



FEDERATIE
ALUMINIUM
CONSTRUCTEURS



www.fac-belgium.eu



Basiscursus Geveltechniek
April 2026

Gevelontwerp- constructie

Ir. Etienne Clinquart

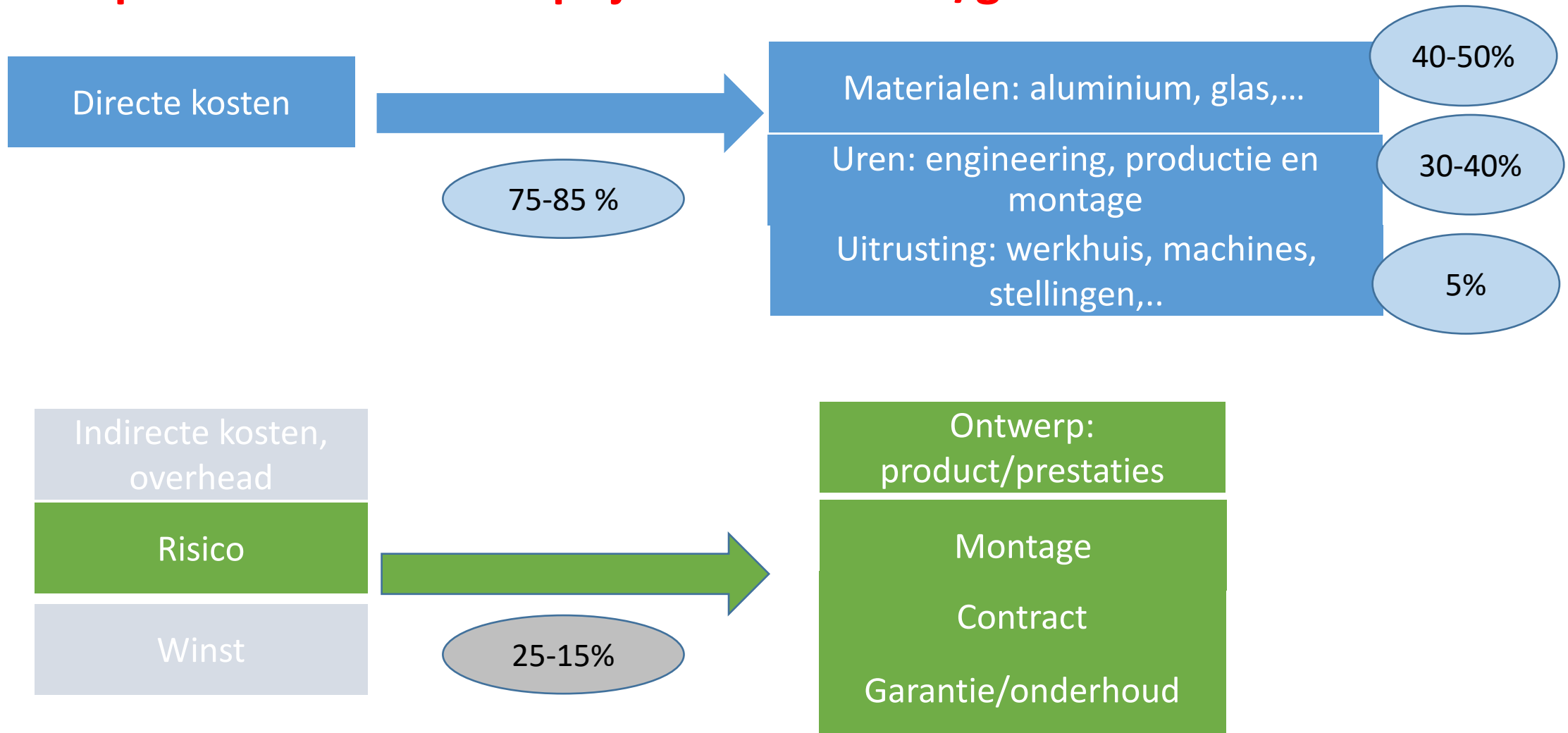


Inhoud van de opleiding

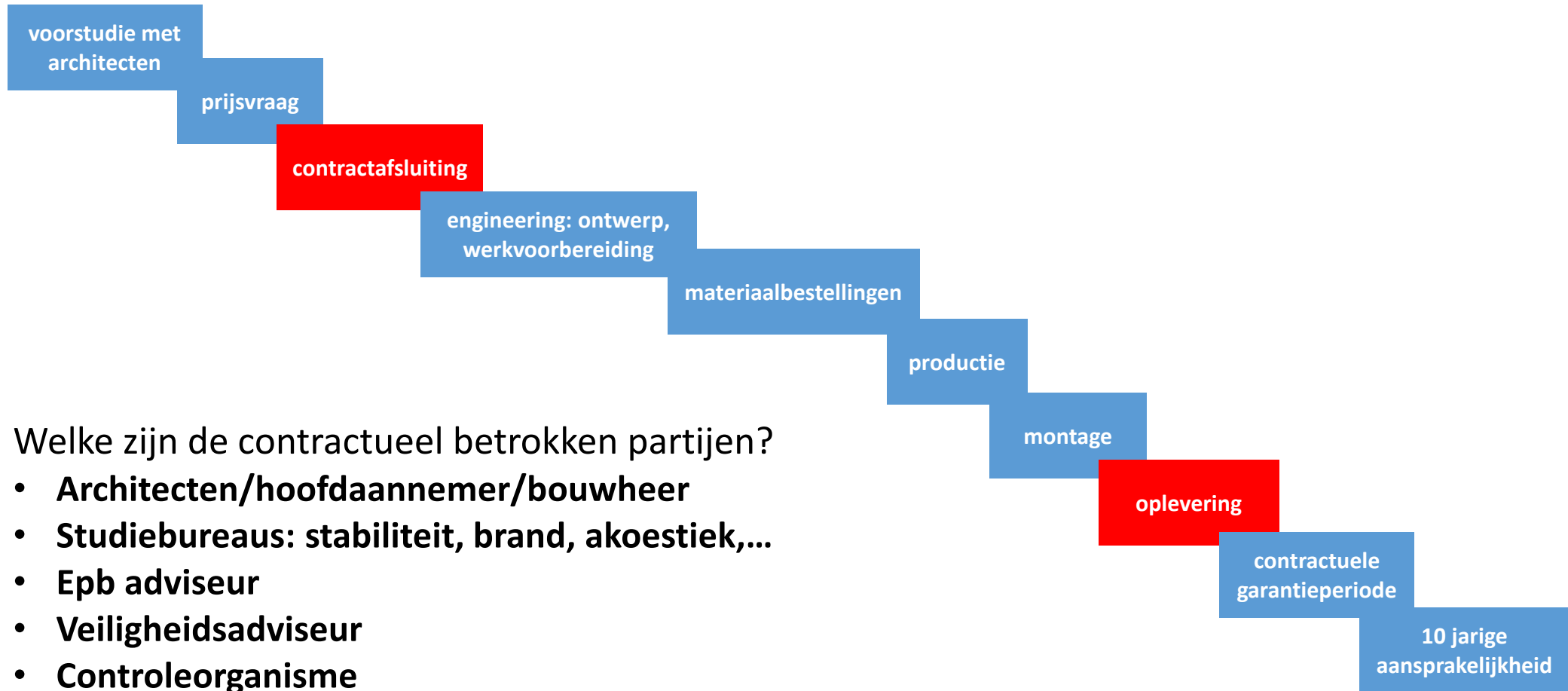
Vertrekkend vanuit een kostprijsperspectief van een aluminium gevel/raam in een project, wil ik de accenten leggen op wat belangrijk is om uiteindelijk het project correct en rendabel uit te bouwen, de basis om een gezonde business uit te voeren.

Dit is een poging om jullie te helpen om proactief te doen werken in jullie technische aanpak en de essentie van ons vak zo bij te brengen.

De opbouw van een kostprijs van een raam/gevel



Het uitvoeringstraject



Welke zijn de contractueel betrokken partijen?

- **Architecten/hoofdaannemer/bouwheer**
- **Studiebureaus: stabiliteit, brand, akoestiek,...**
- **Epb adviseur**
- **Veiligheidsadviseur**
- **Controleorganisme**



Eigen aan de sector

1. Het parcours van eerste kennismaking tot oplevering kan jaren duren met heel wat 'kantelpunten'.
2. Heel wat partijen zijn hierbij betrokken, wat een beslissing name zeer complex maakt.

Bij aanvang

Het startpunt

1. Het contract

2. Normen

3. Bedrijfsrichtlijnen en
voorschriften

Uw offerte

Het contract

Architectuur-betonplannen

Lastenboek technisch en administratief

Andere documenten: epb-verslaggeving, akoestisch
rapport

Normen en voorschriften

Vlaamse, Belgische en Europese
richtlijnen

FAC-kwaliteitseisen
en adviezen

IS ALLES DUIDELIJK?
Wat is prioritair?

Thermische eisen
in kader van epb:
U en g waarde
luchtdichtheid

Akoestische eisen
binnen-buiten
Van lokaal naar
lokaal

BIM-
verhaal???

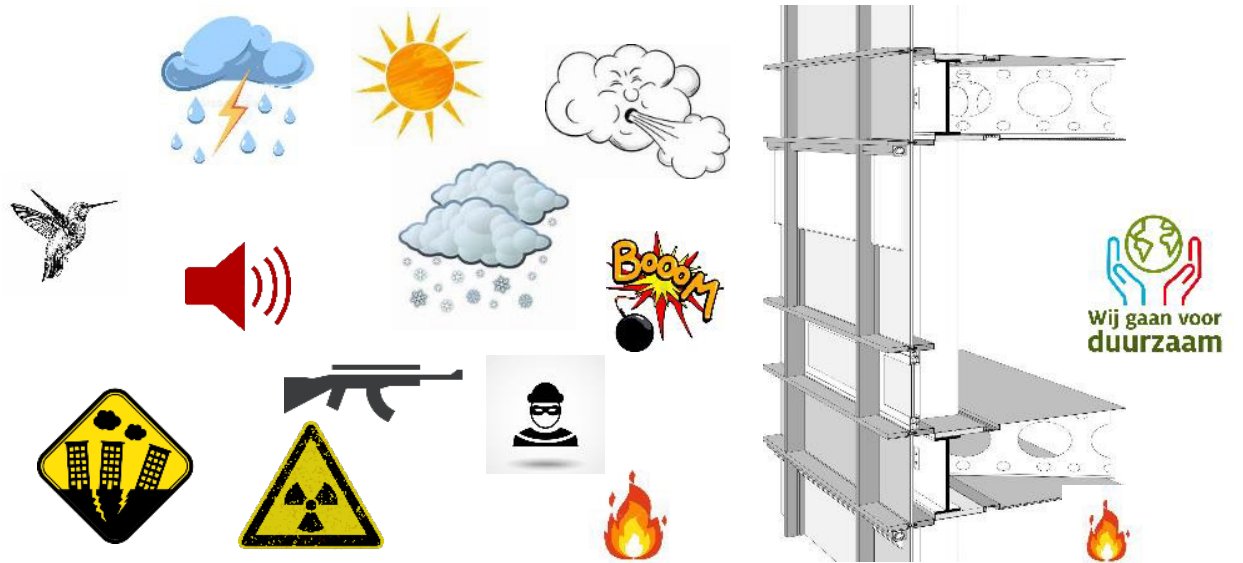


De directe kosten: de materialen



Aluminium gevel/raamprofielen

- Het schrijnwerk: op basis van wat er omschreven is: implementeren in calculatiepakket
 - Reynaertpro
 - Schucal
 - Logikal
 - ...
- Enkele Aandachtspunten, die allerlei implicaties hebben op de keuzes en dus ook op de kosten, vooraleer we beginnen :
 - Thermiek-akoestiek
 - Akoestiek
 - Stabiliteit
 - Waterhuishouding
 - Uitzettingen-ervormingen, toleranties en dilataties
 - Uitvoeringstoleranties
 - Ruwbouw
 - Incorporatie van de invulelementen (vooral beglazing)
 - Dichtingen-aansluitingen
 - Randelementen
 - Veiligheid
 - Duurzaamheid





Thermiek

- De Epb-verslaggever definieert in zijn rapport de te halen performanties voor de schil van het gebouw. Dit vertaalt zich in U raam, glas, geheel (U_w , U_{cw} U_f). Deze eis zal leiden tot de keuze van:
 - Type beglazing (dubbel, tripel, en randafwerking warm edge), dit bepaalt dan weer de inbouwdikte, de glasgewichten
 - Samenstelling vulpanelen (type isolatie en dikte)
 - Ramenserie (vooral profieltype en samenstelling thermische onderbreking: Hi-SI series)
 - Isolatie en type aansluiting naar ruwbouw toe
 - Isolatie van de borstweringen
- Daarnaast bepaalt dezelfde verslaggever ook de transparantie van de schil (met doel de intredende zonne-energie te beheersen/benutten), m.a.w. hij definieert:
 - % doorzicht en % blinde gevel
 - Eventuele zonneweringen
 - Zonfactor van de zichtbeglazing
- Tenslotte bepaalt hij de te halen luchtdichtheidsklasse. Dit heeft haar invloed op:
 - Het aantal en type dichtingen
 - Dampscherm, waterdichting,...
 - Ventilatie...



Thermiek

Aandachtspunten om problemen te vermijden nadien

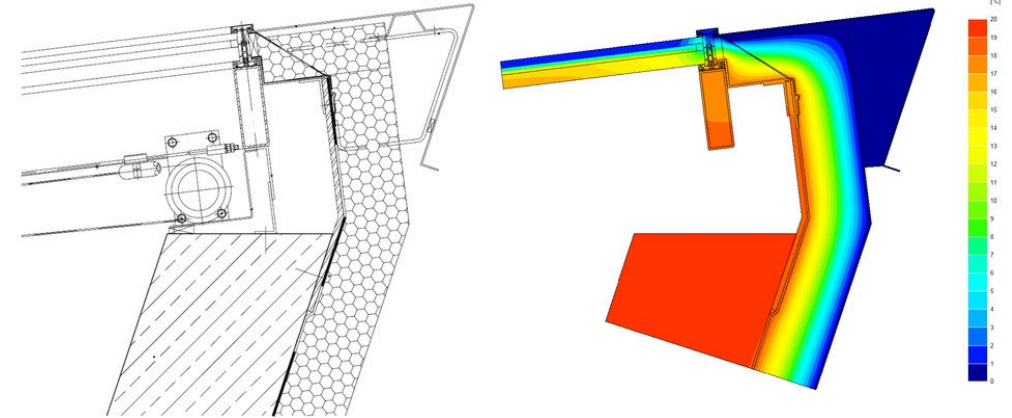
- Vermijdt condensatieproblemen in de zwakke schakels van de gevel (te beperkte thermische isolatie in de bouwknopen)
Bijvoorbeeld: gebruik van de juiste de glasintercallaires
- Problematiek van de kleine lokale koude bruggen en lucht/waterlekken
 - Ankers: door de isolatie naar de ruwbouw
 - Vastzettingen voor stores, rolluiken, zonneweringen, laufers ...
 - Allerhande doorboringen voor kabels, leidingen ...

Thermiek: thermische berekening

$$U_w = \frac{\sum A_g \cdot U_g + \sum A_f \cdot U_f + \sum A_p \cdot U_p + \sum A_r \cdot U_r + \sum l_g \cdot \Psi_{f,g} + \sum l_p \cdot \Psi_{f,p} + \sum l_r \cdot \Psi_r}{\sum A_g + \sum A_f + \sum A_p + \sum A_r}$$

waarin :

- U_g (W/m²K) : de U-waarde van het centraal deel van de beglazing,
- U_f (W/m²K) : de U-waarde van het profiel,
- U_p (W/m²K) : de U-waarde van het ondoorschijnend vulpaneel,
- U_r (W/m²K) : de U-waarde van het ventilatierooster,
- A_g (m²) : de oppervlakte van de beglazing,
- A_f (m²) : de oppervlakte van het profiel,
- A_p (m²) : de oppervlakte van het vulpaneel,
- A_r (m²) : de oppervlakte van het ventilatierooster,
- $\Psi_{f,g}$ (W/mK) : de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ten gevolge van de gecombineerde effecten van beglazing, afstandshouder en profiel
- $\Psi_{f,p}$ (W/mK) : de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ten gevolge van de gecombineerde effecten van vulpaneel, afstandshouder en profiel,
- Ψ_r (W/mK) : de lineaire warmtedoorgangscoefficiënt ten gevolge van de gecombineerde effecten van ventilatierooster, afstandshouder en profiel,
- l_g (m) : de zichtbare omtrek van de beglazing,
- l_p (m) : de zichtbare omtrek van het vulpaneel,
- l_r (m) : de zichtbare omtrek van het ventilatierooster,

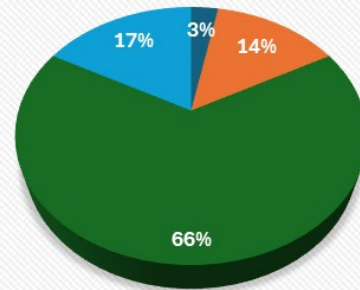
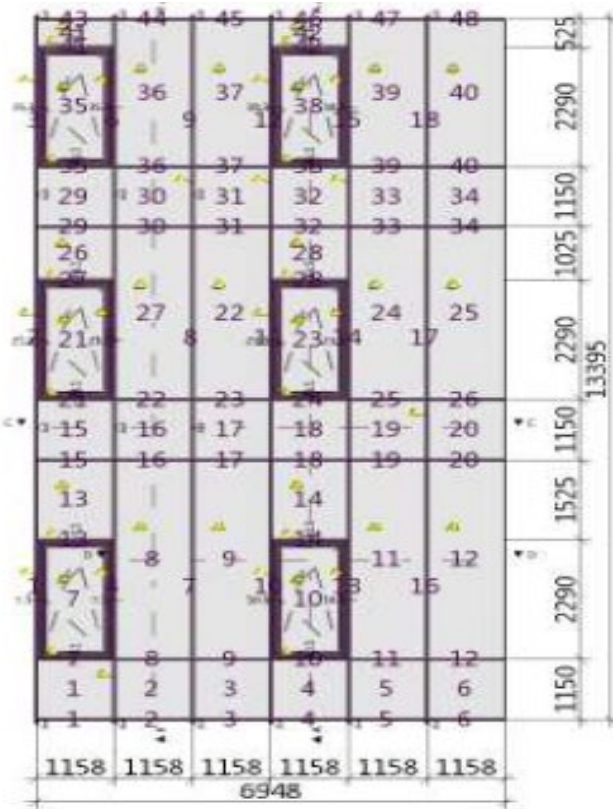


Bisco



Trisco

Thermiek: thermische berekening



- randverbinding tussen raam en opengaand deel
- aluminiumprofielen
- Beglazing en ander invulelementen
- Randverbinding tussen profielen en beglazing

Profielen / combinaties	Um/Ut/Uf W/(m²K)	Kozijnvlak m² Aanzichtbreedte * lengte	Warmteverlies W/K U-waarde * vlak	Isolatieafstand / isolatiestrips
112720 / 322440	1,2	2,668	3,20	36 mm
7.1 288429 / 368870 / 466930	1,2#	0,786	0,94	PT,PA
10.1 288429 / 368870 / 466930	1,2#	0,786	0,94	PT,PA
21.1 288429 / 368870 / 466930	1,2#	0,786	0,94	PT,PA
23.1 288429 / 368870 / 466930	1,2#	0,786	0,94	PT,PA
35.1 288429 / 368870 / 466930	1,2#	0,786	0,94	PT,PA
38.1 288429 / 368870 / 466930	1,2#	0,786	0,94	PT,PA
322300 / 469200	1,3	2,017	2,62	36 mm
322300 / 493730	1,3	2,017	2,62	36 mm
profielen / combinaties totaal	1,2	11,418	14,08	

Randverbinding inzetelement	Psi W/(mK)	Lengte m	Warmteverlies W/K Psi-waarde * lengte
Veld 10	0,070	6,70	0,47
Veld 21	0,070	6,70	0,47
Veld 23	0,070	6,70	0,47
Veld 35	0,070	6,70	0,47
Veld 38	0,070	6,70	0,47
Veld 7	0,070	6,70	0,47
Randverbinding inzetelement totaal	0,070	40,176	2,82

Beglazing	Ug W/(m²K)	Glasvlak m²	Warmteverlies W/K U-waarde * vlak	Afstandhouder
Veld 1 - 6-10-6	0,2	1,219	0,24	roestvrij staal/kunststof
Veld 10 - 6-15-55.2	1,0	1,696	1,70	roestvrij staal/kunststof
Veld 11 - 6-15-55.2	1,0	4,172	4,17	roestvrij staal/kunststof
Veld 12 - 6-15-55.2	1,0	4,172	4,17	roestvrij staal/kunststof
Veld 13 - 6-15-55.2	1,0	1,634	1,63	roestvrij
Veld 7 - 6-15-55.2	1,0	1,696	1,70	roestvrij staal/kunststof
Veld 8 - 6-15-55.2	1,0	4,172	4,17	roestvrij staal/kunststof
Veld 9 - 6-15-55.2	1,0	4,172	4,17	roestvrij staal/kunststof
Beglazing totaal	0,8	82,014	64,40	

Glasrandverbinding	Psi W/(mK)	Lengte m	Warmteverlies W/K Psi-waarde * lengte
Veld 1 - 6-10-6	0,075 *	4,416	0,33
Veld 10 - 6-15-55.2	0,036	5,680	0,20
Veld 11 - 6-15-55.2	0,071	9,746	0,69
Veld 12 - 6-15-55.2	0,071	9,746	0,69
Veld 13 - 6-15-55.2	0,071	5,166	0,37
Veld 7 - 6-15-55.2	0,036	5,680	0,20
Veld 8 - 6-15-55.2	0,071	9,746	0,69
Veld 9 - 6-15-55.2	0,071	9,746	0,69
Glasrandverbinding totaal	0,067	243,516	16,36

Totaal vlak m²	93,425
Kozijnandeel	12,22 %

warmtegeleidingscoëfficiënt Ucw

1,0W/(m²K)

Thermiek: conclusies over thermische berekeningen

- De geometrie is een zeer bepalende factor: afmetingen van het schrijnwerk, aandeel borstweringen, aandeel randafwerkingen...
- De vulelementen bepalen de eindwaarde in grote mate: vulelementen en hun randaansluiting bepalen meer dan **75% van de U waarde**
- De randeffecten (verbindingen tussen de verschillende onderdelen) mogen niet onderschat worden. Ze wegen evenveel door als de profielwaarde.
- Hoe performanter de verschillende onderdelen, hoe zwaarder de verbindingen onderling doorwegen.

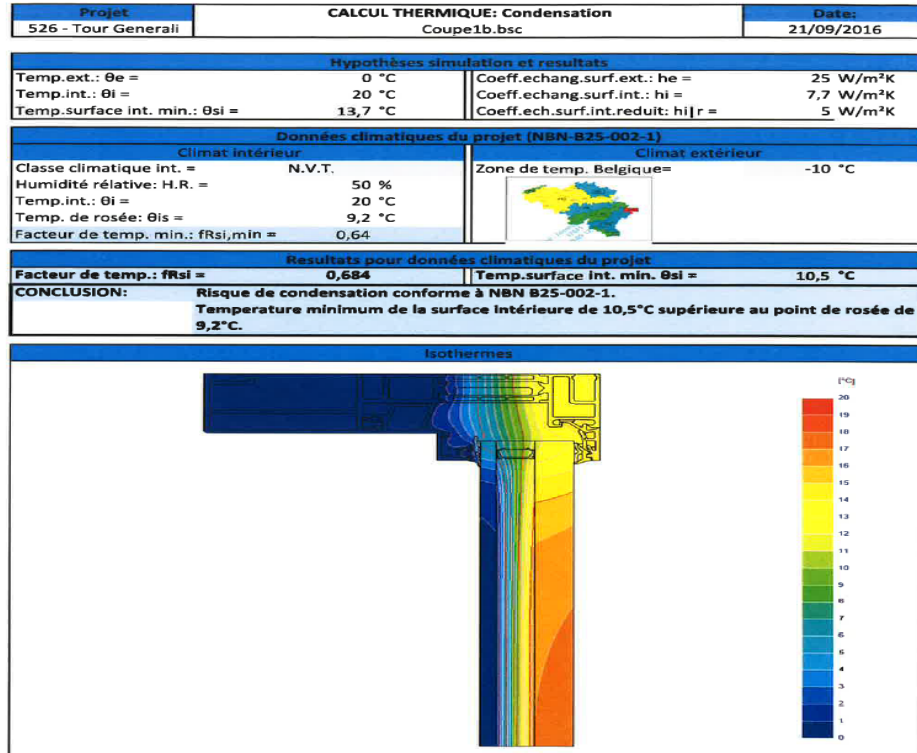
Opgepast: veel calculatiemodellen van de EPB-verslaggevers laten niet toe om een gordijngewel als dus te implementeren. Ze maken enkel een onderscheid tussen 'ramen in zichtgedeelte' en klassieke borstweringen. Ze geven dus een U waarde voor de borstweringen en een U_w waarde voor het schrijnwerk. Dit houdt rekening met een verzwakte aansluiting tussen borstwering en schrijnwerk, wat niet het geval is bij gordijngewels, die doorlopen

Thermiek: condensatie-evaluatie

GROVEN + N.V.
Schoonmansveld 50
B - 2870 Puurs



TEL: +32 (0)3 870 00 44
FAX: +32 (0)3 877 24 05



Notes:

Calcul selon EN 10077-2.

Même avec un dimensionnement du chauffage et de la ventilation correcte selon la norme NBN B6-003 et les profils sont dimensionnés pour éviter de la condensation, il peut apparaître de la condensation lors des changements de régimes ou des régimes spécifiques. Voir NBN B25-002-1 §5.2.2.3.3.

