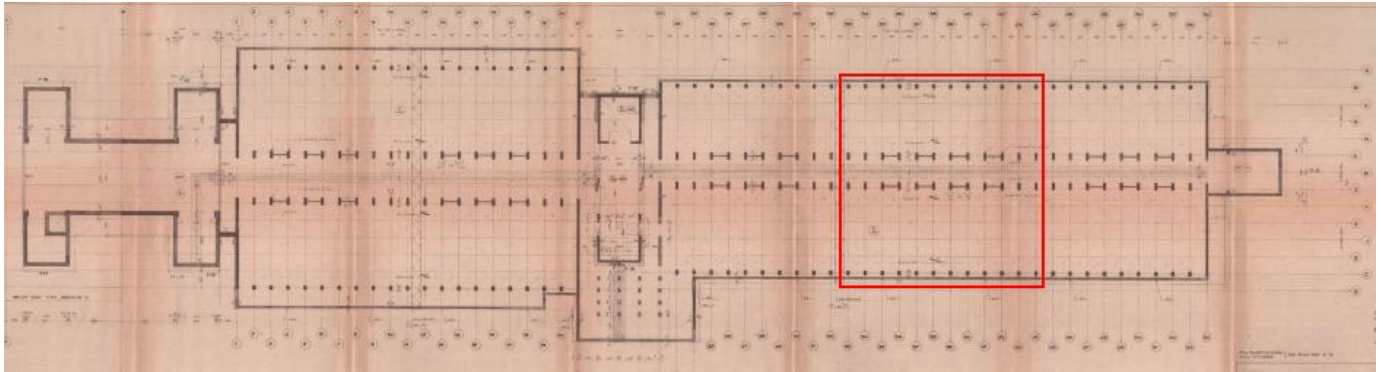
- Op welke wijze kunnen de gebouwen duurzaam geklimatiseerd worden, rekening houdend met de verschillende scenario's en beoogde doelgroepen?
- Op welke wijze is het mogelijk om te voorzien van warmte, koude en warmtapwater, rekening houdend met de verschillende scenario's en beoogde doelgroepen?
- Op welke wijze kunnen de huidige installaties gefaseerd afgekoppeld worden van de individuele bouwblokken?

Kosten

- Wat zijn globaal de kosten om de gebouwen constructief, bouwkundig en installatietechnisch op te waarderen voor de verschillende scenario's?

1.3 Uitgangspunten/ projectkader constructie en bouwfysica

Om de onderzoeksvragen te beantwoorden, wordt ingezoomd op een kenmerkende zone, die bij de gebouwen A, B, C en D in een min of meer identieke vorm steeds terugkeert.



Figuur 2 Beschouwde zone plattegrond gebouw B

1.4 Wettelijk kader algemeen

Bij verbouw zijn de eisen van toepassing die zijn gesteld in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl). De beoordeling is uitgevoerd op basis van het Besluit bouwwerken leefomgeving met bijbehorende ministeriële regeling, beide zoals gelden vanaf 1 juli 2024. Voor de gehanteerde normen is uitgegaan van de versies zoals aangewezen in genoemde Bbl.

Er is sprake van bestaande gebouwen die zijn gebouwd in 1970. Voor onderdelen die niet verbouwd worden, zijn de eisen die betrekking hebben op bestaande bouw van toepassing. Op onderdelen die gewijzigd worden, zijn de verbouweisen van toepassing.

Voor sommige aspecten, zoals geluidwering, zijn er in het huidige Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl) geen specifieke eisen voor de huidige functie van het gebouw. Als het gebouw wordt omgevormd tot woningen (een functiewijziging) zonder dat er verbouwingen plaatsvinden, dus zonder aanpassingen aan de bestaande constructie, dan gelden er formeel ook geen extra eisen voor deze nieuwe functie.

Bij verbouw mag, volgens afdeling 5.2 van het Bbl, het kwaliteitsniveau na de verbouwing niet lager zijn dan het toegestane kwaliteitsniveau voorafgaand aan de verbouwing, hierbij geldt als ondergrens de eisen die gelden voor bestaande bouw met daarop aanvullend de eisen die in afdeling 5.3 van het Bbl zijn weergegeven.

Indien er gebruiksfuncties gewijzigd worden (bijvoorbeeld wanneer er woonfuncties gerealiseerd worden) dient tenminste het reeds verkregen niveau te worden gehanteerd zoals die geldt voor de "oude" gebruiksfunctie. In afwijking hiervan gelden er voor specifieke onderdelen aanvullende eisen. Die zijn in afdeling 5.4 weergegeven.

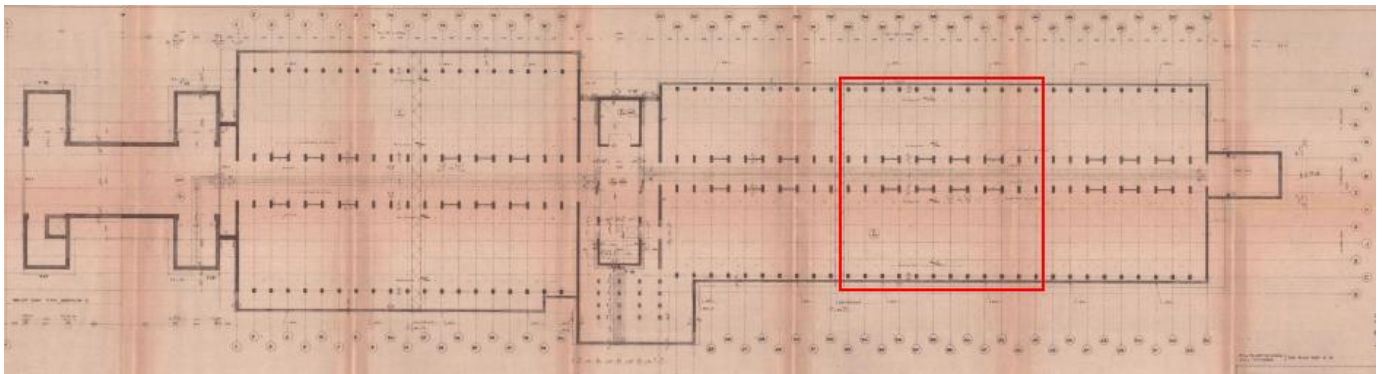
Wellicht zal de Biotoop in de toekomst een monumentale status krijgen. Gebouw E heeft reeds een monumentale status. De voorschriften van het Bbl gelden in beginsel ook ten aanzien van de technische staat, de verbouw, het gebruik en de sloop van monumenten. Echter is in dit besluit ten aanzien van het verbouwen van dergelijke bouwwerken een uitzonderingsmogelijkheid opgenomen, die waarborgt dat het monumentale karakter door de toepassing van die voorschriften niet nadelig wordt beïnvloed.

2 Constructie

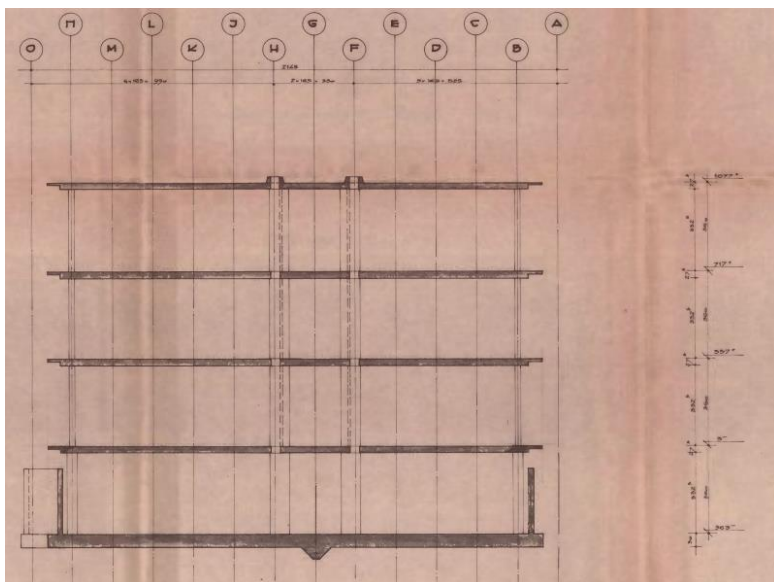
2.1 Bestaande constructie

Om de constructieve onderzoeksvragen te beantwoorden, wordt ingezoomd op een kenmerkende zone, die bij de gebouwen A, B, C en D in een min of meer identieke vorm steeds terugkeert. In de volgende paragrafen wordt de bestaande structuur omschreven, en de diverse constructieve eigenschappen en mechanismes die een rol spelen bij het beantwoorden van de onderzoeksvragen.

Voor de gebouwen A, B, C en D geldt dat deze qua constructief principe nagenoeg identiek zijn. Het casco is uitgevoerd in gewapend beton en is op staal gefundeerd, (belastingspreidende betonplaat op zand gestort). De gebouwen zijn opgebouwd in moduulmaten van 1,65m in horizontale richtingen. In de lengterichting met kolommen langs de gevels, en langs de gangzone h.o.h. 1,65m, en in de dwarsrichting met een indeling van 5-2-4*1,65m bij het smalle deel en 5-3-5*1,65m bij het brede bouwdeel. Het rode kader geeft het bouwdeel aan wat aan constructieve beschouwingen is onderworpen.



Figuur 3 Plattegrond gebouw B



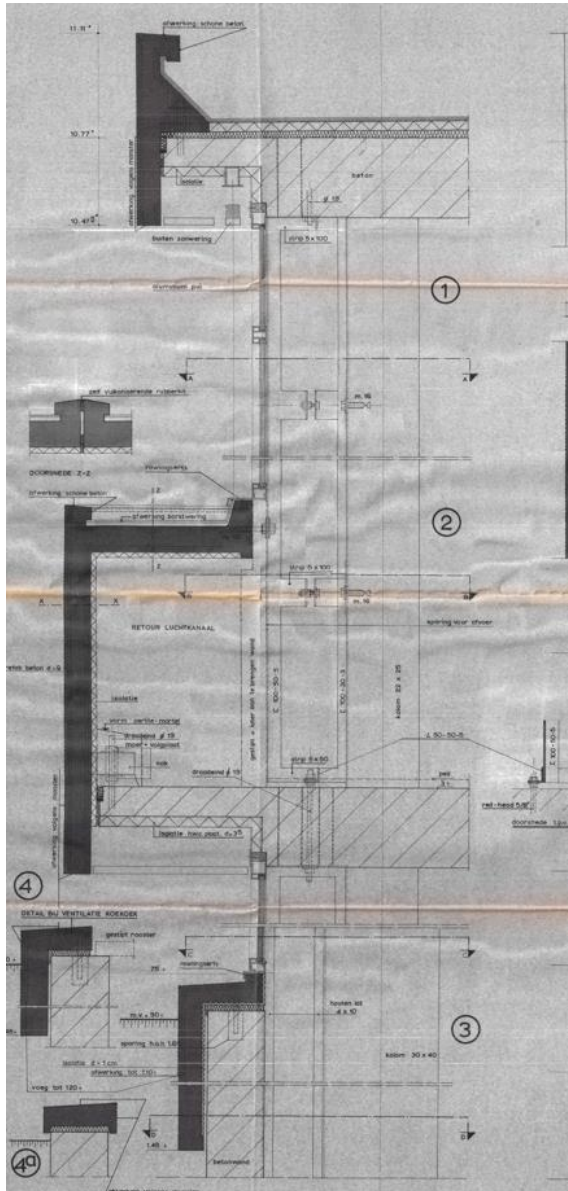
Figuur 4 Kenmerkende doorsnede van het smalle bouwdeel

In de langsrichting zijn de gebouwen voorzien van diverse dilataties, 2x in het smalle en 1x in het brede deel, en ter plaatse van de overgangen naar de centrale stijgpunten op de uiteinden van de delen.

In de H-vormige plattegrond aan de linkerzijde bevindt zich de aansluiting met gebouw F en de loopbrug, die de gebouwen met elkaar verbindt (zie figuur 1).

Figuur 6 Doorsnede betonvloer

De bouwkundige schil wordt gevormd door geprefabriceerde betonelementen die zijn afgesteund op een verjongde vloerrand en tegen stalen frames tussen de betonnen gevelkolommen en de stalen vliesgevel.



Figuur 7 Detail gevel in langsrichting

In Tabel 1 is een overzicht weergegeven van de materiaalkwaliteiten zoals die op diverse tekeningen zijn aangetroffen. De aanduiding is overeenkomstig GBV (Gewapende Beton Voorschriften) 1962. In Tabel 2 en Tabel 3 wordt een vergelijking gemaakt met de huidige voorschriften.

Onderdeel	afm mm	beton	kwaliteit wapeningsstaal
keldervloer	500	K225	QR24/40
verdiepingsvloer	275	K225	QR24/40
dakvloer	275	K225	QR24/40
gevelkolommen kelder	300*400	K225	QR24/40
gevelkolommen vanaf peil	220*250	K225	QR24/40
gangkolommen	220*800	K225	QR24/40
prefab gangwanden	100	K300	QR24/40

Tabel 1 Materiaaleigenschappen betonskelet

GBV 1962		NEN 6720	EC2	
kwaliteit	f_{ck}	kwaliteit	kwaliteit	f_{ck}
	N/mm ²			N/mm ²
K225	13,0	B15	C12/15	12
K300	19,0	B25	C20/25	20

Tabel 2 Vergelijking sterkte-eigenschappen beton oud vs nieuw

GBV 1962	f_{yk}	EC2	f_{yk}	f_{ys}
kwaliteit	N/mm ²	kwaliteit	N/mm ²	N/mm ²
QR24	240	FeB220	220	191
QR40	400	FeB400	400	348

Tabel 3 Vergelijking sterkte-eigenschappen wapeningsstaal oud vs nieuw

2.2 Restpotentie bestaande gebouw

Om inzicht te krijgen in de restpotentie van het gebouw, wordt een vergelijking gemaakt van een gewichtsberekening van het bestaande casco met de oorspronkelijke ontwerpuitgangspunten en een berekening met verschillende nieuwe gebruiksfuncties. Aan de hand van deze vergelijking kan worden bepaald of, en in welke mate, er sprake is van restpotentie van het bestaande casco. De vergelijking geeft onder meer een indicatie of er een extra laag bovenop het gebouw kan worden gezet of niet.

Het bestaande pand is ontworpen om te functioneren als schoolgebouw met les- en praktijklokalen met laboratoriumfunctie. In de toekomst kunnen verschillende gebruiksfuncties worden toegewezen aan het pand. Bij de verbouw van een bestaand pand (ouder dan 15 jaar) mag er volgens NEN 8700 (Toetsing van constructieve veiligheid bestaande bouw en verbouw) worden gerekend met gereduceerde veiligheidsfactoren in de toekomstige situatie. Een bestaand gebouw heeft gedurende een aantal jaren een bepaalde prestatie geleverd en weerstand geboden tegen opgetreden krachtwerving. Met behulp van deze reductie kan de restpotentie van het gebouw worden bepaald en kan de mogelijkheid van optoppen rekenkundig worden aangetoond, zonder daarbij de bestaande constructie te toetsen aan een uiterste grenstoestand.

In de huidige normen worden partiële factoren gehanteerd waarin de overall constructieve veiligheid is verdeeld over zowel de sterkte van het materiaal als de optredende belasting. In 1965 waren partiële belastingfactoren nog geen onderdeel van de norm. Het was in die tijd gangbaar om te rekenen met de karakteristieke waarde van de belasting en deze te toetsen aan een sterktecriterium waarover één veiligheidsfactor in rekening werd gebracht. Voor betonconstructies gold volgens de GBV 1962 (Gewapende betonvoorschriften) een veiligheidsfactor van 1,7.

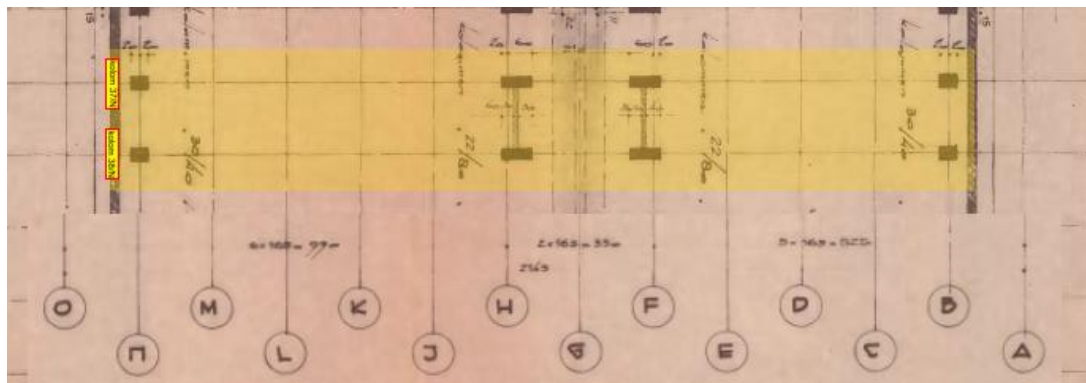
Voor beton geldt tegenwoordig een materiaalfactor $\gamma_{f,m}$ van 1,2. Als we deze vermenigvuldigen met $\gamma_G = 1,4$ (gewogen veiligheid op de belastingen van een betonskelet) $1,2 \cdot 1,4 = 1,68$, zien we dat dit vrijwel overeenkomt met 1,7. De oorspronkelijke ontwerpveiligheid komt dus overeen met het huidige nieuwbouw veiligheidsniveau.

In Tabel 4 is een overzicht weergegeven van de belastingfactoren voor verbouw en nieuwbouw.

gevolgklasse CC2					
niveau	Nieuwbouw		Verbouw		
artikel NEN-EN 1990	6.10a	6.10b	6.10a	6.10b	
γ_G	1,35	1,20	1,30	1,15	permanent
$\gamma_{Q,o}$	1,50	1,50	1,30	1,30	veranderlijk, geen wind
$\gamma_{Q,w}$	1,50	1,50	1,40	1,40	wind
γ_G	0,90	0,90	0,90	0,90	permanent gunstig

Tabel 4 Veiligheidsfactoren niveau nieuwbouw en verbouw

Voor de gewichtsberekening is een moot met een breedte van 3,3 meter aangehouden. Dit deel van de constructie is representatief voor bouwdeel A t/m D. Er is een berekening gemaakt voor de twee kolommen op as B en N en voor de H-elementen op as F en H. Onder Bijlage A.2.1 is de volledige gewichtsberekening van de bestaande situatie en de toekomstige situaties bijgevoegd.



Voor de bepaling van de verticale belasting uit het gebouw is gekeken naar het constructieve casco van het bouwdeel. Daarnaast zijn plafonds en leidingen meegenomen en is voor de toekomstige situatie een akoestische afwerking meegenomen. In Tabel 5 zijn de verschillende soorten akoestische afwerking weergegeven. Voor de gewichtsberekening is de natte zwevende dekvloer gebruikt voor de belastingaannames, omdat dit de maatgevende extra belasting is.

Functie	Positie	totale prestatie, Lnta	belasting	opbouw
Woon	Zwevende dekvloer, nat	<54 dB	0,9 kN/m ²	30 mm gekraakt EPS, 40 mm anhydriet
Woon	Zwevende dekvloer, droog	<54 dB	0,5 kN/m ²	20 mm minerale wol, 10 mm Gipsvezel, 30 mm gekraakt EPS, 25 mm Gipsvezel
Woon	Akoestisch verend plafond	<54 dB	0,35 kN/m ²	verend metaalsysteem, luchtsponw 200 mm, 50 mm min. wol, 2 x 12,5 mm gipskartonplaat
Utiliteit	Akoestisch (verend) plafond	<57 dB	0,25 kN/m ²	verend metaalsysteem, luchtsponw 200 mm, 50 mm min. wol, 1 x 12,5 mm gipskartonplaat

Tabel 5 Akoestische afwerking

2.2.1 Uitgangspunten belastingen bestaande situatie

Voor het bepalen van het eigen gewicht in de bestaande situatie zijn alle vloeren, gevels, borstweringen, constructieve wanden en kolommen opgenomen in de gewichtsberekening. De input is deels bepaald aan de hand van beschikbare tekeningen en een rondgang door het bestaande gebouw. Uit de archiefstukken kan niet worden opgemaakt welke belastingen zijn aangehouden voor de berekening van de verdiepingsvloeren.

Voor het vaststellen van de nuttige belastingen is ervoor gekozen om uit te gaan van de oorspronkelijke norm TGB1955 als conservatief uitgangspunt. Volgens deze norm dient tenminste een veranderlijke belasting van 2.0 kN/m² aangehouden te worden voor leslokalen van scholen, en 3.0 kN/m² voor gangzones. Omdat er ook lichte scheidingswanden in het pand staan, wordt hiervoor nog een extra veranderlijke belasting van 0.50 kN/m² gerekend t.p.v. de oorspronkelijke lokalen. Het rekenen met momentaan factoren was in 1955 nog niet gebruikelijk. Wel was het toegestaan om voor het toetsen van de fundering te rekenen met een reductie van de nuttige belastingen over de hoogte van het gebouw. Reductie van de vloerbelasting volgens Figuur 8 is aangehouden voor de bestaande situatie (conservatief).

Art. 7 Reductie van vloerbelasting

- 1 Bij de berekening van constructiedelen, zoals funderingen, kolommen, enz. die belastingen van enige vloeren dragen, mogen van de nuttige vloerbelasting en van de dakbelasting de navolgende percentages in rekening worden gebracht:

dak	100 %
bovenste vloer	100 %
op 1 na bovenste vloer.	90 %
op 2 na bovenste vloer.	80 %
op 3 na bovenste vloer.	70 %
op 4 na bovenste vloer.	60 %
op 5 na bovenste vloer.	50 %
alle lager gelegen vloeren	40 %

TABEL II

vloeren van kleine eengezinshuizen	150 kg/m ² (1,5 kN/m ²)		
vloeren van overige woonhuizen (met inbegrip van zoldervloeren)	200	„	(2 „)
trappen, portalen en gangen van woonhuizen	200	„	(2 „)
vrij uitstekende balkons van woonhuizen	300	„	(3 „)
dakterrassen en dergelijke van woonhuizen	200	„	(2 „)
vloeren van kantoren en winkels ¹⁾	250	„	(2,5 „)
vloeren van leslokalen in scholen	200	„	(2 „)
trappen en gangen van kantoren en scholen.	300	„	(3 „)
vloeren, balkons en galerijen van kerken, concertzalen, schouwburgzalen, vergaderzalen, bioscopen, gymnastieklokalen, enz.	400	„	(4 „)
vloeren van danszalen, alsmede trappen en gangen van kerken, concertzalen, schouwburgzalen, vergaderzalen, bioscopen, gymnastieklokalen, enz.	500	„	(5 „)
tribunes met vaste zitplaatsen (ook voor tijdelijke inrichtingen).	400	„	(4 „)
tribunes met staanplaatsen (ook voor tijdelijke inrichtingen)	500	„	(5 „)

¹⁾ Voor winkels groter dan 50 m² kunnen andere eisen worden gesteld.

Figuur 8 Fragment 1 TGB 1955

In Tabel 6 worden de belastingaannames van de oorspronkelijke constructie weergegeven.

Begane grond + verdieping (leslokalen)	gk,(rustende belasting)	qk,(nuttige belasting)	Lnta in dB
30mm afwerking	0,60		
betonvloer d=275 (met holle kokers)	4,40		67 basisvloer
plafond en leidingen	0,50		
lichte scheidingswanden		0,50	
nuttige belasting (TGB 1955)		2,00	
totaal	5,50 kN/m²	2,50 kN/m²	

Begane grond + verdieping (gangzone's)	gk,(rustende belasting)	qk,(nuttige belasting)	
30mm afwerking	0,60		
betonvloer d=275 (massief)	6,88		57 basisvloer
plafond en leidingen	0,50		
nuttige belasting (TGB 1955)		3,00	
totaal	7,98 kN/m²	3,00 kN/m²	

Dakvloer	gk,(rustende belasting)	qk,(nuttige belasting)	
isolatie + dakbedekking	0,30		
betonvloer d=275 (met holle kokers)	4,40		n.v.t.
plafond en leidingen	0,50		
nuttige belasting (TGB 1955)		1,00	
totaal	5,20 kN/m²	1,00 kN/m²	

Tabel 6 Belastingaannames bestaande situatie

In Tabel 7 zijn de permanente, veranderlijke en totale belastingen per kolom en H-element weergegeven. Deze belastingen zijn inclusief veiligheidsfactoren op nieuwbouwniveau. Aan de hand van deze belasting wordt een vergelijking gemaakt of in de toekomstige situatie de bestaande belastingen overschreden worden of dat er restpotentie in de constructie aanwezig is.

rekenwaardes	bestaande situatie		
	permanente belast	veranderlijke belast	totale belasting (kN)
kolommen op as N	801	161	1202
kolommen op as B	692	135	1032
H-element op as H	948	188	1420
H-element op as F	838	163	1250

Tabel 7 Belastingen bestaande situatie

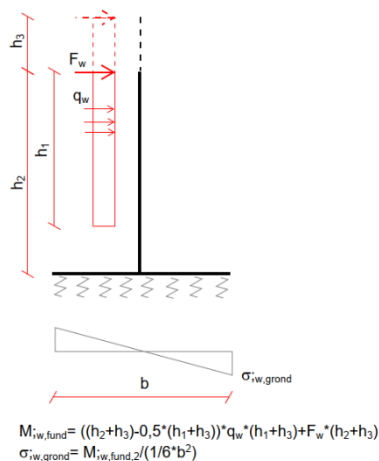
2.2.2 Windbelasting oud vs nieuw

De bepaling van de windbelasting is door de jaren heen diverse keren aangepast en in hoge mate gedifferentieerd. Dit heeft tot gevolg dat de representatieve waarde van het windmoment op funderingsniveau met ca. 39% is toegenomen, t.o.v. de ontwerpwaarde uit 1966. Echter, bij het combineren van de windbelasting met de overige nuttige belastingen moest de volledige nuttige belasting (dus zonder reductie) worden gecombineerd met de windbelasting. In de huidige voorschriften mag hier met momentaan factoren worden gerekend.

Bij 3,6m optopping is er sprake van een toename van het windmoment van 136% op de ontwerpwaarde zie Tabel 8 Aandeel windbelasting op betoncasco

. De absolute waarde van de grondspanning is nog steeds beperkt ($1,4 \times 1,66 = 2,3 \text{ kN/m}^2$) in relatie tot een heersende spanning van ca. 67 kN/m^2 , en valt binnen het momentane deel van 2 verdiepingvloeren => $(2 \times (1-0.4) \times 2,25 \times 1,3 = 3,5 \text{ kN/m}^2$.

Voor de optredende staafmomenten in het betoncasco daarentegen is de bijdrage van het windmoment op de krachswerking uit verticale belasting substantieel groter. Getuige de waardes van de staafmomenten van het betoncasco in Tabel 10 is het aandeel wind bij optoppen ongeveer 2x de oorspronkelijke ontwerpwaarde. Hoe deze waarde zich verhoudt tot de totale momenten en de uiteindelijke capaciteit is op dit moment niet duidelijk, omdat we geen inzicht hebben in de wapening van de betonconstructie. Hier zal in een volgende fase onderzoek naar moeten worden verricht.



Figuur 9 Schema windbelasting op fundering

TGB 1955 bestand			NEN-EN 1991-1-4 bestand			NEN-EN 1991-1-4 bestand + 3,60m opgetopt		
qp	0,7		qp	0,88		qp	0,97	
vormfactor	1,3		Cd	0,8		Cd	0,8	
afmetingenfactor	0,85		Cz	0,5		Cz	0,5	
			correl. Factor	0,85		correl. Factor	0,85	
			Cf	0,04		Cf	0,04	
qw	0,77	kN/m2	qw	0,97	kN/m2	qw	1,07	kN/m2
Fw	0		Fw	0,7	kN/m	Fw	0,8	kN/m
h ₁	11,4	m	h ₁	11,4	m	h ₁	11,4	m
h ₂	14,9	m	h ₂	14,9	m	h ₂	14,9	m
h ₃	0	m	h ₃	0	m	h ₃	3,6	m
b	20,15	m	b	20,15	m	b	20,15	m

Tabel 8 Aandeel windbelasting op betoncasco

TGB 1955 bestand		NEN-EN 1991-1-4 bestand		NEN-EN 1991-1-4 bestand +3,6m opgetopt	
M _{w,fund,1}	σ _{w,grond,1}	M _{w,fund,1}	σ _{w,grond,1}	M _{w,fund,2}	σ _{w,grond,2}
kNm/m	kN/m ²	kNm/m	kN/m ²	kNm/m	kN/m ²
81	1,20	113	1,66	191	2,83
toename t.o.v. TGB 1955			39%		136%

Tabel 9 Resultaten representatieve grondspanningen

TGB 1955		NEN-EN 1991-1-4 bestaande bouw		NEN-EN 1991-1-4 bestaande bouw +3,6m opgetopt	
M _{w,max}		M _{w,max}		M _{w,max}	
kNm/m		kNm/m		kNm/m	
10,3		13,8		20,5	
toename t.o.v. TGB 1955			34%		99%

Tabel 10 Resultaten representatieve staafmomenten

2.2.3 Mogelijke gebruiksfuncties voor de toekomst

In de toekomst kunnen er verschillende gebruiksfuncties in het gebouw gehuisvest worden. Denk aan bijvoorbeeld: wonen, werken of kleinschalige werkplaatsen (lichte industrie). Alle drie deze functies hebben een andere veranderlijke belasting welke gerekend moet worden op de vloeren. In Tabel 11 zijn de belastingen conform de huidige normen voor de verschillende functies weergegeven.

Ruimte	Opgelegde belasting						Opm.	
	q _k	Q _k	ψ ₀	ψ ₁	ψ ₂	ψ _t		
Vloeren								
Algemeen:								
Wonen en huishoudelijk gebruik								
klasse A - niet gemeenschappelijke vloeren	2,25	3,0	0,4	0,5	0,3	1,0	1	
klasse A - trappen (gangzones)	3,0	3,0	0,4	0,5	0,3	1,0		
Kantoorruimten								
klasse B - kantoorruimten	3,0	3,0	0,5	0,5	0,3	1,0	1	
klasse B - omsloten verkeersruimten (gangzones)	3,0	3,0	0,5	0,5	0,3	1,0		
Licht industrieel gebruik								
klasse E2 - overig	2,25	3,0	1,0	0,9	0,8	1,0	1	
klasse E2 - omsloten verkeersruimten (gangzones)	4,0	4,0	1,0	0,9	0,8	1,0		
Lichte scheidingswanden	0,5						2	
Dak								
Algemeen:								
klasse H (niet toegankelijk, behalve voor onderhoud en herstel)	1,0		0	0	0	1,0	3	
Buitenopstelling techniek:								
klasse E2 (overig industrieel gebruik)	2,0	4,0	1,0	0,9	0,8	1,0		

Opmerkingen:

1. In de waarde voor q_k zijn de lichte scheidingswanden inbegrepen
2. De belasting voor verplaatsbare lichte scheidingswanden zit al bij de opgelegde belasting in.
3. T.p.v. sneeuwophoping kan de waarde van 1,0 plaatselijk worden overschreden

Tabel 11 Overzicht opgelegde (nuttige) belasting voor mogelijke functies

In Tabel 12 zijn de resultaten van de kolombelastingen per gebruiksfunctie weergegeven. De totale belasting is de permanente belasting samen met de veranderlijke belasting inclusief huidige veiligheidsfactoren. De grondspanning is berekening over de gehele moot van 3.3 meter breed en daarna teruggerekend naar een spanning per vierkante meter.

rekenwaardes	nieuwe situatie - wonen		
	permanente belasting (kN)	veranderlijke belasting (kN)	totale belasting (kN)
kolommen op as N	847	107	1112
kolommen op as B	730	89	956
H-element op as H	1000	127	1315
H-element op as F	883	110	1159

rekenwaardes	nieuwe situatie - lichte industrie		
	permanente belasting (kN)	veranderlijke belasting (kN)	totale belasting (kN)
kolommen op as N	801	152	1119
kolommen op as B	692	128	962
H-element op as H	948	200	1350
H-element op as F	838	176	1192

rekenwaardes	nieuwe situatie - kantoren		
	permanente belasting (kN)	veranderlijke belasting (kN)	totale belasting (kN)
kolommen op as N	801	152	1119
kolommen op as B	692	128	962
H-element op as H	948	182	1327
H-element op as F	838	158	1169

Tabel 12 rekenwaarde van de belastingen nieuwe situatie voor wonen, lichte industrie en werken (niveau verbouw)

Zie voor totale conclusie toelaatbare grondspanning paragraaf 2.4.

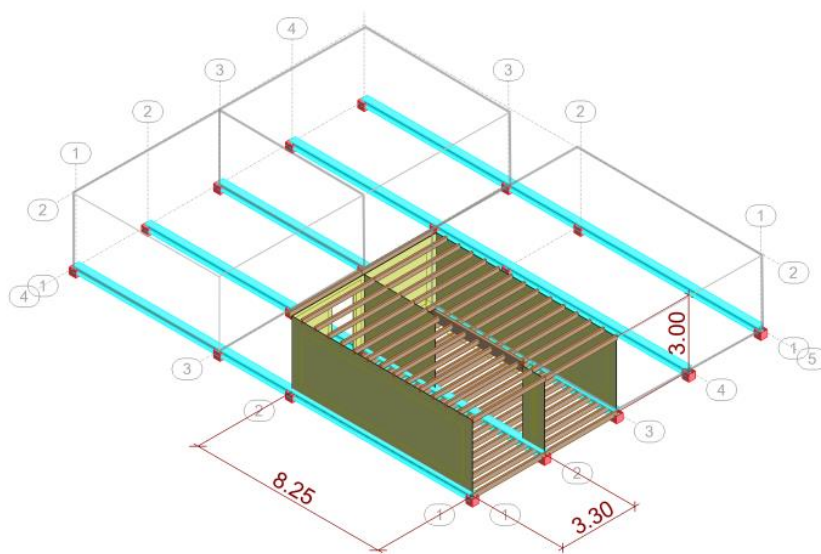
2.2.4 Optoppen

Een onderzoeksvraag is om te onderzoeken of het mogelijk is een extra bouwlaag toe te voegen op één of meerdere bouwdelen. Uit voorgaande paragraaf komt naar voren dat t.a.v. de funderingsdruk bij alle onderzochte gebruiksfuncties nog restpotentie in het gebouw aanwezig is.

Een eventuele optopping kan bestaan uit een lichte constructie, bijvoorbeeld hout. Op de bestaande dakvloer kan een vrijdragende staalconstructie aangebracht worden die de belasting afdraagt naar de bestaande verticale draagconstructie (kolommen en H-elementen). Hierop kan de nieuwe houten constructie, bestaande uit wanden, vloeren en dak, aangebracht worden. Het dak kan bekleed worden met een groendak om goed op te gaan in de bestaande groene omgeving.

Inschatting gewicht optopping:

Houten vloeren	=	0,50 kN/m ²
Wanden + gevels	=	1,50 kN/m ²
Staalconstructie	=	0,30 kN/m ²
Houten dak	=	0,50 kN/m ²
Reservering dakafwerking	=	1,20 kN/m ²
Totaal	=	4,00 kN/m²



Figuur 10 Impressie van een opgetopte bouwlaag

Uit de gewichtsberekening volgen de volgende belastingen bij het optoppen van een bouwdeel in combinatie met gebruiksfunctie wonen door het hele bouwdeel.

rekenwaardes	nieuwe situatie - wonen + 1 laag optoppen		
	permanente belasting (kN)	veranderlijke belasting (kN)	totale belasting (kN)
kolommen op as N	896	122	1188
kolommen op as B	771	102	1020
H-element op as H	1055	145	1401
H-element op as F	930	125	1232

Tabel 13 Rekenwaarde van de belastingen wonen + optoppen (niveau verbouw)

De gevoeligheid voor 2^e orde wordt uitgedrukt in de parameter n . Grofweg kunnen onderstaande situaties worden onderscheiden.