Resp.: JGS

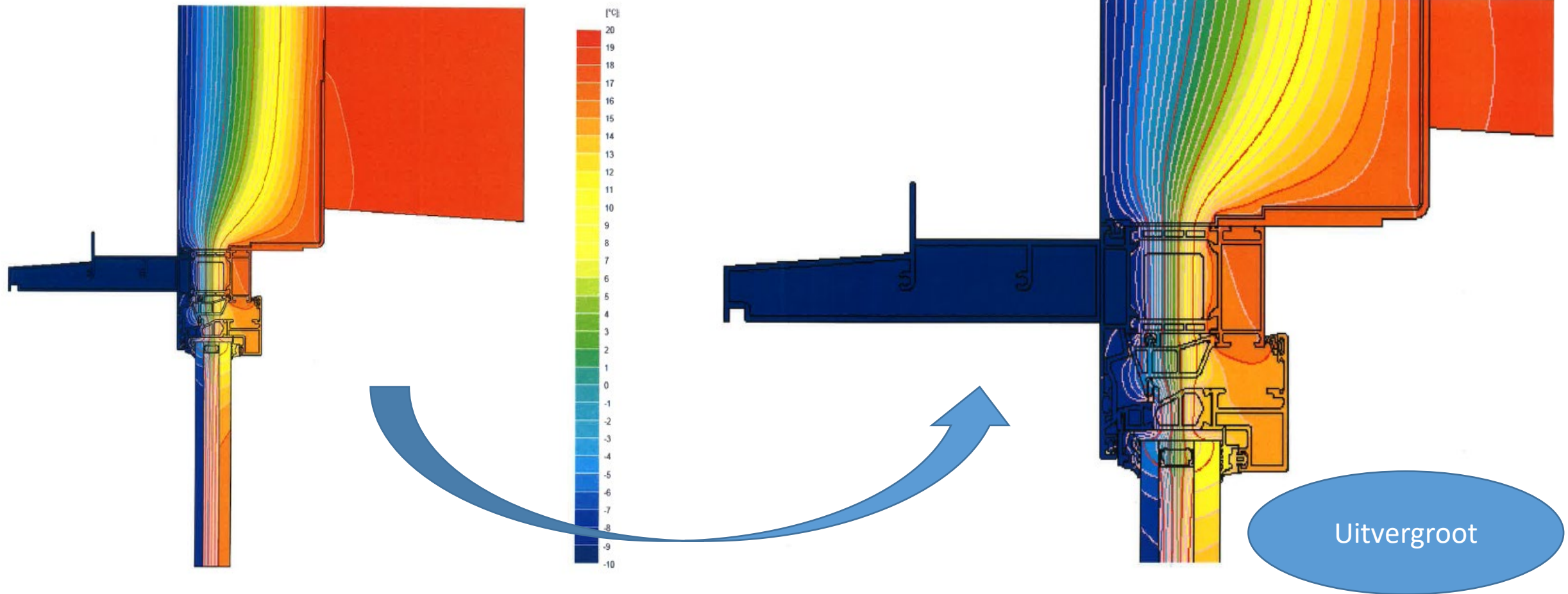
Versie: 2 (24/9/2015)

Printdatum: 21/09/2016

- Temperatuurverloop, risico op condensatie
- Invloed van doorboringen

Condensatie is gelinkt aan het behalen van een minimumtemperatuur in functie van een bepaalde relatieve vochtigheidsgraad.

Thermiek: condensatie-evaluatie





Akoestiek

Belangrijkste eis: akoestische isolatie door de gevel (transmissie), dit heeft een invloed op:

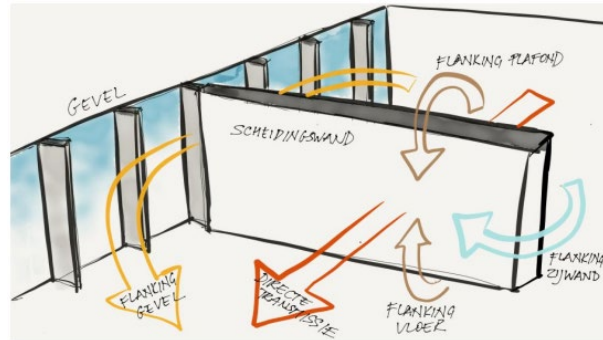
- Glasdikte en samenstelling:
 - asymmetrische samenstellingen
 - gelaagd glas
 - akoestische folies
- Luchtdichtheidsklasse van uw raam/gevel: dubbele dichtingen
- Aansluitingsdétails naar de ruwbouw toe (stalen prekaderelementen, minerale wol,...)

Thermische en akoestische isolatie
zijn soms niet complementair

Harde isolatie
(Polyurethaan)panelen isoleren
thermisch beter dan de
minerale wollen maar zijn voor
akoestische isolatie veel minder
performant

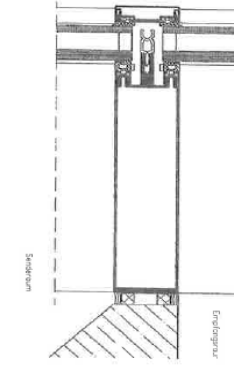
Akoestiek

- Dikwijls onderschat of vergeten: akoestische isolatie van lokaal tot lokaal ('flanking') in continuïteit met scheidingswanden en vloeren

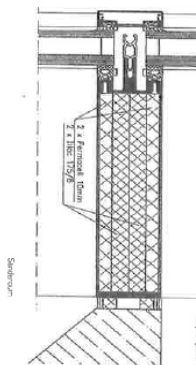


- Oplossingen:
 - Massa in profielen of tegen profielen, vullen met:
 - Staal
 - Gyproc
 - Zand
 - Ontkoppelen profielen

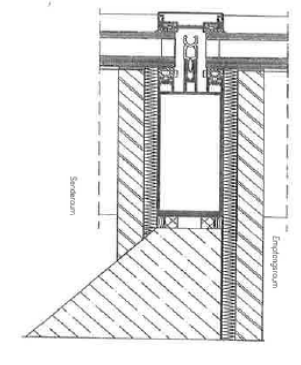
Horizontalübertragung - Einfluss Pfostenfüllung



3.17.1
Pfosten mit 200 mm BT
Art. Nr. 322320

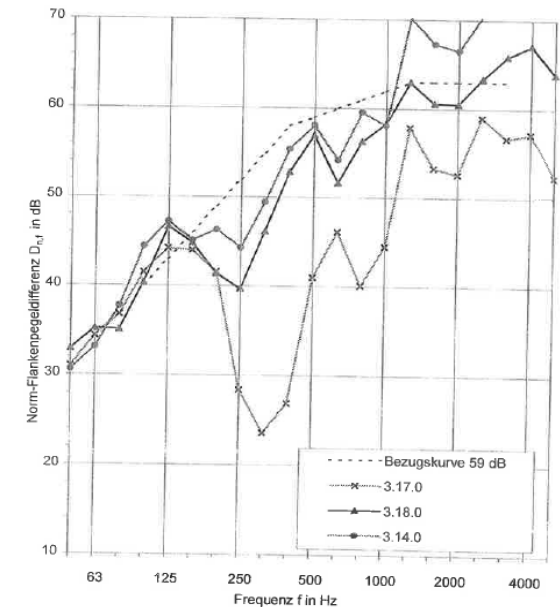


3.18.0
Pfosten mit 200 mm BT
mit Fermacell/Ilac gefüllt



3.14.0
Pfosten mit 125 mm BT, abgedeckt
Art. Nr. 322320

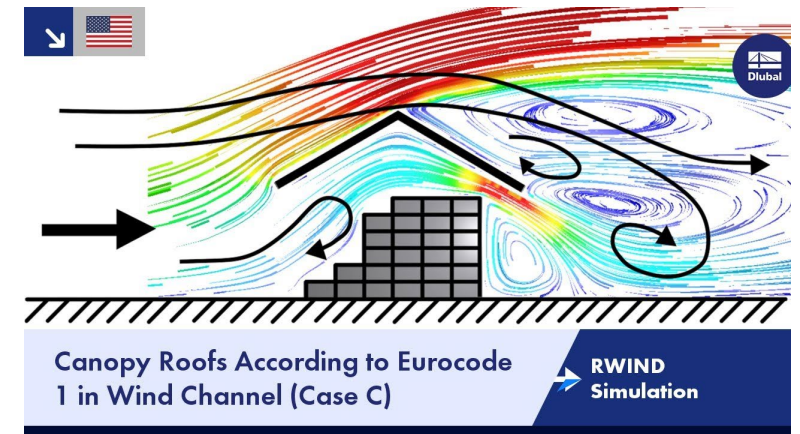
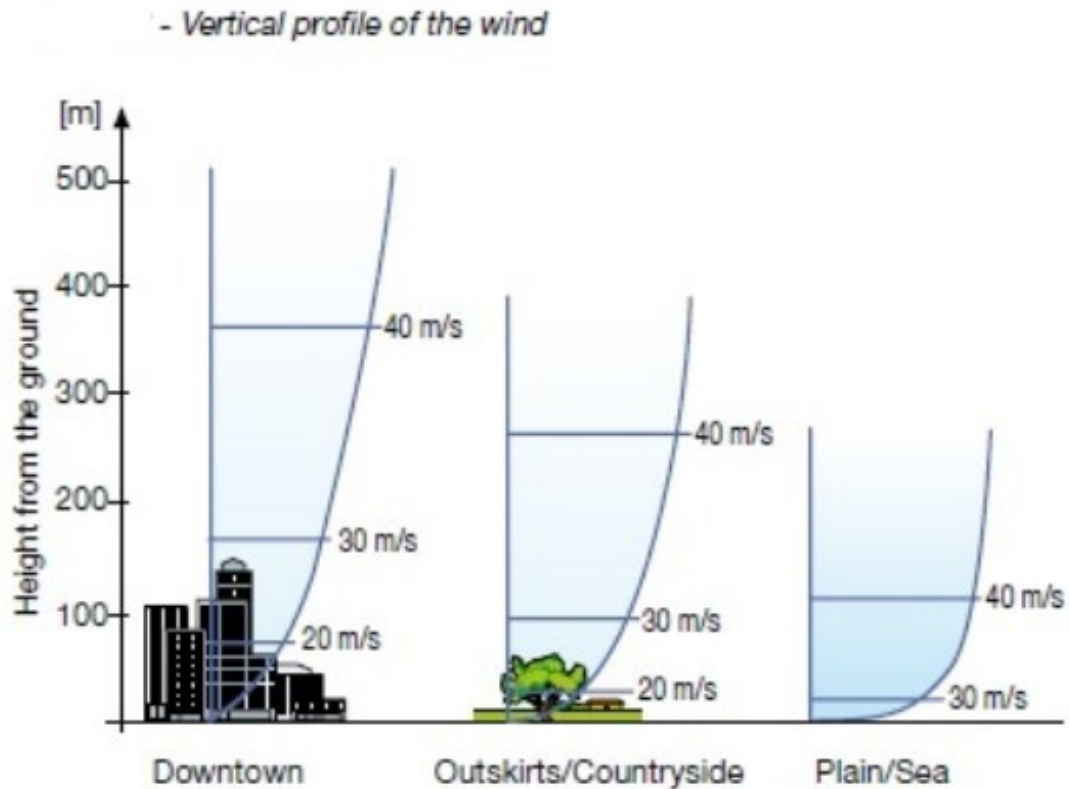
Verglasung: 6-12-9GH



3.17.0	$D_{n,f,w}$	=	40	dB
3.18.0	$D_{n,f,w}$	=	56	dB
3.14.0	$D_{n,f,w}$	=	59	dB

Stabiliteit: windbelasting

- Vastleggen windbelastingen: eurocode



Stabiliteit: windbelasting

Bepaling van de toe te passen winddrukken:

Combinatie van :

- Hoogte van het gebouw
- Omgeving
- Windsnelheid: referentie windsnelheid

Voor complexe of volumineuze gebouwen:

- Windtunneltesten

De basiswindsnelheid v_{b0} (m/s) is bepaald in Afbeelding 9:



Bron: NBN EN 1991-1-4 ANB:2010, Afbeelding 4.3 ANB

PEUTZ
ARCHITECTEN & INGENIEURSBUREAU
U-ACHTERBEEFING
WILHELMUS-DE-ROOS
BRASSERIJBOUW

Rapport

Heventhu's Antwerpen
Bepaling van de krachten en momenten op de hoofddraagconstructie en de locale extreme drukken op de gevels.

Rapportnummer: W 15166-2-RA d.d. 16 november 2010

Figuur 1: Model van het project in de atmosferische grensgebied van Peutz RV

Opdrachtgever: Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen
Rapportnummer: W 15166-2-RA
Datum: 16 november 2010
Pict.: MV/ULAKSW 15166-2-RA

Peutz BV
Nieuwland 2, 2140 Dendermonde
Tel: +32 (0) 57 25 25 25
Fax: +32 (0) 57 25 25 25
www.peutz.be

Peutz NV
Nieuwland 2, 2140 Dendermonde
Tel: +32 (0) 57 25 25 25
Fax: +32 (0) 57 25 25 25
www.peutz.be

Peutz BV
Nieuwland 2, 2140 Dendermonde
Tel: +32 (0) 57 25 25 25
Fax: +32 (0) 57 25 25 25
www.peutz.be

Peutz NV
Nieuwland 2, 2140 Dendermonde
Tel: +32 (0) 57 25 25 25
Fax: +32 (0) 57 25 25 25
www.peutz.be

Peutz BV
Nieuwland 2, 2140 Dendermonde
Tel: +32 (0) 57 25 25 25
Fax: +32 (0) 57 25 25 25
www.peutz.be

Peutz NV
Nieuwland 2, 2140 Dendermonde
Tel: +32 (0) 57 25 25 25
Fax: +32 (0) 57 25 25 25
www.peutz.be

Stabiliteit: ontwerpcriteria

WTCB



EEN UITGAVE VAN HET WETENSCHAPPELIJK EN TECHNISCH CENTRUM VOOR HET BOUWBEDRIJF



RAPPORT **T**OEPASSING VAN
DE EUROCODES OP
HET ONTWERP VAN
BUITENSCHRIJNWERK

WTCB-Rapport nr. 11 – 2009

Belastingen:

- Windbelasting
- Eigengewicht
- Andere lasten

Gevelontwerp:

- Overspanning van de dragende profielen
- Ankers en andere steunpunten
- Samenstelling van de invulelementen

Materialen:

- Toelaatbare spanningen
- Maximaal toegelaten vervormingen

Keuze en ontwerp van het profiel
Dimensionering van de ankers
Definitieve samenstelling van de beglazing

Stabiliteit

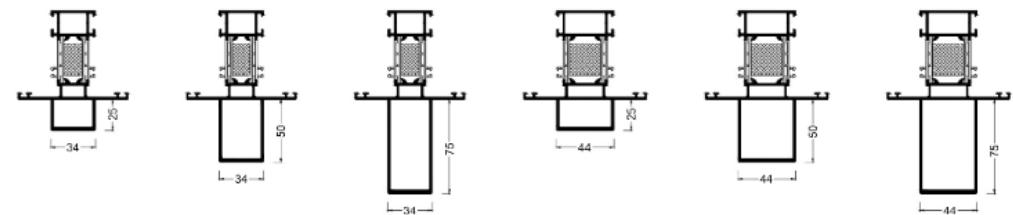
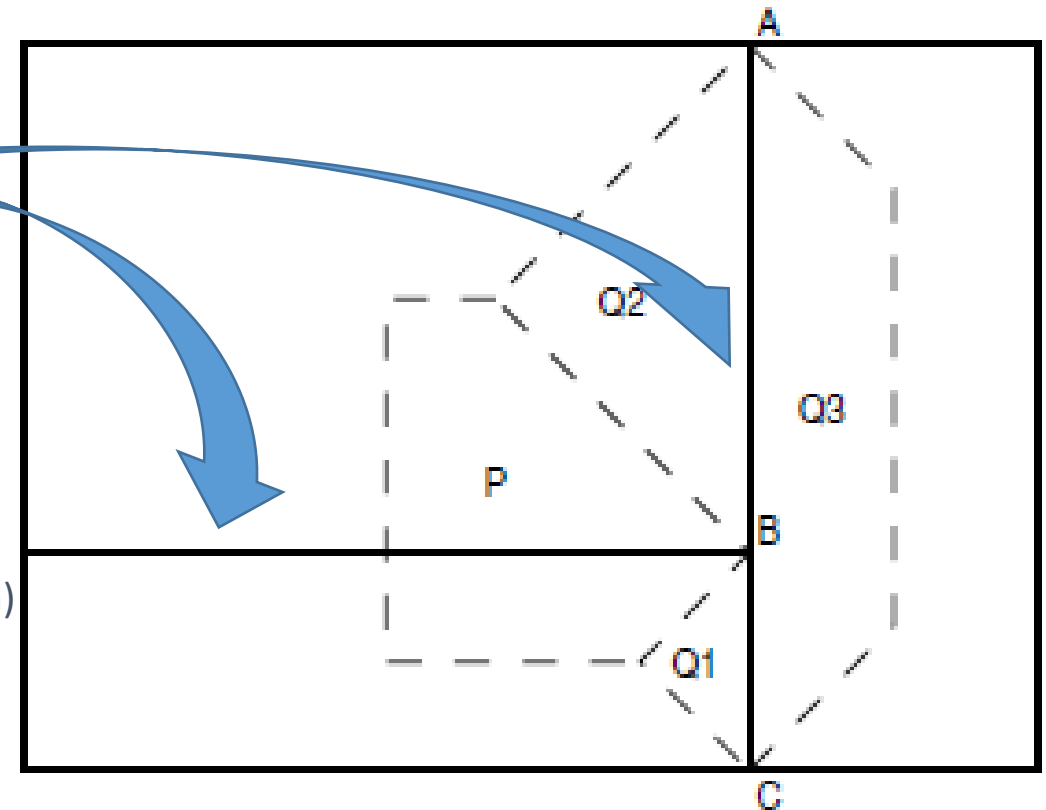
Bepaling van de sectie van de toegepaste systeemprofielen
ifv de belastingen:

- ✓ Nazicht van de benodigde inertiemomenten (in het bijzonder voor tussenstijlen en –regels)
- ✓ Optimalisatie van de zwaarte van de profielen en het aantal ankers
- ✓ Opgepast met grote en zware invulelementen
- ✓ Controle op de afmetingen van de opengaande delen (zie verslagen ATG)

Andere criteria waar men moet rekening mee houden?

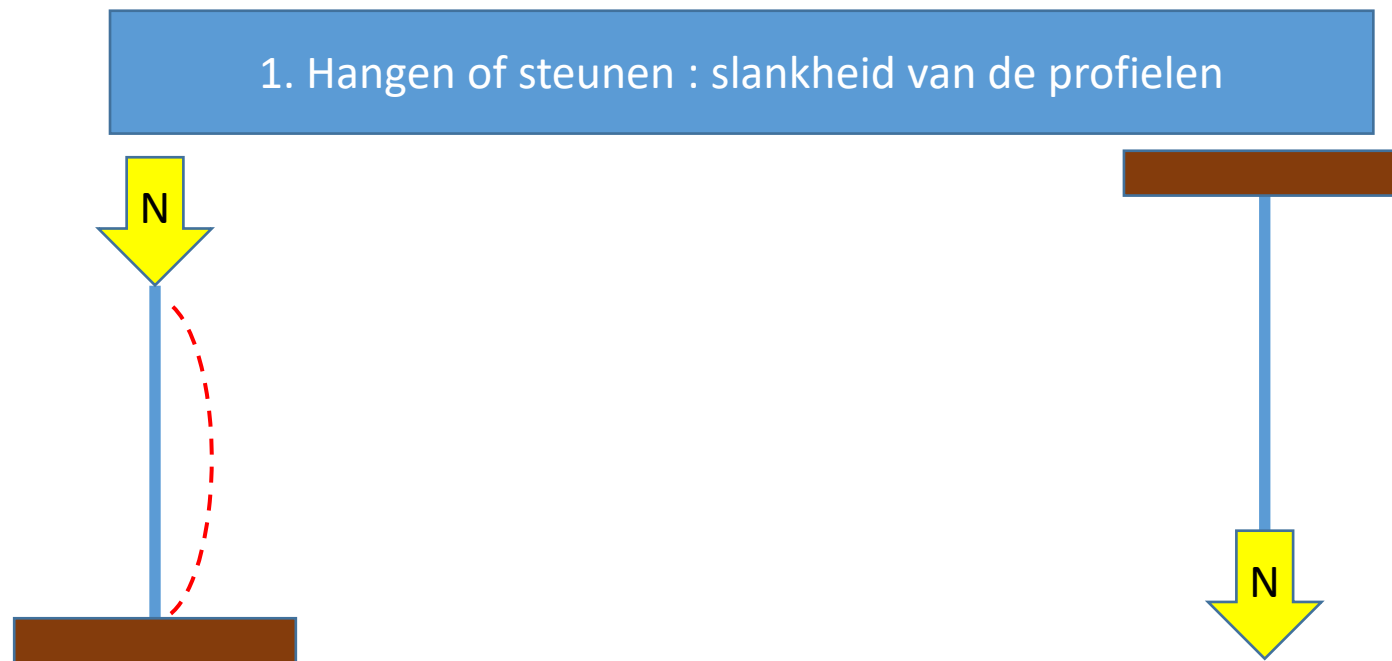
Veiligheid (inbraak – en andere)

Brandbescherming (overdimensionering met 15 à 20%)



Stabiliteit: 'spitsvondigheden'

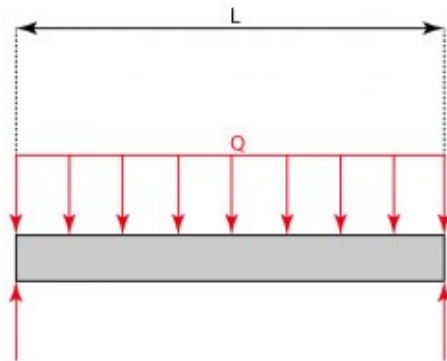
- Stabiliteit in schrijnwerk = kwestie van beperkingen van **doorbuigingen**
- 'Te licht schrijnwerk' heeft tot gevolg: lekken (lucht-water), glasbreuk ...
- Enkele 'tips':



Stabiliteit: 'spitsvondigheden'

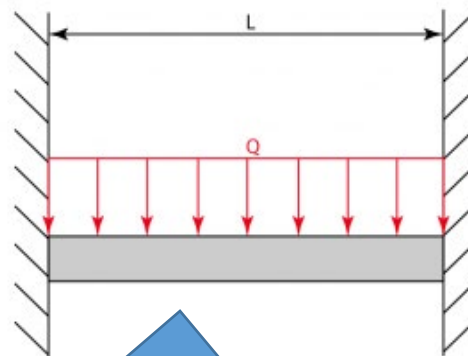
2. verankeringswijze

Balk op twee steunpunten



$$f_{\max} = 5QL^3/384EI$$

Balk op twee steunpunten met inklemming
(pas op voor impact op ruwbouw)



$$f_{\max} = 1QL^3/384EI$$

Doorbuiging beperkt tot 20%

Doorbuiging beperkt tot 38%

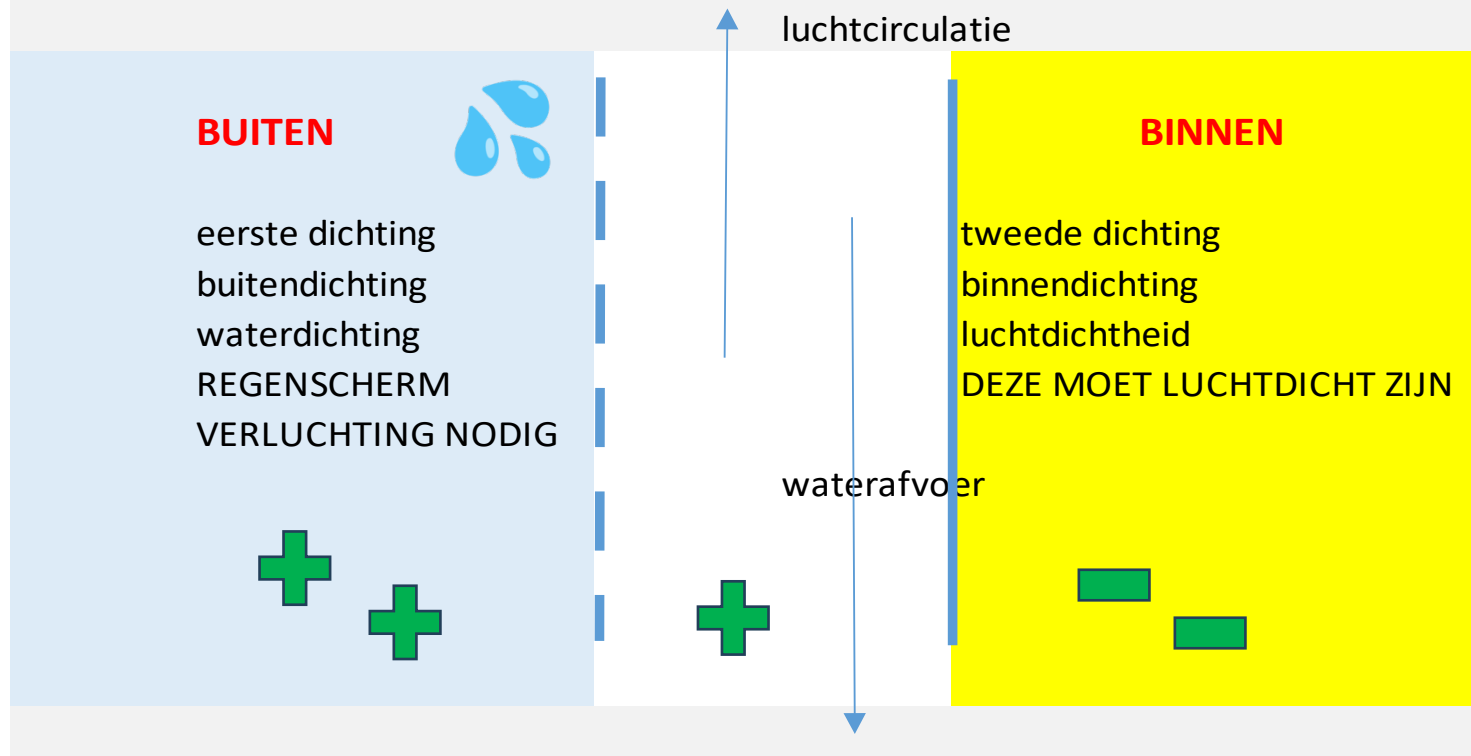
cantilever

max. deflection

$$x = \frac{1 + \sqrt{33}}{16} \cdot L$$
$$y = \frac{55\sqrt{33} + 39}{65536} \frac{PL^4}{EI}$$

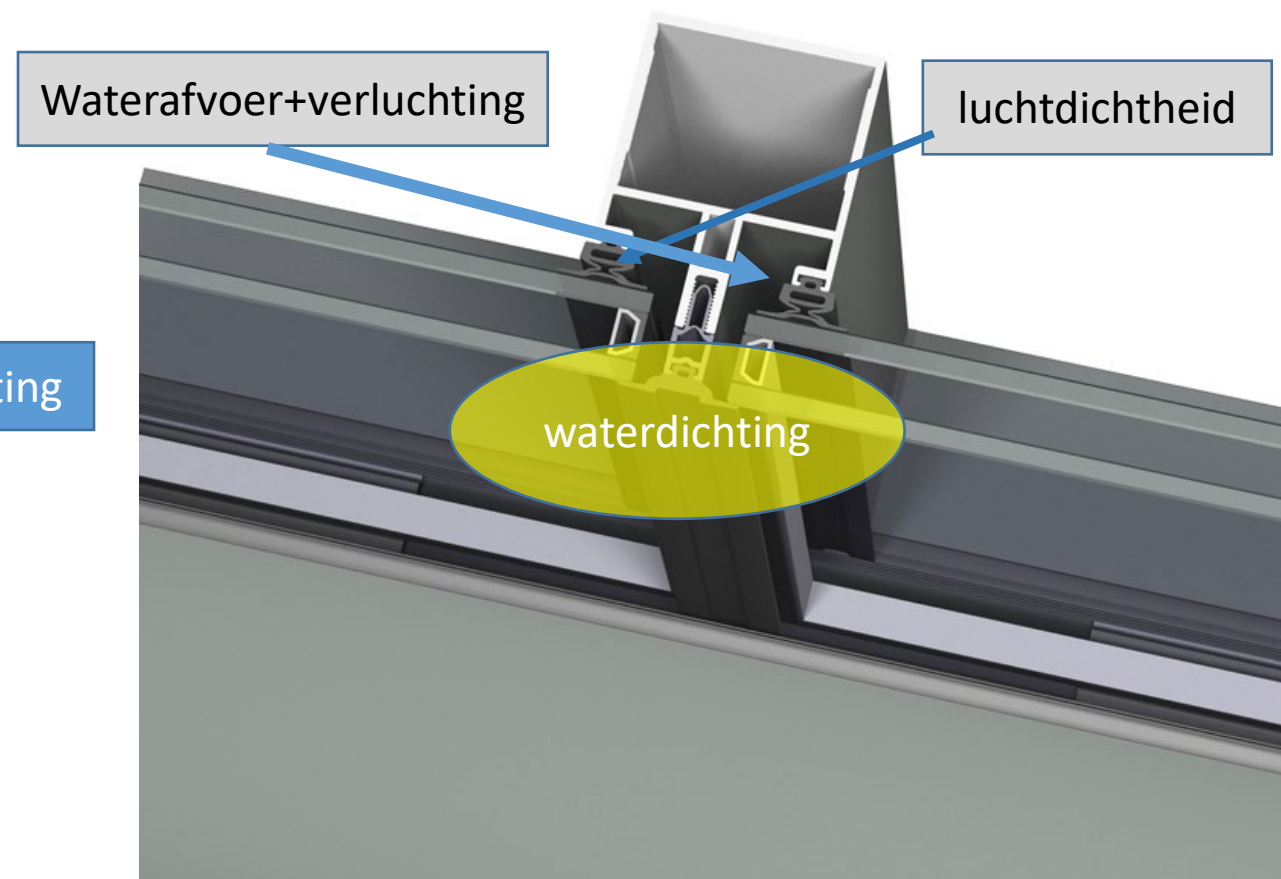
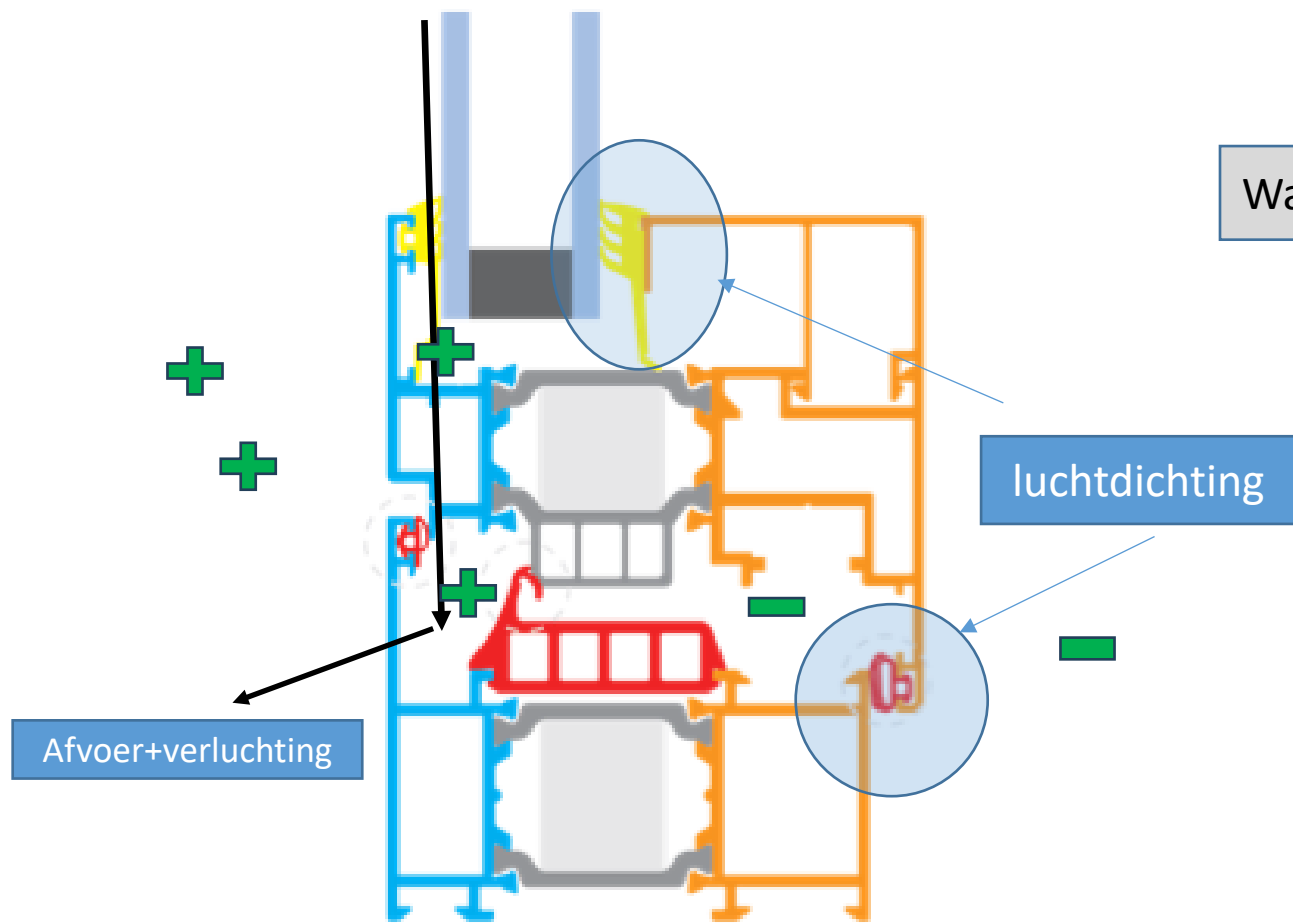
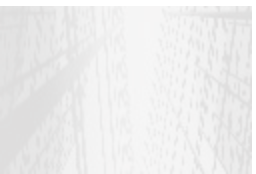
Waterhuishouding

BASISPRINCIPE: DUBBELE DICHTING



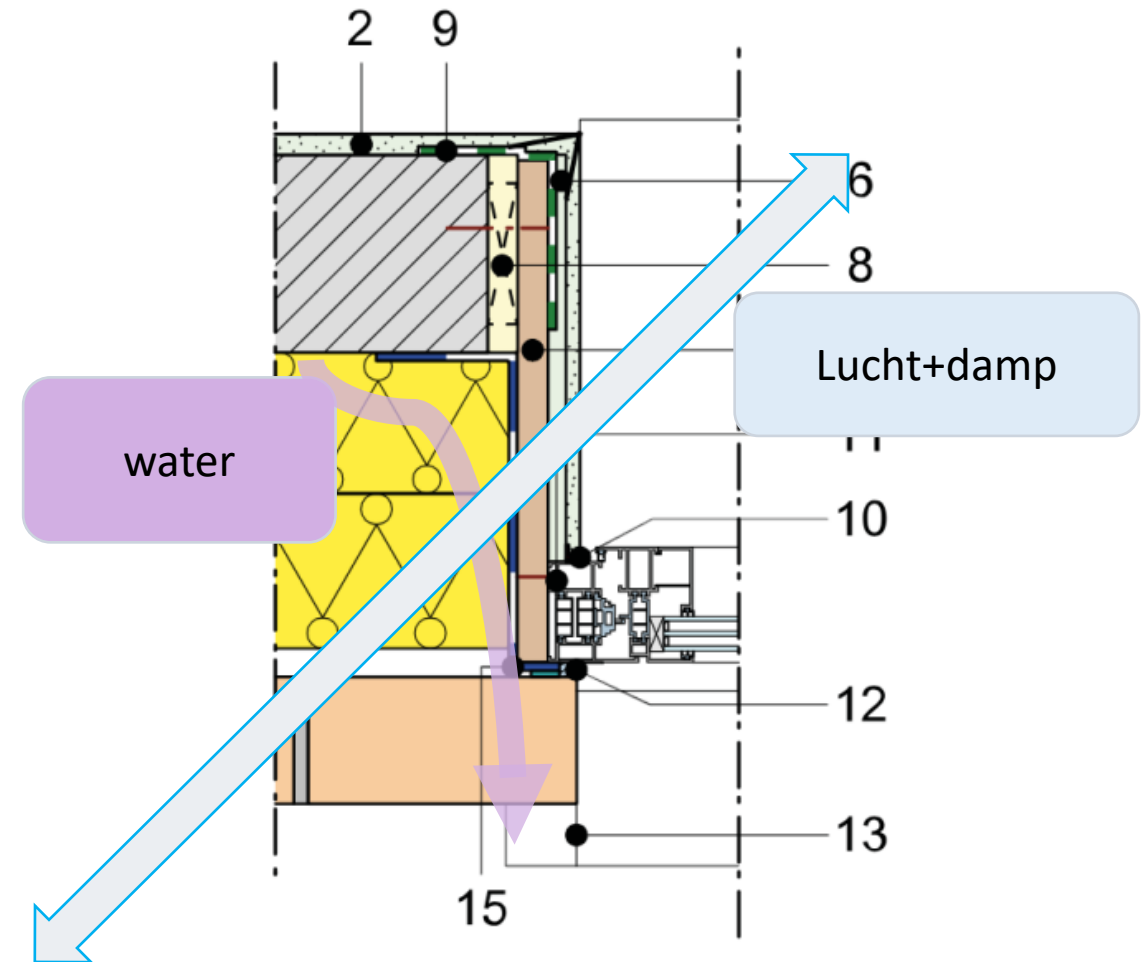
1. Binnenscherm moet perfect dicht zijn, pas dus op voor koppelingen
2. Het water tussen de dichtingen moet afgevoerd kunnen worden
3. Goede verluchting tussen de twee schermen is belangrijk
4. Continuïteit tussen niveaus verzekeren met de aansluitingen

Waterhuishouding



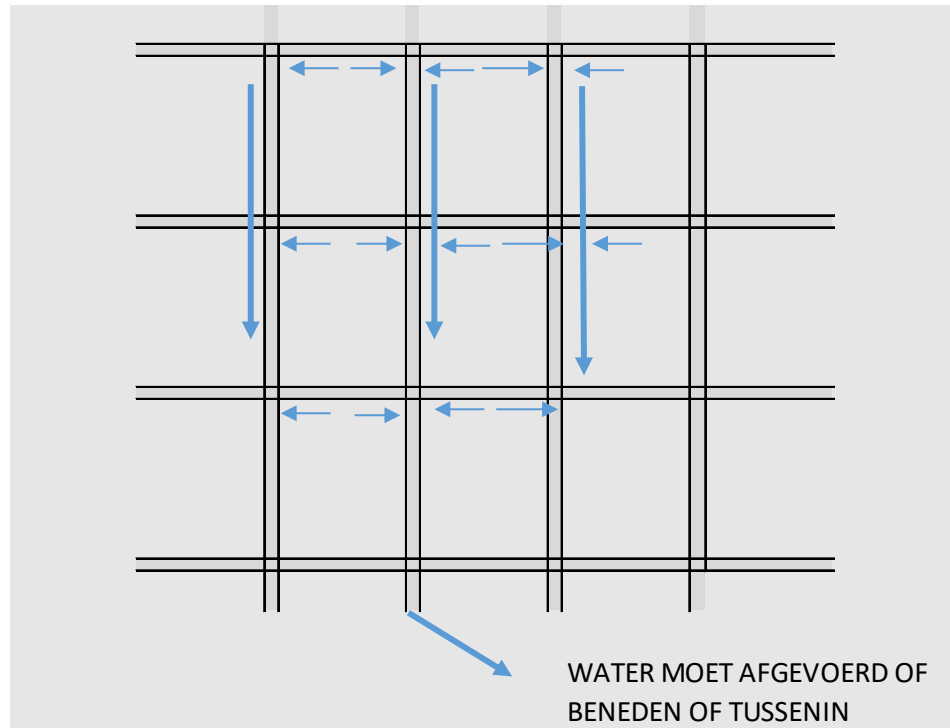
Waterhuishouding

- Aansluitingen zijn minstens even belangrijk
- Tip:
Dampscherm = regenscherm als de isolatie volledig buiten kan worden geplaatst

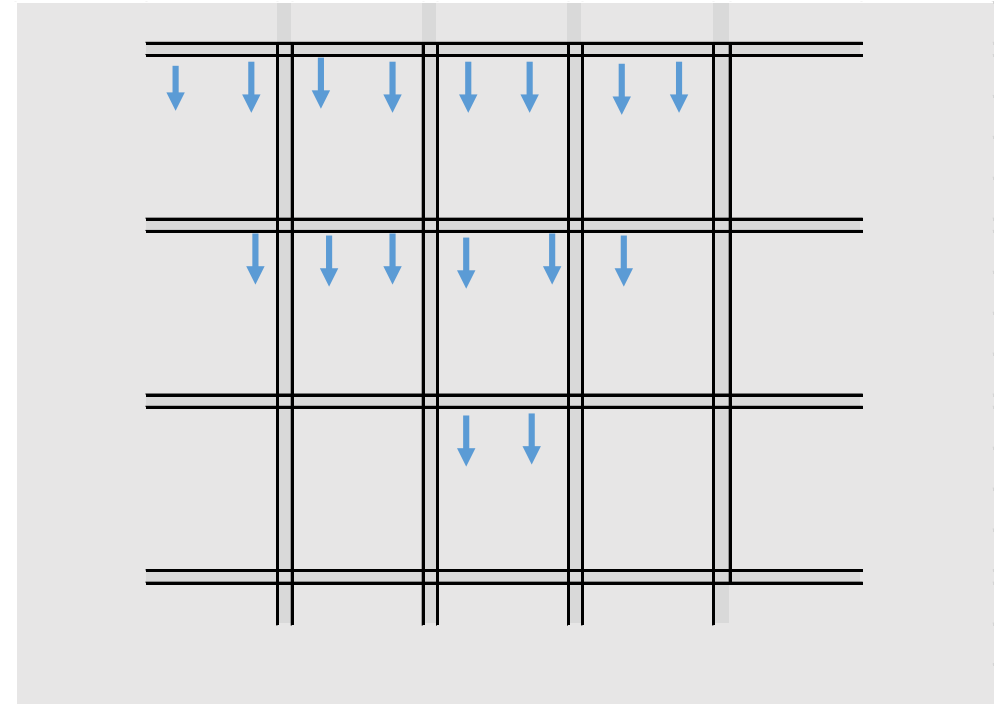


Waterhuishouding

- Afwatering regel stijl (klassiek)



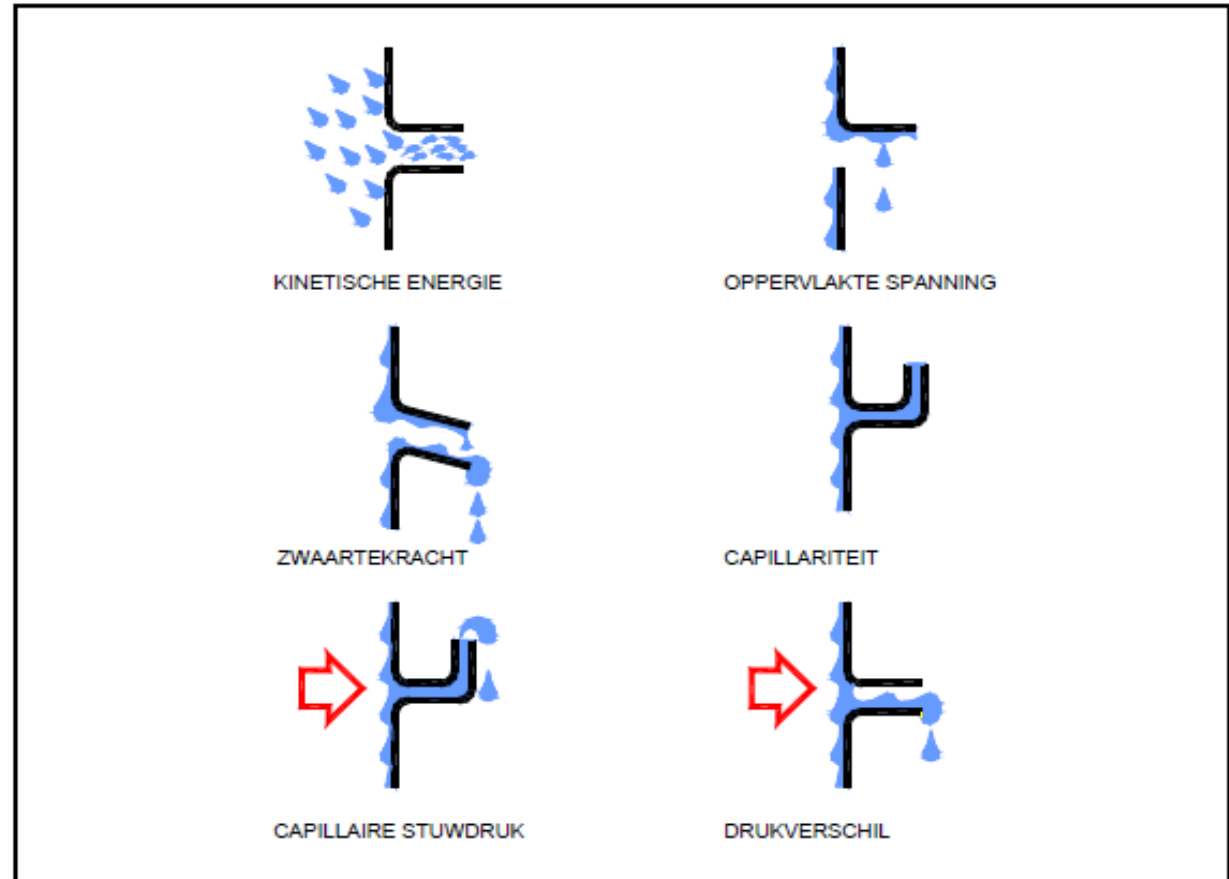
- Afwatering per veld



Waterhuishouding

Water is een aardig verhaal,...

Meeste interventies in garantieperiode = waterinfiltraties



Uitzettingen, vervormingen en toleranties

- **Uitvoeringstoleranties**

- ruwbouw +/- 20 mm in de drie richtingen!

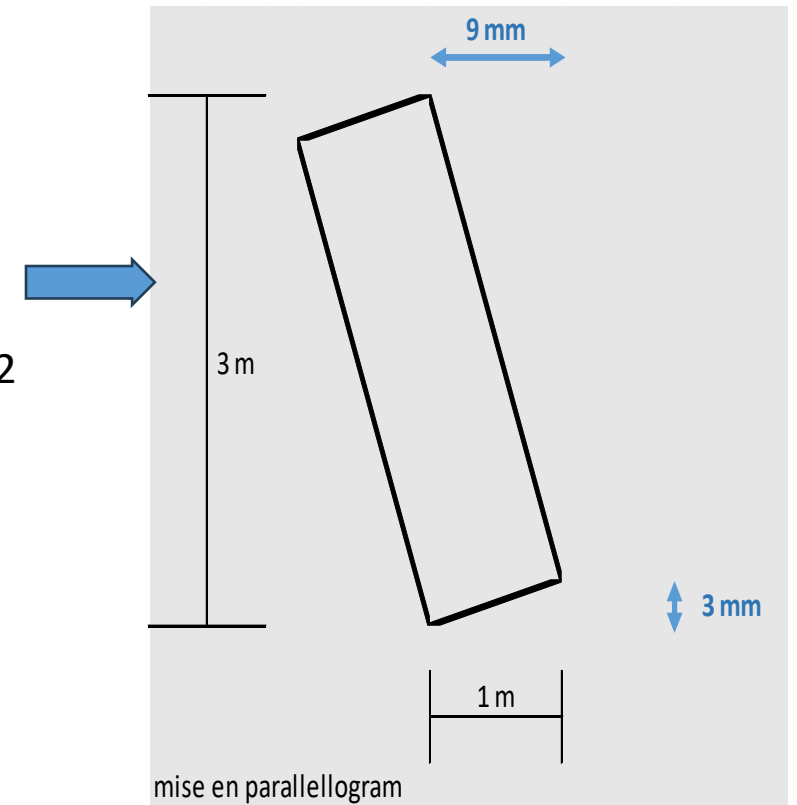
Realistische afspraken in ontwerpfase en niet achteraf

- Montage/productietolerantie van het schrijnwerk (en haar diverse onderdelen zoals glas) 2 à 3 mm
 - Pas op voor accumulatie van deze toleranties (tussen aluminium, glas ...)
 - Hoe groter de volumes hoe groter de afwijkingen ('mise en parallélogram)

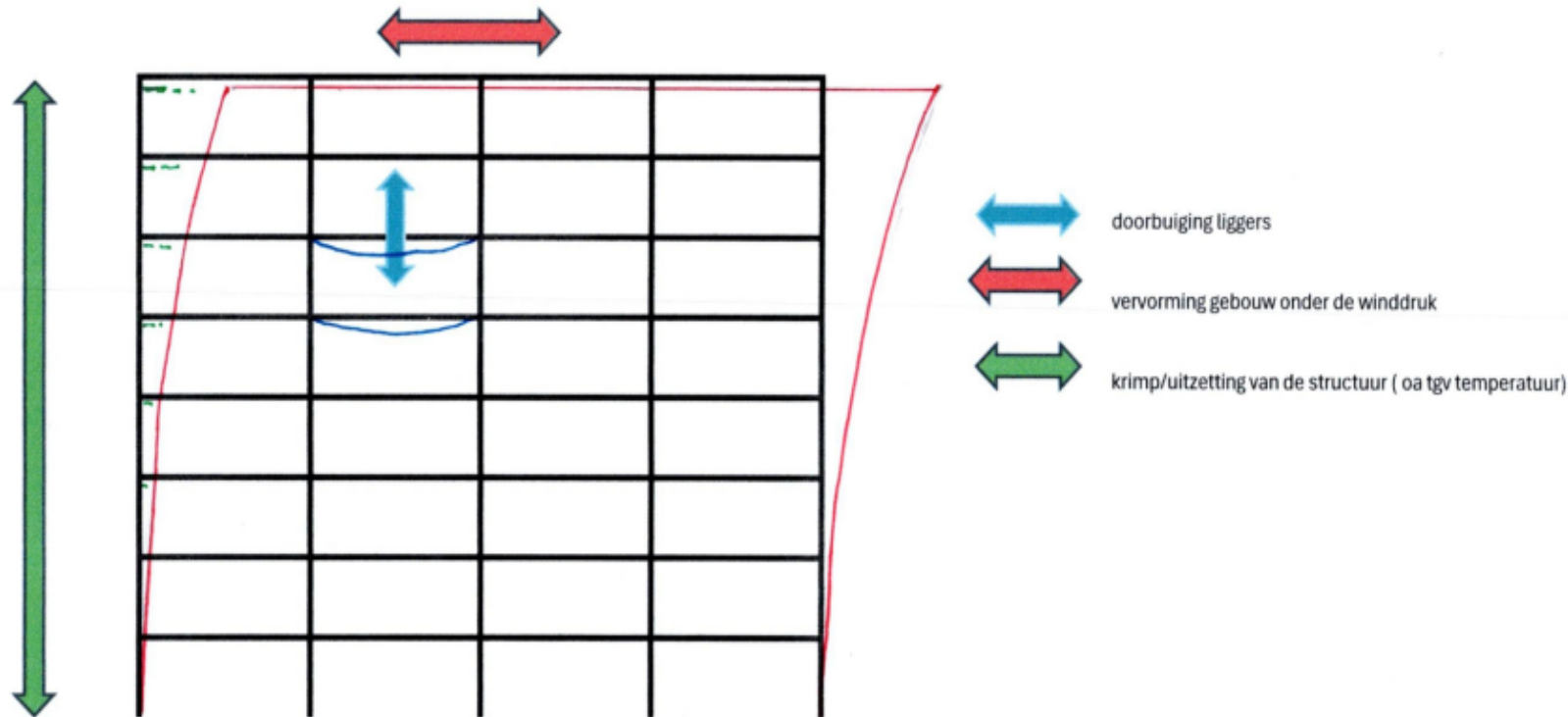
- **Vervorming van de ruwbouw** (\neq) is niet gelijk aan tolerantie)

- Vervorming op een balk is bijvoorbeeld (zie lastenboek): L/500 of 12 mm
- De ligger mag geplaatst worden met een tolerantie van +/- 20 mm
- Soms werken beiden dus cumulatief!