$n > 10$	niet gevoelig voor 2 ^e orde
$5 < n < 10$	gevoelig voor 2 ^e orde
$1 < n < 5$	labiel / instabiel

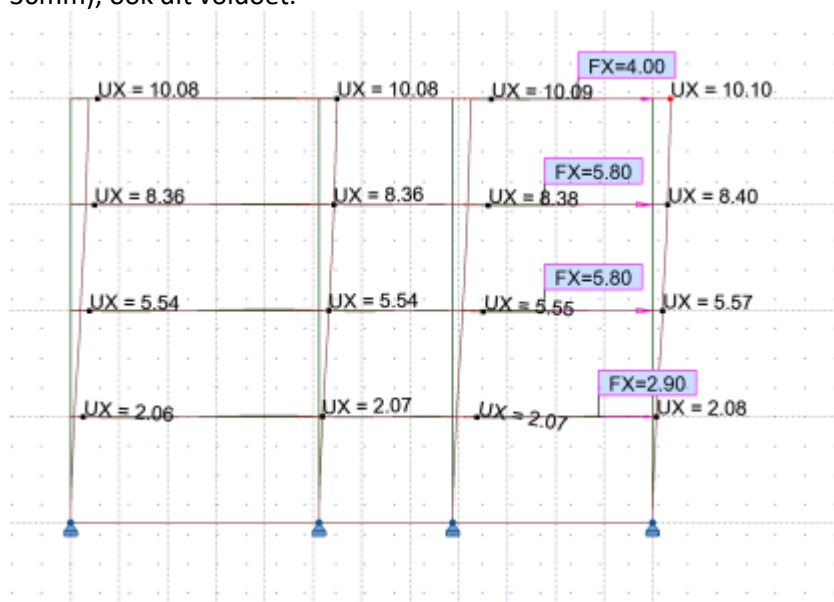
Voor onderhavig betonskelet zijn voor de verschillende verdiepingen de n -waarden berekend (Tabel 14). Hierbij dient te worden opgemerkt dat de mogelijke positieve bijdrage van de prefab wandschijven voor de langsrichting in de berekening niet is meegenomen, dit omdat de samenwerking tussen de schijven en de in het werk gestorte kolommen en de verdiepingsvloeren, op basis van de beschikbare tekeningen, niet kan worden aangetoond. Het geheel verwijderen van de prefab wandschijven is dus t.a.v. stabiliteit in Tabel 14 reeds meegenomen.

	langsrichting n	dwarsrichting n
niveau 3	10,2	14,8
niveau 2	8,8	15,0
niveau 1	8,1	15,0
niveau 0	9,4	16,5

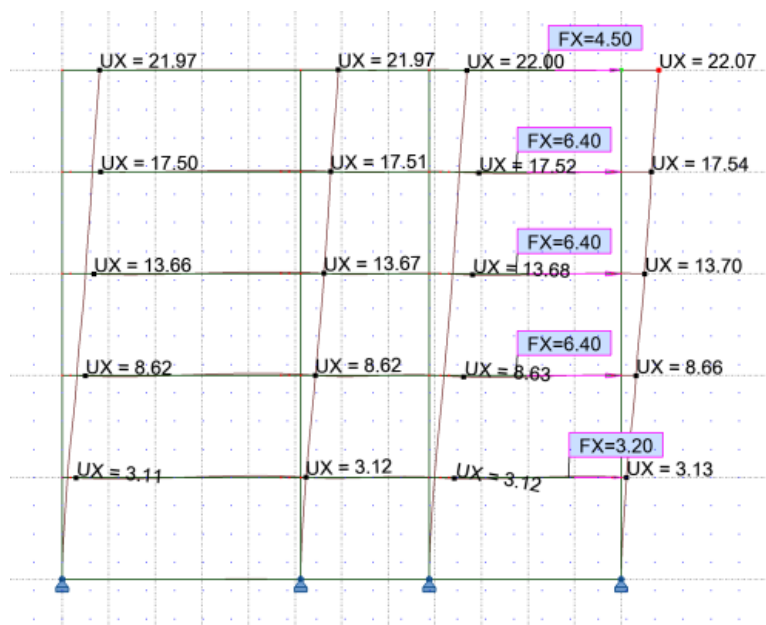
Tabel 14 Overzicht n -waarden

In Figuur 12 zijn de verplaatsingen van de systemen t.g.v. de windbelasting in dwars en langsrichting weergegeven. De verplaatsingen in langsrichting zijn klein, doordat de windbelasting slechts bestaat uit windwrijving op dak en gevels, terwijl in de dwarsrichting de wind haaks op de gevels is gericht.

Bij nieuwbouw wordt normaliter ontworpen op maximale verplaatsingen lager dan $1/300$ maal de verdiepingshoogte ($3600/300=12\text{mm}$) en $1/500$ maal de totale gebouwhoogte ($14400/500=28,8\text{mm}$). De bestaande constructie voldoet hier ruimschoots aan. In de opgetopte situatie (Figuur 13) is de eis ($18000/500=36\text{mm}$), ook dit voldoet.



Figuur 12 Verplaatsingen bestaande constructie onder invloed van wind



Figuur 13 Verplaatsingen opgetopte constructie onder invloed van wind

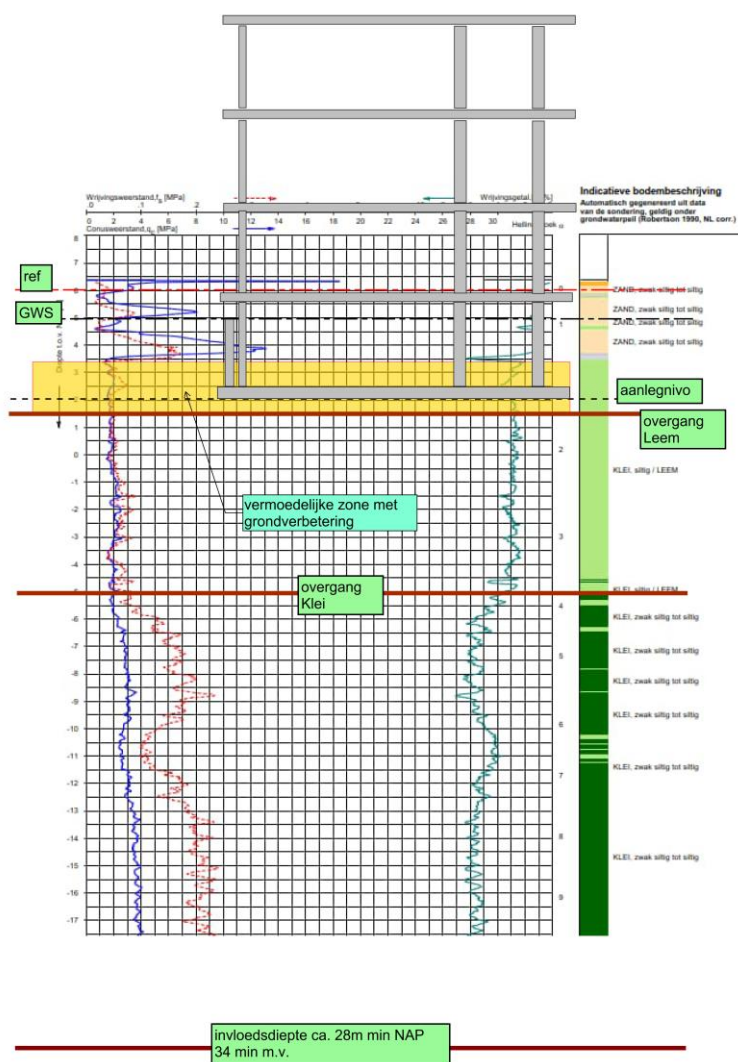
In Bijlage A.2.2 is de rekenkundige onderbouwing van bovenstaande beschouwingen gepresenteerd.

2.4 Geotechnisch draagvermogen

De gebouwen van de Biotoop zijn gefundeerd op een belastingspreidende betonplaat (keldervloer) met een dikte van 500mm. In Figuur 14 is een doorsnede van het gebouw geprojecteerd in een sondering van een nabijgelegen gebouw aan de Diltweg op ca. 600m van de Biotoop. Na bestudering van nog een aantal sonderingen uit het Dino-loket concluderen we dat er een algemeen beeld bestaat met een wisselend zandpakket in de bovenste grondlagen, 5,0m+ tot ca. 3,5m+, met een overgang naar een samendrukbaar pakket (klei en leem).

Omdat het realiseren van een betonconstructie in een kleiige ondergrond lastig is te realiseren, is het aannemelijk dat hier lokaal al zand aanwezig was, of dat de grond vanaf onderkant van het bestaande zandpakket tot ca. 0,50m onder het aanlegniveau van de kelder is verbeterd met zand (gele zone).

Uit een groffe analyse blijkt dat het draagvermogen van dit bodemprofiel ruimschoots toereikend is om de belastingen uit de bovenbouw op te nemen. Doordat de invloedsdiepte van het 20m brede gebouw reikt tot ca. 26m- N.A.P. (34m- m.v.) zorgen de samendrukbare lagen in deze zone voor een zettingsgevoelige ondergrond. Bij verandering van de bovenbelasting door bouwkundige ingrepen in de bovenbouw kan er zowel zetting (bij belasten) als opzwellen (bij ontlasten) van het kleipakket optreden.



Figuur 14 Bodemprofiel naburige sondering

bovenkant laag t.o.v. N.A.P.	onderkant laag t.o.v. N.A.P.	grondsoort
5.0 m+ (maaiveld)	ca 3.0m+	Zand
ca 3.0m+	ca 5.0m-	Klei / Leem
ca 5.0m-	onbekend	klei

Tabel 15 Globale opbouw bodemprofiel

Doordat de gebouwen zijn voorzien van een aantal dilataties over de lengte, is het daarom aan te raden om in het geval van optoppen het gebouw over de gehele lengte te voorzien van een extra laag, zodat de eerder genoemde effecten van zetting en zwel over een grote lengte kunnen worden vereffend, waardoor lokale problemen bij de dilataties (lekkage door zettingsverschillen) worden vermeden.

Voor het onderzoeken van de mogelijkheid tot optoppen wordt in deze rapportage gebruikgemaakt van gereduceerde veiligheidsfactoren volgens de rekenregels voor bestaande bouw t.a.v. het toetsen van de uiterste grenstoestand. Hierdoor is het mogelijk om een lichte belastingtoename toe te staan, waardoor sterkte en veiligheid kunnen worden gewaarborgd. De orde grootte zettingen die hiermee gepaard gaan, zullen, ondanks de samendrukbare ondergrond, naar verwachting beperkt zijn. We adviseren wel om dit in een vervolgfase te laten onderzoeken door een geotechnicus op basis van sonderingen op locatie. In onderstaande Tabel 16 zijn de grondspanningen weergegeven in de bestaande situatie en in de toekomstige scenario's.

rekenwaarden	bestaand (kN/m2)	wonen (kN/m2)	lichte industrie (kN/m2)	kantoren (kN/m2)	wonen + optopping (kN/m2)
grondspanning e.g.	69,3	64,2	65,3	62,2	68,4
grondspanning wind	1,8	2,3	2,3	2,3	4,0
totaal	71,1	66,5	67,6	64,5	72,4

Tabel 16 Grondspanningen

In Bijlage A.2.3 is een globale rekenkundige onderbouwing weergegeven van het geotechnisch draagvermogen van een gebouwmoot, en de invloed op het zettingsgedrag bij het verwijderen van de gronddekking aan weerszijden van het gebouw.

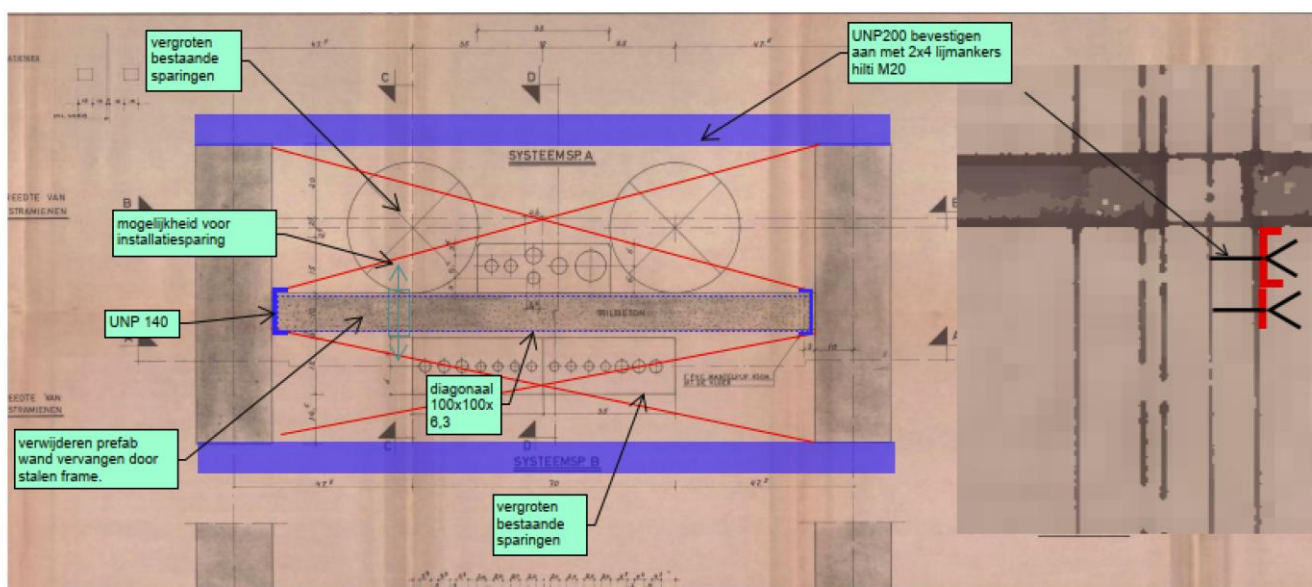
Figuur 15 Vervangend frame voor verwijderen prefab schijven

2.5.2 Vergroten van leidingschachten

In de gangzone van het gebouw bevinden zich, t.p.v. de prefab wandschijven, zones met sparingen in de verdiepingsvloeren oorspronkelijk bedoeld voor het afzuigen van zuurkasten in de labruimten.

Indien er vanuit het installatieconcept behoefte is, bestaat er constructief de waarschijnlijk de mogelijkheid om deze zones volledig te benutten voor het doorvoeren b.v. een verticaal georiënteerd luchtplenum.

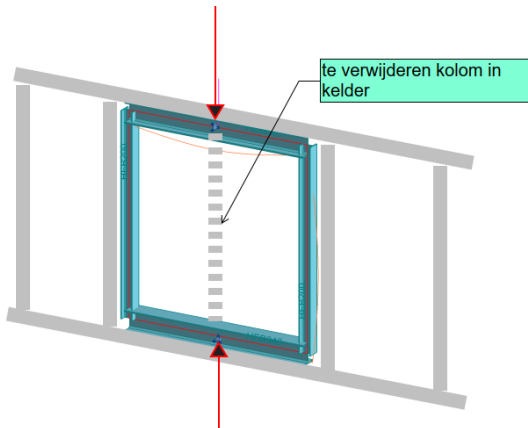
Voor deze ingreep zal de verdiepingsvloer een deel van zijn ondersteuning verliezen, waardoor er stalen balken (UNP200) moeten worden toegevoegd om de vloer op te vangen. Ook bestaat er (onder restricties) de mogelijkheid om, verticaal door de vloer, sparingen te maken in het hart van de gewichts-besparende kanalen.



Figuur 16 Creëren van leidingschachten t.p.v. bestaande sparingen

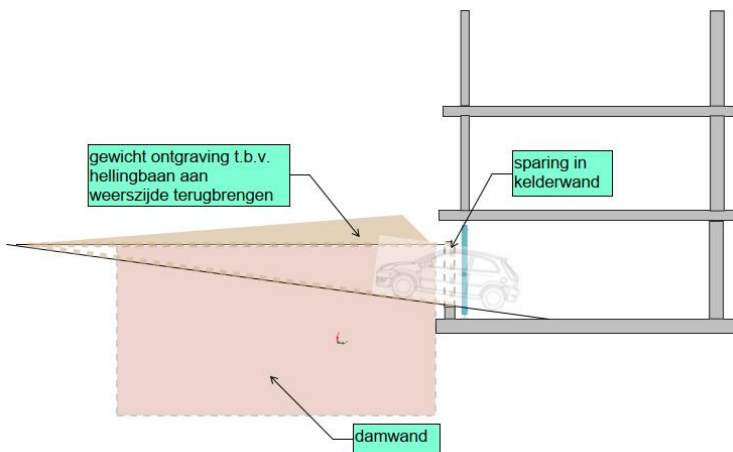
2.5.3 Vergroten bereikbaarheid kelder

Eén van de onderzoeksvragen betreft het vergroten van de bereikbaarheid van de kelder. We onderzoeken de mogelijkheid om de kelder toegankelijk te maken voor personenauto's. Om dit te bereiken, kan een gevelkolom in de kelder worden weggenomen en worden vervangen door een stalen portaal. Deze is in staat om de geconcentreerde belasting vanuit de bovenbouw volgens de oorspronkelijke draagweg terug te brengen naar de ondergrond (Figuur 17).

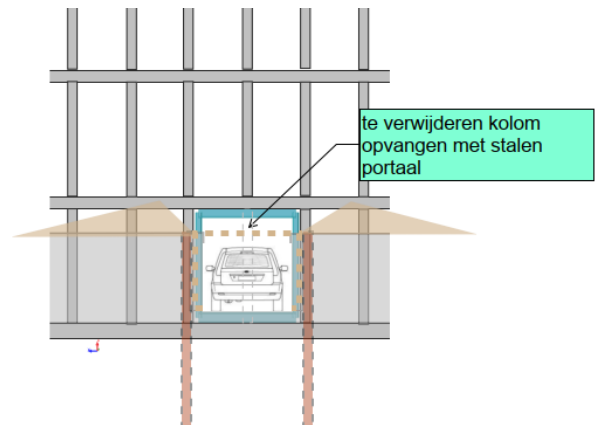


Figuur 17 Stalen portaal in kelder

Het creëren van een dergelijke inrit zorgt voor een verstoring in de gronddekking naast de kelderwand. Door het weghalen van bovenbelasting wordt het zettingsgedrag van de kelder beïnvloed. Om verschilzettingen zoveel mogelijk te beperken, wordt geadviseerd om het gewicht aan grond, wat wordt weggehaald t.b.v. de inrit, aan weerszijden weer terug te brengen. Zie Figuur 18 en Figuur 19.



Figuur 18 Langsdoorsnede hellingbaan



Figuur 19 Dwarsdoorsnede hellingbaan

2.6 Beantwoording onderzoeksvragen

Wat is de kwaliteit en (rest)potentie van de hoofddraagconstructie van de gebouwcasco's?

In bovenstaande paragrafen zijn de verschillende gebruiksfuncties toegelicht en welke belastingen hieraan verbonden zijn. In Tabel 17 is een overzicht weergegeven van de totale rekenwaarde van de belasting en de geotechnische restpotentie die aanwezig is met de onderzochte gebruiksfuncties ten opzichte van de bestaande situatie.

Hieruit blijkt dat de rekenwaardes van de kolombelasting in alle 4 de assen lager zijn dan oorspronkelijk, met de aangenomen ontwerputgangspunten van het oorspronkelijke ontwerp. De restpotentie t.a.v. dit onderdeel is dus afdoende voor wonen, lichte industrie, kantoren, en wordt bij 1-laags optoppen volledig aangesproken.

<i>rekenwaardes</i>	bestaand (kN)	wonen (kN)	lichte industrie (kN)	kantoren (kN)	wonen + optopping (kN)
kolom as N	1202	1112	1119	1119	1188
kolom as B	1032	956	962	962	1020
H element as H	1420	1315	1350	1327	1401
H element as F	1250	1159	1192	1169	1232

	restpotentie			
	wonen	lichte industrie	kantoren	wonen + optopping
kolom as N	7,5%	6,9%	6,9%	1,2%
kolom as B	7,4%	6,9%	6,9%	1,2%
H element as H	7,4%	4,9%	6,5%	1,3%
H element as F	7,3%	4,6%	6,4%	1,4%

Tabel 17 Restpotentie casco t.a.v. opneembare grondspanning

Belangrijk om op te merken is dat er seq. een vergelijking is gemaakt tussen het oorspronkelijke ontwerpniveau en het verbouwniveau. De aangegeven restpotentie is op basis hiervan bepaald. Met nader onderzoek is een betere waardering mogelijk haalbaar.

Tabel 18 geeft de verschillende bouwфysische toevoegingen weer, en de daarbij behorende impact op het draagvermogen van de vloeren. Te zien is dat bij de functie kantoren (bij de huidige belastingaannames) een akoestisch plafond de enige haalbare optie is.

Rekenwaarde vloerbelasting ontwerpniveau													
omschrijving	n	d	γ_{rep}	γ_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	qp	qk	qd	
		m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	
verdiepingsvloer	1	0,275	25	4,40	1,1	2,5	1,0	1,0	1	5,50	2,50	10,35	
Rekenwaarde vloerbelasting verbouwniveau met akoestisch plafond 35kg/m2 wonen / licht industrieel ¹⁾													
omschrijving	n	d	γ_{rep}	γ_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	qp	qk	qd	restpot.
		m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	
verdiepingsvloer	1	0,275	25	4,40	1,25	2,25	1,0	1,0	1	5,65	2,25	9,42	9%
Rekenwaarde vloerbelasting verbouwniveau met dekvloer 50kg/m2, droog wonen / licht industrieel ¹⁾													
omschrijving	n	d	γ_{rep}	γ_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	qp	qk	qd	restpot.
		m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	
verdiepingsvloer	1	0,275	25	4,40	1,6	2,25	1,0	1,0	1	6,00	2,25	9,83	5%
Rekenwaarde vloerbelasting verbouwniveau met dekvloer 90kg/m2, nat wonen / licht industrieel ¹⁾													
omschrijving	n	d	γ_{rep}	γ_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	qp	qk	qd	restpot.
		m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	
verdiepingsvloer	1	0,275	25	4,40	2,0	2,25	1,0	1,0	1	6,40	2,25	10,29	1%
Rekenwaarde vloerbelasting verbouwniveau met akoestisch plafond 35kg/m2 kantoren													
omschrijving	n	d	γ_{rep}	γ_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	qp	qk	qd	restpot.
		m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	
verdiepingsvloer	1	0,275	25	4,40	1,25	3,00	1,0	1,0	1	5,65	3,00	10,40	0%
Rekenwaarde vloerbelasting verbouwniveau met dekvloer 50kg/m2, droog kantoren													
omschrijving	n	d	γ_{rep}	γ_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	qp	qk	qd	restpot.
		m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	
verdiepingsvloer	1	0,275	25	4,40	1,6	3,00	1,0	1,0	1	6,00	3,00	10,80	-4%
Rekenwaarde vloerbelasting verbouwniveau met dekvloer 90kg/m2, nat kantoren													
omschrijving	n	d	γ_{rep}	γ_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	qp	qk	qd	restpot.
		m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2	
verdiepingsvloer	1	0,275	25	4,40	2,0	3,00	1,0	1,0	1	6,40	3,00	11,26	-9%

¹⁾ lokale belastingen door machine's uitgesloten

Tabel 18 Restpotentie verdiepingvloeren betoncasco

Is optoppen mogelijk?

In dit onderzoek is gerekend met een 1-laagse lichte optopping. Ten aanzien van de geotechnische capaciteit is dit haalbaar. Een belangrijke, en tot op heden onbeantwoorde, vraag richt zich op de capaciteit van het betoncasco t.a.v. de horizontale windbelasting. De momenten in een opgetopt betoncasco, als gevolg van wind op de langsgevels, hebben een belangrijk aandeel in de totale krachtswerking van het casco (zie de beschouwing in 2.2.2). Hoe deze waarden zich verhouden tot de totale momenten en de capaciteit is op dit moment nog niet onderzocht, omdat we geen inzicht hebben in de wapening van de betonconstructie. Hier zal in een volgende fase onderzoek naar moeten worden verricht.

Welke verticale vaste draagstructuren zijn er, en in hoeverre kunnen die worden gebruikt en eventueel aangepast in de toekomstige functies?

Alle betonkolommen vormen onderdeel van de verticale draagstructuur. Er zijn mogelijkheden om lokaal kolommen te verwijderen, zie de oplossing bij het toegankelijk maken van de kelder. Omdat de kolommen ook een rol hebben in het stabiliseren van het gebouw moeten de voorzieningen hierop worden afgestemd.

In de gangzone zijn ook, in regelmatig terugkerend patroon, geprefabriceerde betonnen wandelementen aanwezig. In hoeverre deze deel uitmaken van het stabiliserende systeem is op dit moment niet duidelijk. Het negeren van deze elementen in de stabiliteitsberekening laat in ieder geval wel zien dat de overige kolommen in deze zone beduidend meer moeite moeten doen om het gebouw te stabiliseren (2^e orde-effect). Advies voor nu is dan ook om bij het verwijderen van een dergelijke schijf een additionele maatregel te treffen in de vorm van een schoorconstructie (zie 2.5.1).

Hoe kan de kelder worden hergebruikt c.q. toegankelijk worden gemaakt?

De kelder kan lokaal en onder bepaalde voorwaarden toegankelijk worden gemaakt. Vanwege geotechnische beperkingen wordt gedacht aan een inrit haaks op de gevel, waarbij wordt gewerkt met een gesloten grondbalans om verstoring van het evenwicht in de diepere grondlagen te beperken. Door het toevoegen van een stalen portaalconstructie is het mogelijk om het verticale gewicht van een gevelkolom op te vangen. Voor verdere aandachtspunten en restricties zie 2.5.3.

3 Bouwfysica

Ten behoeve van het onderdeel bouwfysica zijn de volgende onderzoeksvragen gesteld:

- Wat is de bouwfysische prestatie van de huidige gevels?
- Op welke wijze kunnen de gebouwen bouwfysisch en akoestisch worden opgewaardeerd, zodanig dat deze geschikt zijn voor toekomstig gebruik?
- Aan welke eisen moet worden voldaan voor het verduurzamen van de gebouwen voor verschillende scenario's: verbouw, vernieuwbouw, sloop/nieuwbouw?
- Zijn er voorzieningen nodig om de gebouwen geschikt te maken voor woon- en/of kantoorfuncties?

In voorliggende hoofdstuk wordt onderzocht hoe deze onderzoeksvragen kunnen worden beantwoord.

3.1 Thermisch/hygrische beoordeling uitwendige scheidingsconstructie

3.1.1 Wettelijk kader

Voor onderdelen die niet worden verbouwd, geldt het niveau bestaande bouw. T.a.v. het onderdeel energiezuinigheid zijn er voor bestaande bouw geen eisen.

Voor de onderdelen die worden verbouwd gelden er wel aanvullende eisen.

- De warmteweerstand van nieuwe dichte onderdelen die onderdeel zijn van de uitwendige scheidingsconstructie dient tenminste $1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ te bedragen.
- Indien isolatielagen worden vervangen of vernieuwd geldt een warmteweerstand van tenminste,
 - $2,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ voor een vloer;
 - $1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ voor een gevel;
 - $2,1 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ voor een dak.
- De warmtedoorgangscoëfficiënt, van ramen, deuren en kozijnen die vervangen worden, dient tenminste $2,2 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ te zijn.
- Wanneer meer dan 25% van de integrale bouwschil wordt vernieuwd is er sprake van ingrijpende renovatie, in dat geval dienen de onderdelen te voldoen aan de nieuwbouweisen m.b.t. thermische isolatie.
- Daarnaast worden bij ingrijpende renovatie aanvullende eisen gesteld aan de energetische prestatie van de installaties voor ruimteverwarming en -koeling.

Naast de gestelde eisen uit het Bbl geldt er voor kantoren een labelplicht, een kantoorgebouw moet minimaal energielabel C hebben. Dit betekent een energielabel met een primair fossiel energiegebruik van maximaal 225 kWh per m² per jaar of een energielabel met de letter C of beter. De verwachting is dat kantoorpanden in 2030 een minimale energielabel A dienen te bezitten. Bij de bepaling van een energielabel is niet alleen de thermische isolatie van belang, de gebouwgebonden installatie en verlichting spelen tevens een belangrijke rol.

3.1.2 Beoordeling

Zoals al in het constructieve hoofdstuk aangegeven, kenmerkt het gebouw zich door een betonnen draagstructuur. De gevel bestaat grotendeels uit dichte prefab betonnen gevelelementen met doorgaande gevelopeningen die bestaan uit aluminium kozijnen voorzien van dubbele beglazing. Het dak bestaat uit een betonnen dakvloer voorzien van een laag perlietbeton met daarop een isolatielaag met een dikte van ca. 30 mm.

Om de bouwfysische prestatie van de gevel te beoordelen zijn er van de relevantie gevelonderdelen en aansluitingen berekeningen uitgevoerd om de thermisch/hygrische kwaliteit vast te stellen. De volgende berekeningen zijn uitgevoerd:

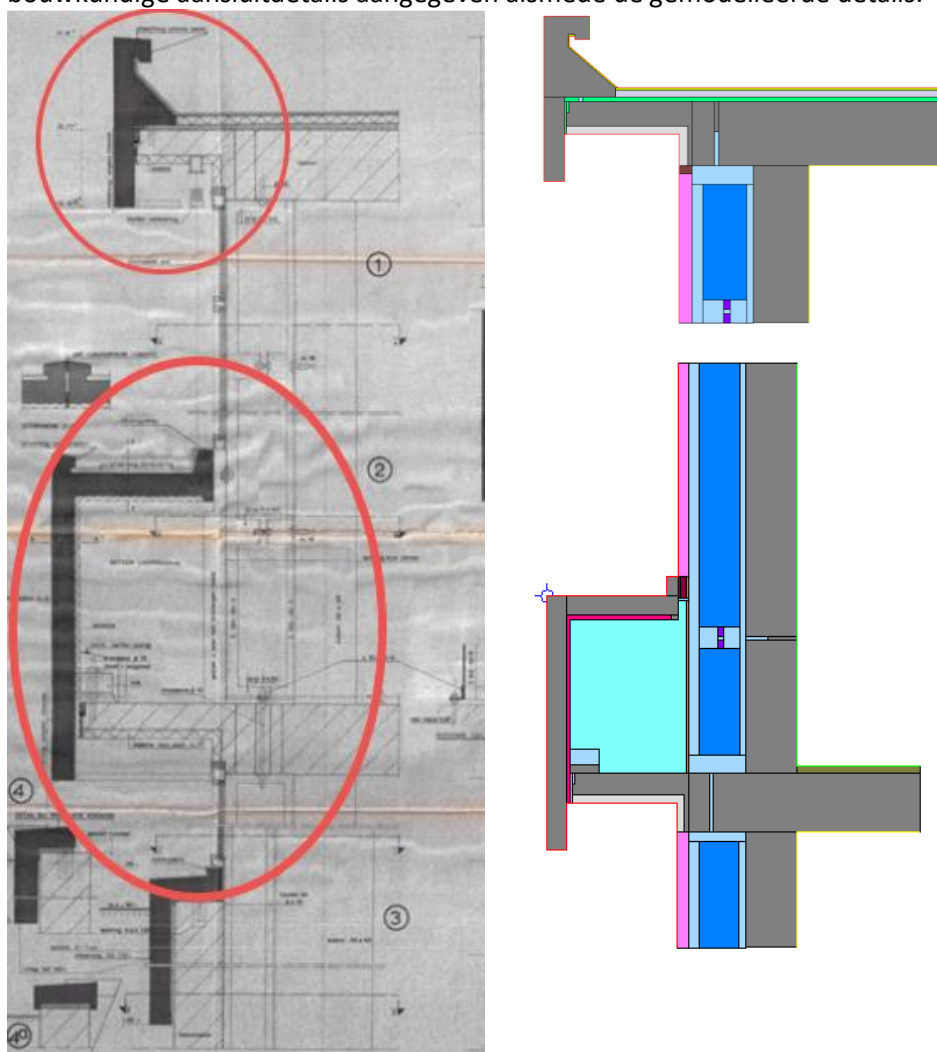
- Aansluiting van de vloer ter plaatse van de begane grond en verdieping op langsgevel.
- Aansluiting dakrand op langsgevel.

Vanwege de specifieke detaillering is het totale warmteverlies meer dan de som van de “ R_c - of U-waarden”. Met name de warmtestromen ter plaatse van deze knooppunten zijn een aanzienlijk deel van het totale warmteverlies.

De berekeningen zijn voor drie varianten uitgevoerd:

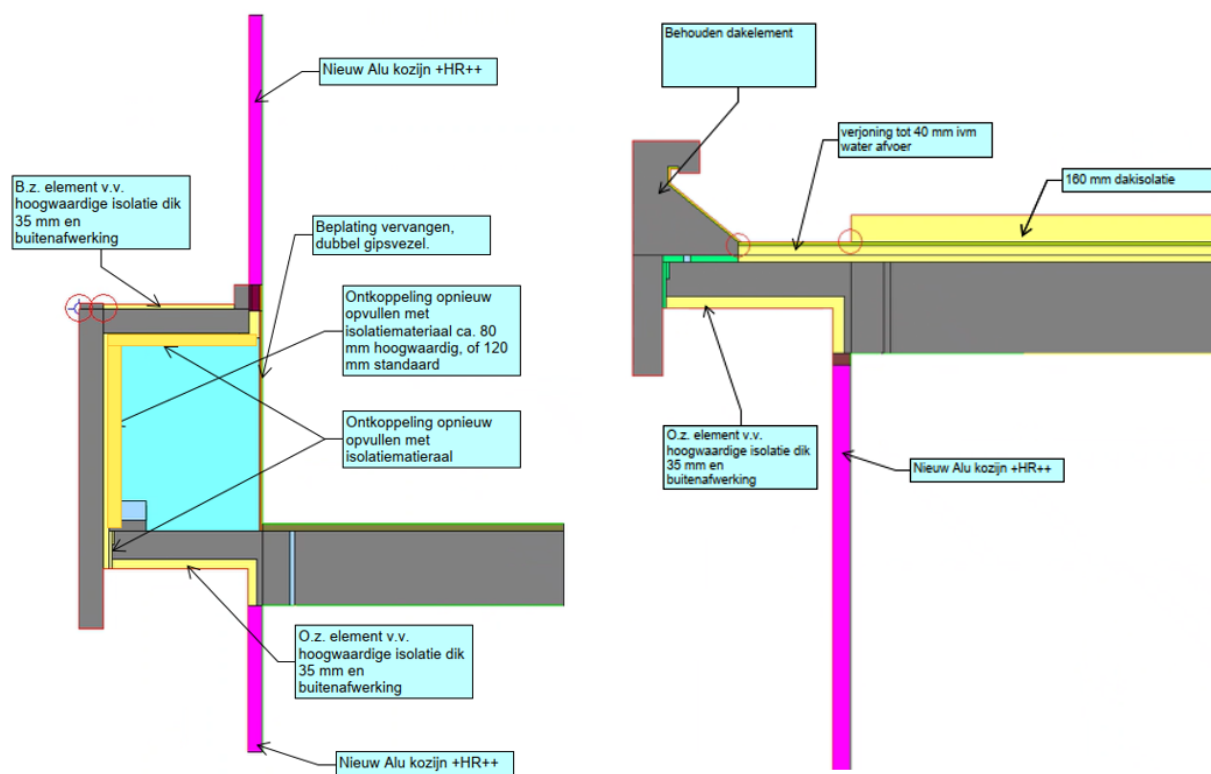
- Bestaande situatie.
- Variant 1: revitalisatie:
zoveel mogelijk behoud van bestaande gevel en dakrand om het gevelbeeld te behouden.
- Variant 2: gevelvernieuwing:
gebouw slopen tot casco (fundering, draagconstructie, vloeren, inclusief dakvloer). Nieuwe gevel aanbrengen die minimaal voldoet aan de nieuwbouweisen zoals die gesteld worden in het Bbl m.b.t. de thermische isolatie.

Door middel van een 2D-rekenprogramma is het warmteverlies berekend. Op basis van deze berekeningen is de thermische kwaliteit van de bestaande gevel en aansluitingen gedefinieerd. In Figuur 20 zijn de bestaande bouwkundige aansluitdetails aangegeven alsmede de gemodelleerde details.



Figuur 20 Bouwkundige aansluitdetails

Vervolgens zijn de aansluitdetails geoptimaliseerd, waarbij is onderzocht op welke wijze de bestaande gevelconstructie in stand kan blijven. In onderstaande afbeeldingen zijn de voorzieningen van variant 1 weergegeven.