- **Dilatatie:** bijvoorbeeld van aluminium



Welke vervormingsfenomenen treden er op (de belangrijkste)



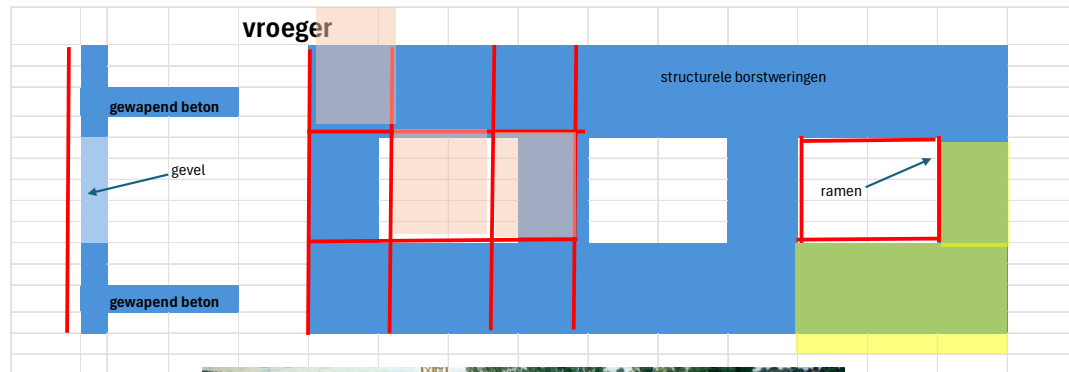
- Doorbuiging van de liggers onder eigengewicht+ mobiele lasten
- Vervorming van de structuur onder de windbelasting
- Uitzetting of inkrimping van de structuur (o.a tgv temperatuur)
- Uiteraard kan alles met elkaar worden gecombineerd

Uitzettingen, vervormingen en toleranties

Vroeger:

Gewapende betonvloeren

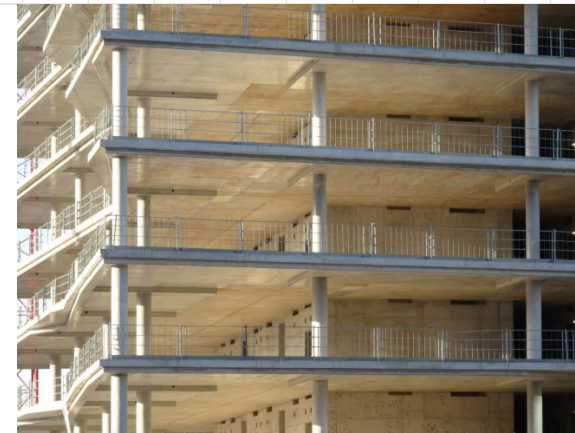
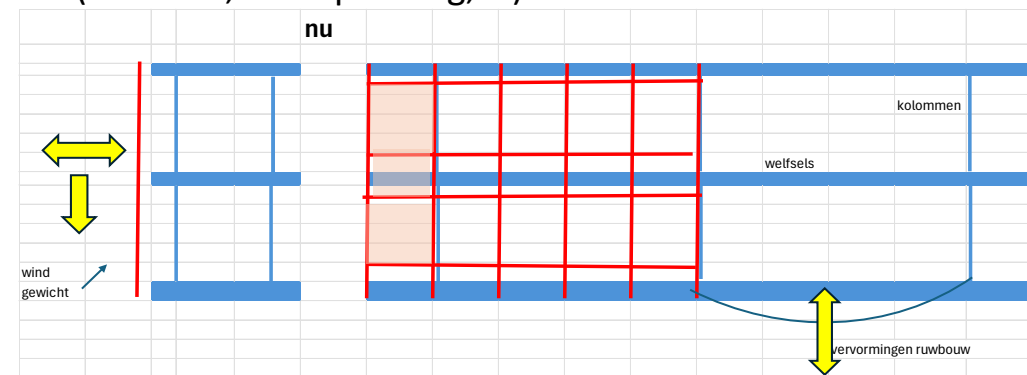
Betonnen structurele borstweringen



Nu

Geen borstweringen meer

Alles steunt op kolommen, grote overspanningen en lichte vloeren (welfsels, voorspanning, ...)



Uitzettingen, vervormingen en toleranties: basisprincipe

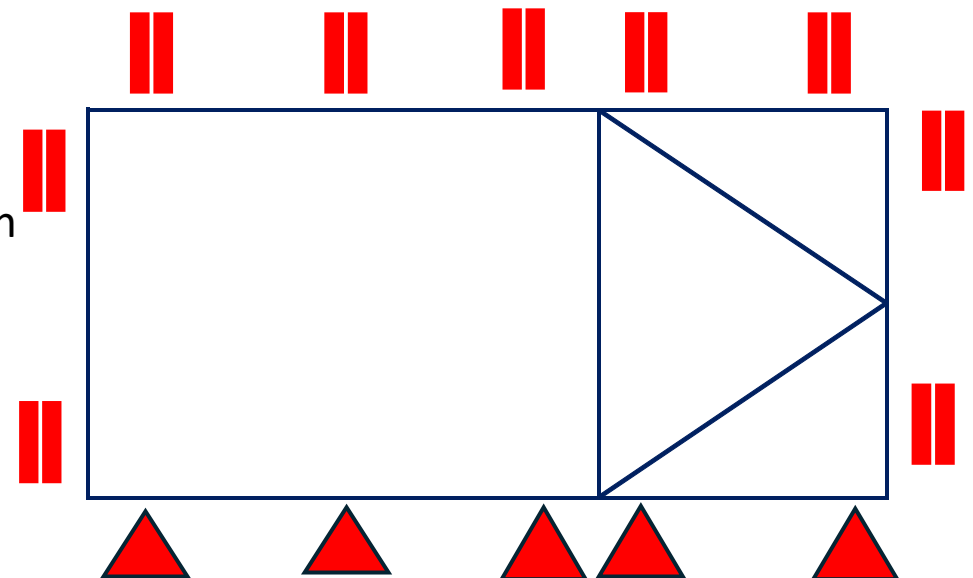
Dilatatie aluminium: 1mm/m (staal of inox ongeveer een derde) Op 6 m is dit dus 6 mm!

'donkere deuren' aan de zonnekant: gaan soms moeilijk open

Gevels zonder uitzetting: 'kraakgeluid 's avonds of 's morgens

Basisprincipe voor de vast zetting van raamgehlen:

- ▲ Gewichtsankers (onderaan): vaste punten, geen beweging toegelaten
- || Windankers (zijdelings en boven) moeten de" uitzetting van het raam kunnen opnemen en moeten dus kunnen dilateren! Deze voorziening zorgt er ook voor dat differentiële vervormingen tussen de vloerplaten ook worden opgenomen.
- Soepele ankers
- Sleufgaten
- ...





Uitzettingen, vervormingen en toleranties: basisprincipe

Pas op

- Regelsleufgaten: zeer nuttig om bij te regelen bij de plaatsing. Ze moeten wel 'vergrendeld' worden na plaatsing!
- Sleufgaten om dilatatie, vervormingen op te nemen: ze moeten blijven glijden! In extreme gevallen kan men teflon gebruiken.
- Kraakgeluiden zijn meestal het gevolg van een gebrek aan uitzetmogelijkheden.

Uitzettingen, vervormingen en toleranties: opmeten?

Na opmeting op de werf

- Minimum periode nodig om ramen te produceren na deze opmeting
- Variatie in de maatvoering
de toleranties van de ruwbouw worden opgenomen in de maatvoering
- Minder afwerking

Op theoretische maten:

- Het schrijnwerk wordt uitgewerkt op plan (in functie van assen en niveaus en op theoretische maten)
- In alle aansluitingen en ankers moeten toleranties van de ruwbouw kunnen opgenomen worden
- Voor beton/metselwerk: +/- 20 mm (in 3D)
- Voor staal: te bespreken
- In realiteit liggen de toleranties meestal nog hoger

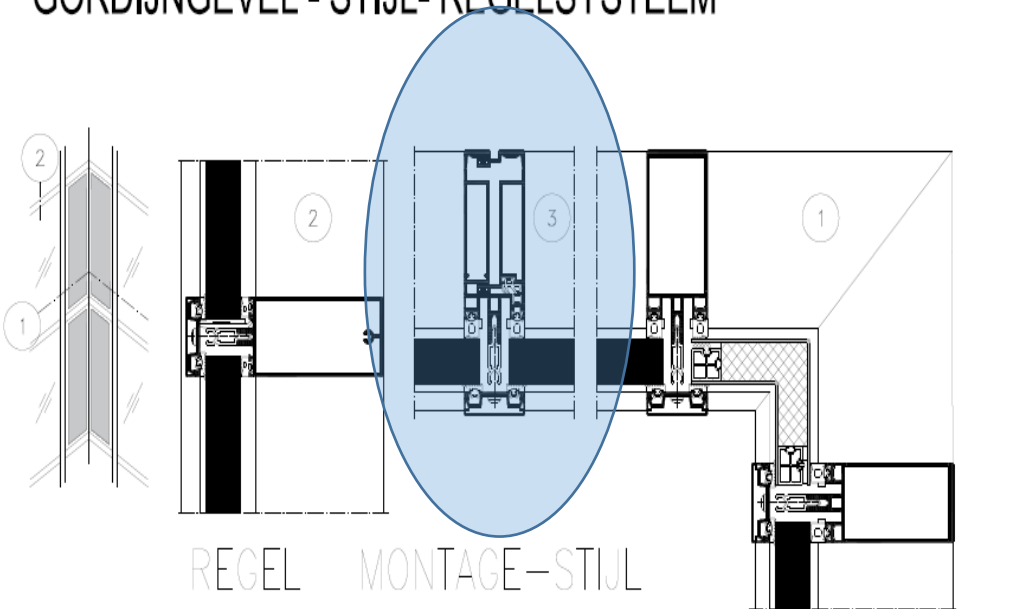
Pas op: dikwijls dient dan de uitlijning van de gevel als basis voor de andere afwerkingsloten: plafonds, vloeren, wanden ...

Uitzettingen, vervormingen en toleranties: ruwbouw

- Dilatatievoegen in de ruwbouw:
 - Horizontaal en/of verticaal
 - Richting van eventuele uitzetting en potentiële waarde kan sterk variëren
- Vervormingen van de ruwbouw?
 - Staal of betonconstructie
 - Bij beton: krimp en kruip (vervorming evolueert over de jaren heen)
 - Bij staal: doorbuiging onder eigengewicht is groter maar vrij stabiel en gemakkelijk te berekenen
 - Vervormingen onder de diverse belastingen:
 - Eigengewicht, gewicht gevel en vaste lasten, mobiele belastingen (wind, gebruikslasten, temperatuur...)
 - Oppassen met tegenpeilen in beton/staalliggers
 - Problematiek gezien de optimalisatie in de ruwbouw (o.a. door toepassing van minder strenge eisen voor de berekening van de doorbuiging), gebruik van groter overspanningen, nieuwe technieken (nagespannen beton, welfsels ...)

Uitzettingen, vervormingen en toleranties: koppelprofielen

GORDIJNGEVEL - STIJL-REGELSYSTEEM

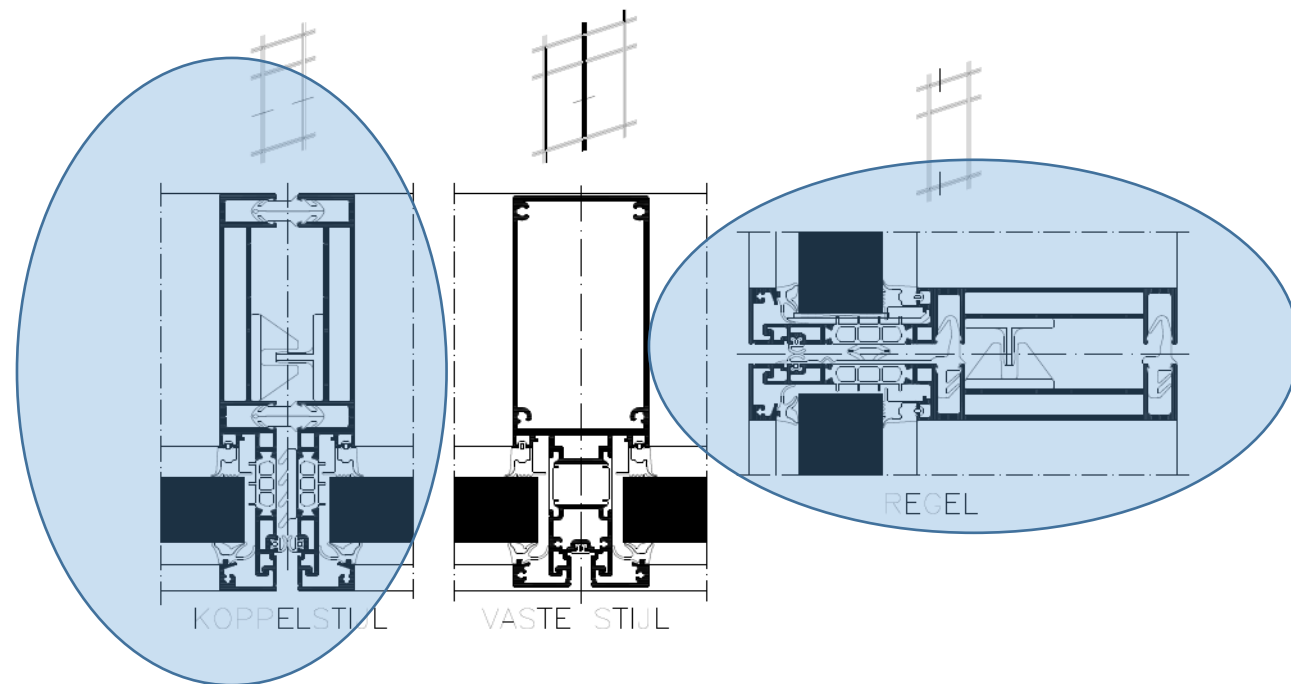


Oplossing 1:

Gebruik van koppelprofiel

- Opname verticale vervorming
- Opname vervorming in vlak van de gevel (beperkt)

GORDIJNGEVEL - KADERSYSTEEM



Oplossing 2:

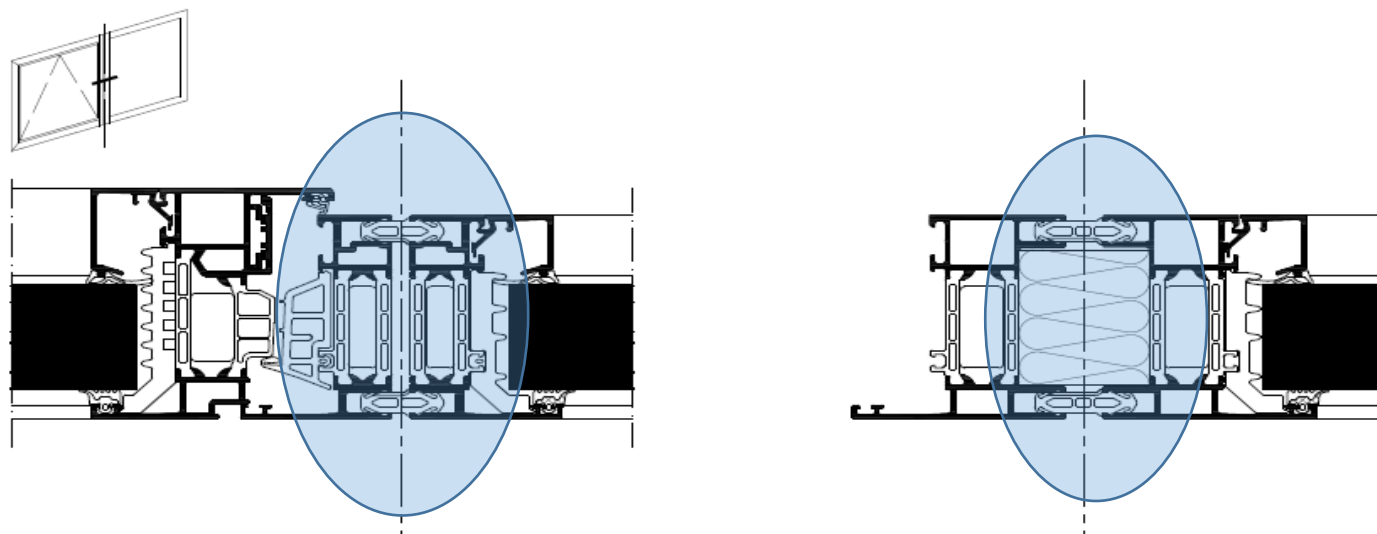
Gebruik van 2 profielen verbonden door een soepele verbinding (bv Epdm slab)

Uitzettingen, vervormingen en toleranties: koppelprofielen

Ramen

- Koppelen horizontaal **of** verticaal
- Oppassen naar continuïteit dichtingen naar ruwbouw toe

RAAMSYSTEEM - KOPPELING

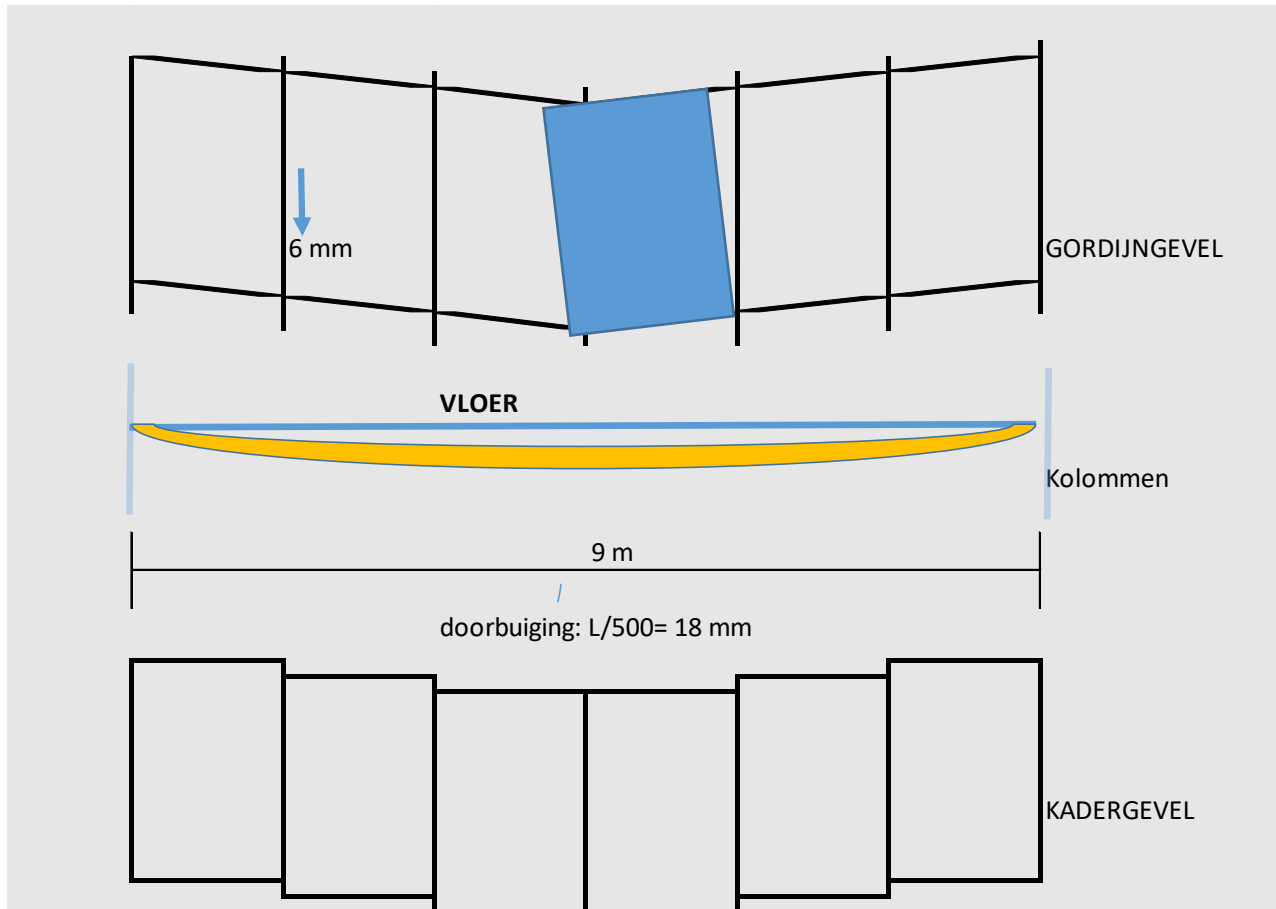


Uitzettingen, vervormingen en toleranties: oplossingen

- Windankers die geleiding toestaan in één richting
- Sleufgaten die uitzetting in één richting toestaan
- Breder profielen met grotere sponningen voor de opname van het glas
- Montagemethodiek
Wanneer en hoe belasten we de ruwbouw, eventueel voorzien we een tegenpeil in de uitlijning van de ankers.

Dit heeft ook een impact op de aansluitingsdetails en de continuïteit van de dichtingen

Uitzettingen, vervormingen en toleranties: doorbuiging van de vloerplaat



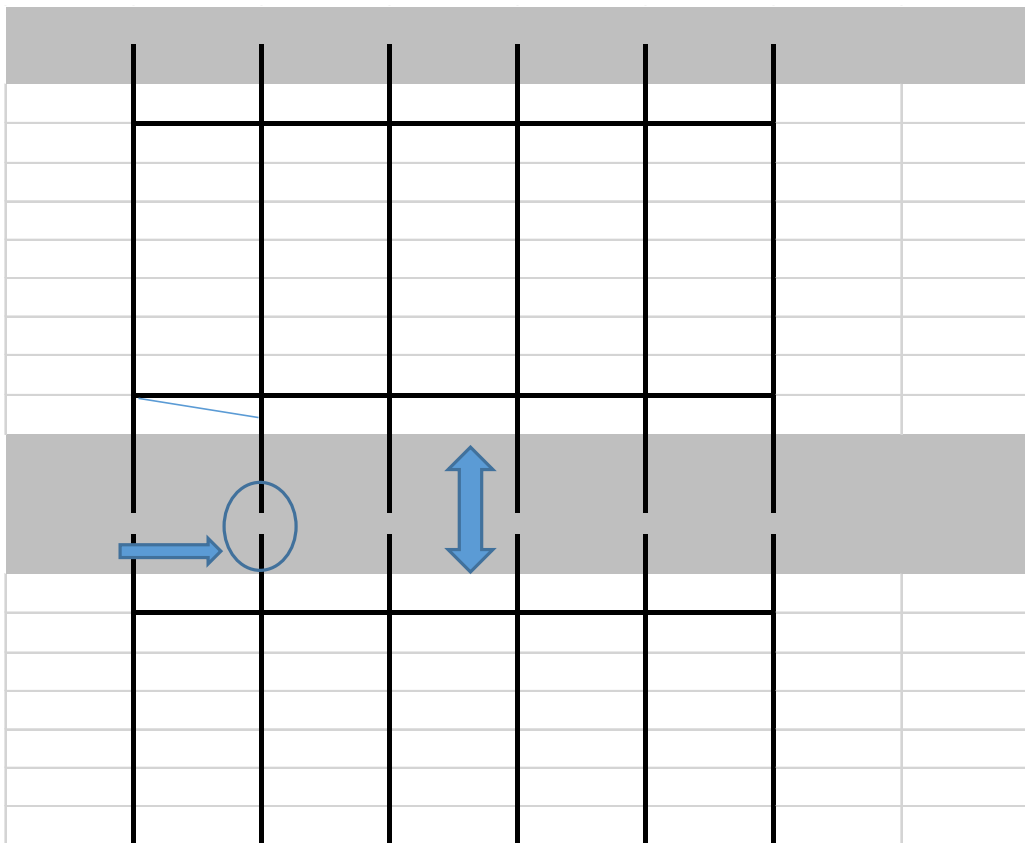
Vervormingsgedrag gevel in functie van doorbuiging vloer:

- Continuïteit van de dichtingen in de hoeken
- Glasbreuk

Een gordijngewelfprofiel van 60 mm laat meer doorbuiging toe dan een profiel van 50 mm breed!

Een kadergevel kan dit ook beter opvangen.