Figuur 21 Voorzieningen variant 1

Opsommend worden de volgende voorzieningen aangebracht:

- Het betonnen gevelelement wordt zowel aan de buiten-bovenzijde, buiten-onderzijde als binnenzijde van een isolatielaag voorzien.
- De aansluiting van het gevelelement op het overkragende vloerelement wordt van hoogwaardige isolatie voorzien.
- De aluminium kozijnen in de gevel worden vervangen door een aluminium thermisch geïsoleerd kozijn voorzien van HR++ beglazing. Dit geldt ook voor de kozijnen ter plaatse van het souterrain.
- De dakisolatie wordt vervangen door nieuwe isolatie die kan voorzien in een $R_c \geq 6,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ conform nieuwbouweisen Bbl. Omdat het dakelement behouden wordt, dient er een verjongde randzone te worden gecreëerd.
- De dakrand wordt aan de onderzijde voorzien van isolatie en buitenbeplating.
- De kopgevel wordt voorzien van spouwisolatie tussen het betonnen binnenblad en het buitenblad.
- Het souterrain ligt binnen de thermische schil en wordt voorzien van binnen- of buitengevelisolatie met een $R_c \geq 4,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. De keldervloer wordt niet verder geïsoleerd.

In het geval van variant 2 wordt de gevel vervangen door een gevel die voldoet aan de nieuwbouweisen zoals die gesteld zijn in het Bbl. In onderstaande Tabel 19 zijn de eigenschappen weergegeven.

Scheidingsconstructie	Thermische isolatie
Gevel (langs- en kopgevel)	$R_c \geq 4,7 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$
Gevelopeningen: Glas Kozijn Afstandhouder	$U_{gl} = 1,1 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ $U_{fr} = 1,6 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ $\Psi = 0,08 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$
Dak	$R_c \geq 6,3 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$
Lineaire koudebruggen	Conform bijlage I NTA 8800

Tabel 19 Thermische isolatie scheidingsconstructies

Bij de beoordeling wordt opgemerkt, dat het optimaliseren van de gevel ook leidt tot een betere luchtdichtheid. In deze beoordeling is met dit aspect nog geen rekening gehouden, omdat de bestaande infiltratie niet is vastgesteld. Echter als er aandacht wordt besteed aan de kier- en naaddichting kan er met het huidige casco in combinatie met de voorzieningen relatief eenvoudig een $q_{v,10;kar}$ waarde kleiner dan $0,4 \text{ dm}^3/\text{s}$ worden gerealiseerd.

3.1.3 Bespreking resultaten

Uit de berekeningen volgen de waarden zoals die in onderstaande tabellen zijn weergegeven. De warmtestromen door de verschillende onderdelen zijn aangegeven alsmede de verhouding van de warmtestromen t.o.v. variant 2 "Gevelvernieuwing". Bij deze beoordeling zijn de absolute waarden minder relevant, het doel is om te beoordelen hoe de bestaande situatie en de twee varianten zich thermisch verhouden tot elkaar.

	Bestaand	Revitalisatie	Gevelvernieuwing	
Warmtestroom totaal	9,18	3,13	2,51	W/m·K
Verhouding t.o.v. nieuwbouw	366%	125%	100%	
Beglazing	4,29	1,48	1,48	W/m·K
Verhouding t.o.v. nieuwbouw	289%	100%	100%	
Dak	2,28	0,76	0,76	W/m·K
Verhouding t.o.v. nieuwbouw	302%	100%	100%	
Gevel inclusief aansluiting op vloer	2,61	0,89	0,27	W/m·K
Verhouding t.o.v. gevelvernieuwing	961%	326%	100%	

Tabel 20 Warmtestroom diverse elementen

Warmtestroom				
Onderdeel	Bestaand	Revitalisatie	Gevelvernieuwing	
Warmtestroom gevel t.p.v. verdiepingen	27,55	9,38	7,53	W/m·K
Warmtestroom gevel bovenste bouwlaag	7,07	2,40	2,13	W/m·K
Totaal gevelfragment	34,62	11,78	9,67	W/m·K
Verhouding t.a.v. gevelvernieuwing	358%	122%	100%	W/m·K
Bouwkosten exclusief btw	-	2.560k	3.210k	

Tabel 21 Warmtestroom gevel totaal en weergave bouwkosten

Op basis van bovenstaande beoordeling en vergelijking kan worden geconcludeerd dat de bestaande gevel een thermische kwaliteit heeft passend bij het bouwjaar. De totale warmtestroom door de gevel is een factor 3,6 x zo groot ten opzichte van een gevel die voldoet aan de huidige nieuwbouw-eisen. Het is mogelijk om met behoud van uitstraling van de bestaande gevel, het energieverlies door warmtetransmissie fors te reduceren. Hierdoor is het mogelijk om ook bij variant 1 “revitalisatie”, toepassing van een lage temperatuur, en daarmee duurzaam, verwarmingssysteem toe te passen, voor zowel een woon- als utiliteitsfunctie. Ook de oppervlaktetemperatuur aan de binnenzijde stijgt significant, dit heeft invloed op de behaaglijkheid en er is een kleinere kans op oppervlaktecondensatie.

De wamtransmissie is bij variant 1 ca. 22% hoger dan de variant waarbij de gevel volledig wordt vervangen. Indien het gewenst is om het gebouw zodanig te verduurzamen dat de warmtebehoefte dusdanig laag is dat deze overeenkomt met een nieuw te bouwen gebouw of lager, dienen verdergaande voorzieningen te worden getroffen die grotere invloed hebben op de esthetiek van het gebouw.

Bij de beoordeling is het energieverlies door warmtetransmissie beschouwd. Echter, ook het zomerbinnenklimaat dan wel de temperatuuroverschrijding verdient aandacht. Via, met name, de zuidgerichte gevels kan er met de huidige gevelopeningen een onaangenaam binnenklimaat ontstaan in de zomer. Hierbij wordt wel opgemerkt dat de huidige overstekken een positieve invloed hebben op dit aspect. Bij de beoordeling van de bouwkosten is er vooralsnog van uitgegaan dat de openingen worden voorzien van beweegbare buitenzonwering. In de verdere uitwerking dient de mogelijkheid tot oververhitting te worden onderzocht.

De bouwkosten van een volledige vernieuwing van de gevel zijn hoger dan die van de revitalisatie van de gevel. De verhouding van de bouwkosten zijn redelijk in lijn met de verhouding van de warmtetransmissie door de gevel tussen de twee varianten. Hoewel er inzicht wordt gegeven in de investeringsverhouding, is dit een onderdeel van een bredere afweging. In een verder onderzoek kan gekeken worden naar een TCO of een beschouwing van de extra investeringskosten vs. de afname van de energiekosten worden uitgevoerd.

Bij een verdere uitwerking dient er voldoende aandacht besteed te worden aan de hygrische aspecten. Inwendige en oppervlaktecondensatie dient te worden voorkomen. Bij zowel variant 1 als 2 is dit met reguliere voorzieningen mogelijk.

3.2 Interne geluidwering

De luchtgeluidisolatie ($D_{nT,A}$) en contactgeluidisolatie ($L_{nT,A}$) tussen ruimten in het gebouw dient zodanig te zijn, dat in een ruimte, tijdens de activiteiten waarvoor de ruimte bestemd is, overlast in naastgelegen ruimten voldoende wordt beperkt. Hiertoe dienen de bouwkundige constructies zodanig te zijn ontworpen en samengesteld, dat de constructies voldoende geluidwerend zijn. De werktuigbouwkundige en elektronische installaties mogen de luchtgeluidisolatie van de scheidingsconstructie niet verzwakken.

3.2.1 Wettelijk kader

Ten aanzien van interne geluidwering worden in het Bbl alleen eisen gesteld voor woonfuncties (tussen woonfuncties en naar woonfuncties), deze eisen zijn alleen van toepassing bij nieuwbouw situaties of bij verbouwingen van woonfuncties, waarbij er gekeken moet worden naar het rechtens verkregen niveau. Voor utiliteitsfuncties gelden er wettelijk geheel geen eisen, zowel in nieuwbouw, verbouw als bestaande bouw.

Bij functiewijziging naar een woonfunctie gelden er tevens geen eisen, omdat het rechtens verkregen niveau gebaseerd is op de eerder gebruiksfunctie en voor deze functie gelden geen eisen.

Kort samengevat: formeel worden er bij verbouw in combinatie met een functiewijziging in deze situatie geen eisen gesteld aan de interne geluidwering.

3.2.2 Beoordeling

Om de kwaliteit van de bestaande constructie in kaart te brengen maken we gebruik van de geluidweringsklasse zoals die in de NEN 1070 zijn omschreven.

Tabel C.1: Omschrijving van de betekenis van de geluidweringsklasse voor de beoordeling van de kwaliteit van de geluidwering.

Geluidwerings-klasse	Omschrijving	Gehinderden (indicatief)
I	Een hoge mate van bescherming en rust. Geluiden van buiten zijn nauwelijks waarneembaar. Zeer luide spraak is in het algemeen niet verstaanbaar, gewone spraak en muziek niet hoorbaar; luide muziek en feestjes wel hoorbaar maar nauwelijks hinderlijk. Loopgeluiden zijn niet storend waarneembaar en installatiegeluid slechts zelden storend	< 5 %
II	Onder normale omstandigheden een goede bescherming zonder al teveel beperkingen aan bewonersgedrag. Gewone spraak niet hoorbaar, hardere spraak en muziek soms hoorbaar maar niet verstaanbaar. Zeer luide spraak en muziek, feestjes duidelijk hoorbaar, maar spraak niet verstaanbaar. Loopgeluiden in het algemeen niet storend hoorbaar. Installatiegeluiden soms storend.	5 % tot 10 %
III	Bescherming tegen ontoelaatbare storing, uitgaande van een gedrags-/leefpatroon waarbij men rekening houdt met elkaar. Spraak soms waarneembaar, maar niet verstaanbaar. Zeer luide spraak verstaanbaar, harde muziek goed hoorbaar. Loopgeluiden e.d. soms storend. Ontoelaatbare storing door installatiegeluid wordt in het algemeen voorkomen.	10 % tot 25 %
IV	Ook bij gelijksoortige leefpatronen en aangepast gedrag, zal regelmatig storing optreden. Spraak en muziek is vaak hoorbaar. Zeer luide spraak goed verstaanbaar en muziek storend. Loopgeluiden zijn veelal hinderlijk. Regelmatig storing van installatiegeluiden	25 % tot 50 %
V	Er wordt feitelijk geen bescherming geboden tegen geluiden. Gewone spraak is vaak verstaanbaar, muziek en luide spraak, loopgeluiden en installatiegeluid veelvuldig hinderlijk	> 50 %

Figuur 22 Kwaliteitsklassen geluidwering

Een appartementengebouw die voldoet aan de nieuwbouw-eisen wordt er een kwaliteitsklasse III behaald.

Met inachtnaam van het wettelijk kader adviseren we om, in geval van een woonfunctie, de minimale eisen, zoals die in het Bbl voor nieuwbouw van woonfuncties gelden, te hanteren. Hierbij is de bestaande constructie veelal maatgevend. De opbouw en massa van de vloeren alsmede de draagconstructie zijn bepalend voor de interne geluidwering. Het opwaarderen van dergelijke constructies brengen vaak uitvoeringstechnische uitdagingen met zich mee en kunnen kostenintensief zijn.

In deze beoordeling hebben we beschouwd op welke wijze de gebouwen te zijn opwaarderen binnen de huidige constructieve opzet, waarbij we streven naar prestaties die gangbaar zijn voor nieuw te bouwen gebouwen.

De geadviseerde eisen tussen woningen onderling, zijn weergegeven in onderstaande Tabel 22.

Zendvertrek	Ontvangvertrek	Eis karakteristieke luchtgeluidniveauverschil	Eis gewogen contactgeluidniveau
Besloten ruimte van een functie (woonfunctie of andere functie)	Verblijfsgebied van een aangrenzende woonfunctie	≥ 52 dB	≤ 54 dB
	Besloten ruimte niet zijnde een verblijfsgebied van een aangrenzende woonfunctie	≥ 47 dB	≤ 59 dB

Tabel 22 Nieuwbouweisen voor lucht- en contactgeluid tussen woningen

Conform het Bbl geldt de eis niet voor de geluidoverdracht van een besloten ruimte naar een gemeenschappelijke verkeersruimte en voor de geluidoverdracht van een gemeenschappelijke verkeersruimte naar een niet in het verblijfsgebied gelegen besloten ruimte. Dit betekent dat een voordeur van een in een woongebouw gelegen woning niet aan de geluidseisen, zoals deze in Tabel 22 aangegeven staan, behoeft te voldoen.

In het geval van utiliteitsfuncties wordt er geadviseerd om aan te sluiten bij de grenswaarden zoals deze in onderstaande Tabel 23 zijn omschreven. Deze grenswaarden worden gehanteerd in het handboek Bouwfysische kwaliteit gebouwen en worden binnen bouwend Nederland veel toegepast.

Situatie	Categorie 1*	Categorie 2*	Categorie 3*
Luchtgeluidrukniveauverschil tussen verblijfsruimten en verkeersruimten/bergingen- $D_{nT,A}$ -Eis [dB]	≥ 33	≥ 33	≥ 27
Luchtgeluidrukniveauverschil Tussen verblijfsruimten en verblijfsruimte met deur- $D_{nT,A}$ -Eis [dB]		≥ 33	≥ 33
Luchtgeluidrukniveauverschil gelijkwaardige verblijfsruimten onderling- $D_{nT,A}$ -Eis [dB]	≥ 45	≥ 42	≥ 39
Contactgeluidrukniveau naar verblijfsruimten ($L_{nT,A}$ in dB) (incl. vloerafwerking)	≤ 57	≤ 57	≤ 57
Contactgeluidrukniveau naar verkeersruimten ($L_{nT,A}$ in dB) (incl. vloerafwerking)	≤ 67	≤ 67	≤ 67
Contact-geluidrukniveau voor huurders- of gebruikersscheiding ($L_{nT,A}$ in dB) (incl. vloerafwerking)	≤ 48	≤ 48	≤ 48
Opmerkingen: Categorie 1: hoge spraakdiscretie bijv. vergadercentrum Categorie 2: verhoogde spraakdiscretie in kantooromgeving, bijv. spreekkamers Categorie 3: reguliere spraakdiscretie bijv. werkplekken 1-4 personen			

Tabel 23 Grenswaarden interne geluidwering

3.2.2.1 Huidige situatie

De verdiepingsvloeren bestaan uit betonvloeren met een dikte van 275 mm, die gedeeltelijk zijn voorzien van holle kokers. Op de vloeren is er sprake van een 30 mm afwerkvloer. De massa van de vloeren inclusief afwerkvloer bedragen in de gangzone ca. 720 kg/m² en ter plaatse van de verblijfsruimten tussen de “gangzone en gevel” ca. 500 kg/m².

Bij steenachtige vloersystemen zijn met name de eisen die worden gesteld aan contactgeluid maatgevend. Met deze basisvloer wordt naar verwachting een $L_{nT,A}$ van 60-64 dB en een $D_{nT,A}$ van 48-50 dB verkregen ter plaatse van de geplande verblijfsruimten, uitgaande van de kale vloer. Omdat de vloer gedeeltelijk is voorzien van kokers en deze niet over het gehele oppervlak van de vloeren zijn aangebracht, adviseren we om middels steekproefsgewijze metingen verder vast te stellen wat de akoestische kwaliteit van de vloeren is.

Uit deze eerste beoordeling blijkt dat de kwaliteitsklasse van de huidige constructie ca. IV is.

Vanwege de kolommenstructuur, en daarmee het ontbreken van dragende binnenwanden, is er vrijheid om de horizontale geluidwering te optimaliseren. De dakvloer heeft een massa van meer dan 350 kg/m² en daarmee voldoende massa om flankerende geluidoverdracht te beperken.

Flankerende geluidoverdracht via de gevel is een belangrijk aandachtspunt. Omdat de diverse ruimten met elkaar gekoppeld kunnen zijn via het plenum in het prefab gevelement, kan flankerende geluidoverdracht en omloopgeluid een negatief effect hebben op de prestaties. Daarnaast is de aansluiting van de wanden op de doorlopende kozijnen in de langsgevel kritisch.

Indien de genoemde streefwaarden worden gehanteerd, zijn er voorzieningen nodig om zowel in geval van een woonfunctie als een utiliteitsfunctie aan de gewenste eisen te voldoen.

Hierbij wordt opgemerkt dat voor utiliteitsfuncties, de interne geluidwering en ruimteakoestiek ook door een inbouwpakket kunnen worden verbeterd. Veel gebouwen worden casco opgeleverd met een bepaalde basiskwaliteit, waarna een gebruiker de voorzieningen aanbrengt. Uit verder onderzoek en metingen moet blijken wat deze basiskwaliteit is, maar op basis van de stukken zien we mogelijkheden. Wel kan het zijn dat, bijvoorbeeld bij activiteiten waar een hoger geluidniveau of trillingen worden geproduceerd, aanvullende voorzieningen noodzakelijk zijn.

3.2.2.2 Mogelijkheid tot optimalisatie

Geluidwering verticaal

Zoals aangegeven zijn, bij vloersystemen, met name de eisen die worden gesteld aan contactgeluid maatgevend. Met deze basisvloer wordt naar verwachting een $L_{nT;A}$ van 60-64 dB verkregen ter plaatse van de geplande verblijfsruimten, uitgaande van de kale vloer. Om de akoestische kwaliteit van de vloeren te verbeteren, zijn er meerdere voorzieningen mogelijk:

- Massavermeerdering.
- Toepassing van een zwevende dekvloer.
- Toepassing van een verend afgehangen plafond.

Om met massavermeerdering te voldoen aan de eisen, is een massa van respectievelijk 600 kg/m² en 800 kg/m² noodzakelijk om aan de eisen m.b.t. een utiliteit en woonfunctie te voldoen. Dit heeft echter een dusdanige massavermeerdering tot gevolg dat dit constructief praktisch niet mogelijk is.

Een zwevende dekvloer wordt aan de bovenzijde van de vloer aangebracht en werkt op basis van een zogenaamd massa veer principe. Een zwevende dekvloer is uit te voeren in een nat systeem met bijvoorbeeld een anhydriet of cementdekvloer. Ook is een droog systeem mogelijk. Een droog systeem kan met aanmerkelijk minder massa uitgevoerd worden vanwege de specifieke opbouw.

Een verend afgehangen plafond bestaat uit een verend ophangstelsel waaraan een gesloten plafond met voldoende massa wordt gehangen. Voor de ruimteakoestiek dient onder dit verend afgehangen plafond een systeemplafond met een nader te specificeren absorptieklasse te worden toegepast.

In onderstaande Tabel 24 zijn de belangrijkste kenmerken van de diverse systemen weergegeven.

Positie	Totale prestatie, $L_{nT;A}$	Toegevoegde belasting	Bouwkosten ² per m ²	Opbouw
Zwevende dekvloer, nat	<54 dB	0,9 kN/m ²	€ 44,--	30 mm gekraakt EPS, 40 mm anhydriet
Zwevende dekvloer, droog	<54 dB	0,5 kN/m ²	€ 60,--	20 mm minerale wol, 10 mm gipsvezel, 30 mm gekraakt EPS, 25 mm gipsvezel
Akoestisch verend plafond	<54 dB	0,35 kN/m ²	€ 206,--	verend metaalsysteem, luchtsponw 200 mm, 50 mm min. wol, 2 x 12,5 mm gipskartonplaat
Akoestisch (verend) plafond ¹	<57 dB	0,25 kN/m ²	€ 163,--	verend metaalsysteem, luchtsponw 200 mm, 50 mm min. wol, 1 x 12,5 mm gipskartonplaat
Opmerking				
1: Alleen toepasbaar i.c.m. een utiliteitsfunctie of niet verblijfsruimten.				
2: Genoemde bedragen zijn bouwkosten excl. BTW				

Tabel 24 Kenmerken akoestische systemen

Naast de “prestatie” van de vloer hebben de aansluitende constructieonderdelen ook invloed op de prestatie. Vanwege het betoncascos en de daaraan gekoppelde massa’s verwachten we dat deze niet maatgevend zal zijn. Bij de verdere uitwerking van de gevel dient men wel rekening in de detaillering te houden met geluidoverdracht langs deze weg.

Bij de uiteindelijke keuze van voorzieningen zijn o.a. de volgende afwegingen van belang:

- Voor alle voorzieningen geldt dat deze constructief impact hebben. Uit nader onderzoek moet blijken welke varianten mogelijk zijn en welke beperkingen daaruit voortvloeien. In basis geldt: hoe minder massa er toegevoegd wordt, hoe beter constructief gezien.
- Een zwevend dekvloersysteem is goed te combineren met vloerverwarming, omdat hiervoor een thermische laag noodzakelijk is, deze thermische laag kan tevens als verende laag dienen.
- Bij een zwevende dekvloer zal het afgewerkte vloerniveau hoger te liggen. Ter plaatse van verkeersruimten, trappenhuisen e.d. dienen voorzieningen te worden getroffen.

- Verend afgehangen plafonds zijn vaak dichte plafondconstructies, dit kan beperkingen geven met betrekking tot de distributie van installaties.
- Een zwevende dekvloer pas je toe bij de bron, een akoestisch verend plafond bij de ontvanger, dit geeft mogelijkheden en/of beperkingen in het gebruik.

Geluidwering horizontaal

Vanwege de constructieve opzet en eigenschappen van de gebouwen adviseren we om de scheidingswanden als lichte scheidingswanden uit te voeren. Hiervoor zijn diverse systemen mogelijk, waaronder houtskeletbouw, metalstud of clt.

Vooralsnog geven wij het advies om de woningscheidende wanden als dubbel gescheiden wanden uit te voeren. Niet-woningscheidende wanden en wanden tussen utiliteitsruimten kunnen, afhankelijk van de vereiste prestatie, eventueel enkelvoudig worden uitgevoerd.

Indien de bestaande gevel wordt opgewaardeerd, is flankerende geluidoverdracht via de gevel een belangrijk aandachtspunt. Omdat de diverse ruimten met elkaar gekoppeld kunnen zijn via het plenum in de prefab gevel, dienen hier voorzieningen te worden getroffen. Daarnaast is de aansluiting van de wanden op kozijnen in de langsgevel kritisch, door een ontkoppelde paneelconstructie kan geluidoverdracht voldoende worden beperkt.

Indien er (zelfstandige) appartementen worden gerealiseerd met een eigen entreehal, geldt van de gemeenschappelijke verkeersruimte richting de entreehal geen eis. Wel dient van de verkeersruimte, via de entreehal, naar de verblijfsruimte te worden voldaan aan $D_{nT;A;K} \geq 52$ dB. In dit geval dient een woningtoegangsdeur met een R_{wp} -waarde van tenminste 39 dB te worden toegepast.

Ten aanzien van de beoordeling van de bouwkosten dient globaal rekening te worden gehouden met de volgende kosten per m² wand:

- Woningscheidende wand: € 145,--/m².
- Woning-Gang scheidende wand: € 105,--/m².
- Kantoor wand: € 105,--/m².

De uiteindelijke kosten zijn afhankelijk van de indeling van de ruimten. Ook dient de afweging te worden gemaakt welke onderdelen onderdeel zijn van het casco en wat onderdeel is van de inbouw.

3.3 Ruimteakoestiek

3.3.1 Wettelijk kader

Ten aanzien van ruimteakoestiek worden in het Bbl alleen eisen gesteld voor woonfuncties (tussen woonfuncties en naar woonfuncties), deze eisen zijn van toepassing bij nieuwbouw situaties of bij verbouwingen van woonfuncties, waarbij er gekeken moet worden naar het rechtens verkregen niveau.

Voor utiliteitsfuncties gelden er wettelijk geheel geen eisen, zowel in nieuwbouw, verbouw als bestaande bouw.

Bij functiewijziging naar een woonfunctie gelden er tevens geen eisen, omdat het rechtens verkregen niveau gebaseerd is op de eerder gebruiksfunctie en voor deze functie gelden geen eisen.

Kort samengevat: formeel worden er bij verbouw in combinatie met een functiewijziging in deze situatie geen eisen gesteld aan de interne geluidwering.

3.3.2 Huidige situatie

De ruimteakoestiek wordt veelal via de inrichting en akoestische plafonds gerealiseerd, soms met aanvullende wandabsorptie. In de huidige situatie zijn plaatselijk voorzieningen aangebracht. Eventueel kan proefondervindelijk worden vastgesteld wat de kwaliteit is, echter we verwachten dat de huidige afwerkingen bij een revitalisatie niet in stand zullen blijven.

3.3.3 Mogelijkheid tot optimalisatie

Voor woonfuncties zijn binnen appartementen geen bouwkundige voorzieningen noodzakelijk. E.e.a. kan met de inrichting worden gerealiseerd. Voor de gemeenschappelijke verkeersruimten adviseren we om aan te sluiten aan de wettelijke eisen die gelden voor nieuwbouw. Dit betreft de volgende eis.

Een besloten gemeenschappelijke verkeersruimte voor het ontsluiten van een woonfunctie die grenst aan een niet-gemeenschappelijke ruimte van een woonfunctie, heeft een volgens [NEN-EN 12354-6](#) bepaalde totale geluidabsorptie met een getalswaarde, uitgedrukt in m^2 , die niet kleiner is dan $1/8$ van de getalswaarde van de inhoud van die ruimte, uitgedrukt in m^3 , in elk van de octaafbanden met middenfrequenties van 250, 500, 1.000 en 2.000 Hz.

Bovenstaande komt overeen met een nagalmtijd in elk van de octaafbanden 250 t/m 2000 Hz van $T_{60} \leq 1,3$ seconden. Dit geldt alleen voor verkeersruimten grenzend aan woningen en/of appartementen, bedoeld voor het ontsluiten voor een woonfunctie. Voor verkeersruimten die alleen worden gebruikt voor ontvluchting is de eis niet van toepassing.

Afhankelijk van het gebruik van utiliteitsfuncties kan een bepaalde nagalmtijd wenselijk zijn. Hierin is veel variatie. Dit geeft geen beperkingen in relatie tot de haalbaarheid. Daarnaast zijn ook deze voorzieningen vaak onderdeel van het inbouwpakket.

Vooralsnog adviseren we om de volgende voorzieningen toe te passen:

- Gemeenschappelijke verkeersruimten: verlaagd systeemplafond absorptieklasse B, bouwkosten (excl. btw) € 55,-- per m^2 plafond.
- Verblijfsruimten utiliteit: verlaagd systeemplafond absorptieklasse A, bouwkosten (excl. btw) € 69,-- per m^2 plafond.

3.4 Daglichttoetreding

3.4.1 Wettelijk kader

Voor een bestaande woonfunctie, bijeenkomstfunctie voor kinderopvang, gezondheidszorgfunctie, kantoorfunctie en onderwijsfunctie geldt een minimale eis dat de equivalente daglichttoetreding minimaal 0,5 m² bedraagt. Dit is tevens de ondergrens waaraan bij verbouw moet worden voldaan.

3.4.2 Beoordeling

Binnen het huidige gevelbeeld is er sprake van een grote mate van daglichttoetreding. Bij de revitalisatie zien we geen beperkingen. Uiteraard dient er aandacht te worden besteed aan de positie van de verblijfsruimten en dergelijke.

3.5 Overige bouwfysische onderdelen

Dit onderzoek is niet uitputtend, maar een beschouwing van de mogelijkheden binnen de bestaande (gebouwde) omgeving. Er zijn diverse onderdelen die in een verdere uitwerking beschouwd moeten worden, zoals:

- Spuiventilatie.
- Temperatuur overschrijding.
- Milieuprestatie.
- Geluidbelasting op de gevel.
- Gevelgeluidwering.
- Geluiduitstraling naar de omgeving.
- Installatiegeluid.
- Etc.

We verwachten dat vanuit deze onderdelen geen grote beperkingen ontstaan. Daarom zijn deze niet in dit onderzoek uitgewerkt. In de verdere uitwerking van het plan dienen deze onderwerpen verder aan bod te komen.

3.6 Beantwoording onderzoeksvragen

Op basis van het onderzoek zoals dat is omschreven in dit hoofdstuk kan er een antwoord worden gegeven op de verschillende bouwfysische onderzoeksvragen:

Wat is de bouwfysische prestatie van de huidige gevels?

De bouwfysische prestatie van de huidige gevels zijn overeenkomstig de tijd waarin de gebouwen zijn opgericht, zie hoofdstuk 3.1. Thermisch zijn de gevels matig tot slecht, er vindt veel energieverlies plaats via de beglazing en aansluitingen. We adviseren, bij een revitalisatie inclusief functiewijziging, om voorzieningen te treffen om de gevels thermisch op te waarderen.

Op welke wijze kunnen de gebouwen bouwfysisch en akoestisch worden opgewaardeerd, zodanig dat deze geschikt zijn voor toekomstig gebruik?

In basis is de bouwkundige opzet inclusief bouwkundige details geschikt om het gebouw op te waarderen. Thermisch/hygrisch zijn er mogelijkheden om de gevels met behoud van de bestaande uitstraling op te waarderen (hoofdstuk 3.1). Een andere optie is om het casco te behouden en een volledig nieuwe gevel te creëren. Welke variant het meest geschikt is dient in een bredere afweging te worden betrokken. Het gebouw heeft in zijn geheel een goede basis om een akoestisch goed binnenklimaat te realiseren (hoofdstuk 3.2). De voorzieningen en daaraan gekoppelde investeringen zijn mede afhankelijk van het gewenste kwaliteitsniveau, de gebruiksfunctie en de behoefte aan flexibiliteit.

Aan welke eisen moet worden voldaan voor het verduurzamen van de gebouwen voor verschillende scenario's: verbouw, vernieuwbouw, sloop/nieuwbouw?

Verbouw/vernieuwbouw

Bij verbouw zijn de eisen van toepassing die zijn gesteld in het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl). De beoordeling is uitgevoerd op basis van het Besluit bouwwerken leefomgeving met bijbehorende ministeriële regeling, beide zoals gelden vanaf 1 juli 2024. Voor de gehanteerde normen is uitgegaan van de versies zoals aangewezen in genoemde Bbl.

Bij verbouw mag volgens afdeling 5.2 van het Bbl het kwaliteitsniveau na de verbouwing niet lager zijn dan het toegestane kwaliteitsniveau voorafgaand aan de verbouwing, hierbij geldt als ondergrens de eisen die gelden voor bestaande bouw met daarop aanvullend de eisen die in afbeelding 5.3 zijn weergegeven.

Indien er gebruiksfuncties gewijzigd worden (bijvoorbeeld wanneer er woonfuncties gerealiseerd worden) dient tenminste het reeds verkregen niveau te worden gehanteerd zoals die geldt voor de "oude" gebruiksfunctie. In afwijking hiervan gelden er voor specifieke onderdelen aanvullende eisen. Die zijn in afdeling 5.4 weergegeven.

Indien de gebouwen een monumentale status krijgen, kan er worden afgeweken van bovengenoemde eisen.

Sloop/nieuwbouw

Bij sloop/nieuwbouw zijn de nieuwbouweisen uit het Bbl van toepassing.

Naast de wettelijke eisen kunnen er aanvullende eisen gesteld worden aan de gebouwen. Met name voor utiliteitsfuncties zijn er vanuit het Bbl minder/lichtere eisen van toepassing. De achterliggende reden hiervan is dat bij utiliteitbouw er meestal sprake is van een professionele opdrachtgever die in staat is om, al dan niet met behulp van een adviseur, aanvullende eisen te formuleren om een veilig, gezond, duurzaam en gebruiksvriendelijk gebouw te maken, die geschikt is voor het beoogd gebruik.

Zijn er voorzieningen nodig om de gebouwen geschikt te maken voor woon- en/of kantoorfuncties?

Ja om de gebouwen geschikt te maken voor deze functies en een zekere kwaliteit te bieden, is het wenselijk om diverse onderdelen bouwfysisch en akoestisch op te waarderen. De voorzieningen/mogelijkheden zijn in hoofdstuk 3 omschreven.

4 Installaties

Ten behoeve van het onderdeel installaties zijn de volgende onderzoeksvragen gesteld

- Op welke wijze kunnen de gebouwen duurzaam geklimatiseerd worden, rekening houdend met de verschillende scenario's en beoogde doelgroepen?
- Op welke wijze is het mogelijk om te voorzien van warmte, koude en warmtapwater, rekening houdend met de verschillende scenario's en beoogde doelgroepen?
- Op welke wijze kunnen de huidige installaties gefaseerd afgekoppeld worden van de individuele bouwblokken?

In voorliggend hoofdstuk worden deze onderzoeksvragen onderzocht.

4.1 Bestaande situatie installaties

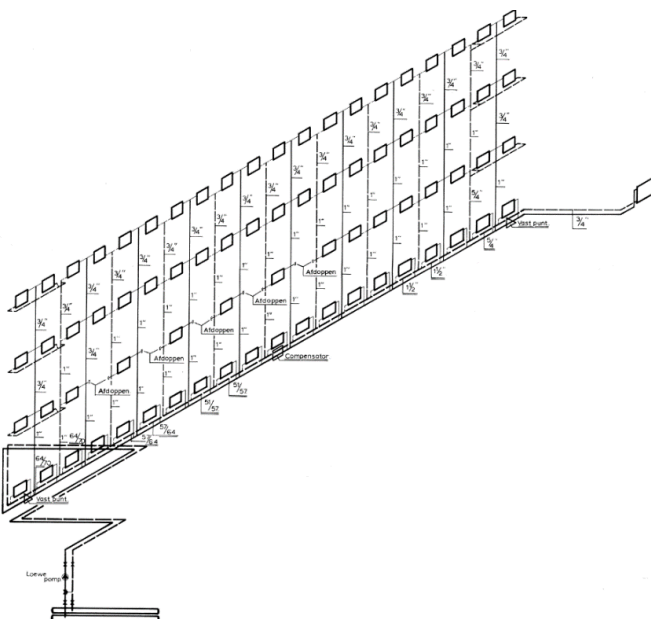
Er is een uitgebreid archiefdossier met technische informatie van het gebouw ter beschikking gesteld. Daarnaast is een locatiebezoek geweest. Dit heeft, tezamen met bestudering van het archiefstukken, inzicht gegeven in de samenhang, kwaliteit en conditie van de bestaande situatie van de installaties.

4.1.1 Huidige installaties

Verwarmingsinstallatie

De warmteopwekking voor de bouwblokken wordt verzorgd door een gasketel, in combinatie met twee houtgestookte CV-ketels. De gasketel levert het grootste deel van de benodigde verwarming en fungeert als de 'master' in dit systeem. De houtgestookte ketels spelen de rol van 'slave' en worden ingeschakeld wanneer dit kostenefficiënt is. De opgewekte warmte wordt vanuit de opwekkingsruimte gedistribueerd naar de verschillende bouwblokken. Deze opwekkingsruimte is ruim opgezet en strategisch gepositioneerd in de kelder, direct onder de hoofdingang van het gebouw.

Vanaf de opwekkingsruimte loopt een CV-leidingstelsel dat, via de onderzijde van de loopbrug buiten de thermische schil, naar de bouwblokken wordt geleid. Elk bouwblok is voorzien van een verwarmingsverdeler die de warmte over meerdere groepen verdeelt. Binnen de bouwblokken A, B, C en D worden deze groepen verdeeld over de lange en korte zijden, evenals de gevelzijden van elk blok. De warmte wordt horizontaal door de kelder getransporteerd en vervolgens per stramien naar de gevelzijden afgetakt. Langs de gevels vindt de verticale distributie plaats naar de verschillende radiatoren (zie Figuur 23).

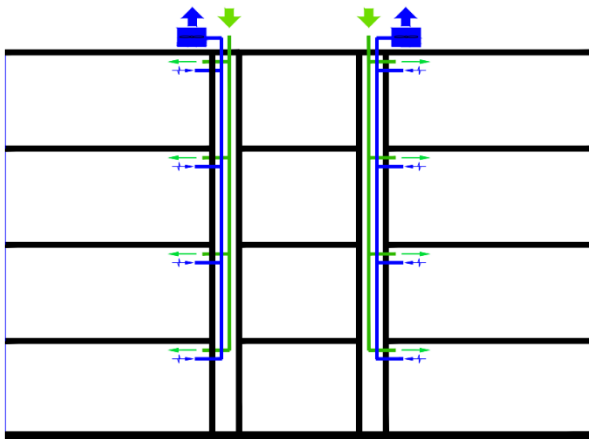


Figuur 23 Centrale verwarmingsinstallatie gebouw B korte zijde noord

Het afgiftesysteem bestaat uit hoge-temperatuur radiatoren die langs de gevelzijde, onder de ramen, zijn geplaatst. Deze radiatoren leveren warmte aan de ruimten door middel van convectie en straling. Elk van de radiatoren is uitgerust met handmatige radiatorkranen, waarmee de doorstroming van het verwarmingswater kan worden geregeld.

Ventilatie

Het ventilatiesysteem van de bouwblokken A, C en D verschilt van dat van bouwblok B. Na de verbouwing van bouwblok B in 1989 door de Rijksgebouwdienst zijn er aanpassingen doorgevoerd aan het ventilatiesysteem. Voor 1989 werd in alle bouwblokken een systeem met mechanische afvoer en natuurlijke toevoer toegepast. Elk stramien aan beide zijden van het gebouw was uitgerust met zowel afvoer- als toevoerkanalen. Op het afvoerkanaal was per stramien en per zijde op het dak een axiale ventilator aangesloten. In elke ruimte kon per stramien een zuurkast worden aangesloten om voldoende flexibiliteit te waarborgen. De toevoer van lucht vond plaats via een opening door middel van gevelkanalen, waarbij door afzuiging in de ruimte verse buitenlucht via deze open verbinding werd aangetrokken (Figuur 24). Dit systeem was ook van toepassing op de bouwblokken A, C en D.



Figuur 24 Huidige ventilatievoorziening bouwblokken A, C en D

Na de verbouwing in 1989 werd in bouwblok B een ander ventilatiesysteem geïmplementeerd. In dit blok wordt in elke ruimte verse lucht toegevoerd via roosters. Het toevoer kanaal loopt centraal langs de lift via de schacht naar het dak, waar het is aangesloten op een luchtbehandelingssysteem. De afvoerlucht stroomt vervolgens naar de gang, waar het centraal wordt afgezogen en naar buiten wordt geleid.

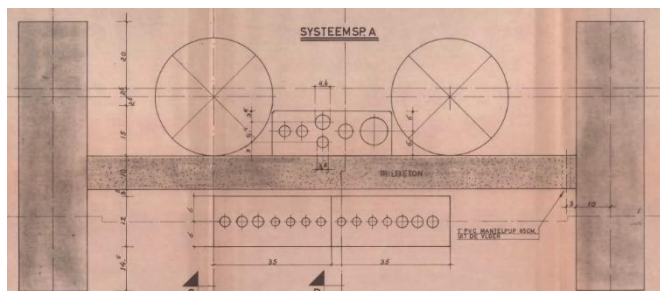
Sanitair

Op verschillende centrale punten in het bouwblok zijn sanitaire ruimten gesitueerd. De riolering vanuit deze ruimten wordt verzameld en verticaal naar beneden afgevoerd. In de kelder komt de riolering samen en wordt aangesloten op het hoofdrioleringsstelsel van het terrein, dat de afvalwaterstromen verder afvoert naar het gemeenteriool.

De waterinstallatie is centraal geplaatst en voorzien van een drukverhogingsinstallatie. Deze installatie verhoogt de druk in het watersysteem, zodat het water wordt verdeeld naar de verschillende gebouwen binnen het complex. Hiermee wordt ervoor gezorgd dat alle gebouwen voldoende waterdruk hebben bij de watertappunten.

Schachtruimten

In de bouwblokken A, B, C en D zijn langs de gangzones kolommen geplaatst die zijn omgeven door geprefabriceerde betonwanden. De nissen aan weerszijden van deze wanden werden oorspronkelijk gebruikt als verticale tracés voor installaties. In deze nissen zijn de benodigde sparingen aangebracht voor de installatievoorzieningen (Figuur 25).



Figuur 25 Schacht tussen kolommen

De verbinding tussen de lange en korte zijden van de bouwblokken A, B, C en D bevat schachten aan beide zijden. Naast de lift en het pantryblok bevinden zich aan beide zijden van de ruimte schachten die de volledige breedte beslaan.

4.1.2 Hergebruik

CV-systeem

Afhankelijk van het gekozen opwekkingsstelsel en afgiftesysteem is het mogelijk om het bestaande CV-systeem te hergebruiken. De mate waarin het CV-systeem hergebruikt kan worden, hangt af van de compatibiliteit tussen het huidige systeem en het nieuwe afgiftesysteem, evenals de capaciteit van het CV-systeem om aan de verwarmingsbehoeften met een lage-temperatuursysteem te voldoen.

Schachtruimten

De bestaande schachtruimten kunnen worden gebruikt voor luchtkanalen, CV-systemen, elektraleidingen, en dergelijke. Afhankelijk van het gekozen type systemen kan het nodig zijn om de sparingen in de schacht tussen de kolommen te vergroten om de benodigde installaties te kunnen plaatsen. Voor deze vergroting van de schachtruimte zijn constructieve aanpassingen nodig. De benodigde constructieve aanpassingen worden beschreven in paragraaf 2.5.2. De exacte omvang van nodige installaties in de schacht zal pas duidelijk zijn, zodra de systemen zijn geselecteerd en de specifieke eisen van de units bekend zijn.

4.2 Aandachtpunten installaties kantoor en wonen

In de toekomst kunnen verschillende gebruiksfuncties in het gebouw worden gehuisvest, zoals wonen, werken, of kleinschalige werkplaatsen (lichte industrie). Elk van deze functies heeft specifieke eisen en behoeften op het gebied van installaties. Het type en formaat van de installaties is sterk afhankelijk van de functie.

4.2.1 Karakteristiek kantoorinstallaties

De kantoorfunctie van het gebouw omvat meerdere kleinere ruimten per verdieping, wat de aanpassing van de indeling relatief eenvoudig maakt, gezien de vergelijkbaarheid met de huidige indeling. De plattegrond biedt voldoende flexibiliteit om een variëteit aan werk- en overlegruimten te creëren, variërend van grote open ruimten tot kleinere afgesloten werkplekken. Deze flexibiliteit benadrukt de nodige aanpasbare installaties die kunnen inspelen op de uiteenlopende eisen van verschillende indelingen. Het is cruciaal dat de installatievoorzieningen, zoals verwarming, koeling, ventilatie en sanitaire voorzieningen zijn, zodat ze eenvoudig kunnen worden aangepast aan de veranderende behoeften en configuraties van de units.

Ventilatie

- Hoge ventilatiecapaciteit op basis van bezetting.
- Toevoervoorziening voor verse lucht in de verschillende verblijfsruimten.
- Centrale of decentrale afvoervoorzieningen.
- Mechanische afvoer voor de toiletruimten.
- Het ventilatiesysteem moet flexibel zijn om te kunnen voldoen aan de uiteenlopende eisen van verschillende indelingen en eenvoudig kunnen worden gewijzigd.
- Aanpassing aan wisselende bezettingen.

Verwarming/koeling

- Hoge koelbehoefte door aantal personen, apparatuur en verlichting.
- Regelbaarheid verwarming en koeling afhankelijk van werktijden en bezetting.
- Het verwarming- en koelsysteem dient eenvoudig kunnen worden aangepast aan wijzigende kantoorindelingen en veranderende behoeften van de gebruikers.

Sanitair

- Sanitaire voorzieningen voor de centraal gelegen toiletten, wastafels en pantry's.
- Drinkwaterinstallatie voor de sanitaire voorzieningen.
- Warmwatervoorziening voor pantry's.
- Rioolafvoer voor de sanitaire voorzieningen.

Elektriciteit

- Elektriciteitsvoorzieningen.
- Data- en netwerkinstallaties.
- Verlichting afhankelijk van ruimtegebruik.
- Beveiliging en toegangscontrole.
- Brandbeveiligingssystemen.

4.2.2 Karakteristiek wooninstallatie

De woonfunctie van het gebouw omvat meerdere units per verdieping, waarbij een centrale gang toegang biedt tot elke unit. Elke unit dient te worden uitgerust met de essentiële ruimten, waaronder een woonkamer, slaapkamer, keuken, badkamer, toiletruimte en berging. Dit stelt specifieke eisen aan de installatievoorzieningen binnen de units. Het ontwerp moet rekening houden met de juiste positionering en integratie van alle technische installaties, zoals verwarming, koeling, ventilatie en sanitaire voorzieningen.

Ventilatie

- Toevoervoorziening voor de slaapkamer en woonkamer.
- Mechanische afvoer voor badkamer, keuken en toilet.
- Spuiventilatie, dus te openen delen, toepassen.
- Afzuigvoorziening boven het kooktoestel, met mogelijkheden voor directe afzuiging of recirculatie.

Verwarming/koeling

- Aangename binnentemperaturen in de koude seizoenen.
- Lage of geen koelbehoefte.
- Eenvoudige regelbaarheid.

Sanitair

- Elke woning voorzien van toilet, douche en keuken.
- Rioolafvoer van de sanitaire toestellen.
- Wateriaansluiting nodig voor de sanitaire toestellen.
- Warmtapwater nodig voor de douche, wastafel en keuken.

Elektriciteit

- Nodige stroomvoorzieningen voor verlichting, stopcontacten en grote huishoudelijke apparaten.

4.2.3 Wettelijke kader installaties

Bij een ingrijpende renovatie dient het te voldoen aan de eisen van het Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl). Hier zijn de belangrijkste eisen die voortkomen uit het Bbl voor de installaties bij verbouwingen:

Kantoorfunctie

- Volgens de eisen van het Bbl dient de luchtverversing in bestaande gebouwen minimaal 3,44 dm³/s per persoon te bedragen. Een ventilatiecapaciteit die hoger ligt dan de minimale eisen uit het Bbl is wenselijk.
- Bij een ingrijpende renovatie, waarbij een technisch bouwsysteem voor ruimteverwarming of ruimtekoeling, of een combinatie daarvan, wordt geplaatst, gedeeltelijk vernieuwd, veranderd of vergroot, een gebruiksfunctie aan een minimumwaarde met betrekking tot het opwekken van een hoeveelheid hernieuwbare energie van 30 x (Aroof / Ag;tot) kWh/m².jr, bepaald volgens NTA 8800, waarbij Aroof / Ag;tot ten hoogste 1,0 is.

Woonfunctie

- Volgens de eisen van het Bbl dient de luchtverversing in bestaande gebouwen minimaal 0,7 dm³/s/m² te bedragen.
- Badkamer, toilet en keuken moeten voorzien zijn van mechanische afzuiging.
- Volgens de eisen van het Bbl moet in een verblijfsruimte een spuivoorziening aanwezig zijn met een minimale spuiventilatiecapaciteit van 3 dm³/s per m² vloeroppervlakte van die ruimte.
- Bij een ingrijpende renovatie waarbij een technisch bouwsysteem voor ruimteverwarming of ruimtekoeling of een combinatie daarvan wordt geplaatst, gedeeltelijk vernieuwd, veranderd of vergroot, een gebruiksfunctie aan een minimumwaarde met betrekking tot het opwekken van een hoeveelheid hernieuwbare energie van 30 x (Aroof / Ag;tot) kWh/m².jr, bepaald volgens NTA 8800, waarbij Aroof / Ag;tot ten hoogste 1,0 is.

4.3 Collectief of individueel

Bij de verbouwing van gebouwen kan de keuze tussen collectieve of individuele installaties een grote invloed hebben op de efficiëntie, kosten en het comfort van de gebruikers. Hieronder volgt een overzicht van de kenmerken en verschillen tussen collectieve en individuele installaties.

Collectieve Installaties

Collectieve installaties voorzien meerdere units van een gemeenschappelijke bron voor verwarming, koeling en elektriciteit. Deze worden vaak gebruikt in grotere gebouwen of wooncomplexen, waar meerdere gebruikers dezelfde voorzieningen delen.

Kenmerken:

- Eén centrale installatie verzorgt de verwarming, koeling en warmtapwatervoorziening voor alle aangesloten units.
- Lagere initiële kosten per unit.
- Minder ruimtebeslag nodig per unit voor de installaties.
- Lagere beheer- en onderhoudskosten.

Individuele Installaties

Individuele installaties worden per unit geïnstalleerd en zorgen voor eigen verwarming, koeling, warmtapwater, en elektriciteit. Elk unit heeft zijn eigen systeem, zoals een opwekking- of ventilatiesysteem.

Kenmerken:

- Elk unit verzorgt decentraal de verwarming, koeling en warmtapwatervoorzieningen.
- Installatie in eigendom.
- Hogere initiële kosten per unit.
- Meer ruimtebeslag per unit nodig voor de installaties.
- Hogere beheer- en onderhoudskosten.

4.4 Installatieconcepten

Het onderzoek naar de installatieconcepten is verdeeld in vier belangrijke categorieën: warmte- en koudeopwekking, afgiftesystemen, ventilatie en riolering. Deze gestructureerde aanpak zorgt ervoor dat elk aspect van de installaties afzonderlijk wordt onderzocht. Door de verschillende concepten te analyseren, kan de meest geschikte oplossing worden geselecteerd voor het gebouw.

Bij het beoordelen van de verschillende concepten per gebruiksfunctie, gebruiken we een beoordelingsschaal. De schaal varieert van “zeer slecht” (---), waarbij het aspect ernstige tekortkomingen vertoont, tot “zeer goed” (+++), waarbij het aspect volledig aan de verwachtingen voldoet zonder enige tekortkomingen. De gradaties zijn in Tabel 25 weergegeven.

Beoordelingsaspect	
---	zeer slecht
--	slecht
-	matig
0	neutraal
+	redelijk
++	goed
+++	zeer goed

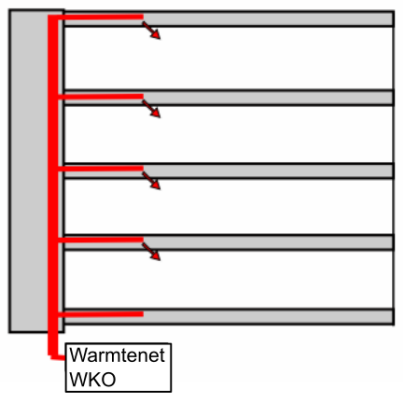
Tabel 25 Beoordelingsaspect

4.4.1 Warmte- en koudeopwekking

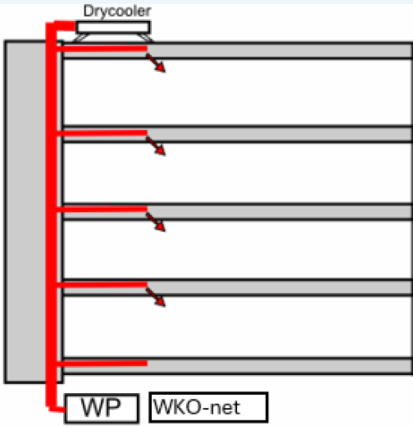
Voor de warmte- en koudeopwekking zijn verschillende concepten onderzocht. Een optie is collectieve of individuele opwekking via een WKO-installatie (warmte-koudeopslag), waarbij warmte en koude in de bodem worden opgeslagen. Een andere mogelijkheid is een individuele of collectieve opwekking, waarbij het is voorzien van een luchtwarmtepomp.

Ten aanzien van de warmte- en koudeopwekking zijn de volgende mogelijkheden ter vergelijking:

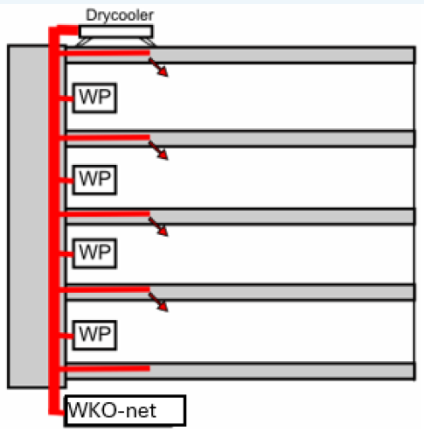
- Collectieve opwekkingscentrale met WKO-net.
- Per bouwblok collectieve opwekkingscentrale met WKO-net.
- Per unit warmtepomp met WKO-net.
- Per unit luchtwarmtepomp.
- Per blok collectieve luchtwarmtepomp.

Collectieve opwekkingscentrale met WKO-net	Omschrijving
	Collectieve opwekking met WKO-installatie (Warmte-Koude Opslag) is een systeem waarbij warmte centraal wordt opgewekt. De opgewekte warmte wordt via een netwerk van geïsoleerde leidingen gedistribueerd naar meerdere units. Deze warmte kan worden gebruikt voor ruimteverwarming, de productie van warm water en, afhankelijk van het systeem, ook voor koeling. De WKO-installatie slaat warmte en koude op in de bodem, die seizoensgebonden wordt benut voor zowel verwarming, koeling als warm water. Droge koelers worden toegepast om de thermische balans van de bodem te behouden

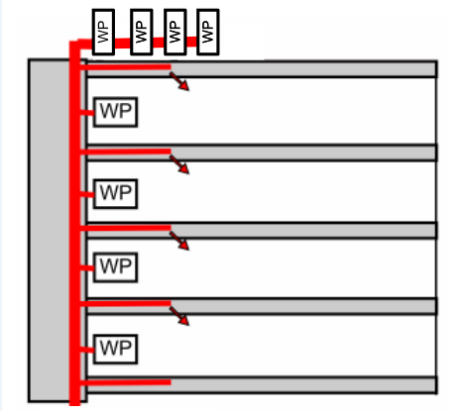
Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Flexibele indeling + Winst door synergie + Stabiel en constante werking + Stille werking + Onderhoudskosten	<i>Bouwkundig</i>	+	++
	<i>Constructief</i> -		
Nadelen - Leidingverliezen - Pompenergie - Warmtapwater productie collectief (circulatieleiding)	<i>Bouwfysisch</i> Geluidproductie droge koeler Voldoende isolatie van gevel, dak en kozijn		

Per bouwblok collectieve opwekkingscentrale met WKO-net	Omschrijving
	Het systeem van een collectieve opwekkingscentrale per bouwblok met een WKO-net (Warmte-Koude Opslag) houdt in dat elk bouwblok beschikt over een eigen energiecentrale, die wordt gevoed met bronwater van 8-10°C. De in de energiecentrale opgewekte warmte wordt via geïsoleerde leidingen verdeeld naar meerdere units binnen het bouwblok. De WKO-installatie slaat warmte en koude op in de bodem, die seizoensgebonden wordt benut voor zowel verwarming, koeling als warm water. Droge koelers worden toegepast om de thermische balans van de bodem te behouden.

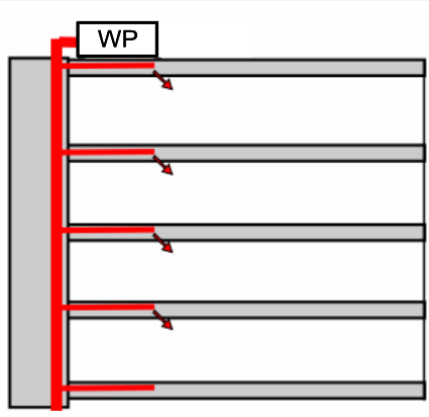
Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Flexibele indeling + Specifiek aanpasbaar voor functie + Beperkte leidingverliezen + Stabiel en constante werking + Stille werking + Energieverbruik + Onderhoudskosten + Mogelijkheid hergebruik CV-leidingstelsel Nadelen - Risico te hoge retourtemperatuur - Pompenergie - Inpandig ruimtegebruik per bouwblok - Warmtapwater productie collectief (circulatieleiding)	Bouwkundig Ruimtereservering per bouwblok	++	++
	Constructief -		
	Bouwfysisch Geluidproductie warmtepomp per bouwblok Geluidproductie droge koeler Voldoende isolatie van gevel, dak en kozijn		

Per unit warmtepomp met WKO-net	Omschrijving
	Het pand wordt uitgerust met een WKO-net dat de units voorziet van bronwater met een temperatuur van 8-10°C. Elke unit beschikt over een eigen individuele warmtepomp, die is aangesloten op het centrale WKO-net. De WKO-installatie slaat zowel warmte als koude op in de bodem, en de warmtepompen benutten deze energie voor verwarming, koeling en het leveren van warm water aan de units. Droge koelers worden toegepast om de thermische balans van de bodem te behouden.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
<i>Voordelen</i> + Beperkte leidingverliezen + Installatie in eigendom + Energieverbruik	<i>Bouwkundig</i> Ruimtereservering per unit	++	0
	<i>Constructief</i> -		
<i>Nadelen</i> - Groot risico te hoge retourtemperatuur - Pompenenergie - Ruimtegebruik per unit - Onderhoudskosten - Kosten	<i>Bouwfysisch</i> Geluidproductie opwekkingsstelsel per unit Geluidproductie droge koeler Voldoende isolatie van gevel, dak en kozijn		

Per unit luchtwarmtepomp	Omschrijving
	Elke unit in het gebouw is uitgerust met een eigen individuele luchtwarmtepomp. Deze warmtepomp haalt warmte uit de buitenlucht en zet deze om voor ruimteverwarming en de productie van warm water. In de zomer kan de warmtepomp ook omgekeerd werken om de unit te koelen, door warmte af te voeren.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Flexibel in functiewijziging + Beperkte leidingverliezen + Installatie in eigendom + Geen leidingstelsel nodig	Bouwkundig Ruimtereservering per unit Positionering luchtwarmtepompen op dak	0	0
	Constructief -		
Nadelen - Geluid - Beperkt vermogen - Ruimtegebruik per unit - Beperkte koeling - Niet flexibele indeling - Onderhoudskosten - Energieverbruik - Kosten	Bouwfysisch Geluidproductie luchtwarmtepomp Voldoende isolatie van gevel, dak en kozijn		

Per bouwblok collectieve luchtwarmtepomp	Omschrijving
	Een luchtwarmtepomp per bouwblok is een systeem waarbij elk bouwblok wordt voorzien van een eigen warmtepompinstallatie die warmte uit de buitenlucht haalt. Deze warmte wordt gebruikt voor de verwarming van de units en de productie van warm water. De opgewekte warmte wordt via geïsoleerde leidingen verdeeld naar meerdere units binnen het bouwblok. Het systeem is ook omkeerbaar, waardoor het ook gebruikt kan worden voor koeling.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Flexibele indeling + Beperkte leidingverliezen + Onderhoudskosten + Kosten	Bouwkundig Ruimtereservering per bouwblok Positionering luchtwarmtepomp op dak	0	+
	Constructief Constructie nodig voor luchtwarmtepomp		
Nadelen - Pompenergie - Ruimtegebruik per bouwblok - Geluidproductie naar omgeving - Warmtapwater productie collectief (circulatieleiding) - Groot risico te hoge retourtemperatuur	Bouwfysisch Geluidproductie luchtwarmtepomp Voldoende isolatie van gevel, dak en kozijn		

Kostenraming

De kosten per vierkante meter voor warmte- en koudeopwekking zijn sterk afhankelijk van verschillende factoren, waaronder de mate van isolatie van het gebouw, de keuze van het ventilatiesysteem en de specifieke installatievereisten. Een goed geïsoleerd gebouw met een energie-efficiënt ventilatiesysteem zal doorgaans lagere kosten hebben voor zowel warmte- als koudeopwekking, omdat het energieverlies beperkt wordt. Hieronder een overzicht van de verschillende opwekkingstechnologieën met bijbehorende kosten per vierkante meter:

Warmte- en koudeopwekking	Kosten (€/m ²)
Collectieve opwekkingscentrale met WKO-net	~ 120-140
Per bouwblok collectieve opwekkingscentrale met WKO-net	~ 140-160
Per unit warmtepomp met WKO-net	~ 190-200
Per unit luchtwarmtepomp	~ 130-150
Per blok collectieve luchtwarmtepomp	~ 100-120
* excl. bouwkundige kosten	
* incl. leidingwerk	

Conclusie

De keuze voor het opwekkingssysteem is afhankelijk van verschillende ontwerpkeuzes en bouwkundige keuzes. Factoren zoals installatie-eigendom, investeringskosten, exploitatiekosten, ruimtebehoefte en het gewenste comfortniveau, spelen een cruciale rol. Deze factoren bepalen samen welk systeem het meest geschikt is voor de specifieke situatie van het gebouw.

Uit de eerste bevindingen blijkt dat de collectieve opwekkingscentrale per bouwblok met een WKO-net de meest geschikte optie lijkt. Dit systeem biedt voordelen, zoals een laag energieverbruik, minimale ruimtebehoefte in de units, flexibiliteit in gebruik, stabiel en constant. Door elk blok te voorzien van een eigen opwekkingscentrale houdt je met een collectief systeem de leidingverliezen minimaal. Verdere uitwerking en afweging is nodig om deze keuze te bevestigen.

Warmte- en koudeopwekking	Wonen	Kantoor
Collectieve opwekkingscentrale met WKO-net	+	++
Per bouwblok collectieve opwekkingcentrale met WKO-net	++	++
Per unit warmtepomp met WKO-net	++	0
Per unit luchtwarmtepomp	0	0
Per blok luchtwarmtepomp	0	+

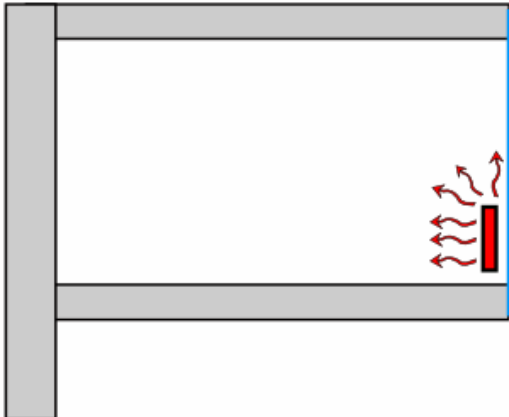
4.4.2 Afgiftesysteem

Er zijn verschillende manieren om een gebouw te verwarmen en te koelen via diverse afgiftesystemen. De keuze van het juiste afgiftesysteem hangt sterk af van de gebruiksfunctie van het gebouw en de specifieke verwarmings- en koelbehoefte.

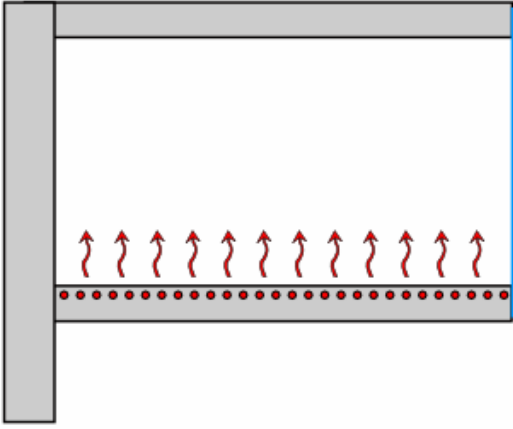
De inrichting van het gebouw, de mate van bezetting, en de activiteiten die erin plaatsvinden, spelen allemaal een cruciale rol bij de bepaling van het meest geschikte systeem. Voor bijvoorbeeld een kantoor met veel apparatuur en personeelsbezetting kan een systeem met hoge koelcapaciteit nodig zijn. In woningen staan comfort en energie-efficiëntie voorop. Elk type afgiftesysteem biedt specifieke voordelen en dient worden afgestemd op het gebouw en de gewenste binnenklimaatomstandigheden.

Ten aanzien van het afgiftesysteem zijn de volgende mogelijkheden ter vergelijking:

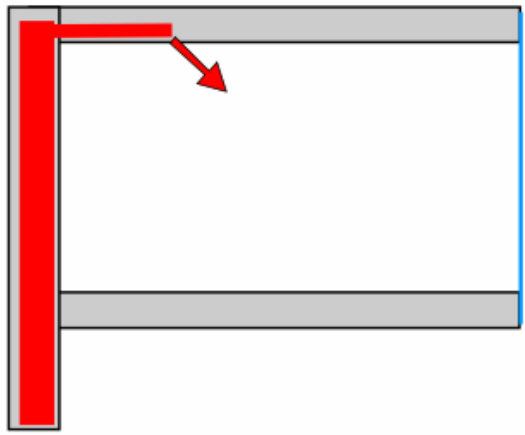
- Convectoren.
- Vloerverwarming.
- Luchtverwarming.
- Wandverwarming.
- Plafondconvectoren.

Convectoren	Omschrijving
	Een convector is een verwarmingstoestel dat werkt door de lucht te verwarmen en deze door de ruimte te laten circuleren via natuurlijke convectie. Het apparaat bestaat uit een warmtewisselaar die de lucht opwarmt, waarna de warme lucht opstijgt en door de ruimte circuleert. Convectoren warmen snel op en zorgen voor een gelijkmatige verdeling van warmte, maar ze geven voornamelijk convectiewarmte af in plaats van stralingswarmte. Convectoren kunnen ook worden gebruikt voor koeling door koud water, door de warmtewisselaar te laten circuleren.

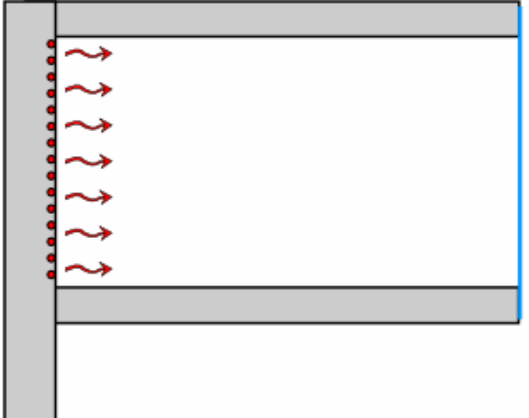
Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
<i>Voordelen</i> + Relatief goedkoop + Direct feedback gebruiker + Mogelijkheid hergebruik CV-leidingstelsel + Koudeval opvang vanaf raampartijen + Beperkte koeling mogelijk	<i>Bouwkundig</i> Convectoren positioneren langs raampartijen Geen inrichtingselementen mogelijk rondom convectoren	+	0
	<i>Constructief</i> -		
<i>Nadelen</i> - Minder geschikt voor grotere volumes (kantoren) - Ruimtegebruik - Beperkt flexibiliteit - Onderhoudsgevoelig	<i>Bouwfysisch</i> Voldoende isolatie gevel en kozijn		

Vloerverwarming	Omschrijving
	Vloerverwarming is een verwarmingssysteem waarbij warmte gelijkmatig wordt verspreid via leidingen die in de vloer zijn geïnstalleerd. Het systeem verwarmt de vloer en de lucht erboven, waardoor een aangename, gelijkmatige en constante temperatuur ontstaat. Bovendien kan hetzelfde systeem worden gebruikt om koelwater door de leidingen te laten circuleren, waardoor het mogelijk is om de ruimte op een beperkte manier te koelen tijdens warme periodes.

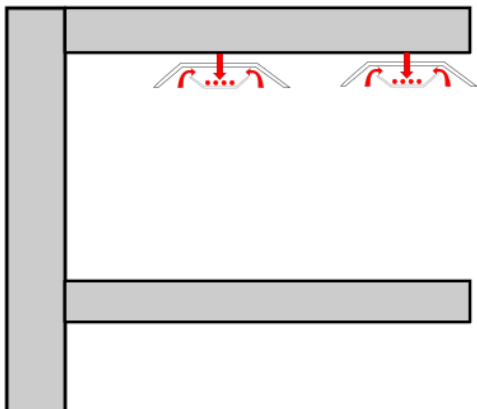
Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
<i>Voordelen</i> + Comfortabel + Ruimtegebruik + Efficiëntie + Gelijkmatige verdeling + Beperkte koeling mogelijk	<i>Bouwkundig</i> Dekvloer nodig waardoor hoogteverschil ontstaat bij trappenhuizen, liften, enz.	++	+
	<i>Constructief</i> Extra massa door dekvloer		
<i>Nadelen</i> - Dekvloer nodig - Beperkte flexibiliteit - Traag reagerend systeem - Kosten - Aanvullende koeling nodig kantoren	<i>Bouwfysisch</i> Voldoende isolatie van vloer, gevel, dak en kozijn		

Luchtverwarming	Omschrijving
	Luchtverwarming is een verwarmingssysteem waarbij lucht wordt verwarmd door een luchtverwarmer en vervolgens door leidingen of kanalen naar de verschillende ruimten in een gebouw wordt verspreid. Bovendien kan het gecombineerd worden met luchtkoeling.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
<i>Voordelen</i> + Flexibel + Ruimtegebruik + Koeling mogelijk + Relatief snel reagerend + Kosten	<i>Bouwkundig</i> Voldoende ruimte voor versleping kanaalwerk	0	++
<i>Nadelen</i> - Verhoogde ventilatievoud nodig - Minder efficiënt - Minder comfortabel - Regeling kanaalverwarmers	<i>Constructief</i> Grotere sparingen nodig door kanaalwerk verhoogde ventilatievoud		
	<i>Bouwfysisch</i> Voldoende isolatie van vloer, gevel, dak en kozijn		

Wandverwarming	Omschrijving
	Wandverwarming is een verwarmingssysteem waarbij leidingen in of op de wand zijn geïnstalleerd. Het systeem verwarmt de ruimte door stralingswarmte direct via de wanden uit te stralen, wat zorgt voor een gelijkmatige en comfortabele temperatuur.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
<i>Voordelen</i> + Comfortabel + Ruimtegebruik + Efficiëntie + Beperkte koeling mogelijk	<i>Bouwkundig</i> Minimale wandoppervlakte nodig		
<i>Nadelen</i> - Voldoende wanden nodig - Beperkte mogelijkheid wandgebruik - Zeer beperkte flexibiliteit - Traag reagerend systeem - Kosten - Gevoelig voor lekkage door beschadiging	<i>Constructief</i> - <i>Bouwfysisch</i> Voldoende isolatie van vloer, gevel, dak en kozijn	-	--

Plafondconvectoren	Omschrijving
	Plafondconvectoren zijn verwarmings- of koelunits die aan het plafond zijn gemonteerd en lucht verwarmen of koelen door middel van convectie. Ze bestaan uit een warmtewisselaar die de lucht opwarmt of afkoelt, waarna de lucht door de ruimte verspreidt. Het systeem gebruikt vaak een ventilator om de lucht door de convectoren te blazen, wat zorgt voor snelle en effectieve verwarming of koeling van de ruimte.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Flexibel + Ruimtegebruik + Direct feedback gebruiker + Koeling mogelijk + Kosten	Bouwkundig Plafondconvectoren in het plafond of koof	0	++
	Constructief -		
Nadelen - Meer luchtwisselingen in de ruimte - Minder efficiënt - Minder comfortabel - Geluidproductie - Onderhoudskosten - Plafond of koof nodig	Bouwfysisch Voldoende isolatie van vloer, gevel, dak en kozijn Geluidproductie		

Kostenoverzicht

De kostenraming van een afgiftesysteem is sterk afhankelijk van de gebruiksfunctie van het gebouw en de specifieke verwarming- en koelbehoefte. Het afgiftesysteem heeft betrekking tot comfort, energie-efficiëntie en capaciteit, en deze factoren bepalen in belangrijke mate de uiteindelijke kosten. Hieronder volgt een overzicht van verschillende afgiftesystemen met de bijbehorende kosten per vierkante meter:

Afgiftesystemen	Kosten (€/m²)
Convectoren	~ 20-40
Vloerverwarming	~ 35-55
Luchtverwarming	~ 40-60
Wandverwarming	~ 45-65
Plafondconvectoren	~ 30-50
* excl. bouwkundige kosten * excl. leidingwerk * excl. dekvloer voor vloerverwarming	

Conclusie

De keuze van het juiste afgiftesysteem hangt sterk af van de gebruiksfunctie van het gebouw en de specifieke verwarming- en koelbehoefte. Factoren zoals het gewenste comfortniveau, de mate van isolatie, de inrichting van het gebouw, de bezetting en de aard van de activiteiten in het gebouw spelen een cruciale rol bij het bepalen van het meest geschikte systeem. Uit de eerste bevindingen blijkt dat vloerverwarming de meest geschikte optie lijkt, gezien de gelijkmatige warmteverdeling, het verhoogde comfort, en de energie-efficiëntie die dit systeem biedt.

Voor kantoren kan vloerverwarming worden gebruikt als basisverwarming, waarbij het de ruimte op een aangename temperatuur van 18°C houdt. Voor het aanvullen van de resterende verwarmingsbehoefte kan luchtverwarming worden ingezet, om sneller te kunnen inspelen op temperatuurschommelingen en om een optimaal binnenklimaat te behouden, vooral in ruimten met een wisselende bezetting. Dit systeem biedt bovendien flexibiliteit bij de indeling. Door vloerverwarming te combineren met luchtverwarming, is er geen verhoogde ventilatievoud nodig. Verdere uitwerking en afweging is nodig om deze keuze te bevestigen.