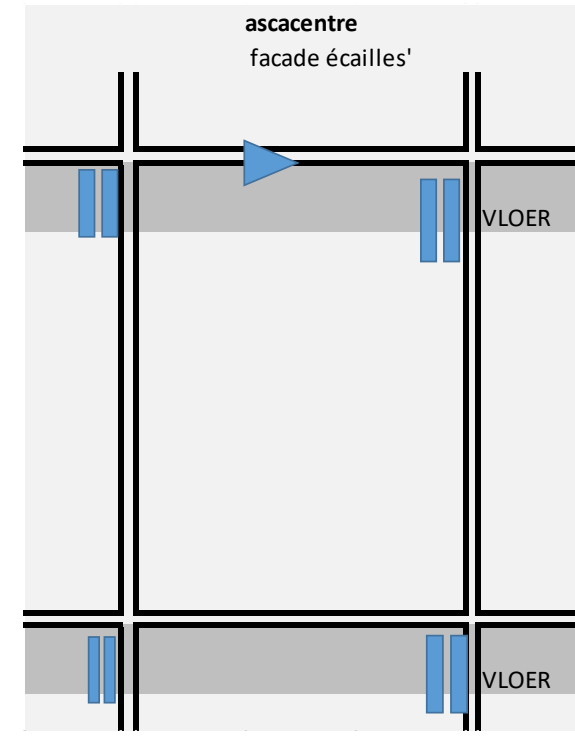
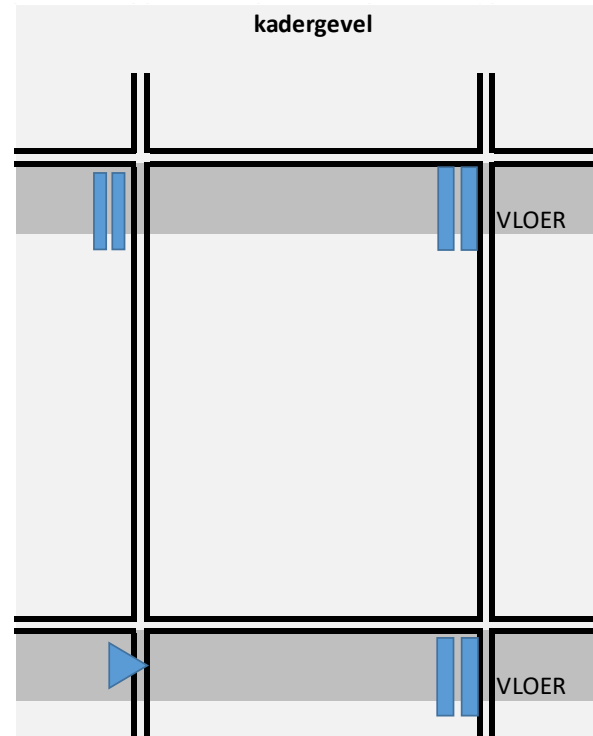
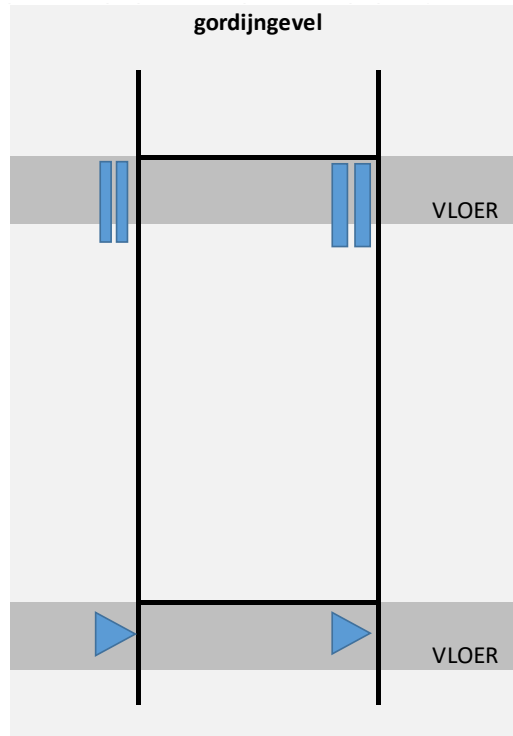
Uitzettingen, vervormingen en toleranties: differentiële vervorming van de vloerplaten





- Impact op koppelingen tussen stijlen
- In borstweringen: nazien of glas voldoende geklemd is (te veel - te weinig)
- Opvangen beglazing in zicht en borstwering tgv zetting gevel

Voor een klassieke gordijngewel max 2 à 3 mm doorbuiging per vak !!
Voor een kaderewel is het afhankelijk van de dimensionering van de koppelingen.

Uitzettingen, vervormingen en toleranties: opstelling van de ankers

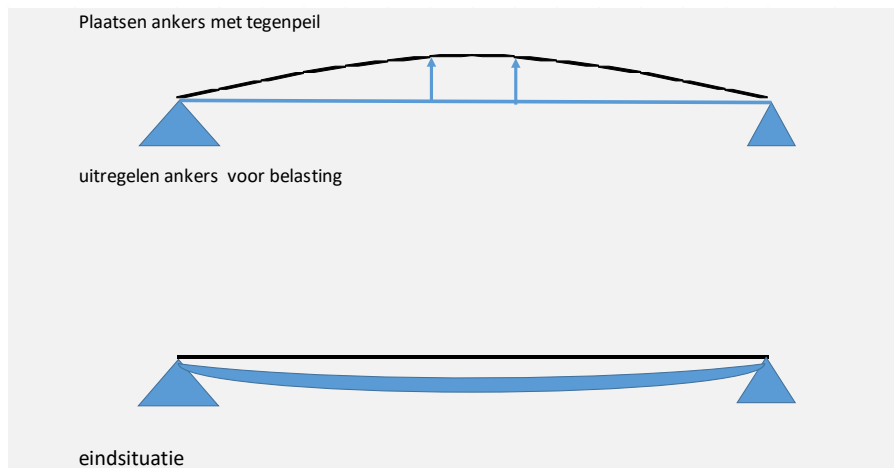


-  gewichtsanke: vaste verbinding in de drie dimensies
-  windankers: vaste verbinding in twee dimensies geleidend in derde

Uitzettingen, vervormingen en toleranties: oplossingen

- De vervormingen zijn opgetreden voor plaatsing gevel:
Directe doorbuiging van de ruwbouw
Directe doorbuiging van de reeds geplaatste afwerking van het gebouw
- De vervormingen die zullen optreden na plaatsing gevel zijn berekenbaar en vast:
Directe doorbuiging tgv de plaatsing van de gevel
Directe doorbuiging tgv de dode lasten

Goede uitlijning ankers:
opname directe vervorming
+ uitvoeringstolerantie
ruwbouw



Plaatsen met tegenpeil/na-regeling van de ankers
Indien opname in de gevel niet mogelijk
Alternatief: werken met vjzels

Uitzettingen, vervormingen en toleranties: oplossingen

- De vervormingen zijn niet vast te leggen en variabel
 - Doorbuiging op termijn door krimp en kruip
 - Doorbuiging tgv mobiele lasten
 - Vervorming tgv temperatuurverschillen
 - Vervorming tgv windbelasting (vooral in torengebouwen)
- Oplossing
 - Bredere profielen
 - Koppelprofielen
 - Kadersystemen
 -

Opname in het
gevelsysteem

Uitzettingen, vervormingen en toleranties: case study 1

Havenhuis

- Ruwbouw

- Staalstructuur
- Grote overspanningen
- Zeer lichte structuur gezet met tegenpeil in het staal
- Temperatuur problematiek bij de montage

- Probleemstelling

- Hoe initiële ankers uitlijnen rekening houden met tegenpeil, met doorbuiging staalstructuur en met de impact van de temperatuur bij plaatsing?

- Oplossing

- Alle ankers geplaatst met een tegenpeil in 3 D om het grootste deel van de zetting van de ruwbouw door haar eigengewicht en door belasting van de gevel op te nemen
- Kadersysteem ontwikkeld dat toeliet tot 10 mm op te nemen in de voegen (harmonicavoeg) voor de opname van de mobiele belastingen



Uitzettingen, vervormingen en toleranties: case study 2



Ascacentre

- Ruwbouw
 - Centraal gedeelte beton (=vast)
 - Zijkanten staal structuur steunend op stalen pijlers van 80 m hoog (=dilatatie)
 - De uitzetting, krimp van de kolommen geeft tot 40 mm vervorming tussen twee geveldelen
 - De horizontale stalen liggers vervormen door de verschillende differentiële uitzetting van de pijlers
- Probleemstelling
 - Hoe de differentiële zetting tussen staal (varieert in functie van de buitentemperatuur) en de fixe betonstructuur?
- Oplossing
 - Kaders op gehangen in 1 punt (principe van een evenaar)
 - Tussen kaders waren dichtingslabben voorzien die 40 mm differentiële zetting konden opnemen (harmonicavoeg)



Ruwbouw: op wat wordt het schrijnwerk vastgezet?

Waar is er plaats voor de vast zetting?

- Op de vloer
- Onder het plafond
- Voor de borstweringen
- Achter of in de slag

Dit alles heeft een impact op het gevelconcept, ankers of vastzettingen ('hilti's') en de afwerking

Waar kan in verankerd worden?

- Staal, beton, betonblokken, holle blokken, metselwerk,...
- Oppassen met vastzetting in: holle welfsels, voorgespannen balken, zwaar gewapend beton

Waar bevindt zich de dragende ruwbouw?

Nazicht betonplannen

Speciale behandelingen ?

Bijvoorbeeld staal met RF behandeling

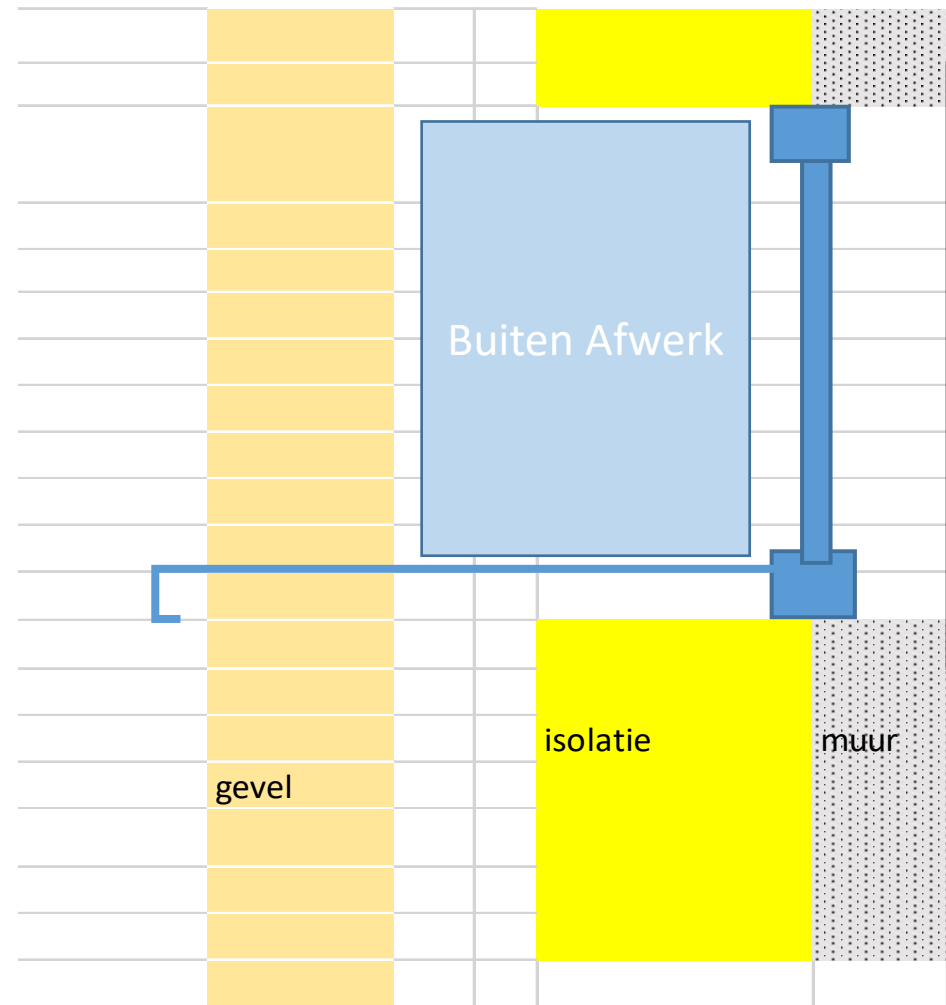
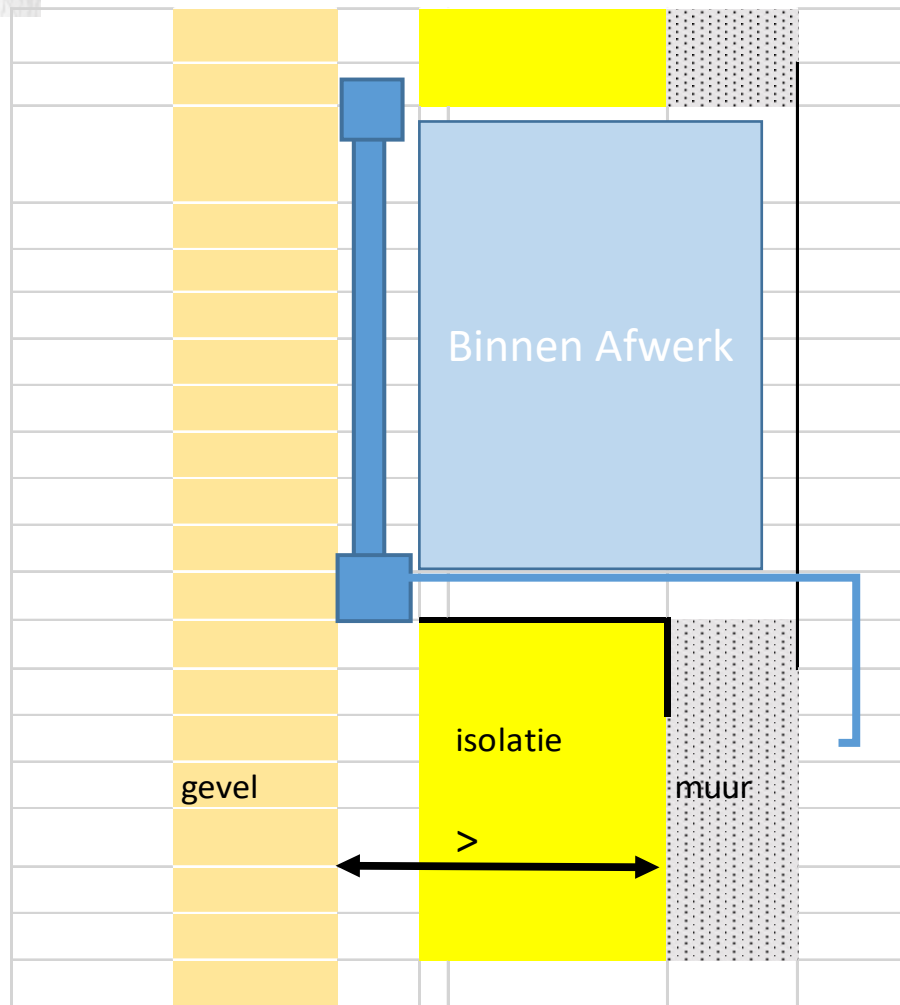


Ruwbouw: invloed op de afwerking

- **Achter de slag, in de slag**
- **Welke afwerking binnen:**
geen, pleisterwerk, gyproc...
- **Plafonds, tabletten**
Kan het raam open?
- **Waar komen er scheidingswanden**
Kan de gebruiker de kruk bedienen?
- **Vloeraansluitingen, vooral voor deuren**
Blauwe steen

Invloed op de vorm van profielen (aanzichtbreedte),
afwerkingsprofielen, opening vleugel, bereikbaarheid kruk

Ruwbouw: aansluitingen tussen ruwbouw en raam



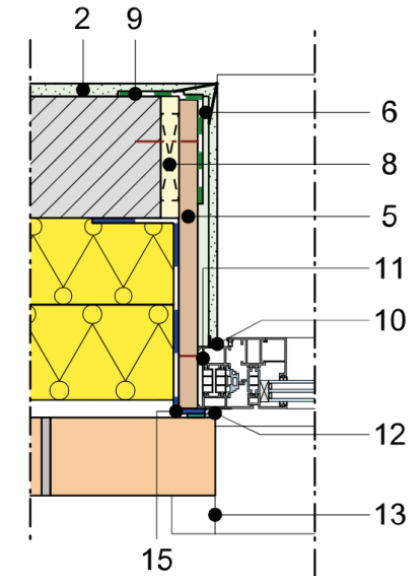
Ruwbouw: aansluitingen tussen ruwbouw en raam

1. Drainerend waterscherm
2. Binnenbepleistering
3. **Waterscherm van de vensteraansluiting (aanbevolen)**
4. Open stootvoeg
5. Luchtdicht plaatsingskader
6. Gipsplaat of overpleisterbare isolatie
7. Beton (indien nodig, zie TV 264 [B2], § 2.4.1)
8. Porschuim
9. Luchtdichtheidsfolie
10. Stopprofiel
11. Expansieve luchtdichte lijmvoeg of voegkit/Zwelband
12. Gevelkit
13. Stenen (of betonnen) dorpel
14. Ondersteuningsconsole van het plaatsingskader (indien nodig)
15. Waterscherm van de vensteraansluiting (optioneel)
16. Onderdorpelprofiel (uit pvc of uit aluminium met thermische onderbreking)



3. Waterscherm van de vensteraansluiting (aanbevolen)

TV 288



Architects & engineers
with a purpose



Invulelementen: glas en panelen

- **De ontwerpers bepalen de glassamenstellingen**
 - Zichtbeglazing: enkel, dubbel, tripel (in functie van de te behalen U-waarde)
 - Borstweringsglas: enkel (al of niet geëmailleerd), dubbele (al of niet email zijde 4), opgebouwd in een sandwichpaneel of in shadowbox
- **Stabiliteit**
 - Dikteberekening op basis van 'vitralsys, vitrage décision,...
 - Tweezijdig-vierzijdig, verlijmd ...
- **Daarnaast is ook bepalend voor de vastlegging van het product**
 - Isolatiewaarde, lichttransmissie, zonnefactor (soms de reflectiewaarde)
 - De akoestische waarde
 - De 'matching' tussen zicht en borstweringsglas
 - Veiligheid: doorvalbeveiliging (=gelaagd), inbraakbeveiliging, kogelwering ...
 - Vlamoverslag (horizontaal en verticaal), brandveiligheid
 - Decoratieve toetjes: seriegrafie, digital printing, relief (kathedraal glas) ...
 - Thermische breukrisico: durci of gehard al of niet met HST

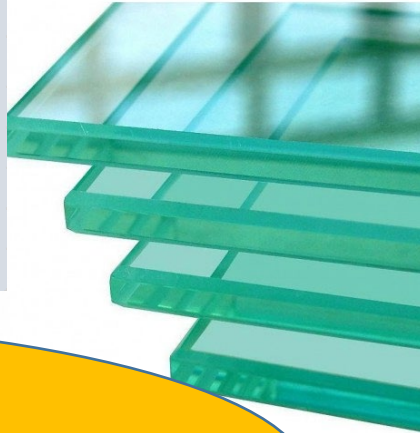
Invulelementen: glas en panelen: enkel glas types

enkel glas

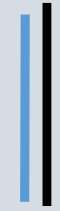


standaard
gebroken randen
helder
helder
vlak
standaard

extra clear (clearvision-diamand)
speciale randafwerking AA, JPI,...
of gekleurd in de massa
coating zijde 1, zijde 2
relief (bijv kathedraalglas)
durci (=half gehard)
gehard



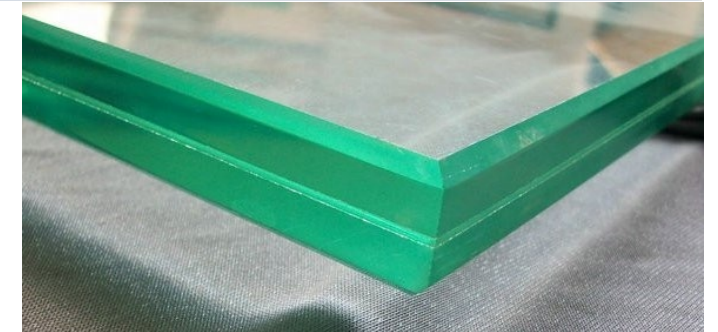
gelaagd glas



combinatie van twee glasbladen met een pvbfolie

gewone folie
helder

akoestische folie
of mat
met patroon
gekleurd (vanceva)



Mogelijke problemen:

- delaminatie
- verkleuring van de films (niet UV bestendig)
- thermische breuken

Invulelementen: glas en panelen: dubbel glas

dubbel glas



combinatie van voorgaande met een randverbinding 'intercallaire'

verbinding:

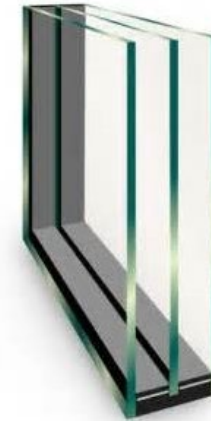
metalen intercallaires

blank metaal

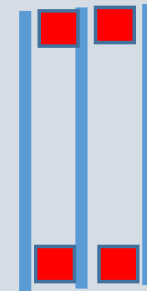
normaal buthyl verbinding
(niet UV bestendig)

of thermische uitvoeringen
'warm edge'
zwart voor specifieke toepassingen

siliconen verbinding
voor structural glazing (intercallaire in zicht)
voor geklemde beglazing (uitgehaalde voeg)



tripel glas



combinatie van al het voorgaande

pas op voor stabiliteit middenruit!

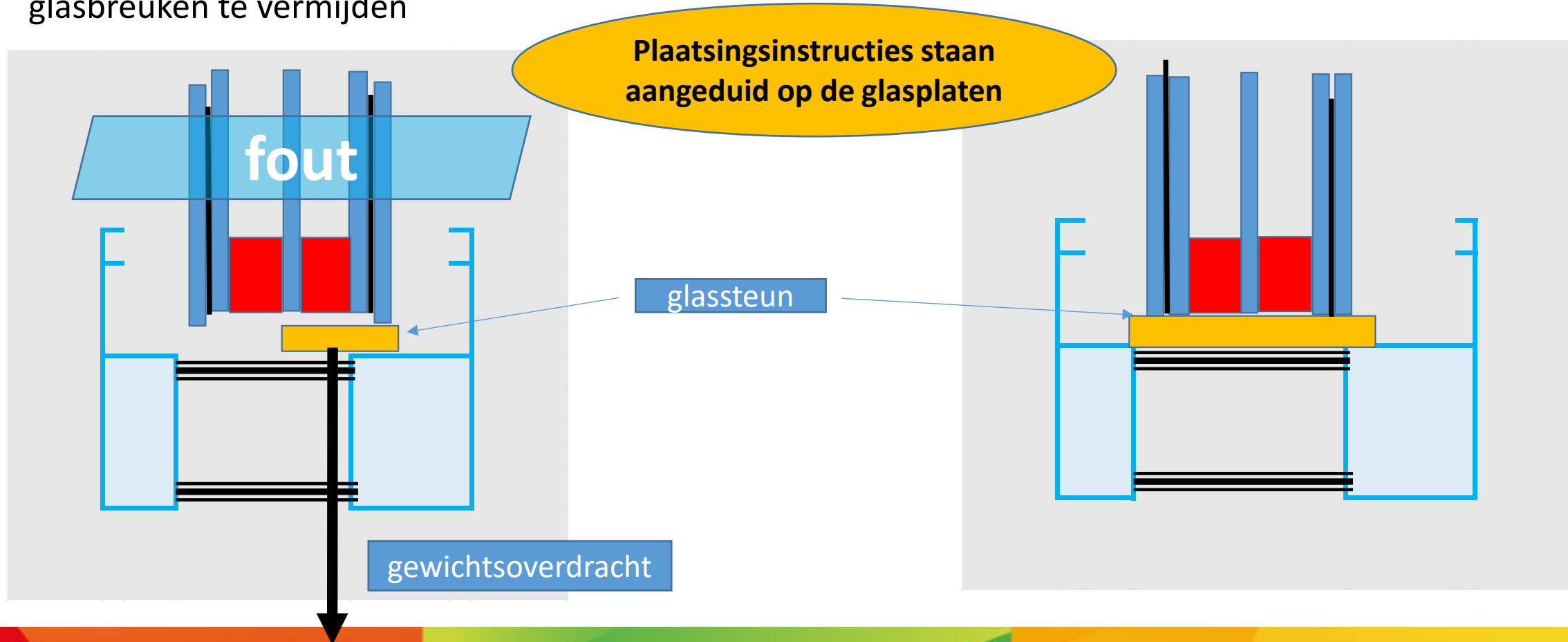
soms gehard

soms extra clear

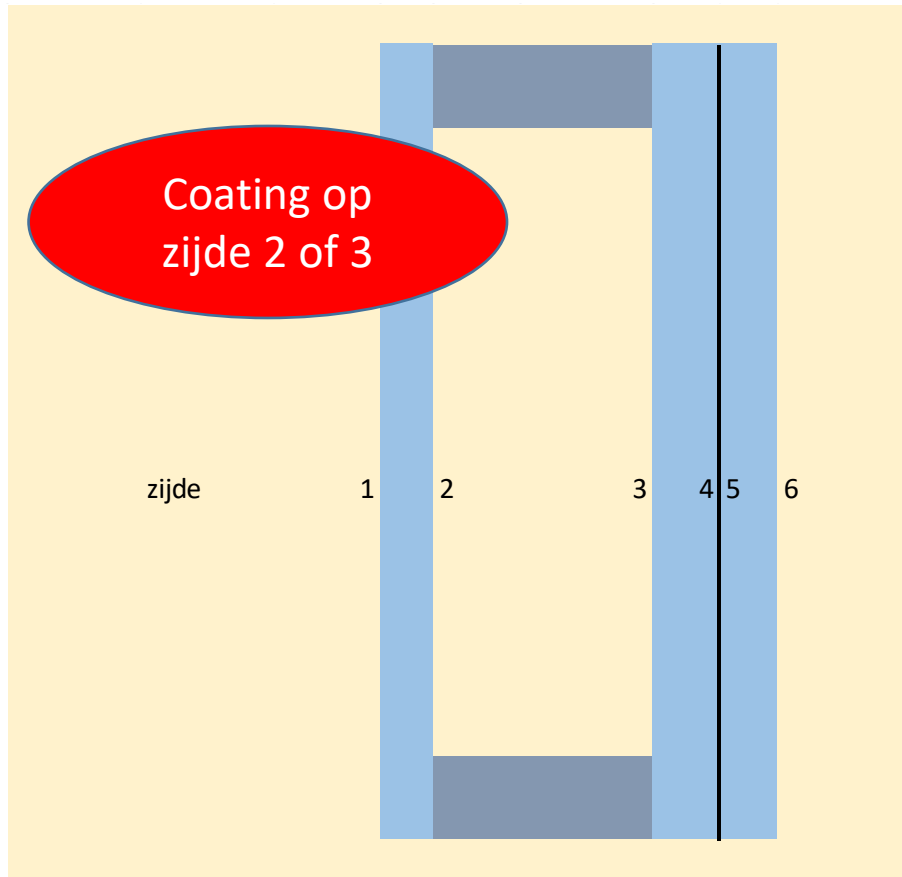
Akoestisch: geen meerwaarde

Invulelementen: glas en panelen: glassteun

Glaselementen worden steeds groter en zwaarder; goed ondersteunen van glas is nodig om glasbreuken te vermijden



Invulelementen: glas en panelen: coatings



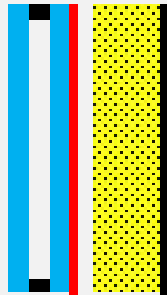
- De behandelingen kunnen op de vier zijden worden aangebracht
- Coatings : bepalen
 - Zonfactor
 - Lichttransmissie-reflectie
 - U-waarde
 - kleur
- Email, serigrafie , digital printing
 - Esthetiek
 - Opaciteit
 - Borstweringen
 - In lichtstraten

Invulelementen: glas en panelen

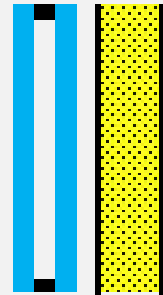
paneel met dubbel glas



dubbel glas
email zijde 4



dubbel glas
email zijde 4
isolatiepaneel
al of niet met ventilatie



shadowbox:
dubbel glas
spouw
sandwichpaneel

Kostprijs van een paneel: van paneel met enkele emailit tot shadowbox met dubbel glas: prijs x3 tot 4!