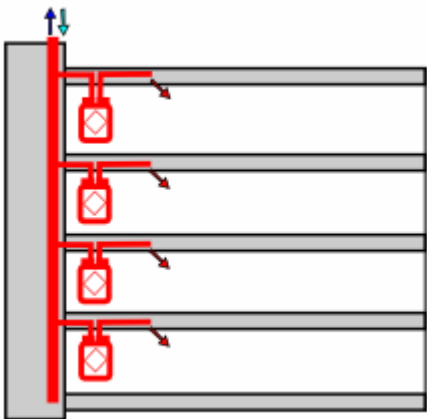
Afgiftesystemen	Wonen	Kantoor
Convectoren	+	0
Vloerverwarming	++	+
Luchtverwarming	0	++
Wandverwarming	-	--
Plafondconvectoren	0	++

4.4.3 Ventilatie

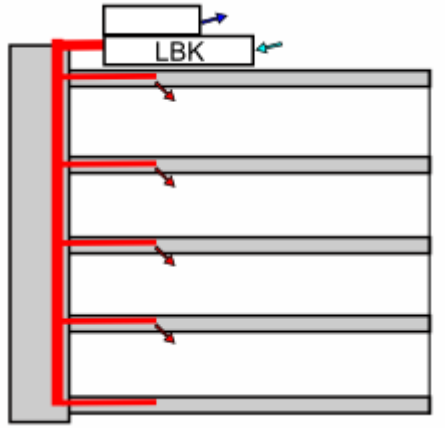
Bij het onderzoek naar ventilatiesystemen richten we ons op de verschillende concepten en technologieën die zorgen voor een effectieve luchtverversing en -kwaliteit binnen gebouwen. Ventilatie is cruciaal voor het creëren van een gezond en comfortabel binnenklimaat, en het verminderen van vocht- en vervuilingsproblemen. Daarom is een goed functionerend ventilatiesysteem essentieel.

Ten aanzien van het ventileren zijn de volgende mogelijkheden ter vergelijking:

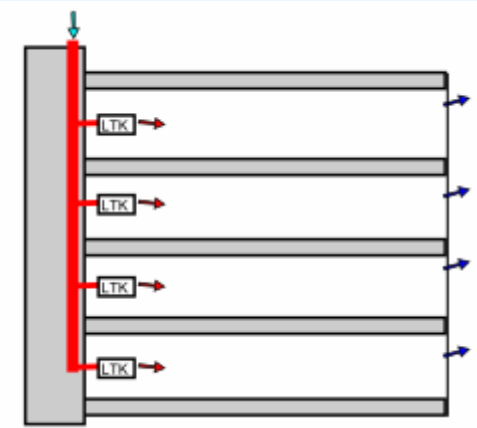
- Lokale balansventilatie met WTW.
- Centrale balansventilatie met WTW (luchtbehandelingskast).
- Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer.
- Mechanische afvoer en natuurlijke toevoer.
- Decentrale ventilatie met WTW.

Balansventilatie met WTW in LBK per unit	Omschrijving
	Elke unit wordt voorzien van een eigen ventilatiebox met warmteterugwinning (WTW). Deze ventilatiebox zorgt voor de toevoer van frisse lucht in de ruimten, terwijl de vervuilde lucht in de sanitaire ruimten of verblijfsruimten wordt afgezogen, waardoor een balansventilatie ontstaat. Het systeem kan worden voorzien van sensoren, zoals een CO₂-sensor, om de ventilatie automatisch aan te passen op basis van de luchtkwaliteit. De WTW-unit heeft een rendement van circa 95%.

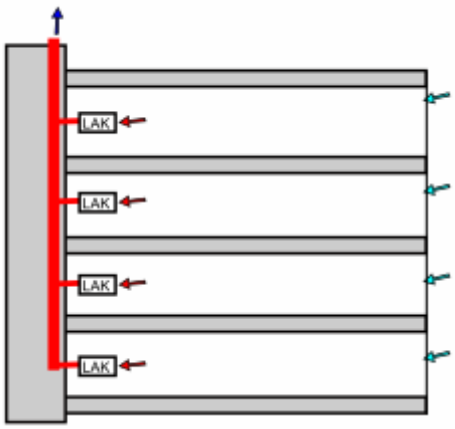
Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Flexibel in functiewijziging + Geen onderlinge beïnvloeding + Installatie in eigendom + Hoog WTW-rendement	Bouwkundig Ventilatiebox dichtbij schacht plaatsen Ca. 1m² ruimtebehoefte in unit	++	+
	Constructief Nodige schachtruimte voor kanaalwerk		
Nadelen - Individuele kasten niet geschikt voor grotere volumes (kantoren) - Geluid ventilatiebox - Ruimtegebruik in unit - Geen actieve koeling mogelijk met de inblaaslucht - Periodieke filterwisseling per unit - Kosten	Bouwfysisch Geluidproductie ventilatiebox Kanaalwerk door brandwerende scheiding		

Balansventilatie met WTW in LBK op het dak of kelder	Omschrijving
	Bij dit systeem wordt een centrale luchtbehandelingskast op het dak of in de kelder van het gebouw geplaatst. Vanuit hier wordt collectieve toe- en afvoer van de luchtkanalen via centrale schachten naar de verschillende units gebracht. Het systeem kan worden uitgerust met een individuele regelunit die de ventilatie regelt op basis van CO₂-metingen. Dit systeem heeft een WTW-rendement van circa 80%.

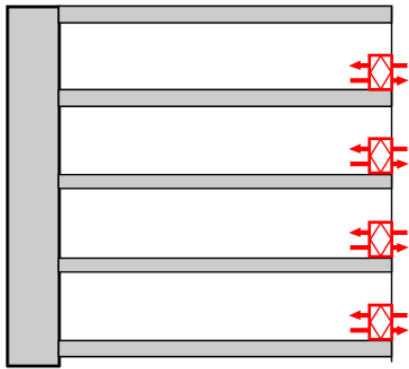
Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
<i>Voordelen</i> + Minimale ruimtegebruik in unit + Stille werking + Actieve koeling mogelijk + Relatief hoog WTW-rendement	<i>Bouwkundig</i> Er is centraal een grote ruimte nodig op het dak of in de kelder Horizontale versleping kanaalwerk op het dak of door het gebouw heen	++	++
	<i>Constructief</i> Nodige schachtruimte voor kanaalwerk Constructie nodig voor LBK		
<i>Nadelen</i> - Onderlinge beïnvloeding - Ruimte nodig op het dak of in de kelder voor LBK - Er is meer algemeen onderhoud - Kosten	<i>Bouwfysisch</i> Geluidproductie LBK Kanaalwerk door brandwerende scheiding		

Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer	Omschrijving
	Elke unit wordt voorzien van een eigen ventilatiebox. Deze ventilatiebox zorgt voor de toevoer van frisse lucht in de ruimten. De vervuilde binnenlucht wordt passief afgevoerd via openingen of roosters in de gevel, die door natuurlijke luchtstromen werken. Dit systeem zorgt voor een constante toevoer van frisse lucht en een efficiënte afvoer van verontreinigingen.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Flexibel in functiewijziging + Geen onderlinge beïnvloeding + Installatie eigendom + Kosten	Bouwkundig Ventilatiebox dichtbij schacht plaatsen Ca. 0,5m² ruimtebehoefte in unit Rooster in het kozijn of in de gevel nodig	-	--
	Constructief Nodige schachtruimte voor kanaalwerk		
Nadelen - Individuele kasten niet geschikt voor grotere volumes (kantoren) - Aparte afzuiging nodig voor de sanitaire ruimten - Geluid ventilatiebox - Ruimtegebruik in unit - Geen WTW - Geluid door roosters - Tochtverschijnselen	Bouwfysisch Geluidproductie ventilatiebox Kans op geluidhinder door rooster Kanaalwerk door brandwerende scheiding		

Mechanische afvoer en natuurlijke toevoer	Omschrijving
	Voor het ventileren van de units wordt bij dit systeem gebruikgemaakt van natuurlijke toevoer door middel van roosters of openingen in de gevel, gebruikmakend van natuurlijke luchtstromen. Alle afzuigpunten worden aangesloten op de lokale mechanische ventilator, die vervolgens is aangesloten op een centraal afzuigkanaal.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
<i>Voordelen</i> + Stille werking + Kosten + Onderhoudskosten	<i>Bouwkundig</i> Ventilatiebox dichtbij schacht plaatsen Ca. 0,5m² ruimtebehoefte in unit Rooster in het kozijn of in de gevel nodig	+	-
	<i>Constructief</i> Nodige schachtruimte voor kanaalwerk		
<i>Nadelen</i> - Niet geschikt voor grotere volumes (kantoren) - Geen WTW - Ruimtegebruik in unit - Geluid door roosters - Tochtverschijnselen - Geen filtering van lucht - Geen actieve koeling	<i>Bouwfysisch</i> Geluidproductie ventilatiebox Kans op geluidhinder door rooster Kanaalwerk door brandwerende scheiding		

Decentrale ventilatie met WTW	Omschrijving
	Decentrale ventilatie met WTW is een systeem waarbij individuele ruimten worden voorzien van hun eigen ventilatie-unit met warmteterugwinning. In plaats van een centraal systeem, wordt de luchtverversing lokaal per ruimte geregeld. Dit systeem wordt aan de wand gemonteerd, waarbij de luchttoevoer en -afvoer plaatsvindt via de gevel. De unit kan worden uitgebreid met een convector, waarmee de lucht zowel verwarmd als gekoeld kan worden. Voor sanitaire ruimten wordt meestal een lokale afzuigventilator geïnstalleerd om de lucht direct af te voeren.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Ruimtegebruik + Flexibel in functiewijziging + Geen onderlinge beïnvloeding + Installatie in eigendom + Hoog WTW-rendement + Mogelijk ook gebruikt worden als convector	Bouwkundig Positioneren langs raampartijen Geen inrichtingselementen mogelijk rondom ventilatiebox	+	0
	Constructief Nodige schachtruimte voor kanaalwerk		
Nadelen - Individuele kasten niet geschikt voor grotere volumes (kantoren) - Aparte afzuiging nodig voor de sanitaire ruimten - Geluid - Onderhoudskosten - Kosten	Bouwfysisch Geluidproductie ventilatiebox Kanaalwerk door brandwerende scheiding		

Kostenoverzicht

De kosten van ventilatiesystemen worden in belangrijke mate bepaald door factoren zoals de ventilatiecapaciteit, energie-efficiëntie, de mate van luchtcontrole en het comfortniveau. Hieronder volgt een overzicht van verschillende ventilatiesystemen met de bijbehorende kosten per vierkante meter:

Ventilatieconcepten	Kosten (€/m²)
Lokale balansventilatie met WTW	~ 70-90
Centrale balansventilatie met WTW (luchtbehandelingskast)	~ 60-80
Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer	~ 35-55
Mechanische afvoer en natuurlijke toevoer	~ 30-50
Decentrale ventilatie met WTW	~ 80-100

* excl. bouwkundige kosten

* excl. extra kosten opwekkingsvermogen door natuurlijke toevoer of afvoer

Conclusie

De keuze van het ventilatiesysteem is afhankelijk van diverse factoren. Belangrijke overwegingen zijn het comfortniveau, exploitatiekosten, investeringskosten, onderhoudskosten en ruimtebehoefte. Uit de eerste bevindingen blijkt dat het ventilatiesysteem met centrale balansventilatie met WTW de meest geschikte optie lijkt. Dit systeem biedt voordelen, zoals een minimale ruimtebehoefte in de units, lage exploitatiekosten, en flexibiliteit in gebruik. Daarnaast is ook mogelijk om met dit systeem te kunnen koelen. Verdere uitwerking en afweging is nodig om deze keuze te bevestigen.

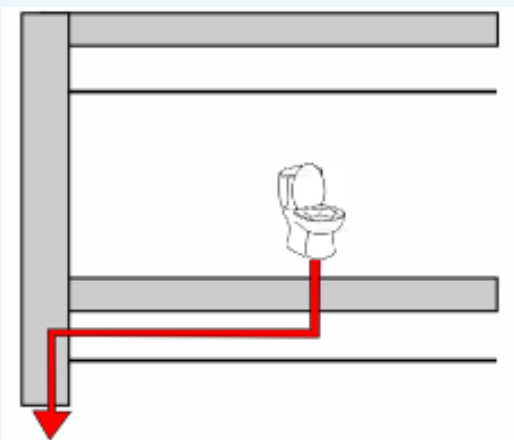
Ventilatieconcepten	Wonen	Kantoor
Lokale balansventilatie met WTW	++	+
Centrale balansventilatie met WTW (luchtbehandelingskast)	++	++
Mechanische toevoer en natuurlijke afvoer	-	--
Mechanische afvoer en natuurlijke toevoer	+	-
Decentrale ventilatie met WTW	+	0

4.4.4 Riolering

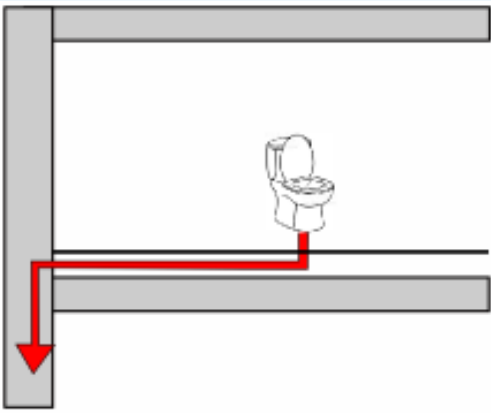
Het onderzoek naar het rioleringsverloop richt zich op het in kaart brengen van de leidingen, afvoeren en aansluitingen die afvalwater afvoeren van de units naar het gemeentelijke rioolstelsel.

Ten aanzien van het rioleringsverloop zijn de volgende mogelijkheden ter vergelijking:

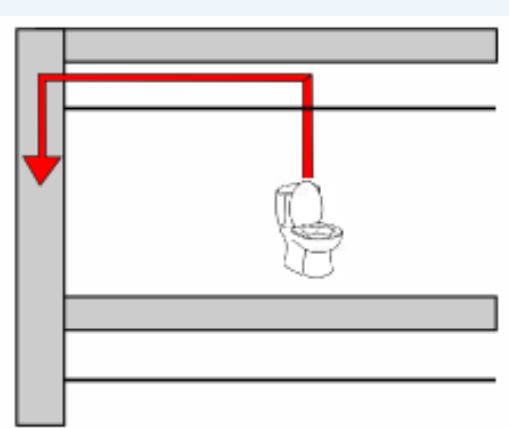
- Rioolontsluiting via onderliggende laag.
- Rioolontsluiting via nieuw dekvloer of verhoogde vloer.
- Rioolontsluiting via pompinstallatie.
- Rioolontsluiting via vloer direct aan schacht gelegen.

Rioolontsluiting via onderliggende laag	Omschrijving
	Rioolontsluiting via onderliggende laag boven het plafond betreft het aansluiten van afvoerleidingen voor afvalwater op het riool door leidingen te plaatsen boven het plafond. Deze leidingen worden in de ruimte tussen het plafond en de bovenliggende vloer geïnstalleerd en sluiten uiteindelijk aan op een standleiding die het afvalwater naar het hoofd rioolstelsel leidt.

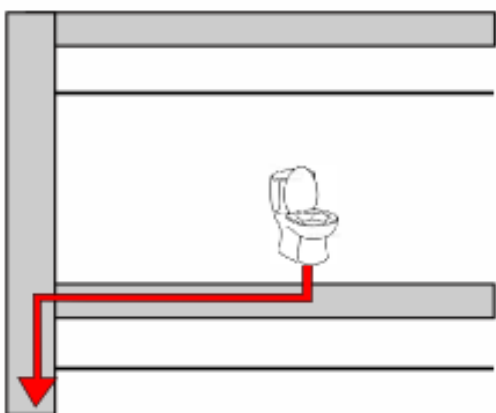
Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Flexibel in bouwphase + Kosten + Geen verhoogde vloer nodig	Bouwkundig Verlaagde plafond nodig Voorkeur toilet direct aansluiten op standleiding	+	+
	Constructief Springen nodig door constructieve vloer		
	Bouwfysisch Geluidproductie door stroming afvalwater Geluidlek naar onderliggende unit Brandwerende voorzieningen door doorvoer riolering brandscheiding		
Nadelen - Mogelijke overlast tijdens gebruiksfase - Niet flexibel in gebruiksfase - Verzwakking constructie - Doorvoer brandwerende scheiding			

Rioolontsluiting via nieuwe dekvloer of verhoogde vloer	Omschrijving
	Rioolontsluiting via nieuwe dekvloer of verhoogde vloer houdt in dat afvoerleidingen voor afvalwater worden geïnstalleerd onder een nieuwe vloerbedekking of verhoogde vloer. De leidingen worden aangelegd in de ruimte tussen de bestaande vloer en de nieuwe laag, wat zorgt voor een verborgen afvoeroplossing.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Flexibel in gebruiksfase + Te combineren met vloerverwarming en akoestische laag	Bouwkundig Nieuwe dekvloer of verhoogde vloer nodig waardoor hoogteverschil ontstaat bij trappenhuizen, liften, enz. Voorkeur toilet direct aansluiten op standleiding	+	0
	Constructief Extra massa door dekvloer of verhoogde vloer		
Nadelen - Beperkt flexibel in bouwfase - Droge dekvloer nodig - Verhoogde vloer nodig - Kosten	Bouwfysisch		

Rioolontsluiting via pompinstallatie	Omschrijving
	Rioolontsluiting via een pompinstallatie is een systeem waarbij afvalwater door een pomp wordt afgevoerd naar het riool. Dit wordt vaak toegepast wanneer het afvoerpunt lager ligt dan het hoofdriool, waardoor natuurlijke afvoer door zwaartekracht niet mogelijk is. De pompinstallatie zorgt ervoor dat het afvalwater naar een hoger gelegen rioolpunt wordt getransporteerd.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
<i>Voordelen</i> + Oplossing voor kelderlaag + Geen verhoogde vloer nodig + Maximale vrije hoogte + Flexibel in gebruiksfase + Flexibel in bouwphase	<i>Bouwkundig</i> Verlaagde plafond nodig Voorkeur toilet direct aansluiten op standleiding	-	0
	<i>Constructief</i> -		
<i>Nadelen</i> - Groot risico op verstopping - Geluid - Ruimtegebruik in unit - Elektrische energie - Kosten - Minder comfortabel	<i>Bouwfysisch</i> Geluidproductie door stroming afvalwater Geluidproductie pomp		

Rioolontsluiting via vloer direct aan schacht gelegen	Omschrijving
	Rioolontsluiting via de vloer houdt in dat afvoerleidingen voor afvalwater direct in de vloer of in wanden worden geplaatst. Dit systeem maakt gebruik van leidingen die in de vloerconstructie of wanden zijn geïntegreerd om het afvalwater naar het riool te leiden. Het biedt een verborgen oplossing voor de afvoer, zonder dat leidingen zichtbaar zijn in de ruimte.

Voor- en nadelen	Aandachtspunten	Wonen	Kantoor
Voordelen + Flexibel in bouwphase + Kosten + Efficiënt	Bouwkundig Toilet direct aansluiten op standleiding Sanitair toestellen positioneren dichtbij standleiding	+	0
Nadelen - Toilet moet grenzen aan schacht - Beperkte vrijheid plattegrond - Niet flexibel in gebruiksfase - Korte versleping afvoerleidingen mogelijk	Constructief Sleuven in de vloer voor rioolafvoer Mogelijke een dekvloer nodig voor dekking riolering		
	Bouwfysisch		

Kostenoverzicht

Voor de kostenraming van het rioleringsverloop is rekening gehouden met de specifieke eisen van een woonfunctie. Bij woningen heeft het aantal sanitaire toestellen, zoals toiletten, wastafels, douches en keukenaansluitingen, een aanzienlijke invloed op de kosten. Hieronder volgt een overzicht van verschillende rioleringsverlopen met de bijbehorende kosten per vierkante meter:

Rioleringsverloop	Kosten (€/m²)
Rioolontsluiting via onderliggende laag	~ 15-25
Rioolontsluiting via nieuwe dekvloer of verhoogde vloer	~ 15-25
Rioolontsluiting via pompinstallatie	~ 25-35
Rioolontsluiting via vloer direct aan schacht gelegen	~ 15-25
*excl. bouwkundige kosten	

Conclusie

De keuze voor het rioleringsverloop is afhankelijk van de ontwerpkeuzes en de bouwkundige en constructieve mogelijkheden. Uit de eerste bevindingen blijkt dat een rioolontsluiting via de onderliggende laag de meest geschikte optie lijkt. Dit biedt voordelen op het gebied van flexibiliteit in de plattegrondindeling, efficiëntie in de aanleg, en minimaliseert eventuele aanpassingen aan de bovenliggende bouwlagen. Wel is er een verlaagd plafond nodig om de riolering op een esthetische en functionele manier weg te kunnen werken. Verdere uitwerking en afstemming met de bouwkundige, bouwfysica en constructie zijn echter nodig om deze keuze te bevestigen.

Rioleringsverloop	Wonen	Kantoor
Rioolontsluiting via onderliggende laag	+	+
Rioolontsluiting via nieuwe dekvloer of verhoogde vloer	+	0
Rioolontsluiting via pompinstallatie	-	0
Rioolontsluiting via vloer direct aan schacht gelegen	+	0

4.5 Optopping

Bij optopping, waarbij een extra bouwlaag wordt toegevoegd, moeten de installaties zorgvuldig worden afgestemd op de uitbreiding. De installatievereisten hangen af van het moment waarop de extra bouwlaag wordt gerealiseerd, namelijk tijdens de oorspronkelijke verbouwing of op een later tijdstip.

Als de optopping tijdens de verbouwing wordt uitgevoerd, kan er direct rekening worden gehouden met de benodigde installaties. Dit betekent dat ventilatiesystemen, sanitaire installaties, verwarmings- en koelsystemen, en elektrische installaties kunnen worden voorbereid voor de nieuwe bouwlaag. Bij het ontwerp van de plattegrondindeling van de nieuwe bouwlaag is het essentieel om ook rekening te houden met de infrastructuur van de installaties op de onderliggende bouwlagen. Dit betekent dat schachten, leidingen, ventilatiekanalen en elektrische bekabeling logisch worden doorgetrokken naar de nieuwe bouwlaag.

Wanneer de extra bouwlaag later wordt toegevoegd, kunnen er aanvullende uitdagingen ontstaan. Bestaande installaties moeten mogelijk worden aangepast of uitgebreid om voldoende capaciteit te bieden voor de nieuwe verdieping. Dit kan leiden tot hogere kosten, omdat het nodig kan zijn om bestaande systemen uit te breiden of opnieuw te vervangen. Daarnaast moet bij het ontwerp van de nieuwe installatienetwerken rekening worden gehouden met de plaatsing van leidingen en kanalen, zodat ze door de bestaande bouwstructuur kunnen worden geïntegreerd. Daarnaast zullen de bestaande installaties die mogelijk op het dak zijn gepositioneerd, bijvoorbeeld luchtbehandelingskasten en warmtepompen, verplaatst moeten worden.

Ook is het mogelijk om al vooruit te plannen en rekening te houden met de installaties, zodat een extra bouwlaag later kan worden toegevoegd. Dit vergt dat installaties zoals ventilatiesystemen, sanitaire leidingen, verwarmings- en koelsystemen, en elektrische infrastructuur, in de eerste fase voldoende capaciteit en flexibiliteit krijgen om later een extra verdieping te ondersteunen. Hoewel het vooruit plannen op deze manier kostenverhogend is tijdens de initiële bouwfase – door het installeren van extra capaciteit of voorbereidende infrastructuur – kan het op de lange termijn juist kostenbesparend werken. Dit komt doordat ingrijpende en kostbare aanpassingen aan bestaande installaties, zoals het uitbreiden van leidingen of het verhogen van de capaciteit van systemen, bij de latere toevoeging van de bouwlaag worden vermeden.

4.6 Kostenraming installaties

De bevindingen uit de vorige paragraaf met betrekking tot de verschillende installatiekeuzes voor het gebouw zijn vertaald naar een kostenraming. De kosten blijven echter afhankelijk van diverse factoren, zoals het aantal woningen of kantoorunits, de keuze voor casco of volledig, het gewenste comfortniveau, de mate van isolatie, de kwaliteit van de installaties, en andere variabelen. Het betreft een globale raming, waarbij de uiteindelijke kosten afhankelijk zullen zijn van de definitieve keuzes en variaties per systeem. Voor zowel woningen als kantoren is het uitgangspunt dat alle benodigde installaties zijn opgenomen in de kostenberekening, uitgaande van een standaard kwaliteit. De systemen die in de kostenraming zijn meegenomen, zijn gebaseerd op de eerste bevindingen zoals beschreven in de conclusie.

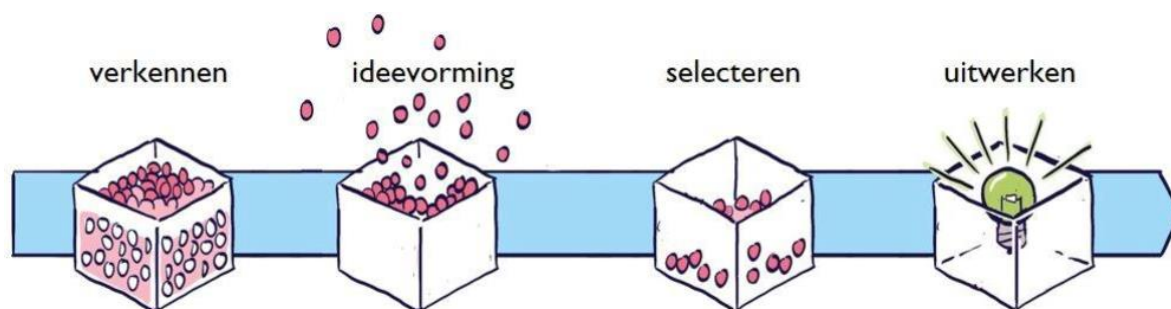
De opbouw van deze kosten is opgedeeld in werktuigbouwkundige en elektrotechnische installaties, zodat er een duidelijk beeld ontstaat van de uitgaven per discipline. De geraamde kosten voor de verschillende gebruiksfuncties van het gebouw zijn overzichtelijk in tabellen weergegeven. De kosten in de tabellen zijn exclusief btw en op het prijsniveau van augustus 2024.

Werktuigbouwkundige installaties	Kosten (€/m ²)
Kantoorfunctie	~ 395
Woonfunctie	~ 370
Elektrotechnische installaties	Kosten (€/m ²)
Kantoorfunctie	~ 185
Woonfunctie	~ 80
* Excl. bouwkundige kosten * Excl. terreinvoorzieningen * Excl. liften	

4.7 Vervolgstappen

In deze afgelopen fase hebben we met alle verschillende disciplines verkend welke mogelijkheden er zijn voor de verduurzaming van de biotoop. Hierbij zijn bewust alle mogelijkheden opgesomd en verkend. In de volgende fases dient er een schifting te worden gemaakt tussen de verschillende opties. Dit dient te worden gedaan in overeenstemming met de overige disciplines. Zo ontstaan de ideeën voor een mogelijk integraal concept voor de verschillende functies, waaruit een definitief concept kan worden geselecteerd. Dit ontwerp kan verder worden uitgewerkt tot een totaalconcept.

Wanneer er na de ideevorming meer bekend is over de invulling, en ook meer over de mix van functies in de verschillende gebouwen, kunnen de berekeningen starten voor de centrale opwekking. Afhankelijk van het concept voor de functies wordt gekeken naar de beste aanpak voor de opwekking van de energie. Wanneer de mix van functies duidelijk is, rolt er de vraag naar energie uit. Deze kan worden gebruikt voor het dimensioneren van bijvoorbeeld de WKO installatie.



4.7.1 Fasering afkoppelen bestaande installaties

Bij de verbouwing van een gebouw is het afkoppelen van bestaande installaties een essentiële stap om een soepele overgang naar nieuwe systemen te waarborgen. Hieronder volgt een gedetailleerd overzicht van de fasering voor het afkoppelen van bestaande installaties:

Er zijn twee scenario's voor de afkoppeling van de huidige installaties. Dit is afhankelijk van het gekozen concept voor de bouwblokken. Er kan gekozen worden voor een centraal opwekkingsysteem voor alle bouwblokken zoals dat nu ook het geval is. Andere mogelijkheid is dat de opwekking in de nieuwe situatie per bouwblok wordt gerealiseerd.

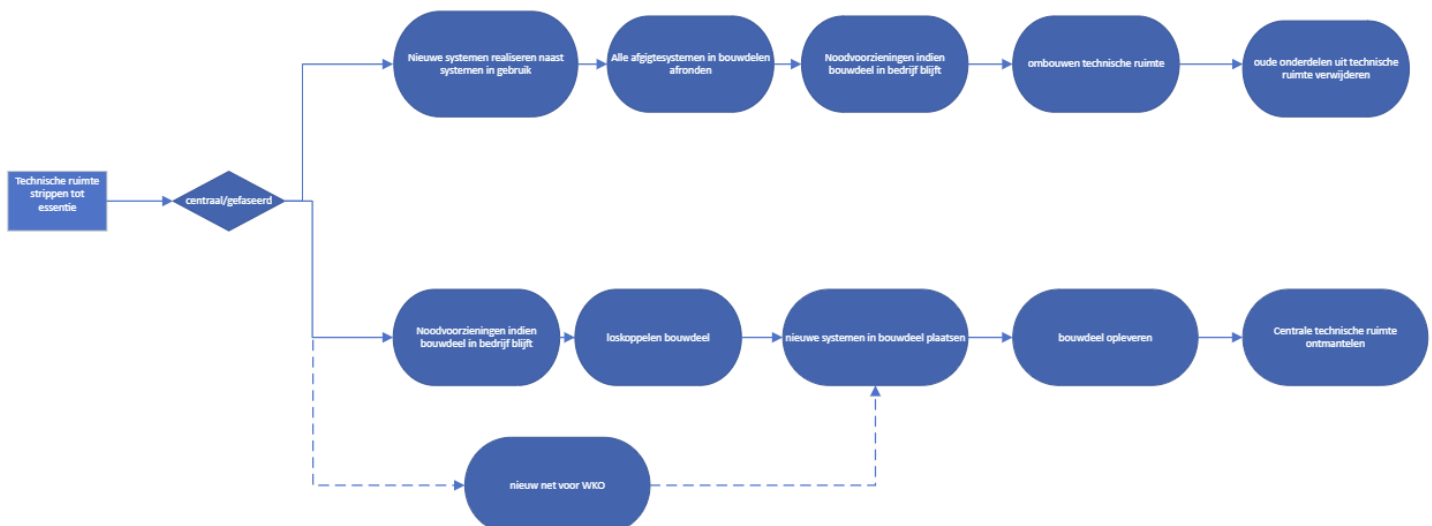
Centrale vervanging van de systemen

1. Analyse en inventarisatie.
2. Verwijderen van ongebruikte onderdelen in technische ruimte, zodat er net voldoende is voor de bouwdelen.
3. Realiseren van nieuwe systemen in de vrijgekomen ruimte.
4. Afhankelijk van gekozen concept het boren van WKO bron.
5. Parallel traject: de bouwdelen geschikt maken voor de temperaturen van nieuwe systeem. In de tijdelijke situatie kunnen de reeds gereedgemaakte bouwdelen aangesloten worden middels een warmtewisselaar.
6. Wanneer alle bouwdelen zijn omgebouwd kan de centrale technische ruimte worden omgebouwd en de distributieleidingen op het nieuwe systeem worden aangesloten.

Nieuwe opwekkingsystemen per bouwdeel

Hierbij kan, als alle bouwblokken tegelijk worden omgebouwd, het huidige circuit voor de hoofddistributie naar de bouwblokken worden hergebruikt. Deze gaat dan dienst doen als circuit voor het WKO. Wanneer de bouwblokken separaat in tijd worden omgebouwd, dienen de andere blokken in bedrijf te blijven en dient er een separaat nieuw net voor de WKO te worden aangelegd.

1. Analyse en inventarisatie.
2. Realiseren van nieuwe systemen in de bouwdelen.
3. de bouwdelen geschikt maken voor de temperaturen van nieuwe systeem.
4. Afhankelijk van gekozen concept het boren van WKO-bron.
5. Parallel traject: Afhankelijk van de fasering dient er parallel een nieuw WKO-net te worden aangelegd.
6. Wanneer alle bouwdelen zijn omgebouwd, kan de centrale technische ruimte worden omgebouwd en kunnen de distributieleidingen op het nieuwe systeem worden aangesloten.



4.7.2 Nutsvoorzieningen

Om volledig over te stappen naar een all-electric systeem, is een voldoende grote elektriciteitscapaciteit vereist voor het gebouw. Gezien de mogelijke netcongestie in het gebied is het essentieel om tijdig aandacht te besteden aan de capaciteit van het elektriciteitsnet en eventuele beperkingen die dit met zich mee kan brengen. Het vergroten van de capaciteit en het aanvragen hiervan bij de netbeheerder is een belangrijk onderdeel van het proces.

Voor zowel woningen als kantoren zijn er twee mogelijkheden met betrekking tot de noodzakelijke nutsvoorzieningen. De eerste optie is om deze in eigen beheer te houden, waarbij de eigenaar van het pand fungeert als leverancier van de voorzieningen zoals elektriciteit, water en internet. De tweede optie is om elke unit te voorzien van een individuele meterkast, waarbij elke unit een eigen huisnummer heeft en zelfstandig is aangesloten op de nutsvoorzieningen.

Individuele aansluiting

Bij een individuele nutsvoorziening, zoals bij woningen en kantoren het geval is, dienen de aparte units te worden voorzien van een eigen meterkast. Elke unit, of het nu een woning of een kantoorunit betreft, moet beschikken over een afzonderlijke meterkast die alle noodzakelijke voorzieningen bevat, zoals elektriciteit, water, de aansluiting voor glasvezel of internet. Om dit te realiseren, moeten in het gebouw bepaalde voorzieningen worden getroffen om de distributie van deze nutsvoorzieningen efficiënt en veilig te laten verlopen. Hierbij kan gedacht worden aan:

Flatkasten

Dit zijn centrale kasten waarin de aansluitingen van alle individuele meterkasten samenkomen. Ze bevatten de hoofdschakelaars en verdelers voor elektriciteit. Voor grote gebouwen met meerdere units, zoals appartementencomplexen of kantoorgebouwen, is het essentieel dat deze kasten goed zijn gedimensioneerd om alle units te voorzien van elektriciteit.

Ziggo en KPN-aansluitingen

Deze voorzieningen zijn nodig om te zorgen voor toegang tot televisie, internet en telefonie. Elk appartement of kantoorunit moet zijn eigen aansluiting krijgen, waarvoor in de centrale kast een glasvezel- of coax-verdeler wordt geïnstalleerd. Deze verdelers maken het mogelijk om de signalen van providers als Ziggo en KPN naar de individuele units te sturen.

Leidinginfrastructuur

Naast de meterkasten en verdelers moeten er ook schachten en leidingen aanwezig zijn in het gebouw voor het verleggen van kabels en leidingen voor elektriciteit en datacommunicatie. Deze schachten moeten boven elkaar worden geplaatst, zodat de distributie naar alle units eenvoudig kan worden uitgevoerd.

Collectieve aansluiting

Een collectieve aansluiting voor nutsvoorzieningen houdt in dat meerdere units binnen een gebouw gebruikmaken van een gedeelde aansluiting voor voorzieningen zoals elektriciteit, water, de aansluiting voor glasvezel of internet. De eigenaar of beheerder van het pand fungeert als centrale leverancier en verdeelt de kosten en het verbruik onder de verschillende units. Dit kan leiden tot lagere aansluitingskosten, maar biedt minder individuele controle voor de bewoners of gebruikers over hun verbruik en kosten. De keuze voor een collectieve aansluiting is afhankelijk van factoren zoals het gebruiksdoel van het gebouw, de verdeling van de kosten en het beheer van de voorzieningen.

Huidige situatie

In de huidige situatie beschikt het gebouw over een fysieke capaciteit van een 1750 kVA-transformator, terwijl het gecontracteerde vermogen op 300 kW is vastgesteld. Dit betekent dat het toegewezen vermogen aanzienlijk lager is dan de fysieke capaciteit die momenteel beschikbaar is in het gebouw. Wanneer er wordt overgestapt op een all-electric systeem, waarbij alle verwarmings- en koelsystemen op elektriciteit werken in plaats van houtsnippers of gas, zal er meer vermogen nodig zijn om aan de toenemende vraag te voldoen.

Capaciteit elektriciteit

In de huidige situatie beschikt het gebouw over een fysieke capaciteit van een 1750 kVA-transformator, terwijl het gecontracteerde vermogen is vastgesteld op 300 kW. Dit betekent dat het gecontracteerde vermogen, oftewel het toegewezen vermogen, lager is dan de aanwezige fysieke capaciteit. Door all-electric systeem te gaan, is er meer vermogen nodig en zal een verzoek tot verhoging van de elektriciteitscapaciteit moeten worden ingediend bij de netbeheerder. Bij individuele nutvoorziening units in het gebouw worden deze voorzien van hun eigen meterkast. De aansluiting van deze meterkasten op het elektriciteitsnet is ook afhankelijk van de bestaande infrastructuur en de beschikbare capaciteit in het netwerk.

5 Kostenraming constructies

Voor de mogelijke constructieve ingrepen in het gebouw is een kostenindicatie opgesteld. Dit betreft de kosten voor de ingrepen/aanvullingen aan het casco, dus exclusief bouwkundige voorzieningen.

Gebaseerd op de afmetingen van bouwdeel D (BVO 4 bouwlagen á 2.010 m², totaal 8.040 m²):

Constructief		
Optopping (casco)	Per m ²	Totaal (bouwdeel D)
Nokken / opstortingen boven bestaande kolommen		80.000
Verdeelliggers		290.000
Balklaag met beplating verdiepingsvloer		240.000
Balklaag met beplating dakvloer		190.000
Woningscheidende wand		169.000
Binnenwanden op tussenstramien		116.000
Gangscheiding exclusief esthetische afwerking		69.000
Optopping (casco)	€ 575	€ 1.154.000

Voor de individuele ingrepen zijn de kosten per stuk:

Opties (per stuk)	
Vergroten bereikbaarheid kelder kolom verwijderen	€ 30.000
Inrit met keerwanden en grondmassa	€ 170.000
Verwijderen prefab wand in H-kolom	€ 3.000

6 Aannames en onzekerheden

Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen zijn diverse aannames gedaan om te komen tot conclusies. Hierin is vaak gekozen voor conservatieve uitgangspunten op basis van de minimaal beschikbare gegevens in combinatie met kennis en ervaring van bestaande gebouwen. Het is aan te bevelen om hier in de vervolgfase nader onderzoek naar te verrichten om te komen tot scherpere conclusies en aanbevelingen. Tevens wordt geadviseerd om een uitgebreide bouwkundige inspectie uit te voeren op de kwaliteit van het gebouw.

6.1 Belastingaannames

In de onderzoeksfase zijn belastingaannames en constructieve berekeningen niet of nauwelijks aangetroffen. Voor de bouwkundige opbouw zijn deze gegevens bepaald op basis van een rondgang in combinatie met de beschikbare tekeningen.

Voor het bepalen van de ontwerpwaarde van de nuttige vloerbelasting zijn daarvoor de minimale waarden voor leslokalen van schoolgebouwen uit de oorspronkelijke norm gehanteerd. (Technische Grondslagen Bouwvoorschriften 1955). Het is van groot belang dat deze gegevens alsnog boven water komen. Een gehanteerde waarde voor de nuttige belasting van bijv. 3,0 i.p.v. 2,0 kN/m² heeft een grote invloed op de restpotentie.

6.2 Gegevens wapening en beton.

Er zijn voor dit gebouw enkele wapeningstekeningen aangetroffen die betrekking hebben op andere bouwdelen. De materiaal- en sterktegegevens van het beton zijn hierop gebaseerd. Er zijn geen wapeningstekeningen beschikbaar van het betoncasco. De conclusies t.a.v. restpotentie zijn gebaseerd op de rekenmethodes volgens NEN 8700 (toetsing van constructieve veiligheid bestaande bouw en verbouw). Bij het achterblijven van gegevens uit het archief kan onderzoek met een ferro-scanner i.c.m. het uitvoeren van kernboringen leiden tot meer duidelijkheid m.b.t. capaciteit van het casco.

6.3 Geluid

Voor de beoordeling van de huidige prestatie van het gebouw ten aanzien van interne geluidwering, zijn een aantal conservatieve aannames gedaan. Zo zijn, in overleg met het onderdeel constructies, volumieke massa's vastgesteld voor de verdiepingsvloeren en constructieve onderdelen zoals kolommen en dragende wanden. De benodigde verbeteringen komen voort uit de beschouwingen die zijn gedaan op de bestaande constructies met bovenstaande aannames. Om de aannames te toetsen, wordt er aangeraden om geluidmetingen uit te voeren in de huidige situatie, waarmee de luchtgeluid- en contactgeluidisolatie kan worden vastgesteld. Op basis van de gemeten resultaten kunnen in het vervolgtraject specifiekere voorzieningen worden aanbevolen.

Bijlage A.1 Relevante broninformatie

en derden > Gemeente Groningen > 240426 Archiefstukken > Bouwdossiers > 19660178 - tek vleugel A,B,C en D

Naam	Gewijzigd op	Type	Grootte
 19660178-AANVRAAG-001.pdf	4-7-2024 15:20	PDF Document	588 kB
 19660178-BEREKENING-001.pdf	4-7-2024 15:20	PDF Document	3.226 kB
 19660178-BEREKENING-002T.pdf	4-7-2024 15:20	PDF Document	576 kB
 19660178-BEREKENING-003T.pdf	4-7-2024 15:20	PDF Document	913 kB
 19660178-BEREKENING-004T.pdf	4-7-2024 15:20	PDF Document	504 kB
 19660178-BEREKENING-005T.pdf	4-7-2024 15:20	PDF Document	415 kB
 19660178-BEREKENING-006T.pdf	4-7-2024 15:20	PDF Document	594 kB
 19660178-BEREKENING-007T.pdf	4-7-2024 15:20	PDF Document	599 kB
 19660178-BEREKENING-008T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	464 kB
 19660178-BEREKENING-009T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	701 kB
 19660178-BEREKENING-010T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	699 kB
 19660178-BEREKENING-011T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	610 kB
 19660178-BEREKENING-012T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	631 kB
 19660178-BEREKENING-013T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	615 kB
 19660178-BEREKENING-014T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	571 kB
 19660178-BEREKENING-015T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	526 kB
 19660178-BEREKENING-016T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	541 kB
 19660178-BEREKENING-017T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	585 kB
 19660178-BEREKENING-018T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	613 kB
 19660178-BEREKENING-019T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	1.356 kB
 19660178-BEREKENING-020T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	1.848 kB
 19660178-BEREKENING-021T.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	394 kB
 19660178-OVERIG-001.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	585 kB
 19660178-tekeningen samengevoegd.pdf	4-7-2024 15:43	PDF Document	13.550 kB
 19660178-VERGUNNING-001.pdf	4-7-2024 15:21	PDF Document	249 kB

gen > relevante broninfo

Naam	Gewijzigd op	Type	Grootte
 Constructieve veiligheid van bestaande hoogbouw TNO.pdf	6-8-2024 11:00	PDF Document	2.652 kB
 TGB_1955.pdf	6-8-2024 09:03	PDF Document	11.472 kB

Bijlage A.2 Bijlagen constructief

Bijlage A.2.1 Gewichtsberekening oud vs nieuw

Veiligheidsfactoren nieuwbouw t.o.v. verbouw

gevolgklasse nieuwbouw	CC2	gevolgklasse verbouw	CC2
	6.10a	6.10b	6.10a 6.10b
gG =	1,35	1,20	gG = 1,30 1,15
gQ;o =	1,50	1,50	gQ;o = 1,30 1,30
gQ;w =	1,50	1,50	gQ;w = 1,40 1,40
gG =	0,90	0,90	gG = 0,90 0,90

Samenvatting restpotentie

rekenwaardes	bestaand (kN)	wonen (kN)	lichte industrie (kN)	kantoren (kN)	wonen + optopping (kN)
kolom as N	1202	1112	1119	1119	1188
kolom as B	1032	956	962	962	1020
H element as H	1420	1315	1350	1327	1401
H element as F	1250	1159	1192	1169	1232

	restpotentie			
	wonen	lichte industrie	kantoren	wonen + optopping
kolom as N	7,5%	6,9%	6,9%	1,2%
kolom as B	7,4%	6,9%	6,9%	1,2%
H element as H	7,4%	4,9%	6,5%	1,3%
H element as F	7,3%	4,6%	6,4%	1,4%

Grondspanningen

rekenwaardes	bestaand (kN/m2)	wonen (kN/m2)	lichte industrie (kN/m2)	kantoren (kN/m2)	wonen + optopping (kN/m2)
grondspanning e.g.	69,3	64,2	65,3	64,7	68,4
grondspanning wind	1,8	2,3	2,3	2,3	4,0
totaal	71,1	66,5	67,6	67,0	72,4

Bestaande situatie

	omschrijving	n	d m	Y _{rep} kN/m ³	g _{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p _{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
kolom as N	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	1	5,1	3,3	110,8	16,9	158
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	1	5,1	3,3	115,9	42,3	202
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	0,9	5,1	3,3	115,9	38,1	196
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	0,8	5,1	3,3	115,9	33,8	190
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,5	0,7	5,1	3,3	221,6	29,6	310
	pui	3	0,2	7,5	1,5	0	0	0	2,2	3,3	33,0	0,0	40
	borstwering	3	0,09	25	2,25	0	0	0	1,5	3,3	33,4	0,0	40
	borstwering dakvloer	1	0,15	25	3,75	0	0	0	0,6	3,3	7,9	0,0	9
	kolom kelder	2	0,3	25	7,5	0	0	0	0,4	3,3	19,8	0,0	24
	kolom verdiepingen	6	0,25	25	6,25	0	0	0	0,2	3,3	27,2	0,0	33
	Σ										801	161	1202

	omschrijving	n	d m	Y _{rep} kN/m ³	g _{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p _{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
kolom as B	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	1	4,3	3,3	92,9	14,2	133
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	1	4,3	3,3	97,2	35,5	170
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	0,9	4,3	3,3	97,2	31,9	165
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	0,8	4,3	3,3	97,2	28,4	159
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,5	0,7	4,3	3,3	185,9	24,8	260
	pui	3	0,2	7,5	1,5	0	0	0	2,2	3,3	33,0	0,0	40
	borstwering	3	0,09	25	2,25	0	0	0	1,5	3,3	33,4	0,0	40
	borstwering dakvloer	1	0,15	25	3,75	0	0	0	0,6	3,3	7,9	0,0	9
	kolom kelder	2	0,3	25	7,5	0	0	0	0,4	3,3	19,8	0,0	24
	kolom verdiepingen	6	0,25	25	6,25	0	0	0	0,2	3,3	27,2	0,0	33
	Σ										692	135	1032

	omschrijving	n	d m	Y _{rep} kN/m ³	g _{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p _{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
H element as H	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	1	5,8	3,3	124,8	19,1	178
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	1	4,1	3,3	93,2	34,0	163
	2e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,88	1,1	3	1	1,7	3,3	43,4	16,3	77
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	0,9	4,1	3,3	93,2	30,6	158
	1e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,88	1,1	3	0,9	1,7	3,3	43,4	14,7	74
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	0,8	4,1	3,3	93,2	27,2	153
	bg verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,88	1,1	3	0,8	1,7	3,3	43,4	13,1	72
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,5	0,7	5,8	3,3	249,7	33,4	350
	H-element ihwg	8	0,22	25	5,5	0	0	0	0,8	3,3	116,2	0,0	139
	H-element prefab	4	0,1	25	2,5	0	0	0	1,4	3,3	47,2	0,0	57
	Σ										948	188	1420

	omschrijving	n	d m	Y _{rep} kN/m ³	g _{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p _{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
H element as F	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	1	5,0	3,3	107,0	16,3	153
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	1	3,3	3,3	74,6	27,2	130
	2e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,88	1,1	3	1	1,7	3,3	43,4	16,3	77
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	0,9	3,3	3,3	74,6	24,5	126
	1e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,88	1,1	3	0,9	1,7	3,3	43,4	14,7	74
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,5	0,8	3,3	3,3	74,6	21,8	122
	bg verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,88	1,1	3	0,8	1,7	3,3	43,4	13,1	72
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,5	0,7	5,0	3,3	214,0	28,6	300
	H-element ihwg	8	0,22	25	5,5	0	0	0	0,8	3,3	116,2	0,0	139
	H-element prefab	4	0,1	25	2,5	0	0	0	1,4	3,3	47,2	0,0	57
	Σ										838	163	1250

Toekomstige situatie – wonen

	omschrijving	n	d m	γ_{rep} kN/m ³	g_{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p_{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
kolom as N	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	5,1	3,3	110,8	0,0	127
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	0,4	5,1	3,3	115,9	15,2	153
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	0,4	5,1	3,3	115,9	15,2	153
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	5,1	3,3	115,9	38,1	183
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	5,1	3,3	221,6	38,1	304
	akoestische maatregelen (nat)	3			0,9	0	0	1	5,1	3,3	45,4	0,0	52
	pui	3	0,2	7,5	1,5	0	0	0	2,2	3,3	33,0	0,0	38
	borstwering	3	0,09	25	2,25	0	0	0	1,5	3,3	33,4	0,0	38
	borstwering dakvloer	1	0,15	25	3,75	0	0	0	0,6	3,3	7,9	0,0	9
	kolom kelder	2	0,3	25	7,5	0	0	0	0,4	3,3	19,8	0,0	23
	kolom verdiepingen	6	0,25	25	6,25	0	0	0	0,2	3,3	27,2	0,0	31
	Σ										847	107	1112

	omschrijving	n	d m	γ_{rep} kN/m ³	g_{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p_{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
kolom as B	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	4,3	3,3	92,9	0,0	107
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	0,4	4,3	3,3	97,2	12,8	128
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	0,4	4,3	3,3	97,2	12,8	128
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	4,3	3,3	97,2	31,9	153
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	4,3	3,3	185,9	31,9	255
	akoestische maatregelen (nat)	3			0,9	0	0	1	4,3	3,3	38,3	0,0	44
	pui	3	0,2	7,5	1,5	0	0	0	2,2	3,3	33,0	0,0	38
	borstwering	3	0,09	25	2,25	0	0	0	1,5	3,3	33,4	0,0	38
	borstwering dakvloer	1	0,15	25	3,75	0	0	0	0,6	3,3	7,9	0,0	9
	kolom kelder	2	0,3	25	7,5	0	0	0	0,4	3,3	19,8	0,0	23
	kolom verdiepingen	6	0,25	25	6,25	0	0	0	0,2	3,3	27,2	0,0	31
	Σ										730	89	956

	omschrijving	n	d m	γ_{rep} kN/m ³	g_{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p_{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
H element as H	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	5,8	3,3	124,8	0,0	144
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	0,4	4,1	3,3	93,2	12,3	123
	2e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	3	0,4	1,7	3,3	43,4	6,5	58
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	0,4	4,1	3,3	93,2	12,3	123
	1e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	3	0,4	1,7	3,3	43,4	6,5	58
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	4,1	3,3	93,2	30,6	147
	bg verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	3	1	1,7	3,3	43,4	16,3	71
	akoestische maatregelen (nat)	3			0,9	0	0	1	5,8	3,3	51,7	0,0	59
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	5,8	3,3	249,7	42,9	343
	H-element ihwg	8	0,22	25	5,5	0	0	0	0,8	3,3	116,2	0,0	134
	H-element prefab	4	0,1	25	2,5	0	0	0	1,4	3,3	47,2	0,0	54
	Σ										1000	127	1315

	omschrijving	n	d m	γ_{rep} kN/m ³	g_{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p_{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
H element as F	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	5,0	3,3	107,0	0,0	123
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	0,4	3,3	3,3	74,6	9,8	99
	2e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	3	0,4	1,7	3,3	43,4	6,5	58
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	0,4	3,3	3,3	74,6	9,8	99
	1e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	3	0,4	1,7	3,3	43,4	6,5	58
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	3,3	3,3	74,6	24,5	118
	bg verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	3	1	1,7	3,3	43,4	16,3	71
	akoestische maatregelen (nat)	3			0,9	0	0	1	5,0	3,3	44,6	0,0	51
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	5,0	3,3	214,0	36,8	294
	H-element ihwg	8	0,22	25	5,5	0	0	0	0,8	3,3	116,2	0,0	134
	H-element prefab	4	0,1	25	2,5	0	0	0	1,4	3,3	47,2	0,0	54
	Σ										883	110	1159

Toekomstige situatie – lichte industrie

	omschrijving		n	d	Y_{rep}	g_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	Q_p	Q_k	Q_d
				m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN	kN	kN
kolom as N	dak	dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	5,1	3,3	110,8	0,0	127
	2e	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	5,1	3,3	115,9	38,1	183
	1e	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	5,1	3,3	115,9	38,1	183
	bg	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	5,1	3,3	115,9	38,1	183
		keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	5,1	3,3	221,6	38,1	304
		pui	3	0,2	7,5	1,5	0	0	0	2,2	3,3	33,0	0,0	38
		borstwering	3	0,09	25	2,25	0	0	0	1,5	3,3	33,4	0,0	38
		borstwering dakvloer	1	0,15	25	3,75	0	0	0	0,6	3,3	7,9	0,0	9
		kolom kelder	2	0,3	25	7,5	0	0	0	0,4	3,3	19,8	0,0	23
		kolom verdiepingen	6	0,25	25	6,25	0	0	0	0,2	3,3	27,2	0,0	31
	Σ											801	152	1119

	omschrijving		n	d	Y_{rep}	g_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	Q_p	Q_k	Q_d
				m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN	kN	kN
kolom as B	dak	dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	4,3	3,3	92,9	0,0	107
	2e	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	4,3	3,3	97,2	31,9	153
	1e	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	4,3	3,3	97,2	31,9	153
	bg	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	4,3	3,3	97,2	31,9	153
		keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	4,3	3,3	185,9	31,9	255
		pui	3	0,2	7,5	1,5	0	0	0	2,2	3,3	33,0	0,0	38
		borstwering	3	0,09	25	2,25	0	0	0	1,5	3,3	33,4	0,0	38
		borstwering dakvloer	1	0,15	25	3,75	0	0	0	0,6	3,3	7,9	0,0	9
		kolom kelder	2	0,3	25	7,5	0	0	0	0,4	3,3	19,8	0,0	23
		kolom verdiepingen	6	0,25	25	6,25	0	0	0	0,2	3,3	27,2	0,0	31
	Σ											692	128	962

	omschrijving		n	d	Y_{rep}	g_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	Q_p	Q_k	Q_d
				m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN	kN	kN
H element as H	dak	dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	5,8	3,3	124,8	0,0	144
	2e	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	4,1	3,3	93,2	30,6	147
	2e	verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	1	1,7	3,3	43,4	21,8	78
	1e	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	4,1	3,3	93,2	30,6	147
	1e	verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	1	1,7	3,3	43,4	21,8	78
	bg	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	4,1	3,3	93,2	30,6	147
	bg	verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	1	1,7	3,3	43,4	21,8	78
		keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	5,8	3,3	249,7	42,9	343
		H-element ihwg	8	0,22	25	5,5	0	0	0	0,8	3,3	116,2	0,0	134
		H-element prefab	4	0,1	25	2,5	0	0	0	1,4	3,3	47,2	0,0	54
	Σ											948	200	1350

	omschrijving		n	d	Y_{rep}	g_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	Q_p	Q_k	Q_d
				m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN	kN	kN
H element as F	dak	dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	5,0	3,3	107,0	0,0	123
	2e	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	3,3	3,3	74,6	24,5	118
	2e	verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	1	1,7	3,3	43,4	21,8	78
	1e	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	3,3	3,3	74,6	24,5	118
	1e	verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	1	1,7	3,3	43,4	21,8	78
	bg	verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	2,25	1	3,3	3,3	74,6	24,5	118
	bg	verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	1	1,7	3,3	43,4	21,8	78
		keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	5,0	3,3	214,0	36,8	294
		H-element ihwg	8	0,22	25	5,5	0	0	0	0,8	3,3	116,2	0,0	134
		H-element prefab	4	0,1	25	2,5	0	0	0	1,4	3,3	47,2	0,0	54
	Σ											838	176	1192

Toekomstige situatie – kantoren

	omschrijving	n	d m	Y _{rep} kN/m ³	g _{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p _{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
kolom as N	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	5,1	3,3	110,8	0,0	127
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	0,5	5,1	3,3	115,9	25,4	166
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	0,5	5,1	3,3	115,9	25,4	166
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	1	5,1	3,3	115,9	50,7	199
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	3	1	5,1	3,3	221,6	50,7	321
	pui	3	0,2	7,5	1,5	0	0	0	2,2	3,3	33,0	0,0	38
	borstwering	3	0,09	25	2,25	0	0	0	1,5	3,3	33,4	0,0	38
	borstwering dakvloer	1	0,15	25	3,75	0	0	0	0,6	3,3	7,9	0,0	9
	kolom kelder	2	0,3	25	7,5	0	0	0	0,4	3,3	19,8	0,0	23
	kolom verdiepingen	6	0,25	25	6,25	0	0	0	0,2	3,3	27,2	0,0	31
									Σ		801	152	1119

	omschrijving	n	d m	Y _{rep} kN/m ³	g _{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p _{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
kolom as B	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	4,3	3,3	92,9	0,0	107
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	0,5	4,3	3,3	97,2	21,3	139
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	0,5	4,3	3,3	97,2	21,3	139
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	1	4,3	3,3	97,2	42,6	167
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	3	1	4,3	3,3	185,9	42,6	269
	pui	3	0,2	7,5	1,5	0	0	0	2,2	3,3	33,0	0,0	38
	borstwering	3	0,09	25	2,25	0	0	0	1,5	3,3	33,4	0,0	38
	borstwering dakvloer	1	0,15	25	3,75	0	0	0	0,6	3,3	7,9	0,0	9
	kolom kelder	2	0,3	25	7,5	0	0	0	0,4	3,3	19,8	0,0	23
	kolom verdiepingen	6	0,25	25	6,25	0	0	0	0,2	3,3	27,2	0,0	31
									Σ		692	128	962

	omschrijving	n	d m	Y _{rep} kN/m ³	g _{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p _{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
H element as H	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	5,8	3,3	124,8	0,0	144
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	0,5	4,1	3,3	93,2	20,4	134
	2e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	0,5	1,7	3,3	43,4	10,9	64
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	0,5	4,1	3,3	93,2	20,4	134
	1e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	0,5	1,7	3,3	43,4	10,9	64
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	1	4,1	3,3	93,2	40,8	160
	bg verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	1	1,7	3,3	43,4	21,8	78
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	3	1	5,8	3,3	249,7	57,2	361
	H-element ihwg	8	0,22	25	5,5	0	0	0	0,8	3,3	116,2	0,0	134
	H-element prefab	4	0,1	25	2,5	0	0	0	1,4	3,3	47,2	0,0	54
									Σ		948	182	1327

	omschrijving	n	d m	Y _{rep} kN/m ³	g _{rep} kN/m ²	afwerking kN/m ²	p _{rep} kN/m ²	ψ	lengte m	b/h m	Qp kN	Qk kN	Qd kN
H element as F	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,8	1	0	5,0	3,3	107,0	0,0	123
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	0,5	3,3	3,3	74,6	16,3	107
	2e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	0,5	1,7	3,3	43,4	10,9	64
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	0,5	3,3	3,3	74,6	16,3	107
	1e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	0,5	1,7	3,3	43,4	10,9	64
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	1,1	3	1	3,3	3,3	74,6	32,7	128
	bg verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	1,1	4	1	1,7	3,3	43,4	21,8	78
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	3	1	5,0	3,3	214,0	49,0	310
	H-element ihwg	8	0,22	25	5,5	0	0	0	0,8	3,3	116,2	0,0	134
	H-element prefab	4	0,1	25	2,5	0	0	0	1,4	3,3	47,2	0,0	54
									Σ		838	158	1169

Toekomstige situatie – wonen + optoppen

	omschrijving	n	d	Y_{rep}	g_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	Q_p	Q_k	Q_d
			m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN	kN	kN
kolom as N	optopping	1	-	-	4	0	2,25	0,4	5,1	3,3	67,7	15,2	98
	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,3	1	0	5,1	3,3	102,3	0,0	118
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	0,4	5,1	3,3	107,4	15,2	143
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	0,4	5,1	3,3	107,4	15,2	143
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	1	5,1	3,3	107,4	38,1	173
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	5,1	3,3	221,6	38,1	304
	afwerking bouwfysica	4			0,9	0	0	1	5,1	3,3	60,6	0,0	70
	pui	3	0,2	7,5	1,5	0	0	0	2,2	3,3	33,0	0,0	38
	borstwering	3	0,09	25	2,25	0	0	0	1,5	3,3	33,4	0,0	38
	borstwering dakvloer	1	0,15	25	3,75	0	0	0	0,6	3,3	7,9	0,0	9
	kolom kelder	2	0,3	25	7,5	0	0	0	0,4	3,3	19,8	0,0	23
	kolom verdiepingen	6	0,25	25	6,25	0	0	0	0,2	3,3	27,2	0,0	31
										Σ	896	122	1188

	omschrijving	n	d	Y_{rep}	g_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	Q_p	Q_k	Q_d
			m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN	kN	kN
kolom as B	optopping	1	-	-	4	0	2,25	0,4	4,3	3,3	56,8	12,8	82
	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,3	1	0	4,3	3,3	85,8	0,0	99
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	0,4	4,3	3,3	90,1	12,8	120
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	0,4	4,3	3,3	90,1	12,8	120
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	1	4,3	3,3	90,1	31,9	145
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	4,3	3,3	185,9	31,9	255
	afwerking bouwfysica	4			0,9	0	0	1	4,3	3,3	51,1	0,0	59
	pui	3	0,2	7,5	1,5	0	0	0	2,2	3,3	33,0	0,0	38
	borstwering	3	0,09	25	2,25	0	0	0	1,5	3,3	33,4	0,0	38
	borstwering dakvloer	1	0,15	25	3,75	0	0	0	0,6	3,3	7,9	0,0	9
	kolom kelder	2	0,3	25	7,5	0	0	0	0,4	3,3	19,8	0,0	23
	kolom verdiepingen	6	0,25	25	6,25	0	0	0	0,2	3,3	27,2	0,0	31
										Σ	771	102	1020

	omschrijving	n	d	Y_{rep}	g_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	Q_p	Q_k	Q_d
			m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN	kN	kN
H element as H	optopping	1	-	-	4	0	2,25	0,4	5,8	3,3	76,2	17,2	110
	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,3	1	0	5,8	3,3	115,3	0,0	133
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	0,4	4,1	3,3	86,4	12,3	115
	2e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	0,6	3	0,4	1,7	3,3	40,7	6,5	55
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	0,4	4,1	3,3	86,4	12,3	115
	1e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	0,6	3	0,4	1,7	3,3	40,7	6,5	55
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	1	4,1	3,3	86,4	30,6	139
	bg verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	0,6	3	1	1,7	3,3	40,7	16,3	68
	afwerking bouwfysica	4			0,9	0	0	1	5,8	3,3	68,9	0,0	79
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	5,8	3,3	249,7	42,9	343
	H-element ihwg	8	0,22	25	5,5	0	0	0	0,8	3,3	116,2	0,0	134
	H-element prefab	4	0,1	25	2,5	0	0	0	1,4	3,3	47,2	0,0	54
										Σ	1055	145	1401

	omschrijving	n	d	Y_{rep}	g_{rep}	afwerking	p_{rep}	ψ	lengte	b/h	Q_p	Q_k	Q_d
			m	kN/m^3	kN/m^2	kN/m^2	kN/m^2		m	m	kN	kN	kN
H element as F	optopping	1	-	-	4	0	2,25	0,4	5,0	3,3	65,3	14,7	94
	dak dakvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,3	1	0	5,0	3,3	98,8	0,0	114
	2e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	0,4	3,3	3,3	69,2	9,8	92
	2e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	0,6	3	0,4	1,7	3,3	40,7	6,5	55
	1e verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	0,4	3,3	3,3	69,2	9,8	92
	1e verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	0,6	3	0,4	1,7	3,3	40,7	6,5	55
	bg verdiepingsvloer d=275mm	1	0,23	25	5,75	0,6	2,25	1	3,3	3,3	69,2	24,5	111
	bg verdiepingsvloer gang d=275mm	1	0,275	25	6,875	0,6	3	1	1,7	3,3	40,7	16,3	68
	afwerking bouwfysica	4			0,9	0	0	1	5,0	3,3	59,4	0,0	68
	keldervloer d=500mm	1	0,5	25	12,5	0,6	2,25	1	5,0	3,3	214,0	36,8	294
	H-element ihwg	8	0,22	25	5,5	0	0	0	0,8	3,3	116,2	0,0	134
	H-element prefab	4	0,1	25	2,5	0	0	0	1,4	3,3	47,2	0,0	54
										Σ	930	125	1232

Bijlage A.2.2 Stabiliteit

Systeem in dwarsrichting						
breedte (b)	hoogte (h)	red	I	E	EI	
mm	mm		mm ⁴	N/mm ²	Nmm ²	opmerking
300	400	1	1,6E+09	8000	1,28E+13	
220	250	1	2,86E+08	10000	2,86E+12	
1650	275	1	2,86E+09	3500	1E+13	
1650	275	0,88	2,52E+09	3500	8,81E+12	stijfheidsreductie ivm ingestorte kokers
825	275	1	1,43E+09	3500	5E+12	50% sparing zone
1650	500	1	1,72E+10	10000	1,72E+14	
220	800	1	9,39E+09	5000	4,69E+13	

Aanpendelende belasting												
	omschrijving	d	γ_{rep}	g_{rep}	constructie	p_{rep}	ψ	lijnlast	A	Q_p	Q_k	Q_d
		m	kN/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²		kN	m ²	kN	kN	kN
P1 t/m P3	Verdieping	1	0,217	25	2,10	1,26	3,00	1	396	3479	1188	5957
P4	Dak	1	0,217	25	1,00	0,63	1,00	1	396	2794	396	3947

EC2

Wind in langsrichting

q_p	C_{pe}	C_{pi}	corell. factor	l	b	h	Q
kN/m ²				m	m	m	kN
0,88	0,04		1	19,80	1,00	3,60	2,5
							2,5

w1

q_p	C_{pe}	C_{pi}	corell. factor	l	b	h	Q
kN/m ²				m	m	m	kN
0,88	0,04		1	19,80	1,00	7,20	5,0
							5,0

w2 t/m w3

q_p	C_{pe}	C_{pi}	corell. factor	l	b	h	Q
kN/m ²				m	m	m	kN
0,88	0,04		1	19,80	1,00	25,60	17,8
							17,8

w4

Wind in dwarsrichting

q_p	C_{pe}	C_{pi}	corell. factor	l	b	h	Q
kN/m ²				m	m	m	kN
0,88	0,8		0,85	1,00	1,65	1,80	1,8
0,88	0,5		0,85	1,00	1,65	1,80	1,1
0,88	0,04		1	0,00	1,00		0,0
							2,9

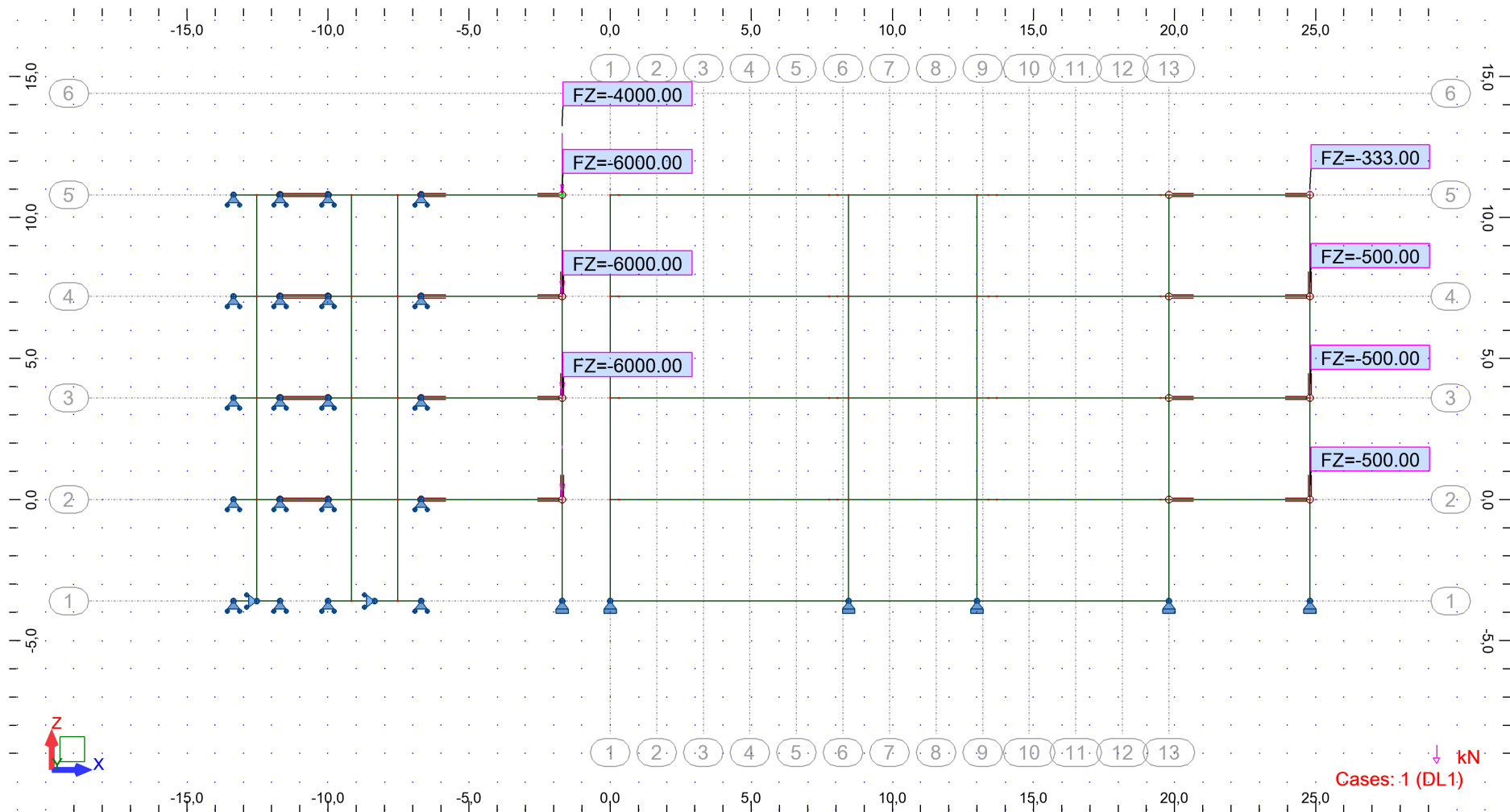
w1

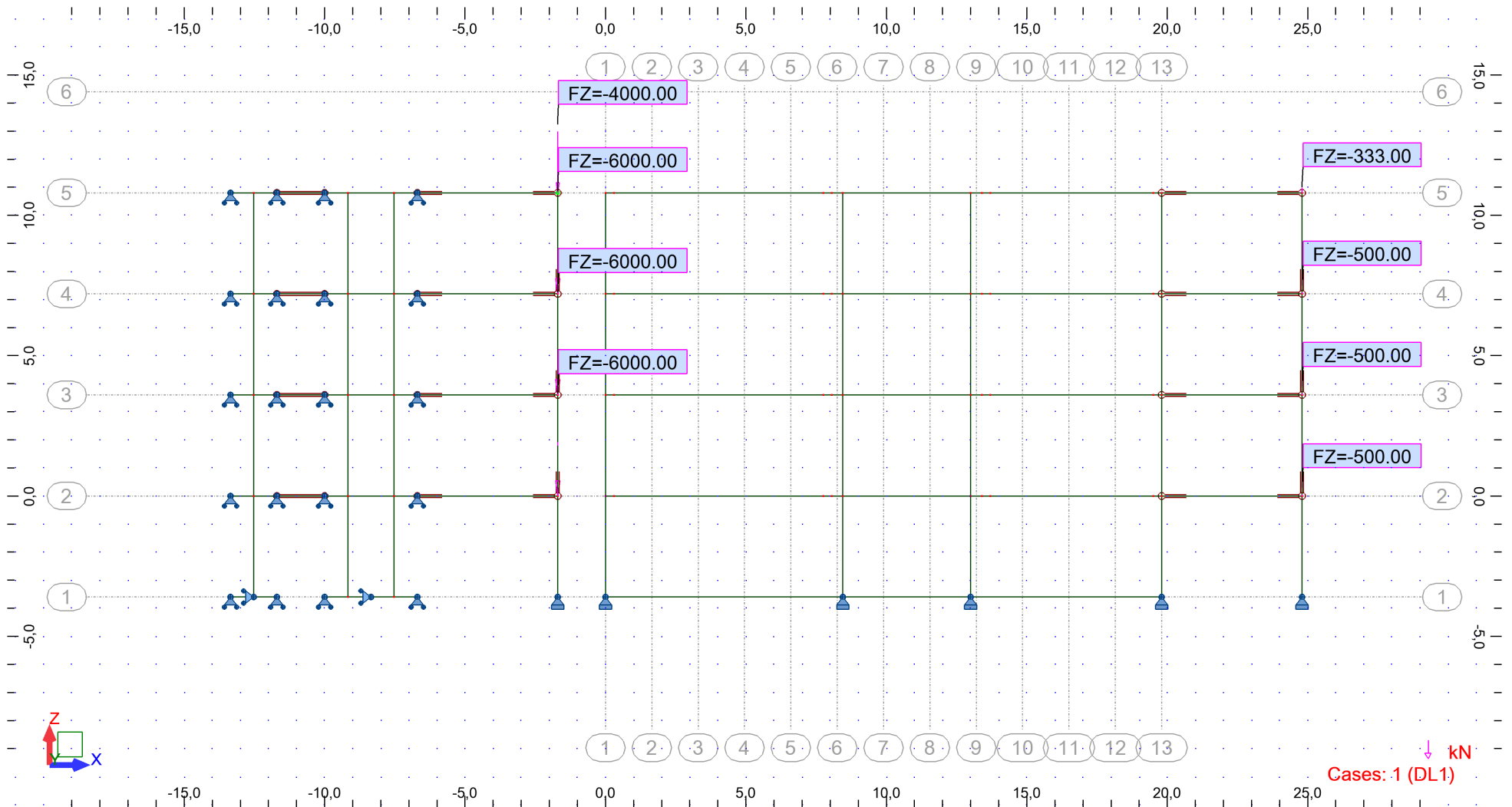
q_p	C_{pe}	C_{pi}	corell. factor	l	b	h	Q
kN/m ²				m	m	m	kN
0,88	0,8		0,85	1,00	1,65	3,60	3,6
0,88	0,5		0,85	1,00	1,65	3,60	2,2
0,88	0,04		1	0,00	1,00		0,0
							5,8

w2 t/m w3

q_p	C_{pe}	C_{pi}	corell. factor	l	b	h	Q
kN/m ²				m	m	m	kN
0,88	0,8		0,85	1,65	1,00	1,80	1,8
0,88	0,5		0,85	1,65	1,00	1,80	1,1
0,88	0,04		1	20,00	1,65	1,00	1,2
							4,0

w4





Data - Nodes

Node	X (m)	Z (m)	Support code	Support
1	-10,00	-3,60	fxf	uz
2	-6,70	-3,60	fxf	uz
3	-10,00	0,0	fxf	uz
4	-9,18	0,0		
5	-7,53	0,0		
6	-6,70	0,0	fxf	uz
7	-9,18	-3,60		
8	-7,53	-3,60		
9	-8,35	-3,60	xff	ux
11	0,0	10,80		
19	-13,35	-3,60	fxf	uz
20	-11,70	-3,60	fxf	uz
23	-12,53	-3,60	xff	ux
24	-12,53	0,0		
25	-13,35	0,0	fxf	uz
26	-11,70	0,0	fxf	uz
27	-10,00	3,60	fxf	uz
28	-9,18	3,60		
29	-7,53	3,60		
30	-6,70	3,60	fxf	uz
31	-13,35	3,60	fxf	uz
32	-11,70	3,60	fxf	uz
33	-12,53	3,60		
34	-10,00	7,20	fxf	uz
35	-9,18	7,20		
36	-7,53	7,20		
37	-6,70	7,20	fxf	uz
38	-13,35	7,20	fxf	uz
39	-11,70	7,20	fxf	uz
40	-12,53	7,20		
41	-10,00	10,80	fxf	uz
42	-9,18	10,80		
43	-7,53	10,80		
44	-6,70	10,80	fxf	uz
45	-13,35	10,80	fxf	uz
46	-11,70	10,80	fxf	uz
47	-12,53	10,80		
48	-1,70	10,80		
49	-1,70	7,20		
50	-1,70	3,60		
51	-1,70	0,0		
52	-1,70	-3,60	xxf	Scharnierend
56	0,0	7,20		
58	0,0	3,60		
60	0,0	0,0		
63	0,0	-3,60	xxf	Scharnierend
64	19,80	-3,60	xxf	Scharnierend
65	19,80	0,0		
66	8,45	-3,60	xxf	Scharnierend
67	8,45	0,0		
68	13,00	-3,60	xxf	Scharnierend
69	13,00	0,0		