Pas op met:

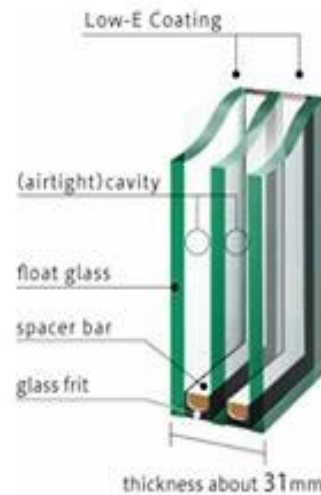
1. Water (condens in uw panelen (dauwpuntberekening)
-> dampscherm
2. Temperatuur in uw panelen :
-> Harden beglazing
3. Temperatuur in de voeg (<math><80^\circ</math>):
-> verluchten/ siliconenvoeg
4. Beperken spouwbreedte om pompen glas te beperken:
-> isolatiewaarde glas beduidend minder

Invulelementen: glas en panelen: evolutie in glastechnologie

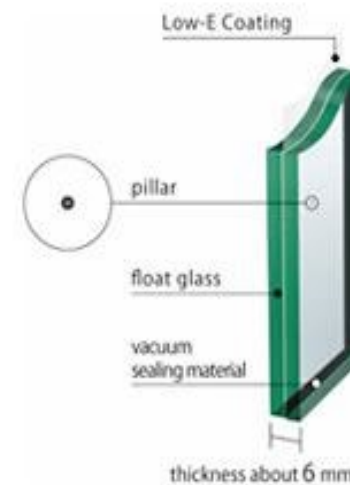
- Dynamische beglazingen
- Vacuümbeglazing
- Photovoltaïek



Vacuum laminated Glass



Conventional insulating glass



Newly developed vacuum insulated glass



Invulelementen: glas en panelen: gebogen glas



- Procedé: koud- of warm gebogen
- Verschillende productieprocedés met hun beperkingen
- Combinatie met coatings: niet alles kan!
- Gebogen glas kan meewerken in de stabiliteit
- Aandachtspunten bij uitvoering : glas zet anders uit dan aluminium. Voorzie dus dilatatiemogelijkheden tussen het glas en de aluminiumraamkader. Zeker nooit het glas aanspannen!

Dichtingen – aansluiting naar de ruwbouw

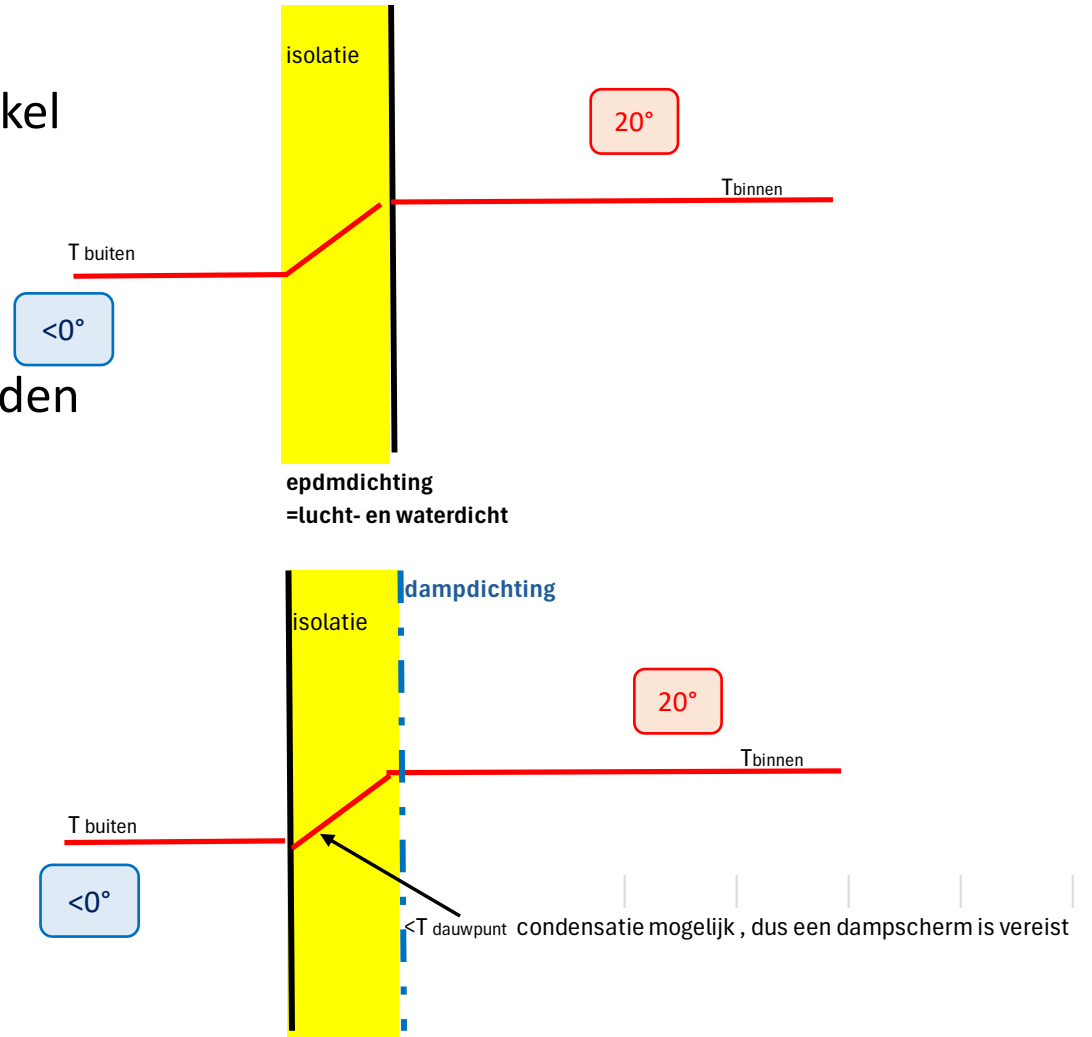
- Kitvoegen: aansluiting met metselwerk, crepi (langs buiten)
- Dichtingslabben
- Dampdichtingen



1. Gouden principe: isolatie langs buitenzijde voor de dichtingslab
2. Indien isolatie achter de dichtingslab: dampscherm aan de binnenzijde
3. Continuïteit van de afdichting rond de constructies en ook continuïteit van de dampscherm (zeker in het kader van passief-ben woningen)

Uitvoering: wanneer dampscherm, wanneer epdm

- Een enkele dichting voor lucht- en water is enkel mogelijk als alle isolatie zich buiten bevindt!
- Isolatie moet dan wel vochtbestendig zijn!
- Pas op bij bv. houtskeletbouw en daken dat de juiste folies met elkaar worden verbonden (damp-open, damp-toe)





Randelementen

- Hulpelementen om de g-factor van de gevel te verbeteren: Zonneweringen, decoratieve elementen, zonneweringen,...

Risico's

1. Invloed op g waarde glas-zonnewering te berekenen door specialisten
2. Pas op voor thermische schokken: na te zien door glasleverancier
3. Vastzetting, kabeldoorvoer door het raam/gevel: pas op voor koude bruggen en condensatie, lekken
4. De overbrenging van de gewichts- en windlasten op de gevel niet onderschatten

**PAS OP MET FOLIES
OP HET GLAS:
de garanties van de
glasleverancier
vervallen!**

Dichtingen – aansluiting naar de ruwbouw

Verticaal, horizontaal, bewegend, vast
Metaal, hout, doeken, glas,
Geïntegreerd of niet in de gevel,

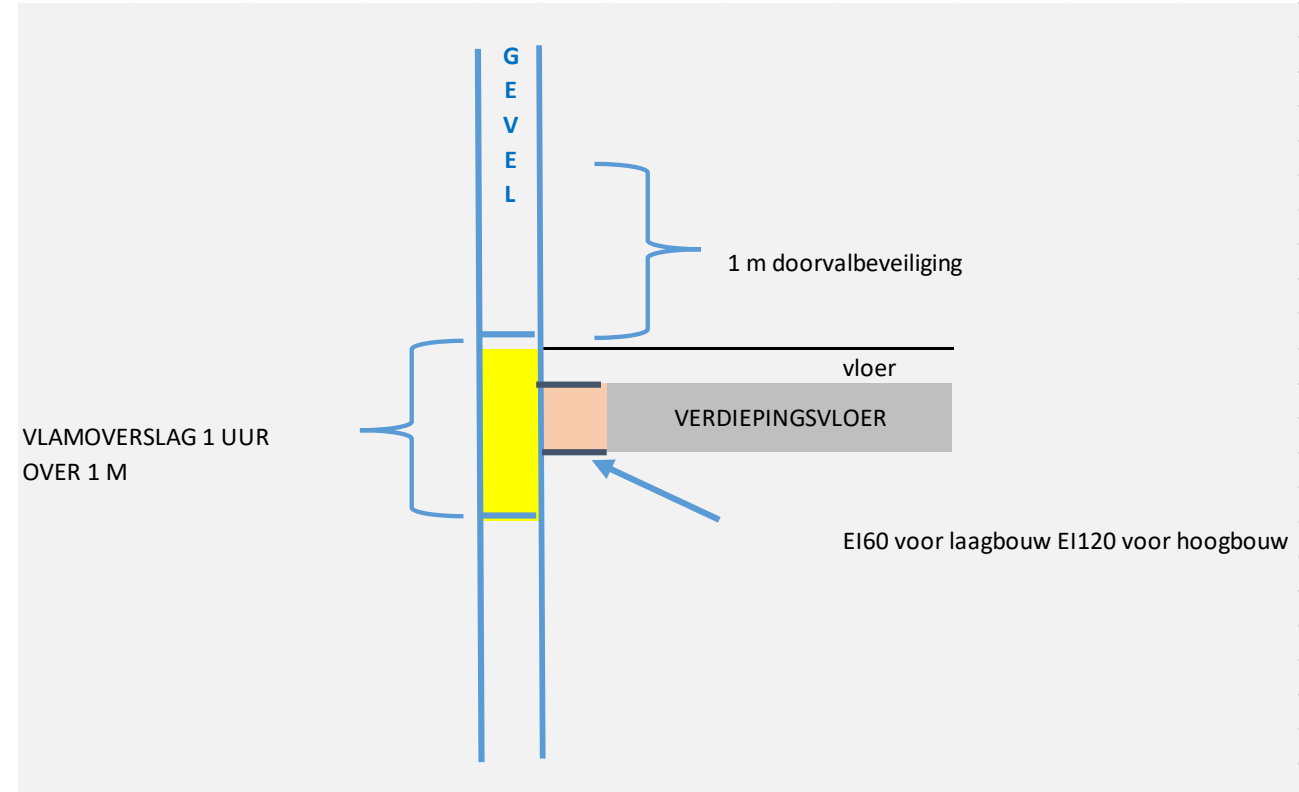
Om de warmte buiten te houden is een buitenzonnewering veruit het meest efficiënt!

...



Speciale aandachtspunten: veiligheid

- Brandbescherming
 - Gordijngevels:
 - Vlamoverslag E60 vertikaal
 - EI60 horizontaal (EI120 bij hoogbouw)
 - **Er zijn hier nieuwe richtlijnen voor**
 - Rookevacuatie (rwa ramen)
 - Brandtoepassingen EI30-EI60-EW60
- Doorvalbeveiliging
 - Gelaagde beglazing aan de binnenzijde
- Ventilatie
- Bliksemafleiding-equipotentiaalverbindingen





Speciale aandachtspunten: veiligheid

- Inbraakwerendheid:
 - Risico beperken voor mogelijke inbrekers
 - Ook omgekeerd: tegen uitbreken: gevangenissen
- Kogelwerendheid
 - Beschermen van de personen in een beveiligde zone tegen inslagprojectielen
- Bomblast
 - Beschermen van personen tegen de gevolgen van een explosie
- Heel de problematiek toegangscontrole

Duurzaamheid



- Materiaal aluminium: 8% van aardkorst
- Veel energie nodig voor productie:
Vergroening energiebron
- Lange levensfase: 60 jaar?
- 100% recycleerbaar: Op vandaag circa 95%
- Recyclage: 5% van oorspronkelijke energie

Duurzaamheid



Optimalisatie van het energieverbruik van een gebouw (80% van de carbon food print van een gebouw) = Optimalisatie van de gevel en de technieken (verwarming, koeling, verlichting)

- Verbeteren van de isolatie van de gevel
 - dubbel glas : $1,0\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
 - triple glas: $0,6\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
 - vacuum glas : $0,4\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
 - Aluminium schrijnwerk (inclusief glas) : voor ramen $<0,8\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
- Beheersing van het zonnelicht en warmte
 - Combinatie Lt-g (lichttransmissie en zonnefactor) voor het glas in combinatie met de toepassing van allerlei types zonneweringen
- Opwekken van energie



Duurzaamheid



**Verminderen van de 'embedded' carbon foodprint
(20% van de carbon foodprint van het gebouw)**

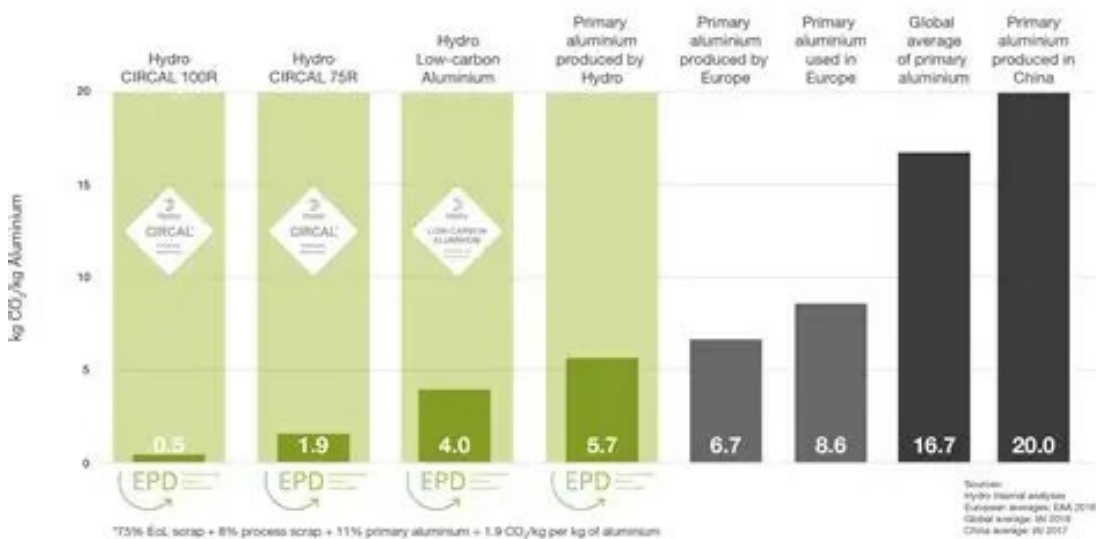
Reductie van de CO emissie in het bouwproces

- Minder nieuwbouw, meer renovatie
- Gebruik van materialen met een beperktere carbon foodprint
 - recyclage
 - upgrade van de materialen
 - refit-hergebruik

Duurzaamheid

- Recyclage van aluminium : uitstoot van CO2 gereduceerd met een factor 10!

CO₂ CARBON FOOTPRINT OF ALUMINIUM



- Gebruik van 'afval'glas in het productieproces van glas



Low-Carbon Planibel Clearlite

Low-Carbon Planibel Clearlite is ons CO₂-arme floatglas met een CO₂-voetafdruk van slechts 5,5 kg CO₂ eq/m² (bij een glasdikte van 4 mm) en meer dan 50% gerecycled materiaal.

Glas met 50% minder CO2 is een nieuwe mijlpaal in de glasbranche!

16 okt 2023

Pilkington Nederland, dat deel uitmaakt van de NSG Group, introduceert een nieuw glasassortiment met 50% minder opgenomen CO2 in vergelijking met standaard floatglas*, hierdoor heeft het product de laagste CO2 uitstoot in zijn soort op de markt.

Pilkington **Mirai™** kan worden aangeboden als een low-carbon alternatief voor gewoon floatglas, zonder verschil in prestaties, kwaliteit of esthetiek. Het is ontwikkeld met behulp van alternatieve brandstof, een hoog gehalte gerecycled glas en groene stroombronnen.

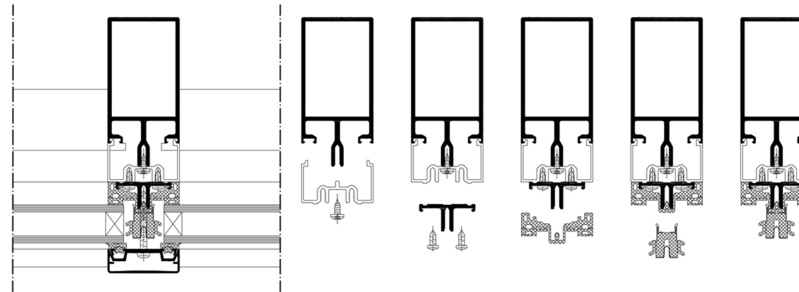
De naam Mirai, wat 'toekomst' betekent in het Japans, markeert het begin van de volgende generatie low-carbon glasproducten.



Duurzaamheid

Ontwikkelen van systemen met een kleine impact op het bouwproces om gevels te renoveren en de energieprestaties te optimaliseren

Gevelsysteem opzetbaar op verouderde gevels om de performanties te optimaliseren:
Schuco....



Phoenixgebouw te Brussel

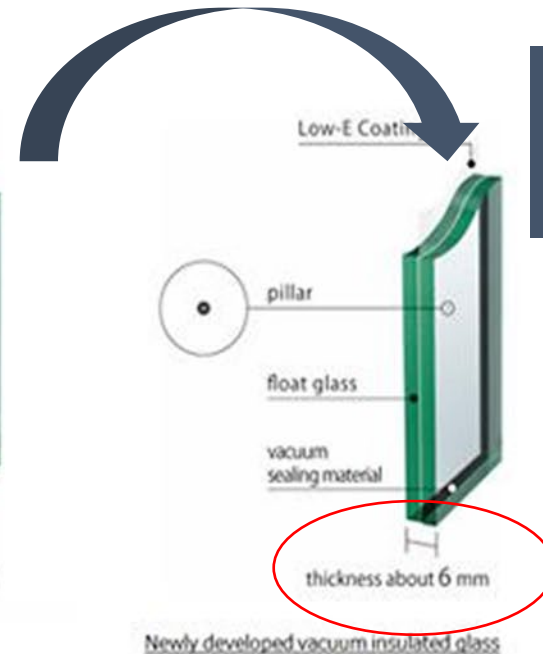
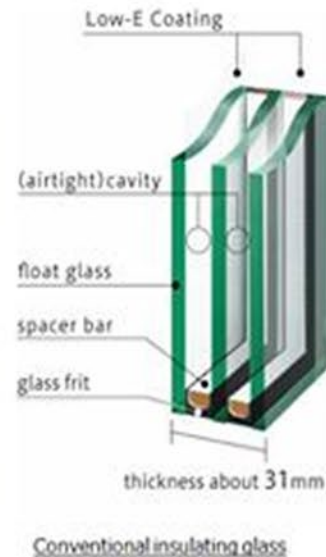
Opzetsysteem en glas vervangen in de gevel om zo de isolatiewaarde van de gevel te optimaliseren en aan te passen aan de huidige normen:
 $< 1,3W/m^2K$

Duurzaamheid

Ontwikkelen van invulelementen met een kleine impact op het bouwproces om gevels te renoveren en de energieprestaties te optimaliseren: vacuümglas



Vacuum Insulated Glass



$U_g < 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

Duurzaamheid

- Recuperatie van aluminium profielen en hergebruik



Montgomerysquare

Duurzaamheid

- Hergebruik van aluminiumschrijnwerk



De nieuwe uitdaging is gebouwen, schrijnwerk zo te ontwerpen dat hergebruik van de elementen mogelijk wordt: Komaf maken van de goedkope wegwerpeconomie

Duurzaamheid

- Integratie van energieproductie



Duurzaamheid

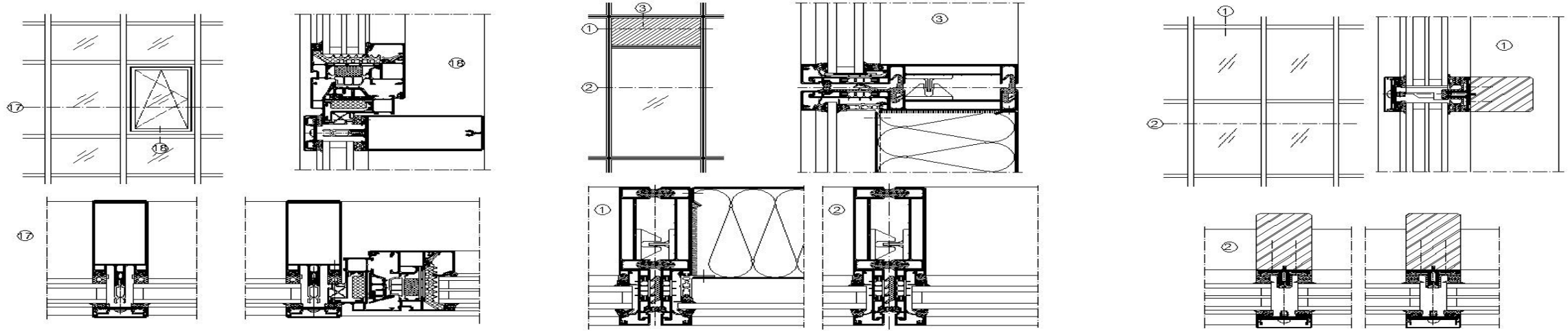


Aandacht voor de vogels



Aandacht voor de negatieve stralingen versus nodige

GORDIJNGEVEL-TYPES VOLGENS STRUCTUUR

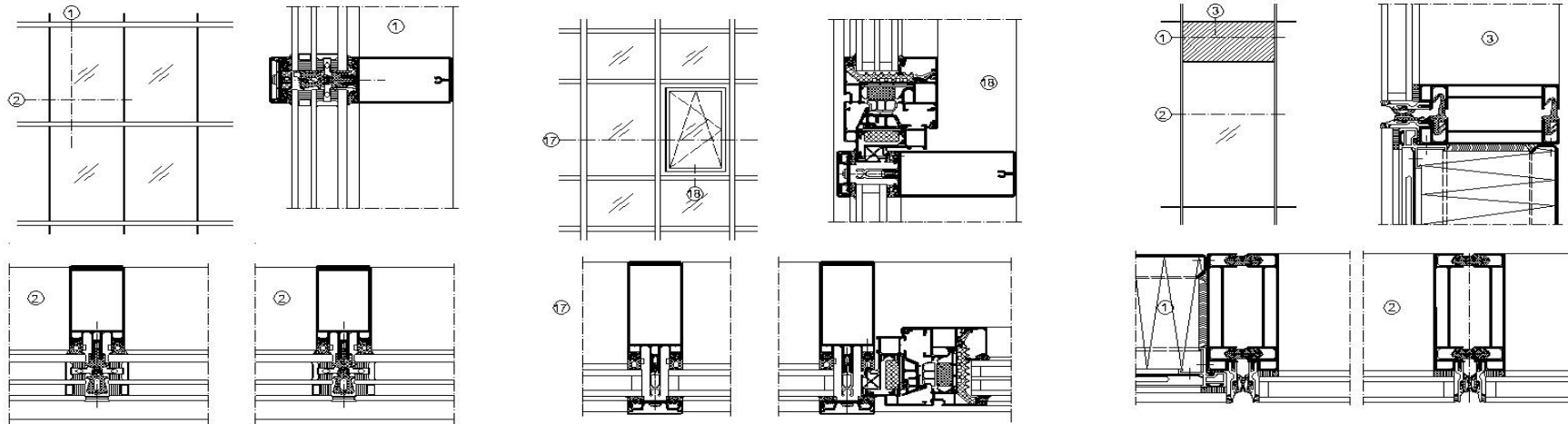


STIJL- & REGELGEVEL

KADER / ELEMENTGEVEL

OPBOUWGEVEL

GORDIJNGEVEL-TYPES VOLGENS UITZICHT



SEMI-STRUCTUREEL

(VEC-VOEG VERTIKAAL)