Node	X (m)	Z (m)	Support code	Support
70	0,30	0,0		
71	8,05	0,0		
72	7,75	0,0		
73	13,40	0,0		
74	13,70	0,0		
75	19,50	0,0		
76	19,80	10,80		
77	24,80	10,80		
78	19,80	7,20		
79	24,80	7,20		
80	19,80	3,60		
81	24,80	3,60		
82	24,80	0,0		
83	24,80	-3,60	xxf	Scharnierend
84	8,45	3,60		
85	13,00	3,60		
86	0,30	3,60		
87	8,05	3,60		
88	7,75	3,60		
89	13,40	3,60		
90	13,70	3,60		
91	19,50	3,60		
92	8,45	7,20		
93	13,00	7,20		
94	0,30	7,20		
95	8,05	7,20		
96	7,75	7,20		
97	13,40	7,20		
98	13,70	7,20		
99	19,50	7,20		
100	8,45	10,80		
101	13,00	10,80		
102	0,30	10,80		
103	8,05	10,80		
104	7,75	10,80		
105	13,40	10,80		
106	13,70	10,80		
107	19,50	10,80		

Data - Members

Member	Node 1	Node 2	Section	Material	Length (m)	Gamma (Rad)	Type
1	1	2	V	E 10000	3,30	0,0	Simple member
2	3	4	VII	E 3500	0,82	0,0	Simple member
3	4	5	VIII	E 3500	1,65	0,0	Simple member
4	5	6	VII	E 3500	0,83	0,0	Simple member
5	7	4	VI	E 5000	3,60	0,0	Simple member
6	8	5	VI	E 5000	3,60	0,0	Simple member
8	63	64	1650x500	E 10000	19,80	0,0	RC Beam
9	63	60	300x400	E 8000	3,60	0,0	RC Beam
10	64	65	300x400	E 8000	3,60	0,0	RC Beam
11	66	67	220x800	E 5000	3,60	0,0	RC Beam
12	68	69	220x800	E 5000	3,60	0,0	RC Beam

Member	Node 1	Node 2	Section	Material	Length (m)	Gamma (Rad)	Type
13	19	20	III	E 10000	1,65	0,0	Simple member
14	60	70	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
15	23	24	I	E 8000	3,60	0,0	Simple member
16	25	26	IV	E 3500	1,65	0,0	Simple member
17	27	28	VII	E 3500	0,82	0,0	Simple member
18	28	29	VIII	E 3500	1,65	0,0	Simple member
19	29	30	VII	E 3500	0,83	0,0	Simple member
20	4	28	VI	E 5000	3,60	0,0	Simple member
21	5	29	VI	E 5000	3,60	0,0	Simple member
22	31	32	IV	E 3500	1,65	0,0	Simple member
23	24	33	II	E 10000	3,60	0,0	Simple member
24	34	35	VII	E 3500	0,82	0,0	Simple member
25	35	36	VIII	E 3500	1,65	0,0	Simple member
26	36	37	VII	E 3500	0,83	0,0	Simple member
27	28	35	VI	E 5000	3,60	0,0	Simple member
28	29	36	VI	E 5000	3,60	0,0	Simple member
29	38	39	IV	E 3500	1,65	0,0	Simple member
30	33	40	II	E 10000	3,60	0,0	Simple member
31	41	42	VII	E 3500	0,82	0,0	Simple member
32	42	43	VIII	E 3500	1,65	0,0	Simple member
33	43	44	VII	E 3500	0,83	0,0	Simple member
34	35	42	VI	E 5000	3,60	0,0	Simple member
35	36	43	VI	E 5000	3,60	0,0	Simple member
36	45	46	IV	E 3500	1,65	0,0	Simple member
37	40	47	II	E 10000	3,60	0,0	Simple member
38	46	41	pendel	STAAL	1,70	0,0	Beam
39	44	48	pendel	STAAL	5,00	0,0	Beam
40	37	49	pendel	STAAL	5,00	0,0	Beam
41	30	50	pendel	STAAL	5,00	0,0	Beam
42	6	51	pendel	STAAL	5,00	0,0	Beam
43	48	49	pendel	STAAL	3,60	0,0	Beam
44	49	50	pendel	STAAL	3,60	0,0	Beam
45	50	51	pendel	STAAL	3,60	0,0	Beam
46	51	52	pendel	STAAL	3,60	0,0	Beam
47	39	34	pendel	STAAL	1,70	0,0	Beam
48	32	27	pendel	STAAL	1,70	0,0	Beam
49	26	3	pendel	STAAL	1,70	0,0	Beam
50	67	71	825x275	E 3500	0,40	0,0	RC Beam
51	71	72	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
52	69	73	825x275	E 3500	0,40	0,0	RC Beam
53	73	74	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
54	65	75	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
55	67	69	1650x275	E 3500	4,55	0,0	RC Beam
56	70	72	1650x275 r	E 3500	7,45	0,0	RC Beam
57	74	75	1650x275 r	E 3500	5,80	0,0	RC Beam
58	76	77	pendel	STAAL	5,00	0,0	Beam
59	78	79	pendel	STAAL	5,00	0,0	Beam
60	80	81	pendel	STAAL	5,00	0,0	Beam
61	65	82	pendel	STAAL	5,00	0,0	Beam
62	77	79	pendel	STAAL	3,60	0,0	Beam
63	79	81	pendel	STAAL	3,60	0,0	Beam
64	81	82	pendel	STAAL	3,60	0,0	Beam
65	82	83	pendel	STAAL	3,60	0,0	Beam
66	60	58	220x250	E 10000	3,60	0,0	RC Beam
67	65	80	220x250	E 10000	3,60	0,0	RC Beam

Member	Node 1	Node 2	Section	Material	Length (m)	Gamma (Rad)	Type
68	67	84	220x800	E 5000	3,60	0,0	RC Beam
69	69	85	220x800	E 5000	3,60	0,0	RC Beam
70	58	86	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
71	84	87	825x275	E 3500	0,40	0,0	RC Beam
72	87	88	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
73	85	89	825x275	E 3500	0,40	0,0	RC Beam
74	89	90	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
75	80	91	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
76	84	85	1650x275	E 3500	4,55	0,0	RC Beam
77	86	88	1650x275 r	E 3500	7,45	0,0	RC Beam
78	90	91	1650x275 r	E 3500	5,80	0,0	RC Beam
79	58	56	220x250	E 10000	3,60	0,0	RC Beam
80	80	78	220x250	E 10000	3,60	0,0	RC Beam
81	84	92	220x800	E 5000	3,60	0,0	RC Beam
82	85	93	220x800	E 5000	3,60	0,0	RC Beam
83	56	94	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
84	92	95	825x275	E 3500	0,40	0,0	RC Beam
85	95	96	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
86	93	97	825x275	E 3500	0,40	0,0	RC Beam
87	97	98	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
88	78	99	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
89	92	93	1650x275	E 3500	4,55	0,0	RC Beam
90	94	96	1650x275 r	E 3500	7,45	0,0	RC Beam
91	98	99	1650x275 r	E 3500	5,80	0,0	RC Beam
92	56	11	220x250	E 10000	3,60	0,0	RC Beam
93	78	76	220x250	E 10000	3,60	0,0	RC Beam
94	92	100	220x800	E 5000	3,60	0,0	RC Beam
95	93	101	220x800	E 5000	3,60	0,0	RC Beam
96	11	102	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
97	100	103	825x275	E 3500	0,40	0,0	RC Beam
98	103	104	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
99	101	105	825x275	E 3500	0,40	0,0	RC Beam
100	105	106	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
101	76	107	1650x275	E 3500	0,30	0,0	RC Beam
102	100	101	1650x275	E 3500	4,55	0,0	RC Beam
103	102	104	1650x275 r	E 3500	7,45	0,0	RC Beam
104	106	107	1650x275 r	E 3500	5,80	0,0	RC Beam

Data - Sections

	Section name	Member list	AX (mm2)	AY (mm2)	AZ (mm2)	IX (mm4)	IY (mm4)	IZ (mm4)
	1650x500	8	825000,00	687500,00	687500,00	5562101665	1718750000	1871718750
	III	13	21900000,0	18250000,0	18250000,0	1811870194	4562500000	3501153000
	I	15	2880000,00	2400000,00	2400000,00	8469837722	2160000000	2211839999
	IV	16 22 29 36	12045000,0	10037500,0	10037500,0	3024329157	7590859375	1925634150
	V	1	14700000,0	12250000,0	12250000,0	1211870194	3062500000	1058840999
	VI	5 6 20 21 27	2112000,00	1760000,00	1760000,00	3358148229	8518400000	1622016000
	VII	2 4 17 19 24	7095000,00	5912500,00	5912500,00	1776516657	4471328125	3935596499
	VIII	3 18 25 32	7095000,00	5912500,00	5912500,00	1776516657	4471328125	3935596499
	II	23 30 37	1320000,00	1100000,00	1100000,00	2080388229	5324000000	3960000000
	pendel	38to49 58to	785398,16	662679,70	662679,70	9817477042	4908738521	4908738521
	300x400	9 10	120000,00	100000,00	100000,00	1948987778	1600000000	900000000,
	220x800	11 12 68 69	176000,00	146666,67	146666,67	2347359666	9386666666	709866666,

	Section name	Member list	AX (mm2)	AY (mm2)	AZ (mm2)	IX (mm4)	IY (mm4)	IZ (mm4)
	1650x275	14 51 53to5	453750,00	378125,00	378125,00	1023682201	2859570312	1029445312
	825x275	50 52 71 73	226875,00	189062,50	189062,50	4517874403	1429785156	1286806640
	1650x275 red	56 57 77 78	453750,00	378125,00	378125,00	1023682201	2516421875	1029445312
	220x250	66 67 79 80	55000,00	45833,33	45833,33	422048427	286458333	221833333

Data - Materials

	Material	E (MPa)	G (MPa)	NI	LX (1/°C)	RO (kN/m3)	Re (MPa)
1	STAAL	210000,00	80800,00	0,3	0,00	77,01	235,00
2	E 10000	10000,00	12500,00	0,2	0,00	24,53	20,00
3	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
4	E 5000	5000,00	12500,00	0,2	0,00	24,53	20,00
5	E 8000	8000,00	12500,00	0,2	0,00	24,53	20,00

Data - Supports

	Support name	List of nodes	List of edges	List of objects
	uz	1to3 6 19 20 25to27 30to		
	ux	9 23		
	Scharnierend	52 63 64 66 68 83		

	Support conditions
	UZ
	UX
	UX UZ

Loads - Cases

Case	Label	Case name	Nature
1	DL1	DL1	dead
2	WIND1	WIND1	wind
3		COMB1	dead
4		COMB2	dead

Case	Analysis type
1	Static - Linear
2	Static - Linear
3	Linear Combination
4	Nonlin. Combination

Loads - Values

	Case	Load type	List	Load values
	1	nodal force	79 81 82	FZ=-500,00(kN)

	Case	Load type	List	Load values
	1	nodal force	48	FZ=-4000,00(kN)
	1	nodal force	77	FZ=-333,00(kN)
	1	nodal force	49to51	FZ=-6000,00(kN)
	2	nodal force	49 50	FX=5,00(kN)
	2	nodal force	48	FX=17,80(kN)
	2	nodal force	51	FX=2,50(kN)
	2	nodal force	77	FX=4,00(kN)
	2	nodal force	79	FX=5,80(kN)
	2	nodal force	81	FX=5,80(kN)
	2	nodal force	82	FX=2,90(kN)

Combinations

- Cases: 3 4

Combinations	Name	Analysis type	Combination	Case nature
3 (C)	COMB1	Linear Combinati	ULS	dead
4	COMB2	Nonlin. Combinat	ULS	dead

Combinations	Definition
3 (C)	1*1.00+2*1.50
4	3*1.00

Reactions - Values

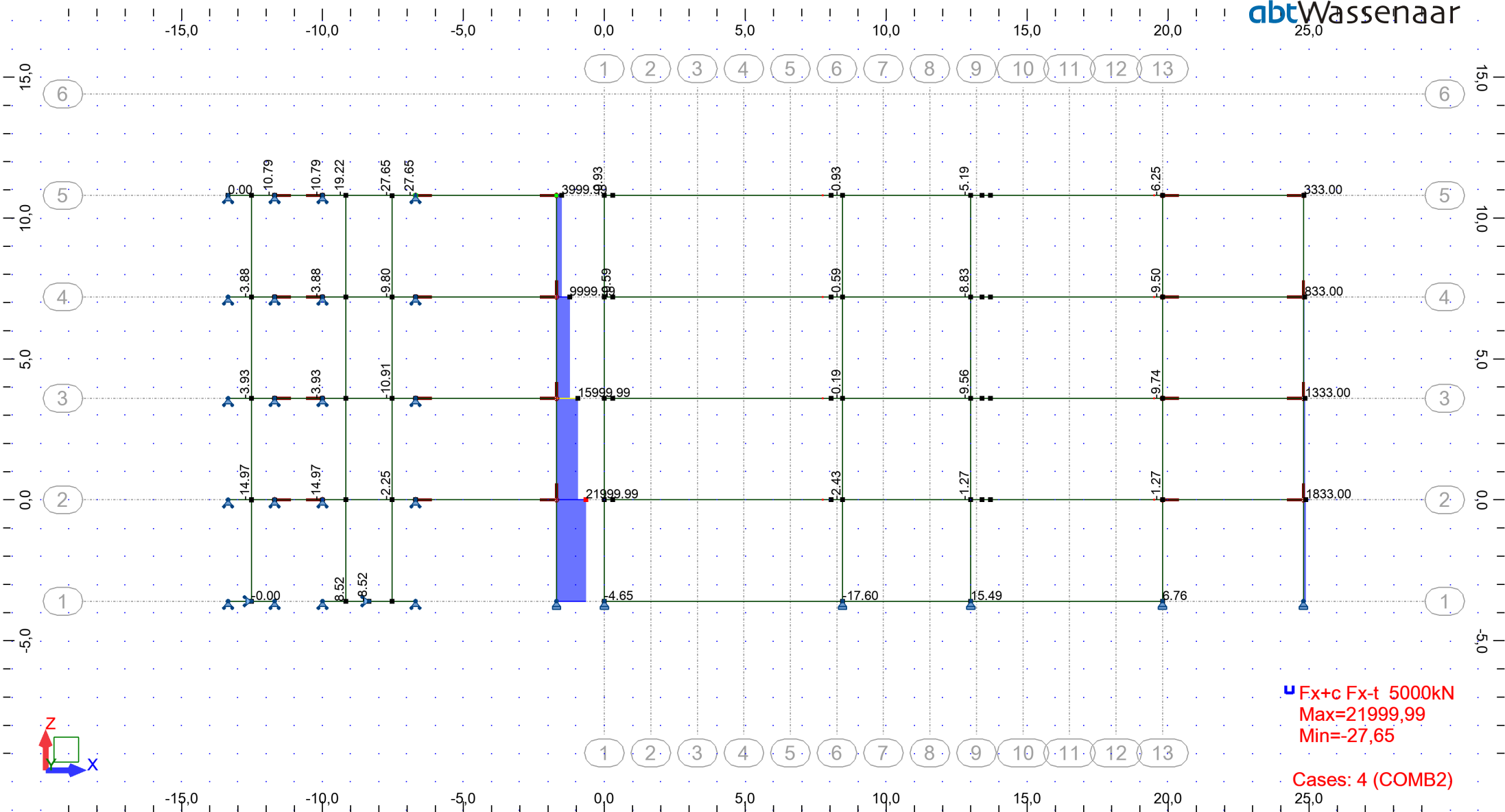
in the coordinate system: global - Cases: 1to4

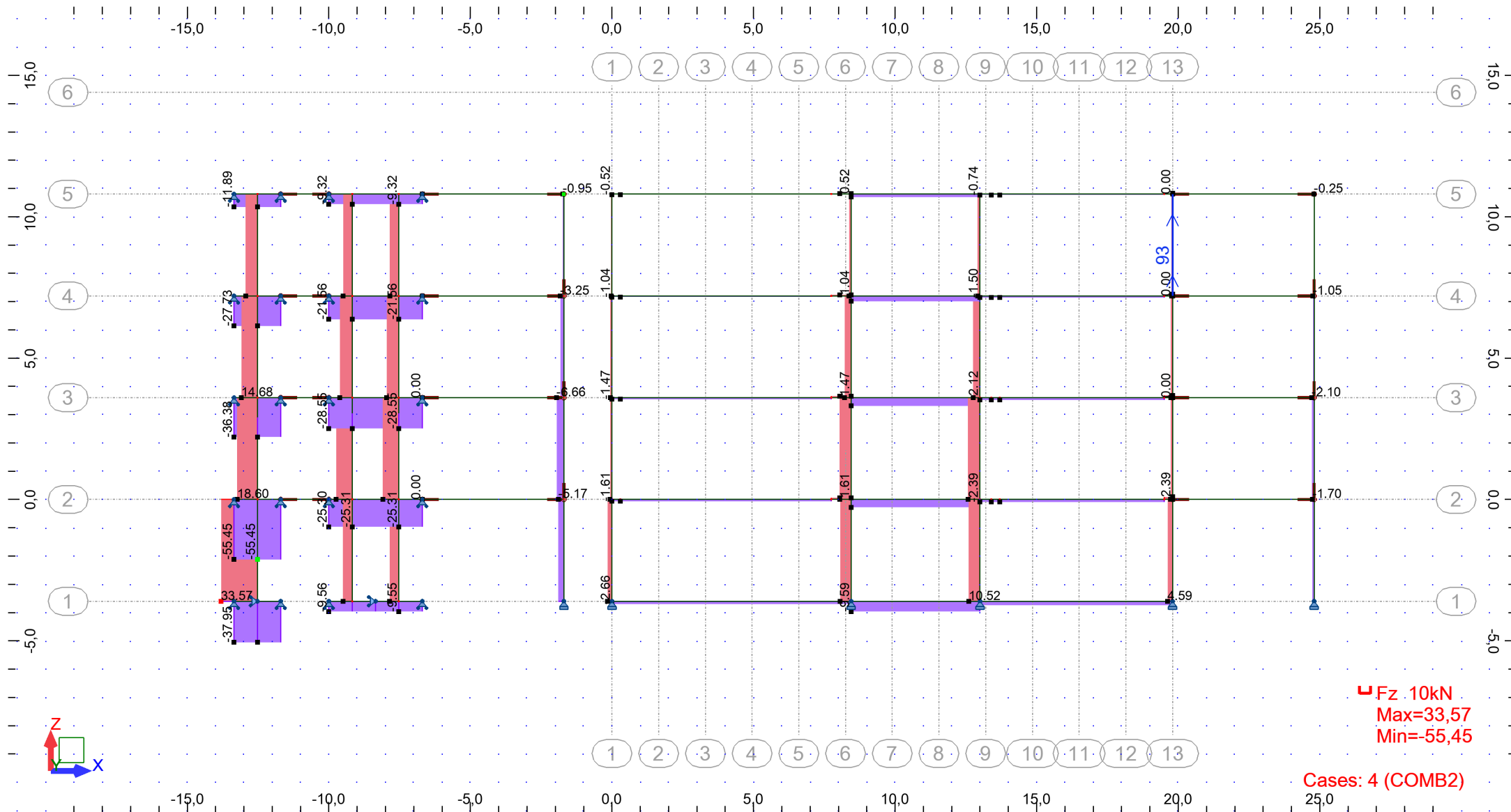
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
1/ 1	0,0	0,0	0,0
1/ 2	0,0	-5,72	0,00
1/ 3 (C)	0,0	-8,58	0,00
1/ 4	0,0	-9,56	0,0
2/ 1	0,0	0,0	0,0
2/ 2	0,00	5,71	-0,00
2/ 3 (C)	0,00	8,57	-0,00
2/ 4	0,0	9,55	-0,00
3/ 1	0,0	0,0	0,0
3/ 2	0,00	-14,77	0,0
3/ 3 (C)	0,00	-22,16	0,0
3/ 4	0,00	-25,30	0,00
6/ 1	0,0	-0,00	0,0
6/ 2	-0,00	14,77	0,0
6/ 3 (C)	-0,00	22,16	0,0
6/ 4	-0,00	25,31	0,00
9/ 1	0,0	0,0	0,0
9/ 2	-10,21	0,00	0,0
9/ 3 (C)	-15,31	0,00	0,0
9/ 4	-17,04	-0,00	0,00
19/ 1	0,0	0,0	0,0
19/ 2	0,0	-22,70	0,00
19/ 3 (C)	0,0	-34,05	0,00
19/ 4	0,0	-37,95	0,0

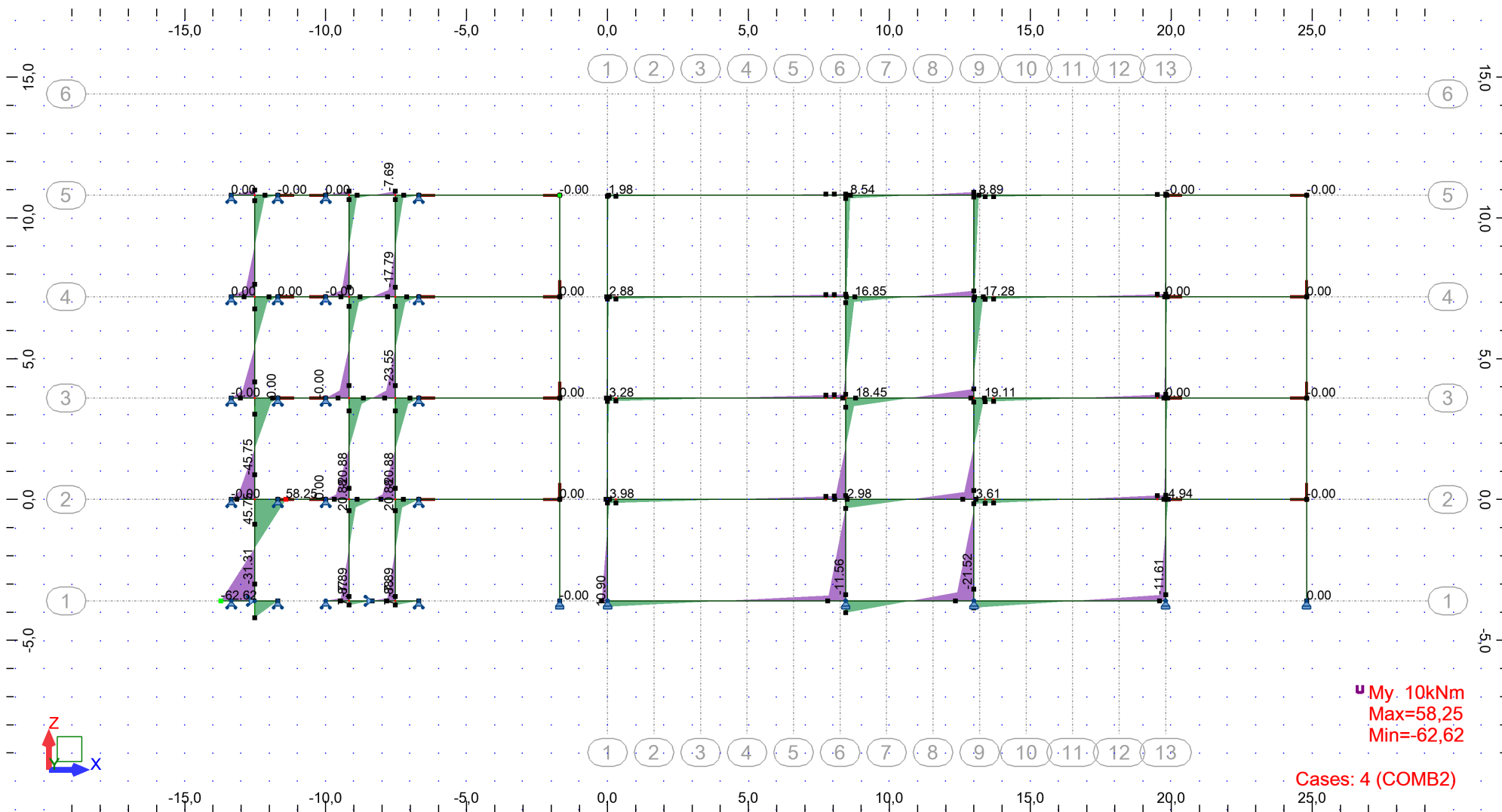
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
20/ 1	0,0	0,0	0,0
20/ 2	0,0	22,70	0,00
20/ 3 (C)	0,0	34,05	0,00
20/ 4	0,0	37,95	0,00
23/ 1	0,0	0,0	0,0
23/ 2	-20,09	0,00	0,00
23/ 3 (C)	-30,14	0,00	0,00
23/ 4	-33,57	-0,00	-0,00
25/ 1	0,0	0,0	0,0
25/ 2	0,0	-32,72	0,0
25/ 3 (C)	0,0	-49,07	0,0
25/ 4	0,0	-55,45	-0,00
26/ 1	0,0	0,0	0,0
26/ 2	0,00	32,72	0,00
26/ 3 (C)	0,00	49,07	0,00
26/ 4	-0,00	55,45	0,00
27/ 1	0,0	0,0	0,0
27/ 2	-0,00	-16,84	0,0
27/ 3 (C)	-0,00	-25,26	0,0
27/ 4	0,00	-28,55	-0,00
30/ 1	0,0	-0,00	0,0
30/ 2	-0,00	16,84	-0,00
30/ 3 (C)	-0,00	25,25	-0,00
30/ 4	0,00	28,55	-0,00
31/ 1	0,0	0,0	0,0
31/ 2	0,00	-21,46	-0,00
31/ 3 (C)	0,00	-32,19	-0,00
31/ 4	0,0	-36,38	-0,00
32/ 1	0,0	0,0	0,0
32/ 2	-0,00	21,46	-0,00
32/ 3 (C)	-0,00	32,19	-0,00
32/ 4	0,00	36,38	-0,00
34/ 1	0,0	0,0	0,0
34/ 2	0,00	-13,44	0,0
34/ 3 (C)	0,00	-20,16	0,0
34/ 4	-0,00	-21,56	-0,00
37/ 1	0,0	-0,00	0,0
37/ 2	-0,00	13,45	0,00
37/ 3 (C)	-0,00	20,17	0,00
37/ 4	-0,00	21,57	-0,00
38/ 1	0,0	0,0	0,0
38/ 2	0,00	-17,28	-0,00
38/ 3 (C)	0,00	-25,92	-0,00
38/ 4	0,0	-27,73	0,00
39/ 1	0,0	0,0	0,0
39/ 2	0,00	17,28	0,0
39/ 3 (C)	0,00	25,92	0,0
39/ 4	-0,00	27,73	-0,00
41/ 1	0,0	0,0	0,0
41/ 2	-0,00	-5,99	0,00
41/ 3 (C)	-0,00	-8,99	0,00
41/ 4	-0,00	-9,32	0,00
44/ 1	0,0	-0,00	0,0
44/ 2	-0,00	6,00	0,0
44/ 3 (C)	-0,00	9,00	0,0

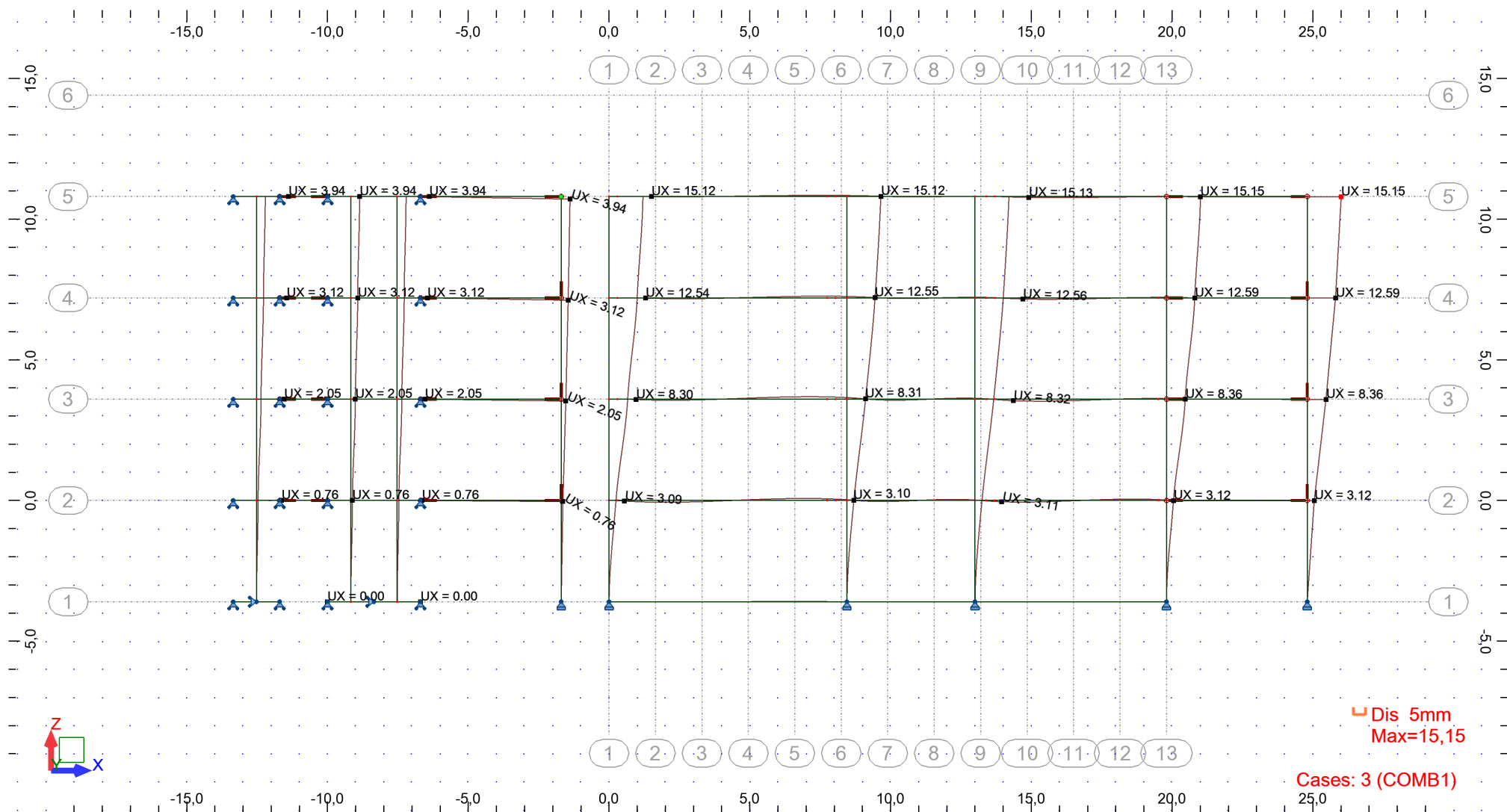
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
44/ 4	0,00	9,33	0,00
45/ 1	0,0	0,0	0,0
45/ 2	0,00	-7,65	-0,00
45/ 3 (C)	0,00	-11,48	-0,00
45/ 4	0,00	-11,89	0,00
46/ 1	0,0	0,0	0,0
46/ 2	0,00	7,65	0,00
46/ 3 (C)	0,00	11,48	0,00
46/ 4	-0,00	11,89	0,00
52/ 1	0,0	22000,00	0,0
52/ 2	-0,00	0,0	-0,00
52/ 3 (C)	-0,00	22000,00	-0,00
52/ 4	5,17	21999,99	0,00
63/ 1	0,00	0,00	0,00
63/ 2	-2,58	-4,55	-0,00
63/ 3 (C)	-3,87	-6,82	-0,00
63/ 4	-4,14	-7,31	0,00
64/ 1	-0,00	-0,00	0,00
64/ 2	-2,87	6,44	-0,00
64/ 3 (C)	-4,31	9,66	-0,00
64/ 4	-4,59	10,35	-0,00
66/ 1	0,00	0,00	0,00
66/ 2	-6,41	-15,27	-0,00
66/ 3 (C)	-9,61	-22,91	-0,00
66/ 4	-10,19	-24,53	0,00
68/ 1	-0,00	-0,00	0,00
68/ 2	-6,64	13,38	-0,00
68/ 3 (C)	-9,96	20,07	-0,00
68/ 4	-10,52	21,49	-0,00
83/ 1	0,00	1833,00	0,00
83/ 2	0,00	-0,00	0,00
83/ 3 (C)	0,00	1833,00	0,00
83/ 4	1,70	1833,00	-0,00
Case 1	DL1		
Sum of val.	-0,00	23833,00	0,00
Sum of reac.	-0,00	23833,00	-8058,40
Sum of forc.	0,0	-23833,00	8058,40
Check val.	-0,00	0,00	0,00
Precision	2,12566e-12	1,30528e-21	
Case 2	WIND1		
Sum of val.	-48,80	0,00	0,00
Sum of reac.	-48,80	0,00	-352,08
Sum of forc.	48,80	0,0	352,08
Check val.	0,00	0,00	0,00
Precision	2,22289e-08	9,32605e-16	
Case 3 (C)	COMB1		
Sum of val.	-73,20	23833,00	0,00
Sum of reac.	-73,20	23833,00	-8586,52
Sum of forc.	73,20	-23833,00	8586,52
Check val.	0,00	0,00	0,00
Precision	3,33454e-08	1,39891e-15	

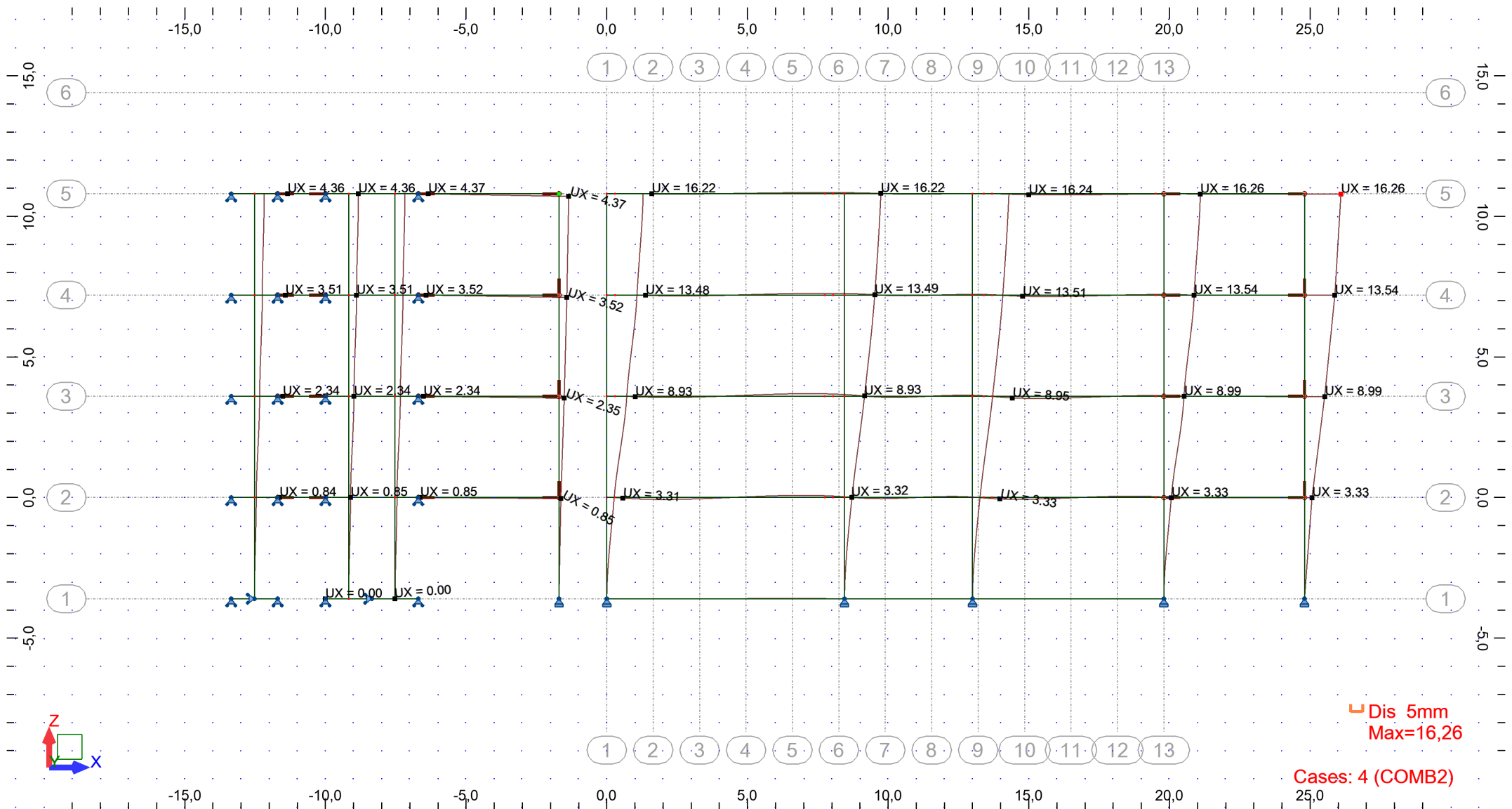
Node/Case	FX (kN)	FZ (kN)	MY (kNm)
Case 4	COMB2		
Sum of val.	-73,20	23833,00	-0,00
Sum of reac.	-73,20	23833,00	-8662,52
Sum of forc.	73,20	-23833,00	8662,52
Check val.	-0,00	0,00	-0,00
Precision	1,00000e+00	8,76787e-14	











resultaten 2e orde effect (n) o.b.v.
vervormingsgedrag o.i.v. wind en
aappendellende (te stabiliseren) belasting

obv tabel 15 VBC						
					langsrichting	dwarsrichting
u1	u2	n			n	n
3,94	4,37	10,2		nivo 3	10,2	14,8
3,12	3,52	8,8		nivo 2	8,8	15,0
2,05	2,34	8,1		nivo 1	8,1	15,0
0,76	0,85	9,4		nivo 0	9,4	16,5
obv tabel 15 VBC						
u1	u2	n				
15,2	16,3	14,8				
12,6	13,5	15,0				
8,4	9	15,0				
3,1	3,3	16,5				

TGB 1955							
Wind in dwarsrichting							
	q_p kN/m ²	vormfactor	afmetingenfactor	l m	b m	h m	Q kN
w1	0,7	1,3	0,85	1,00	1,65	1,80	2,3
							2,3
	q_p kN/m ²	vormfactor	afmetingenfactor	l m	b m	h m	Q kN
w2 t/m w3	0,7	1,3	0,85	1,00	1,65	3,60	4,6
							4,6
	q_p kN/m ²	vormfactor	afmetingenfactor	l m	b m	h m	Q kN
w4	0,7	1,3	0,85	1,00	1,65	1,80	2,3
							2,3

EC2 + 3,6m opgetopt								
Wind in dwarsrichting								
w1	q _p	C _{pe}	C _{pi}	corell. factor	l	b	h	Q
	kN/m ²					m	m	m
								kN
	0,97	0,8		0,85	1,00	1,65	1,80	2,0
	0,97	0,5		0,85	1,00	1,65	1,80	1,2
	0,97	0,04		1	0,00	1,00		0,0
								3,2
w2 t/m w4	q _p	C _{pe}	C _{pi}	corell. factor	l	b	h	Q
	kN/m ²					m	m	m
								kN
	0,97	0,8		0,85	1,00	1,65	3,60	3,9
	0,97	0,5		0,85	1,00	1,65	3,60	2,4
	0,97	0,04		1	0,00	1,00		0,0
								6,4
w5	q _p	C _{pe}	C _{pi}	corell. factor	l	b	h	Q
	kN/m ²					m	m	m
								kN
	0,97	0,8		0,85	1,65	1,00	1,80	2,0
	0,97	0,5		0,85	1,65	1,00	1,80	1,2
	0,97	0,04		1	20,00	1,65	1,00	1,3
								4,5

Beschouwing toename funderingsdruk o.i.v. windbelasting i.r.l. 3,60m opgetopt

TGB 1955 bestaand			NEN-EN 1991-1-4 bestaand			NEN-EN 1991-1-4 bestaand + 3,60m opgetopt		
qp	0,7		qp	0,88		qp	0,97	
vormfactor	1,3		Cd	0,8		Cd	0,8	
afmetingenfactor	0,85		Cz	0,5		Cz	0,5	
			correl. Factor	0,85		correl. Factor	0,85	
			Cf	0,04		Cf	0,04	
qw	0,77	kN/m2	qw	0,97	kN/m2	qw	1,07	kN/m2
Fw	0		Fw	0,7	kN/m	Fw	0,8	kN/m
h ₁	11,4	m	h ₁	11,4	m	h ₁	11,4	m
h ₂	14,9	m	h ₂	14,9	m	h ₂	14,9	m
h ₃	0	m	h ₃	0	m	h ₃	3,6	m
b	20,15	m	b	20,15	m	b	20,15	m



ANDERE WINDBELASTINGSFACTOREN

› TGB 1955

› Vormfactor: $0,9 + 0,4 = 1,3$

› Dynamische vergroting: niet genoemd

› Afmetingenfactor = 0,85

› Veiligheid via toelaatbare spanningen

=

› Eurocode NEN-EN 1991-1-4

› Vormfactor: $0,85 \cdot (0,8 + 0,5) = 1,1$

› Dynamische vergroting $c_s c_d$

› Afmetingen $c_s c_d$

› Eenvoudig en veilig: $c_s c_d = 1$

› Veiligheid via partiële factoren

› Laagbouw: vrijstelling voor windbelasting

› Kantelen: factor 1,25

Verschil in stuwdruk bepaalt verschil tussen normen

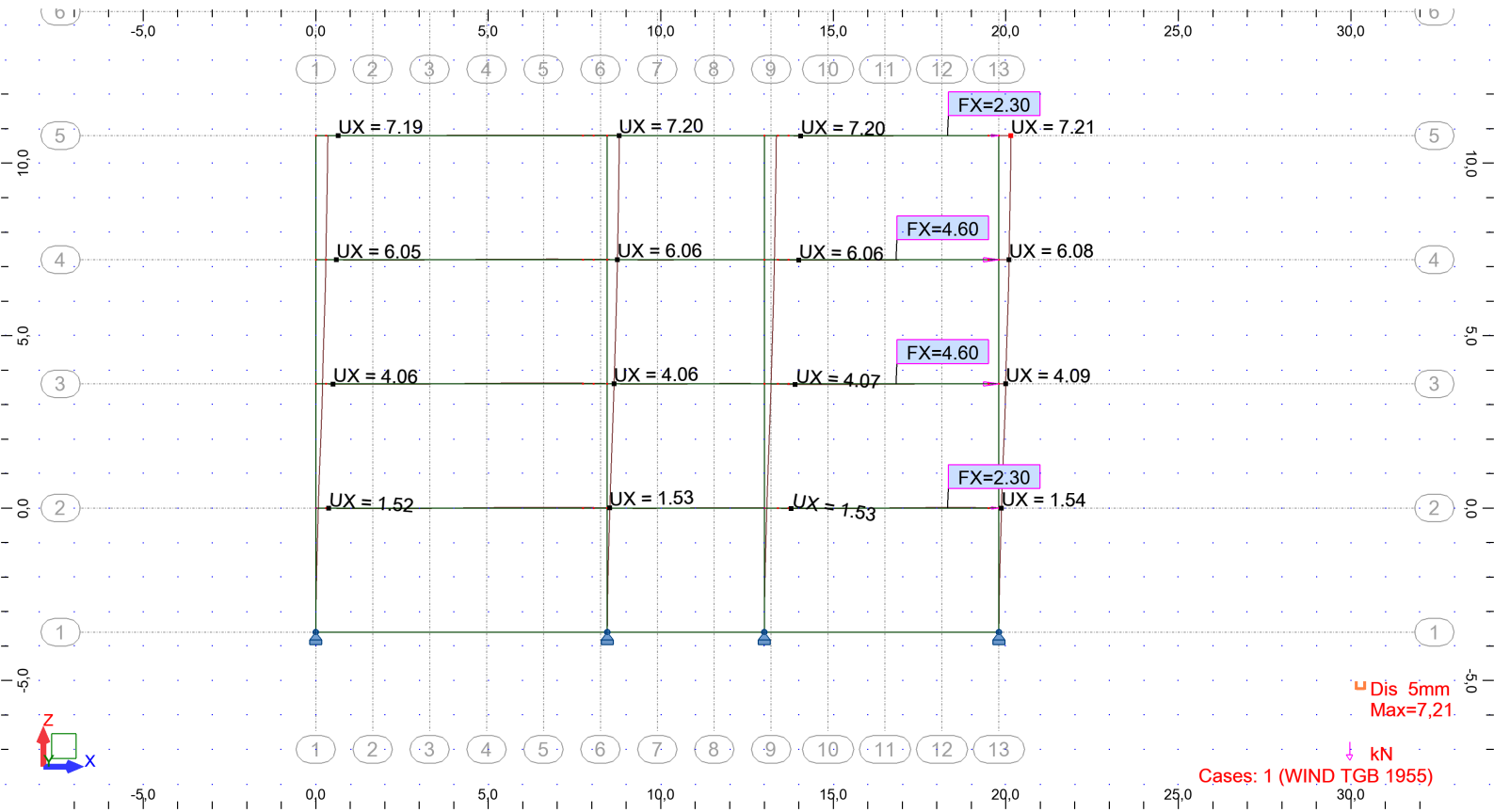
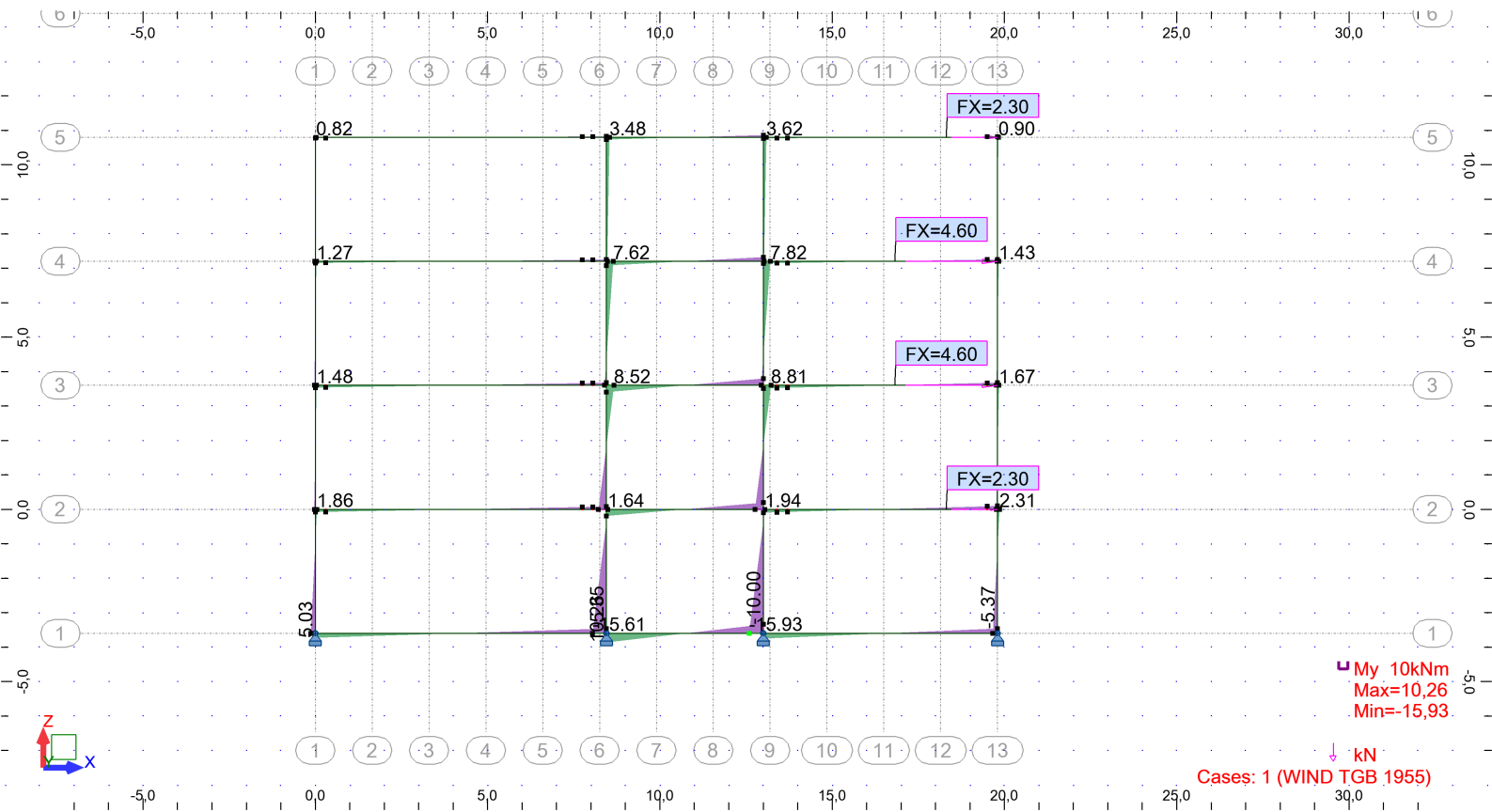
Constructieve veiligheid van bestaande hoogbouw

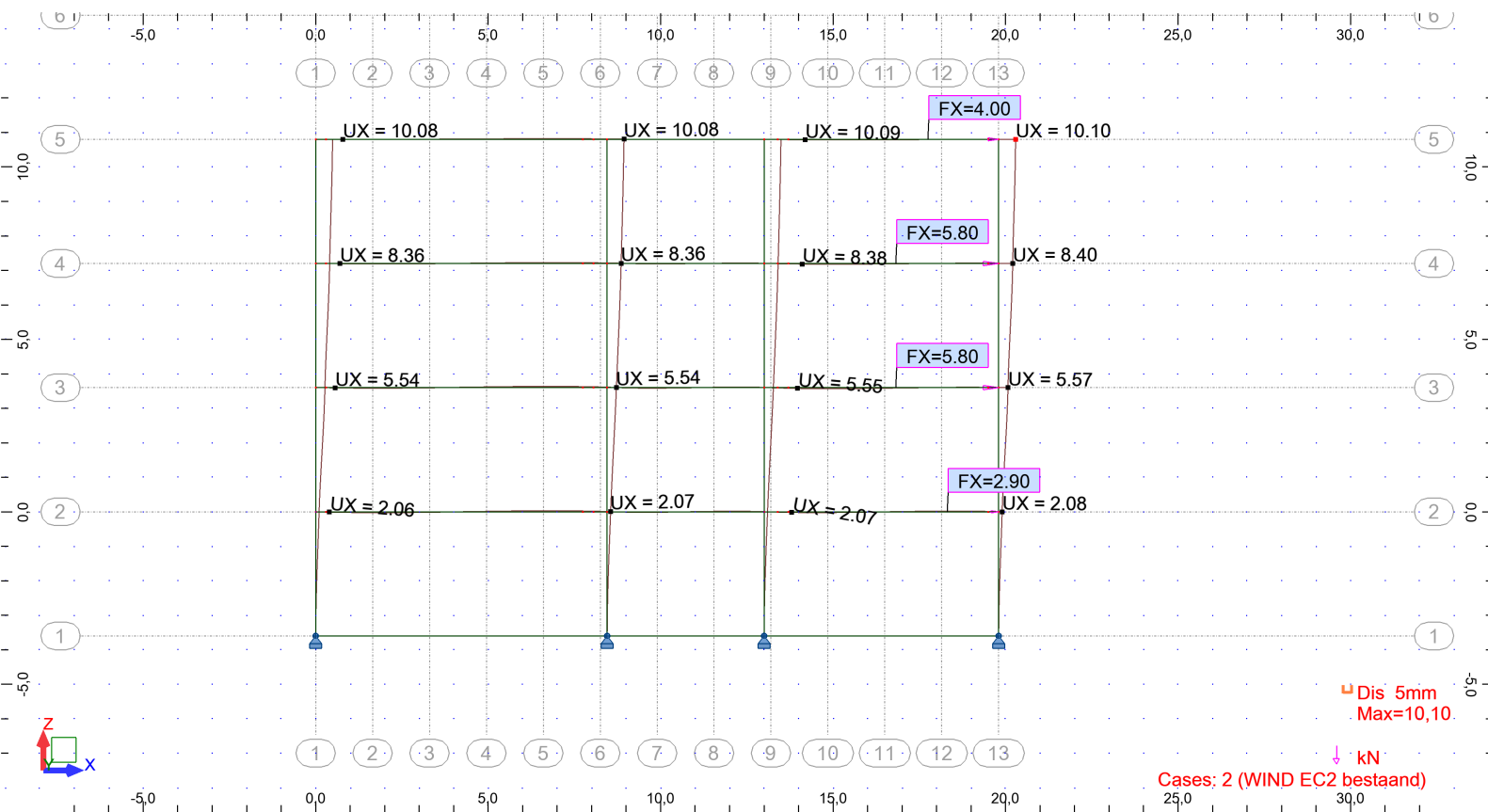
Grondspanningen

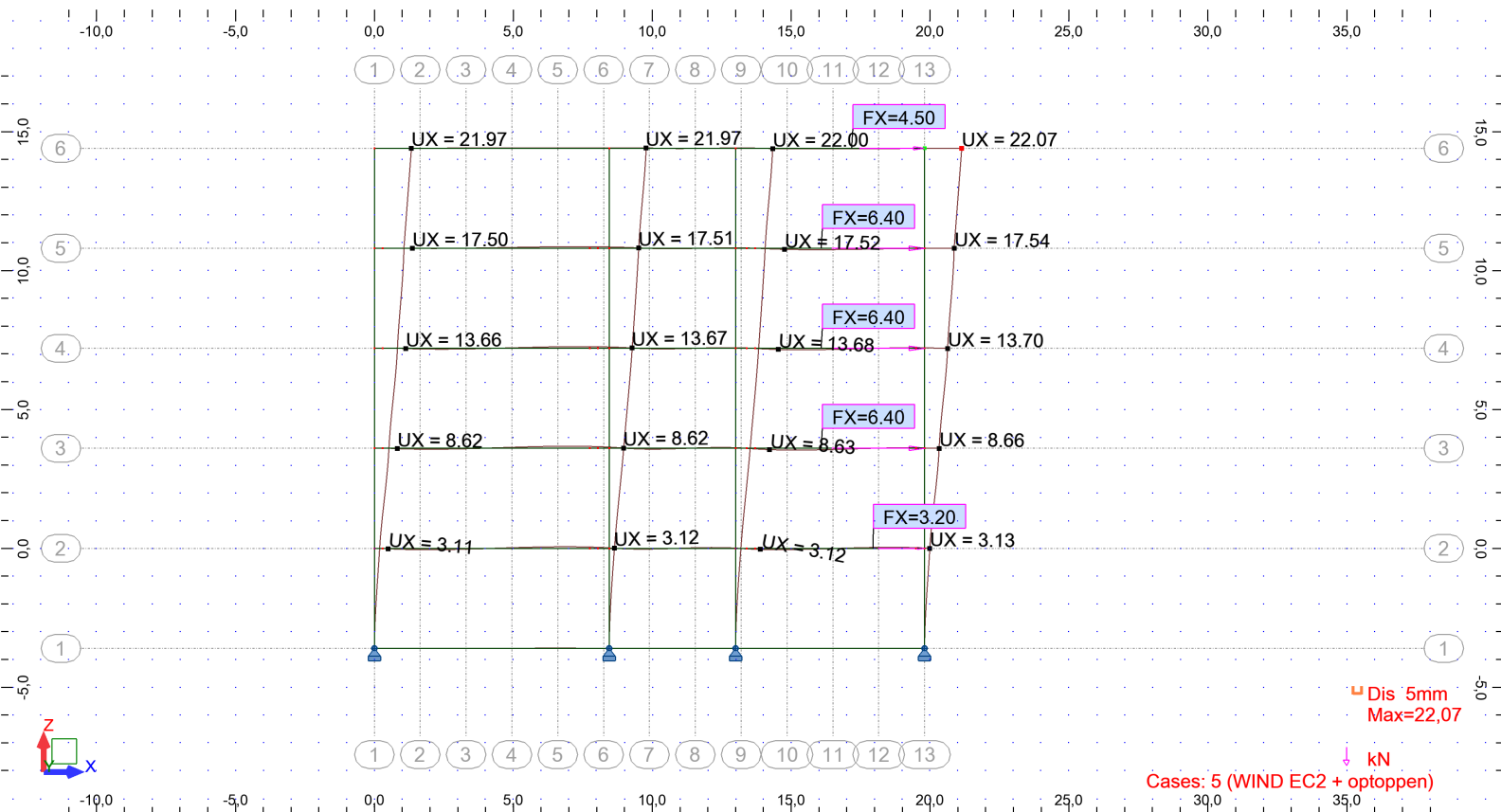
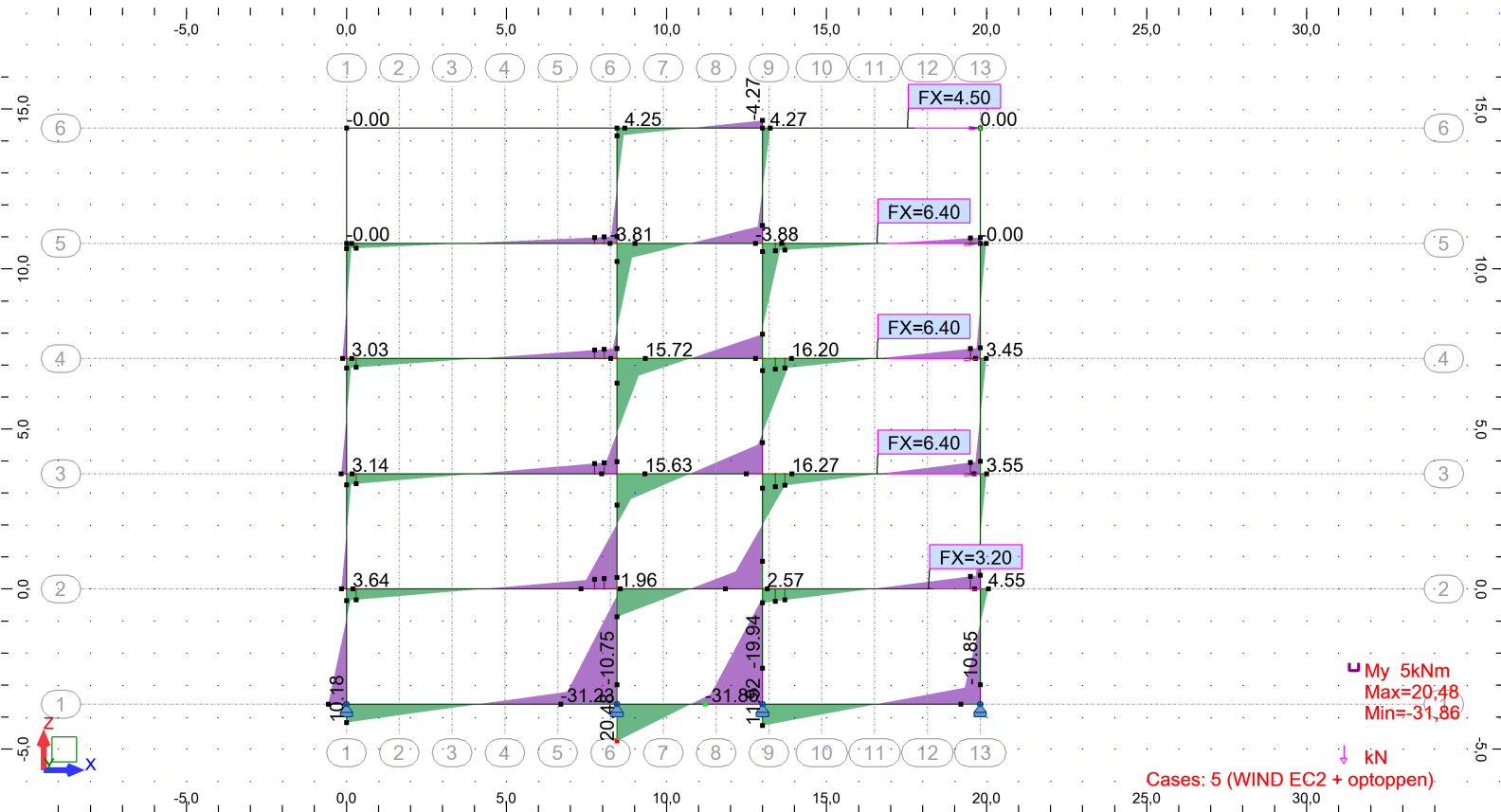
TGB 1955 bestaand		NEN-EN 1991-1-4 bestaand		NEN-EN 1991-1-4 bestaand +3,6m opgetopt	
$M_{r,w,fund,1}$	$\sigma_{r,w,grond,1}$	$M_{r,w,fund,1}$	$\sigma_{r,w,grond,1}$	$M_{r,w,fund,2}$	$\sigma_{r,w,grond,2}$
kNm/m	kN/m ²	kNm/m	kN/m ²	kNm/m	kN/m ²
81	1,20	113	1,66	191	2,83
toename t.o.v. TGB 1955			39%		136%

Staafmomenten

TGB 1955		NEN-EN 1991-1-4 bestaande bouw		NEN-EN 1991-1-4 bestaande bouw +3,6m opgetopt	
$M_{r,w,max}$		$M_{r,w,max}$		$M_{r,w,max}$	
kNm/m		kNm/m		kNm/m	
10,3		13,8		20,5	
toename t.o.v. TGB 1955			34%		99%







Bijlage A.2.3 Geotechniek

Berekening draagvermogen en zetting fundering op staal (gedraineerde toestand)

Type fundering: (1=strook / 2=plaat)	2	Belastingen t.o.v. onderkant fundering		
Breedte fundering B:	20 m	X-mom.	X-d	
Lengte fundering L:	20 m	V (kN/m)	25.600,0	32.000,0
Excentriciteit:	0 m	H (kN/m)	0	0
		M (kN/m)	0	0
Invloedsdiepte t.o.v. ref.:	34,00 m	Gemiddelde funderingsdruk		
Aanlegdiepte t.o.v. ref.	4,00 m	t.b.v. grenstoestand 2		
Grondwaterstand t.o.v. ref.	1,00 m	$\sigma_{s;d}$	64,0	kN/m1
Gronddeking. t.o.v. ref.	0,00 m			

Representatieve waarden bodemparameters

Gronsoort	Bijmengsel	o.k.laag (tov)ref.	ϕ' gr.	c' (kN/m2)	γ'_{kar} (kN/m3)	C_c	C_a
ZAND	SCHOON	0	32,5	0	18	0,006	0
ZAND	SCHOON	1	35	0	19	0,003	0
ZAND	SCHOON	4	40	0	22	0,002	0
ZAND	SCHOON	4,5	40	0	22	0,002	0
LEEM	ZWAK ZANDIG	8	27,5	5	21	0,049	0,001
LEEM	ZWAK ZANDIG	11	27,5	5	21	0,049	0,001
KLEI	ZWAK ZANDIG	34	27,5	30	21	0,069	0,003

Toetsing grenstoestand 1

$c'e;d$	12,2	$\gamma'e;d$	9,1	B_{eff}	20
N,c	20,3	s,c	1,5	i,c	1,0
N,q	10,4	s,q	1,4	i,q	1,0
N,γ	8,6	s,γ	0,7	i,γ	1,0
$\phi'e;d$	24,7				

$\sigma_{s;d}$	80,0	kN/m2	<	$\sigma_{max;d}$	1.725,1	kN/m2	u.c.	0,05
$F_{s;v;d}$	32.000,0	KN	<	$F_{r;max;d}$	690.039,9	KN		

Toetsing grenstoestand 2

Gronsoort	Bijmengsel	o.k.laag (tov)ref.	σ'_{vzod} (kN/m2)	σ'_{vzd} (kN/m2)	e	$w1;d$ (m)	$w2;d$ (m)
ZAND	SCHOON	0			0,65		
ZAND	SCHOON	1			0,50		
ZAND	SCHOON	4			0,38		
ZAND	SCHOON	4,5	58,0	63,4	0,38	0,000	0,000
LEEM	ZWAK ZANDIG	8	80,3	63,4	0,50	0,029	0,014
LEEM	ZWAK ZANDIG	11	116,0	61,4	0,50	0,018	0,012
KLEI	ZWAK ZANDIG	34	259,0	42,9	0,50	0,070	0,276
						0,118	0,302

$w1;d+w2;d=$ 420 mm

Berekening draagvermogen en zetting fundering op staal (gedraineerde toestand)

Type fundering: (1=strook / 2=plaat)	2	Belastingen t.o.v. onderkant fundering
Breedte fundering B:	20 m	X-mom. X-d
Lengte fundering L:	20 m	V (kN/m) 25.600,0 32.000,0
Excentriciteit:	0 m	H (kN/m) 0 0
		M (kN/m) 0 0
Invloedsdiepte t.o.v. ref.:	31,00 m	
Aanlegdiepte t.o.v. ref.	1,00 m	Gemiddelde funderingsdruk
Grondwaterstand t.o.v. ref.	0,50 m	t.b.v. grenstoestand 2
Gronddekking. t.o.v. ref.	0,00 m	$\sigma_{s;d}$ 64,0 kN/m1

Representatieve waarden bodemparameters

Gronsoort	Bijmengsel	o.k.laag (tov)ref.	ϕ' gr.	c' (kN/m2)	γ'_{kar} (kN/m3)	C_c	C_a
ZAND	SCHOON	0,5	32,5	0	18	0,006	0
ZAND	SCHOON	1	35	0	21	0,003	0
ZAND	SCHOON	1,5	40	0	22	0,002	0
LEEM	ZWAK ZANDIG	4,5	27,5	5	21	0,049	0,001
LEEM	ZWAK ZANDIG	6	27,5	5	21	0,049	0,001
LEEM	ZWAK ZANDIG	8	27,5	5	21	0,049	0,001
KLEI	ZWAK ZANDIG	31	27,5	30	21	0,069	0,003

Toetsing grenstoestand 1

$c'e;d$	12,2	$\gamma'e;d$	9,1	Be_{ff}	20
N,c	20,3	s,c	1,5	i,c	1,0
N,q	10,4	s,q	1,4	i,q	1,0
N,γ	8,6	s,γ	0,7	i,γ	1,0
$\phi'e;d$	24,7				

$\sigma_{s;d}$	80,0 kN/m2	<	$\sigma_{max;d}$	1.128,8 kN/m2	u.c.	0,07
$F_{s;v;d}$	32.000,0 kN	<	$F_{r;max;d}$	451.534,2 kN		

Toetsing grenstoestand 2

Gronsoort	Bijmengsel	o.k.laag (tov)ref.	σ'_{vzod} (kN/m2)	σ'_{vzd} (kN/m2)	e	$w1;d$ (m)	$w2;d$ (m)
ZAND	SCHOON	0,5			0,65		
ZAND	SCHOON	1			0,50		
ZAND	SCHOON	1,5	17,5	63,4	0,38	0,000	0,000
LEEM	ZWAK ZANDIG	4,5	37,0	63,4	0,50	0,042	0,012
LEEM	ZWAK ZANDIG	6	61,8	63,4	0,50	0,015	0,006
LEEM	ZWAK ZANDIG	8	81,0	61,4	0,50	0,016	0,008
KLEI	ZWAK ZANDIG	31	218,5	42,9	0,50	0,082	0,276
						0,156	0,302
$w1;d+w2;d=$			458 mm				

abtWassenaar B.V.
Boumaboulevard 680
9723 ZT Groningen
Tel: +31 50 5347345
info@abtwassenaar.nl

abtWassenaar
Inventief met techniek