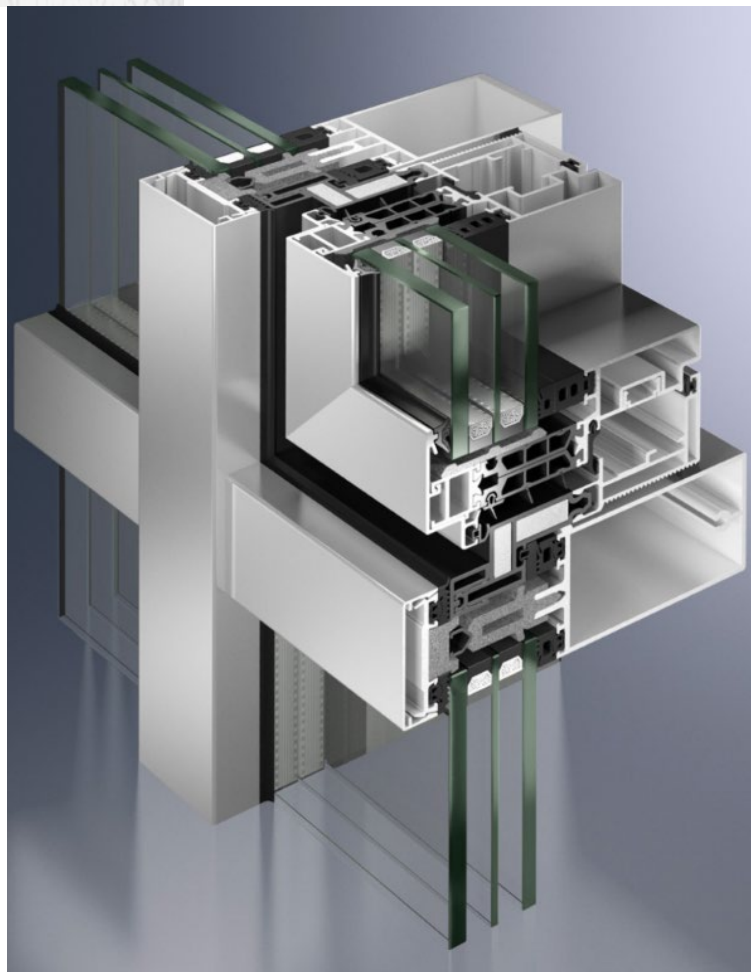
STIJL- & REGELGEVEL

(KLEM- & KLIPSLIJSTEN VERT. + HORIZ.)

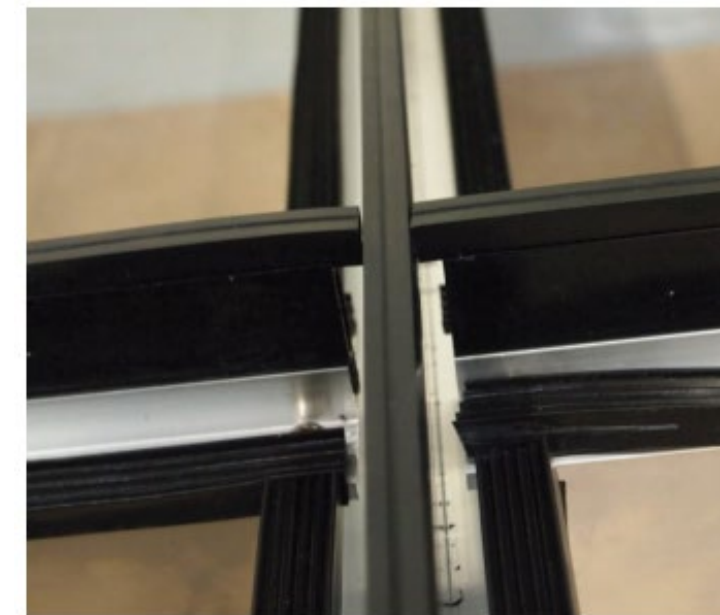
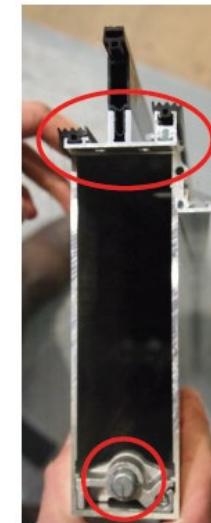
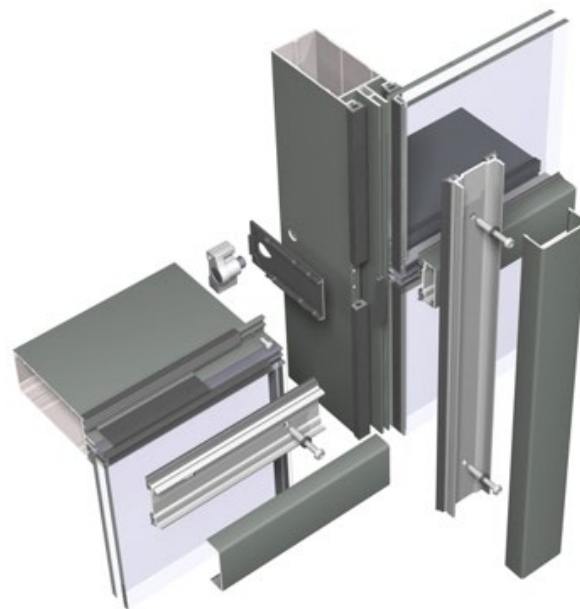
KADER / ELEMENTGEVEL

(VOLLEDIG STRUCTUREEL)

Gevelsystemen: gordijngevens



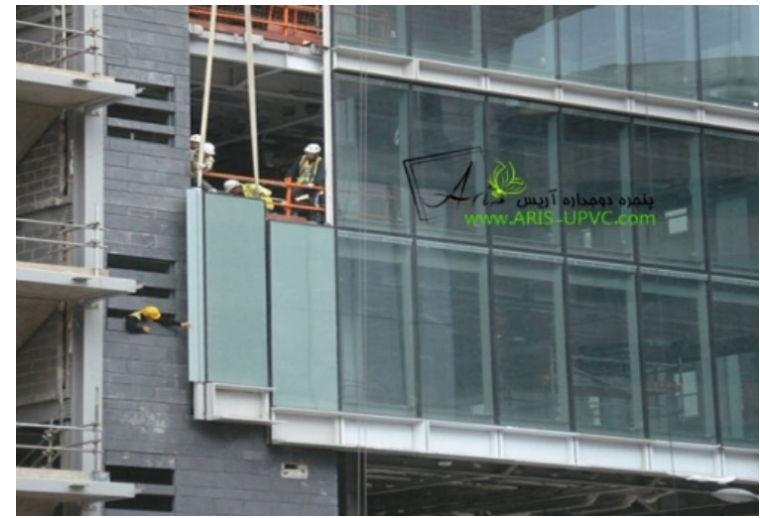
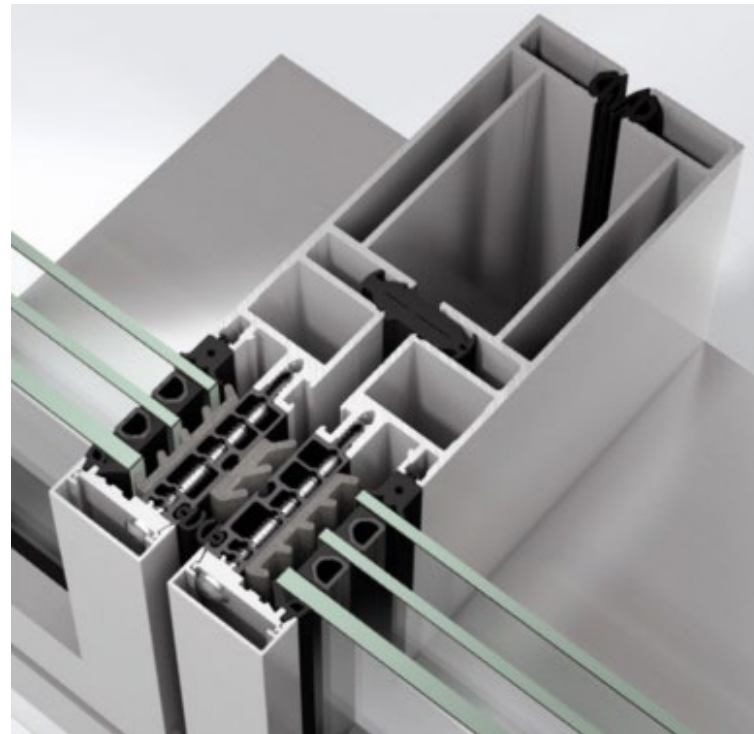
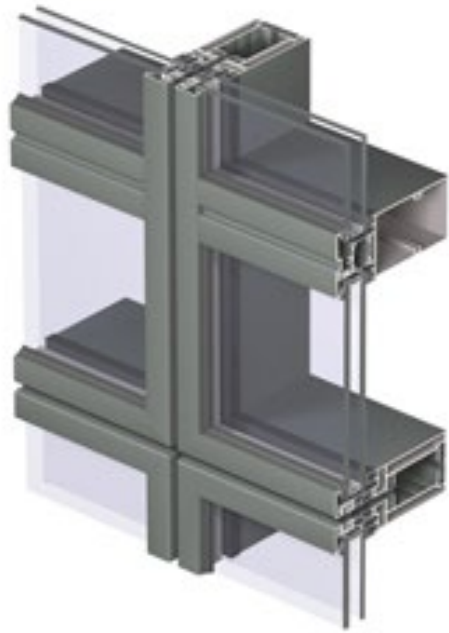
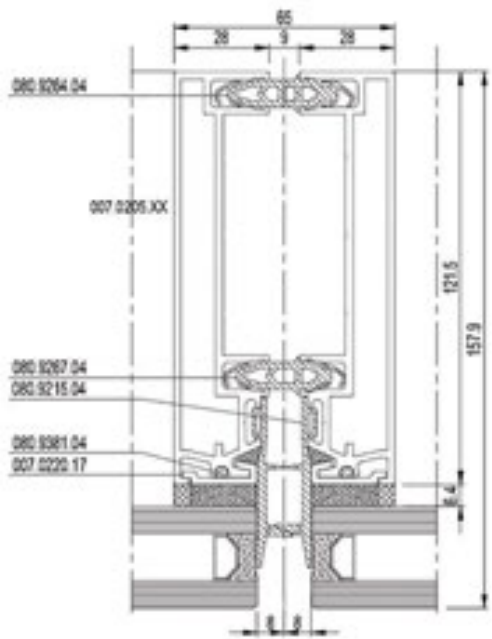
- Stijlen
- Regels
- Invulelementen (glas, vleugels ,panelen ...)
- Montage als een mecano op de werf





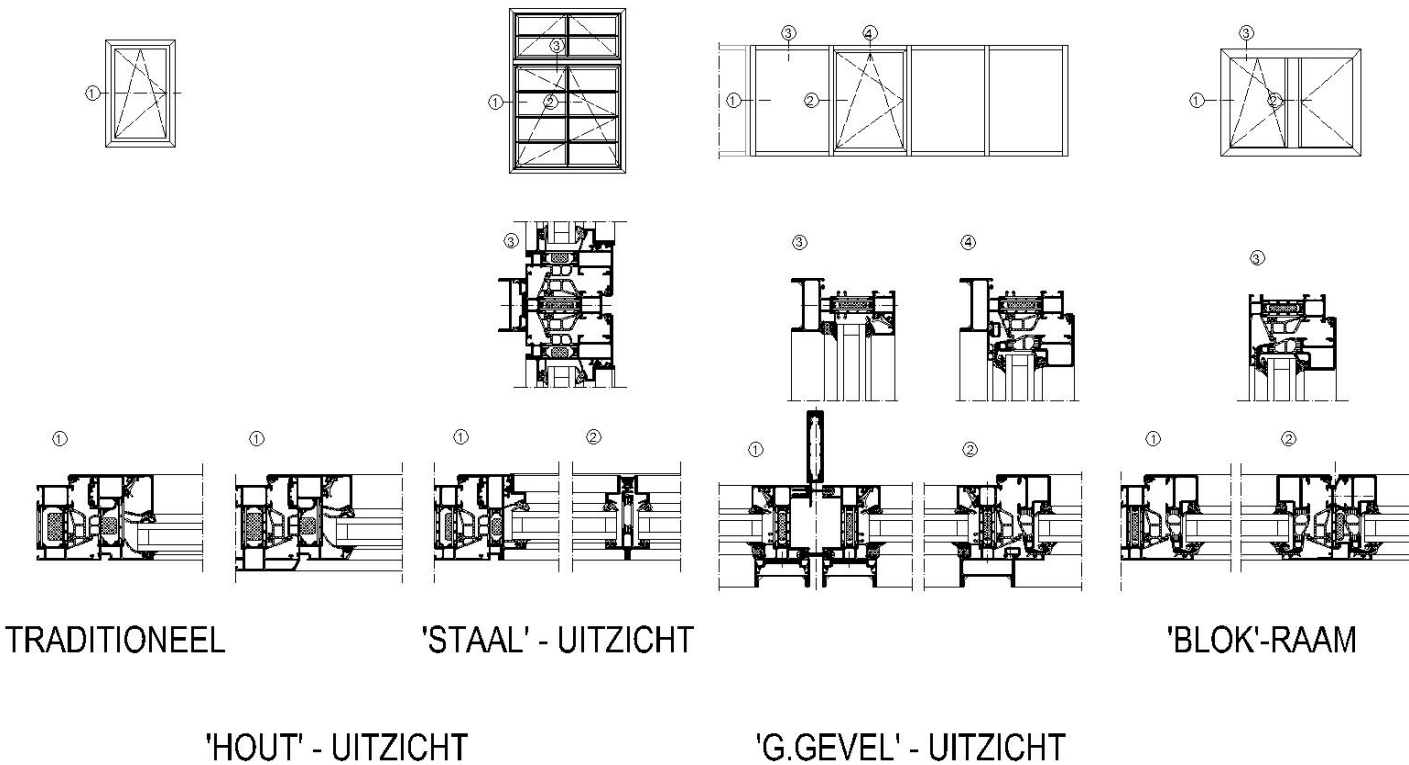
Gevelsystemen: kadergevels

- Voorgemonteerde kaders
- Beglaasd in het werkhuis



Gevelsystemen

RAAM - TYPES VOLGENS (buiten) UITZICHT





Ramen



Standaard reeks



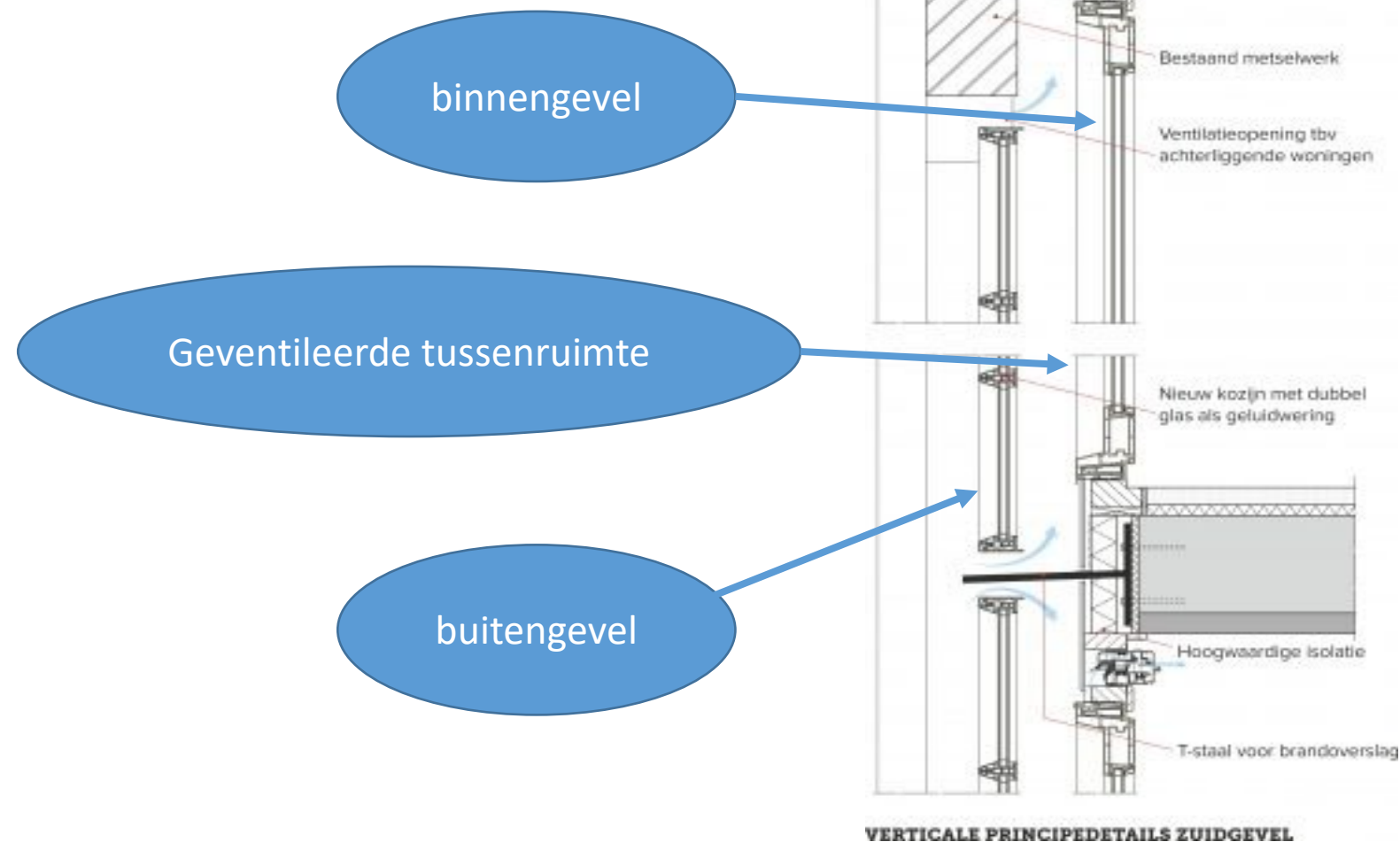
Schuifraam



Steel of Woodlook



Gevelsystemen: dubbele gevels



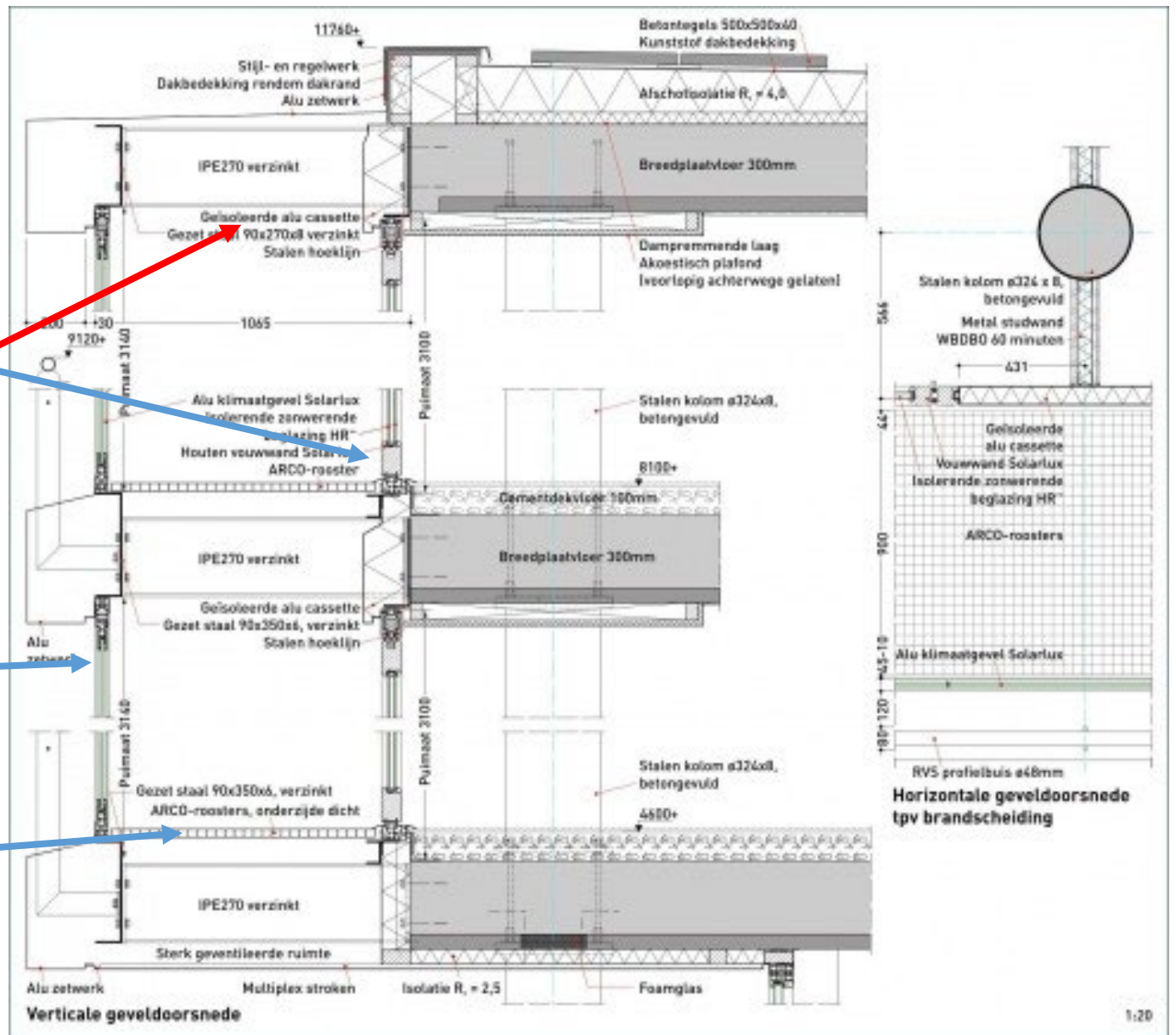
Klimaatgevels

binnengevel

plaats voor
zonneweringl

buitengevel

looproosters



Gevelsystemen: dubbele gevels

- **Voordeel:**
 - Bescherming van de zonnewering en afvoer van de opgestapelde warmte
 - Extra isolatie in de winter
 - Akoestische isolatie
- **Binnenhuid:**
 - Enkel of dubbel glas
 - Geventileerd of niet
- **Buitenhuid**
 - Enkel of dubbel glas
 - Isolerend of gewoon regenscherm
 - Geventileerd of niet geventileerd



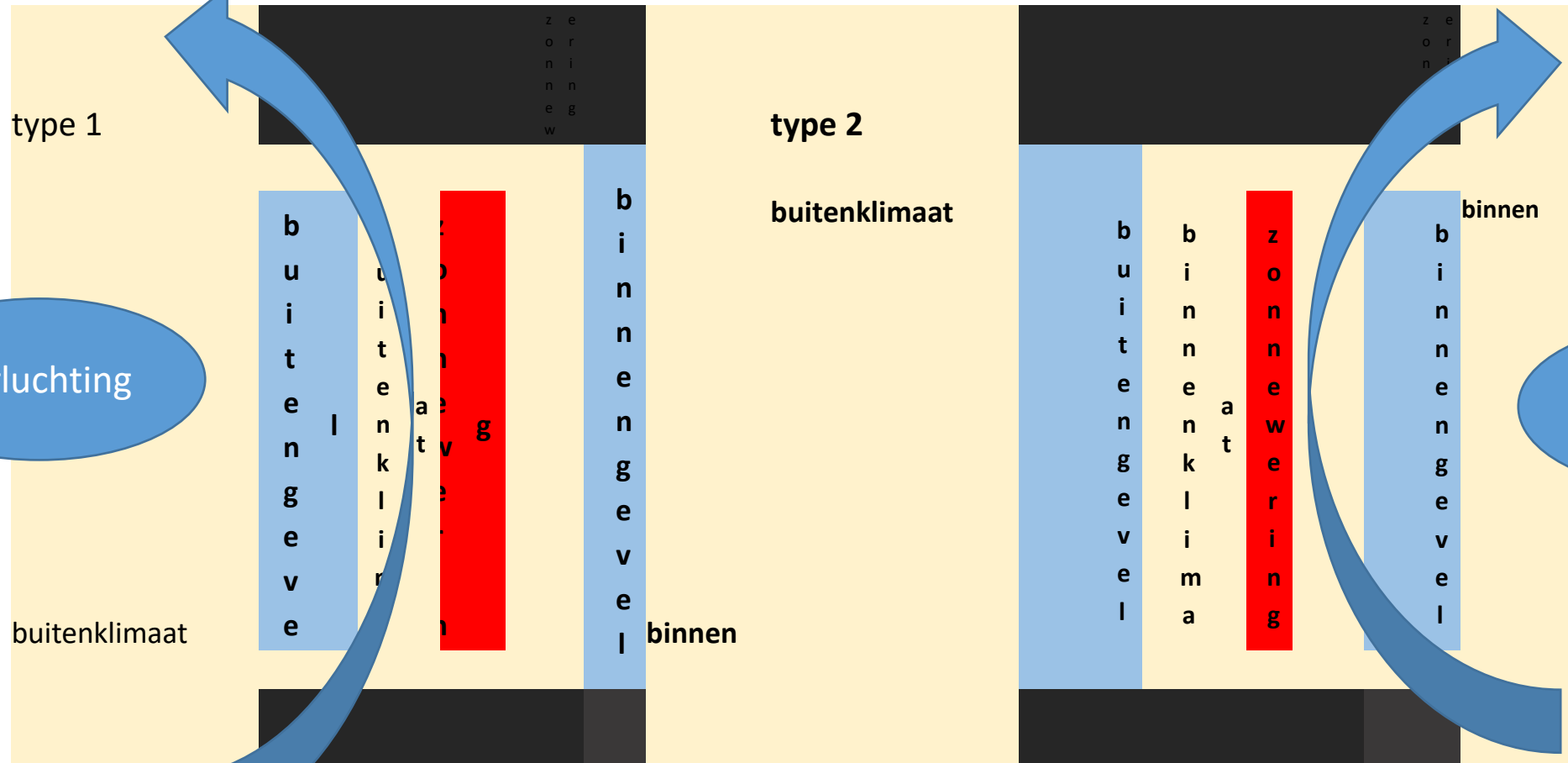
- **Aandachtspunten:**
 - Opwarming 'serre-effect'
 - Condensatie
 - Brandoverslag
 - Reiniging
 - Koude bruggen in de ankers van de buitenhuid

Een dubbele gevel of 'klimaatgevel' is zelden heel het jaar efficiënt, meestal is de werking optimaal tijdens een bepaalde periode in het jaar

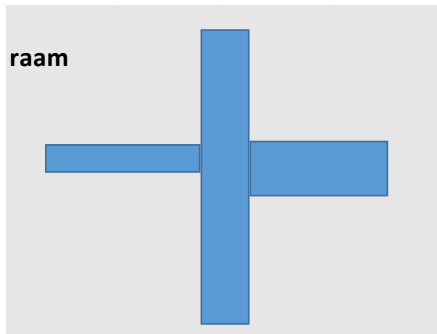
Gevelsystemen: klimaatgevels

Natuurlijke verluchting langs buiten

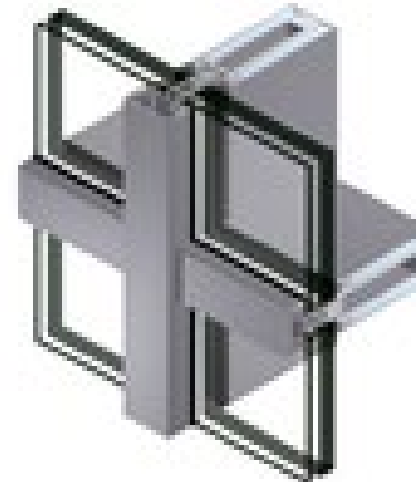
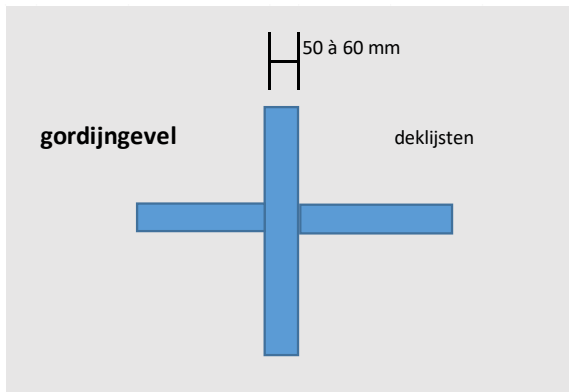
Ventilatie langs binnen



Gevelsystemen: esthetiek



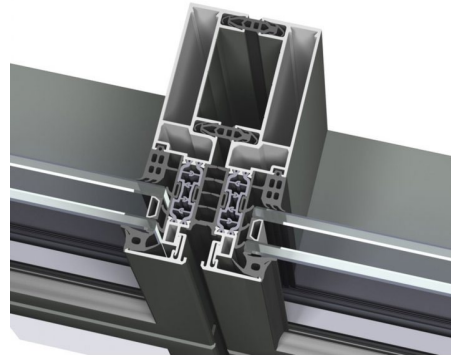
- Afwisseling van verschillende profieldiktes
- Eventueel gebruik van verdekt liggende vleugels



- Deklijsten hor. en verticaal dezelfde 50 à 60 mm
- Inbouwvleugels vallen op

Gevelsystemen: esthetiek

kadervegel met glaslatten



- Open voegen tussen de kaders

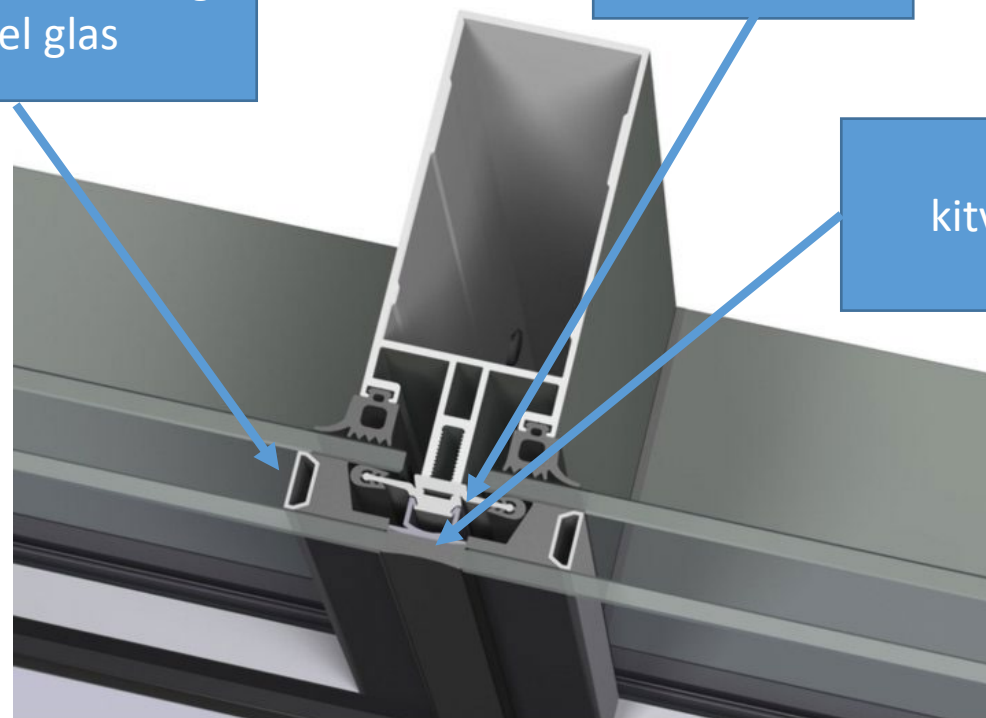
Gevelsystemen: geklemde beglazing



Structurele assemblage
dubbel glas

Klemming op
binnenruit

kitvoeg



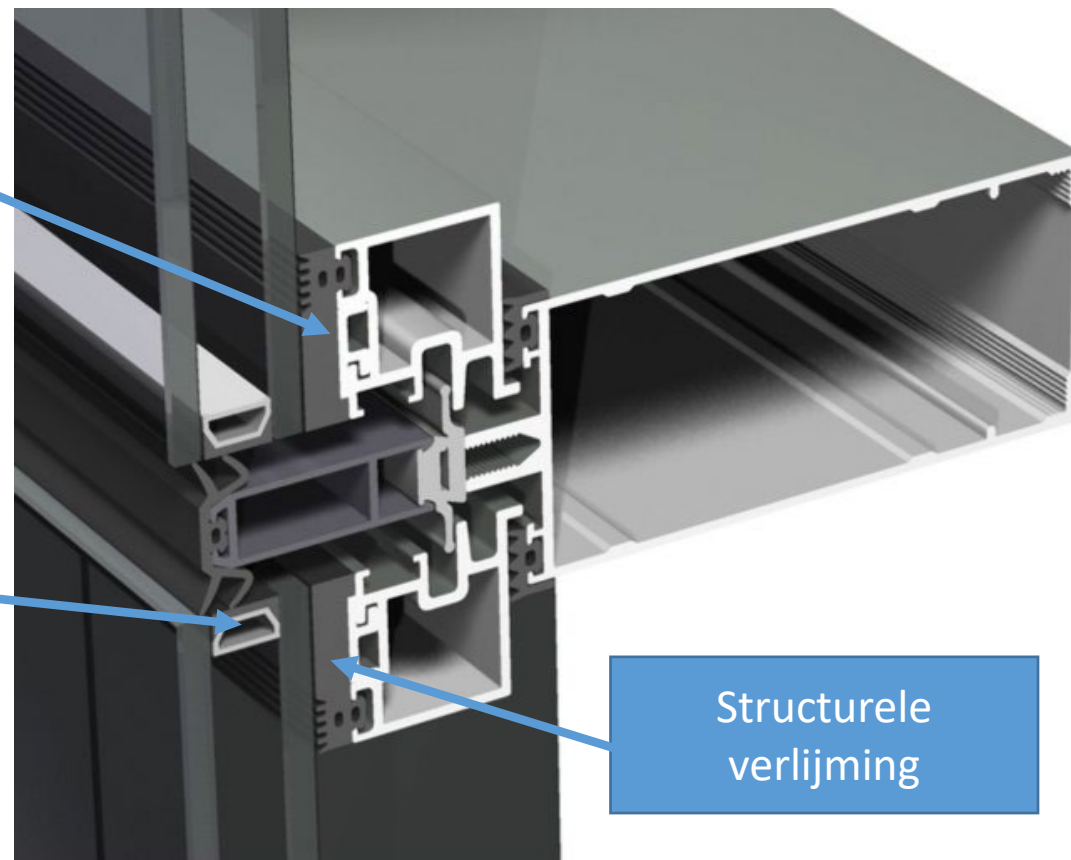
Gevelsystemen: structurele verlijming



Geanodiseerd latje voor sg verlijming

Structurele assemblage dubbel glas

Structurele verlijming



Gevelsystemen: speciale systemen

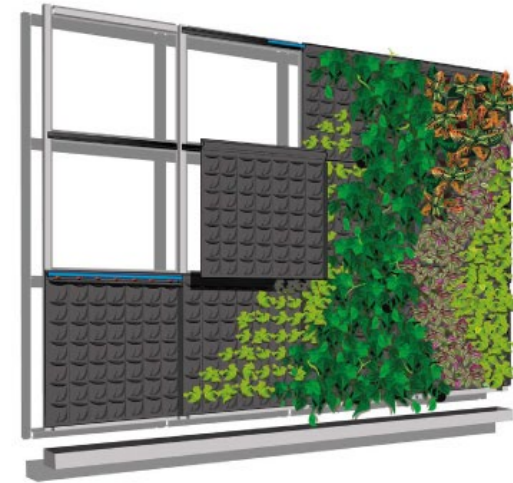
Gevezen beglazing



Glazen steunberen



Groene gevels



1. Onderconstructie
2. Binnenbekleding (verzorgt de gevelprestaties)
3. Inbouw van alle elementen nodig voor een gezonde groene gevel

Opgepast

Ook hier gelden een aantal brandrichtlijnen !

Uren en uitrusting

- Eigenlijk zijn de 'werkuren' op te splitsen in drie categorieën:
 - Engineering, werkvoorbereiding, werfopvolging: de duurste
 - Productie en atelierwerk: best controleerbaar en automatiseerbaar
 - Montage: gemakkelijkst uit te besteden, maar grootste % verliestijden
- Een goed evenwicht moet gezocht worden tussen deze drie kostenplaatsen

Vermijd overbodig tijdverlies dus.
BEZIN EER JE BEGINT!

Uren en uitrusting : productie versus plaatsing

Schatting uren inclusief glas en afwerking

- Ramen
 - Productie tussen 1 en 2 uur/m²
 - Plaatsing: 1,5 à 2,5 uur/m²
- Kadergevel
 - Productie tussen 2,5 en 3 uur/m²
 - Plaatsing: 1,2 à 1,5 uur/m²
- Gordijngewel
 - Productie: 0,5 à 0,8 uur/m² (zonder opengaande delen)
 - Plaatsing : 2,5 à 3 uur/m²

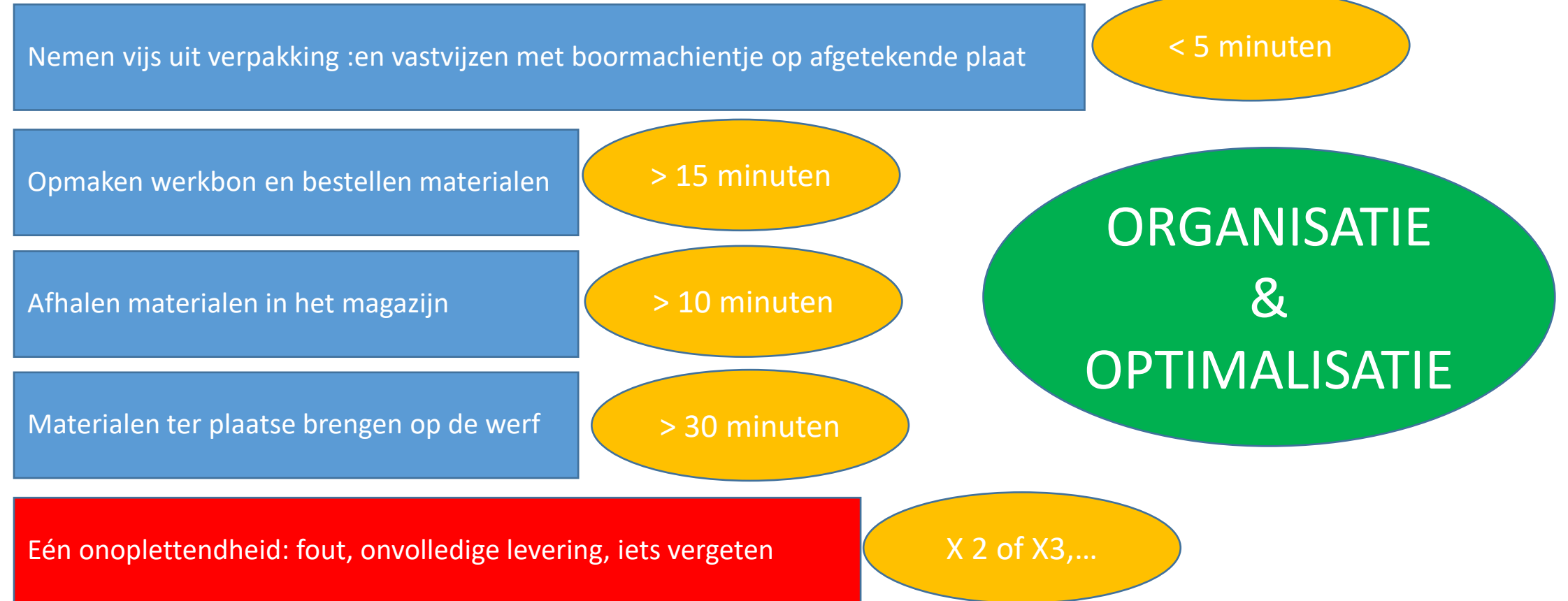
Uren en uitrusting: productie versus plaatsing

- De 'randelementen' zijn meestal bepalend voor de belasting in uren:
 - Aansluitingselementen
 - Dichtingslabben
 - Vlamoverslag
 - Dakranden
 - Decoratieve elementen
 - Bij gordijngesels: de opbouw van de borstweringselementen:
 - Sandwichpaneel
 - Shadowbox

De logistieke aanpak is cruciaal!

Uren en uitrusting: rendement i.f.v. organisatie

voorbeeld: parkervijs 4,8 vastzetten in een plaat



Uren en uitrusting: plaatsing van een elementgevel



Ideaal voor nieuwe torengedebouwen in centrum stad :
Korte uitvoeringsplanning, weinig plaats,
per verdieping werken

- **Voordelen**

- Montage zeer snel en per verdieping (de ruwbouw kan gevolgd worden in haar opbouw)
- Kan gemonteerd zonder stelling, van binnen uit, stockage per verdieping
- Kleine vervormingen van de ruwbouw kunnen simpel opgenomen worden
- Perfect te standardiseren en automatisatie mogelijk in productie
- Slanke profielen

- **Nadelen**

- Zeer veel voorbereidingstijd nodig in het werkhuis (minimum 6 maanden)
- Veel stockageruimte nodig en zware financiering
- Technisch zeker niet altijd de goedkoopste oplossing!



Uren en uitrusting: plaatsing van een gordijngewel



Ideaal voor kleinere projecten met vaste gevels, renovaties

- **Voordelen**

- Weinig voorbereidingstijd
- Beperkte productiekost
- Goedkoop in een vaste uitvoering
- Weinig financiering en kleine logistieke kost

- **Nadelen**

- Montage van gevel en glas langs buiten : stellingen/hoogtewerkers,...
- Montage verticaal en niet per verdieping
- Indien veel opengaande delen: duur
- Beperkte opname van vervormingen
- Gevoelig voor afwatering in grote gevelvlakken

Uren en uitrusting: plaatsing van ramen: gekoppeld, stapel-

- **Voordelen**
 - Basisproductie bij veel constructiebedrijven
 - Ideaal als er veel opengaande delen zijn
 - Ideaal om aan te sluiten op veel andere materialen: metselwerk,...
- **Nadelen**
 - Kleinere gehelen, meestal banden verticaal of horizontaal
 - Daardoor relatief veel afwerking, dichtingen, isolatie en afwerk
 - Variabele profielbreedte op die gehelen

Ideaal voor gebouwen met variabele materialen in de buitengevel, natuursteen, metselwerk en ramen



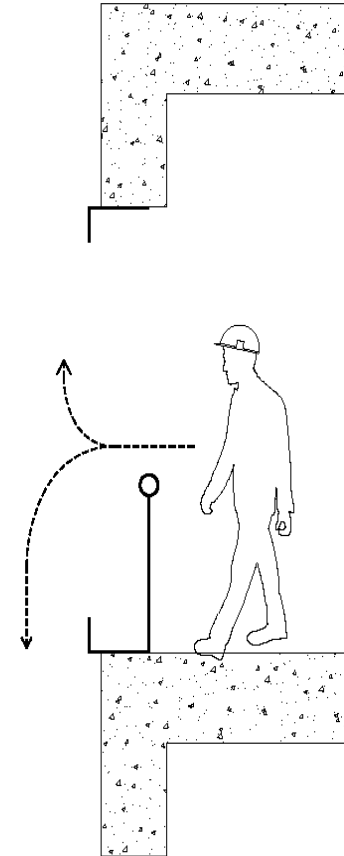
Uren en uitrusting: bereikbaarheid

- Werken binnenin vanaf een vaste vloer heeft altijd de voorkeur (oppassen met veiligheid , levenslijnen, borstweringen,...)
- Hoe geraken wij daar (materialen/mensen)
 - Kan de vrachtwagen ter plaatse komen
 - Kan de werfkraan alles lossen en op niveau brengen
 - Moet het via een goederenlift
 - Kunnen wij vrij bewegen in en rond het gebouw
- Blijft het gebouw in gebruik? Welke voorzorgen moeten wij nemen
- Werken in de hoogte : verschillende oplossingen, maar altijd niet te onderschatten directe en indirecte kosten

Uren en uitrusting: veiligheid

Veiligheid is geen evidentie met plaatsing langs binnen

- Werfborstweringen dienen weggenomen tijdens de plaatsing en teruggeplaatst
- Werken met veiligheidslijnen en harnasser
- Wat met vallende voorwerpen ...



Uren en uitrusting: werken in de hoogte

Stellingen:

- Voordelen:
 - Op verschillende posities kan gewerkt worden
 - Niet duur in huur
 - Stabiele werkvloer
- Nadelen:
 - Zwaar in installatie
 - Veel vastzettingen in de gevel beperken afwerking
 - Weinig overzicht en belemmering voor zicht van binnen
 - Trappen op en af
 - Niet altijd evident voor verticaal transport van grote volumes



Uren en uitrusting: werken in de hoogte

Hangbruggen

- Voordelen:
 - Niet duur en zeer flexibel
 - Weinig hinder voor de andere actoren op de werf
- Nadelen:
 - Minst stabiele oplossing
 - Installatie op het dak niet altijd mogelijk/evident
 - Verticaal transport materialen mag niet
 - Oppassen voor beschadiging in de gevel
 - Oppassen met tijdverlies bij verplaatsingen



Uren en uitrusting: werken in de hoogte

Hefsteigers:

- Voordelen:
 - Stabiele ruime werkvloer
 - Verticaal transport mensen en materialen mogelijk
 - Weinig impact op de gevel
 - Indien mogelijk de meest efficiënte oplossing
- Nadelen:
 - Zwaar in installatie op de vloer (pas op voor draagkracht van ruwbouw)
 - Duur in installatie en verplaatsingen
 - Beperkte bezetting per platform

Alpinisten
Neen!



Uren en uitrusting: werken in de hoogte

Hoogtewerkers:

- Voordelen:
 - Zeer flexibel
 - Ideaal voor korte acties
 - Goed voor moeilijk bereikbare plaatsen
- Nadelen:
 - In de long run zeer duur
 - Heel veel tijdverlies bij horizontale en verticale verplaatsingen
 - Oppassen voor beschadiging in de gevel
 - Tijdsverlies bij verticale en horizontale verplaatsingen

Alpinisten :
Neen!



Uren en uitrusting: conclusie

- Uren: (gemiddeld over de bedrijven uit de sector heen): 30%!
 - Engineering: 4 à 5%
 - Productie: 7à 10%
 - Montage: 18 à 20 %
- Dit is sterk afhankelijk van de genomen (uitvoerings-)opties in het bedrijf:
 - Ramen, gordijngewels, kadergewels
 - Voor beglazen in het werkhuis
 - ...
- Vermijd verloren uren:
 - Werk volgens de standaards van uw bedrijf
 - Bekijk bij opstart van het project het volledige traject: de montagekosten behoren meestal tot de grootste, meest risicovolle factoren

Risico

Het betreft wel degelijk een AANNEMINGSOVEREENKOMST.
Dit houdt in dat wij ons engageren (al dan niet) voor:

- Te halen performanties en prestaties van de geleverde en ingebouwde materialen
- Uitvoering in overeenstemming met het lastenboek
- Een timing van uitvoering
- Een 10-jarige garantie

Een onderaannemingscontract is
geen leveringscontract!!

Risico: contract

- Een overeenkomst tussen een aannemer en een constructeur is meer dan een prijs en termijn
- Lees de kleine letters
- Lees het letterlijk en interpreteer het letterlijk
 - wat wordt van u verwacht
 - wat mag u van uw opdrachtgever verwachten

Pas op met :

- betalingscondities
- boeteformules
- waarborgen (in cash of bankwaarborgen)
- wat met garanties
- wat met hoeveelheden: per stuk, relatief forfait, absoluut forfait...

We zijn in de eerste fase
contractbeheerders,
weliswaar over specifieke
onderdelen

Risico: uitvoering

Elke wijziging of aanpassing dient officieel geacteerd als 'addendum' op de overeenkomst:

- Onder wijziging verstaat men:
 - Elke technische aanpassing
 - Aanpassing van de planning
 - Bijwerken
 - ...
- Minstens moeten deze wijzigingen:
 - Overgemaakt per brief
 - Officieel bevestigd door de klant
 - Opgenomen worden in het werfverslag als aanpassing van het contract
 - Opgenomen worden als addendum op de overeenkomst



Risico: garanties en 10-jarige

- 10-jarige aansprakelijkheid:
 - **Stabiliteit van de constructie**
 - Wind-waterdichtheid
- Productaansprakelijkheid:
 - Op glas 10 jaar op het behoud van haar eigenschappen
 - Oppervlaktebehandeling: 10 jaar degressief
 - Kitvoegen: max 5 jaar
 - Alle mechanische onderdelen: 2 jaar
- Goed nazien wat er in het contract staat opgenomen en beschreven. Het staat de klant vrij om andere garantievoorwaarden op te leggen.



Risico: garantieperiode

- Bij oplevering:
 - Duidelijke onderhoudsinstructies overhandigen
 - Een eigen model garantievoorschriften afleveren (zie bv. FAC-richtlijnen voor aluminium schrijnwerk)
- Voorstel overmaken voor onderhoudscontract
 - Dit is bijvoorbeeld vereist bij structural glazing



Casestudy's

- Ganshoren: renovatie van woontorens
Invloed van keuze van een gevelsysteem op de uitvoering
- Solaris: nieuw kantoorgebouw in Parijs
Keuze van een montagesysteem
- UZ Gent: nieuw torengedouw in Gent
Van gordijngedew naar raamconstructie
- Havenhuis: prestigieus kantoorproject in combinatie oud- en nieuw
Ontwikkeling van een volledig concept

Case 1 : Ganshoren

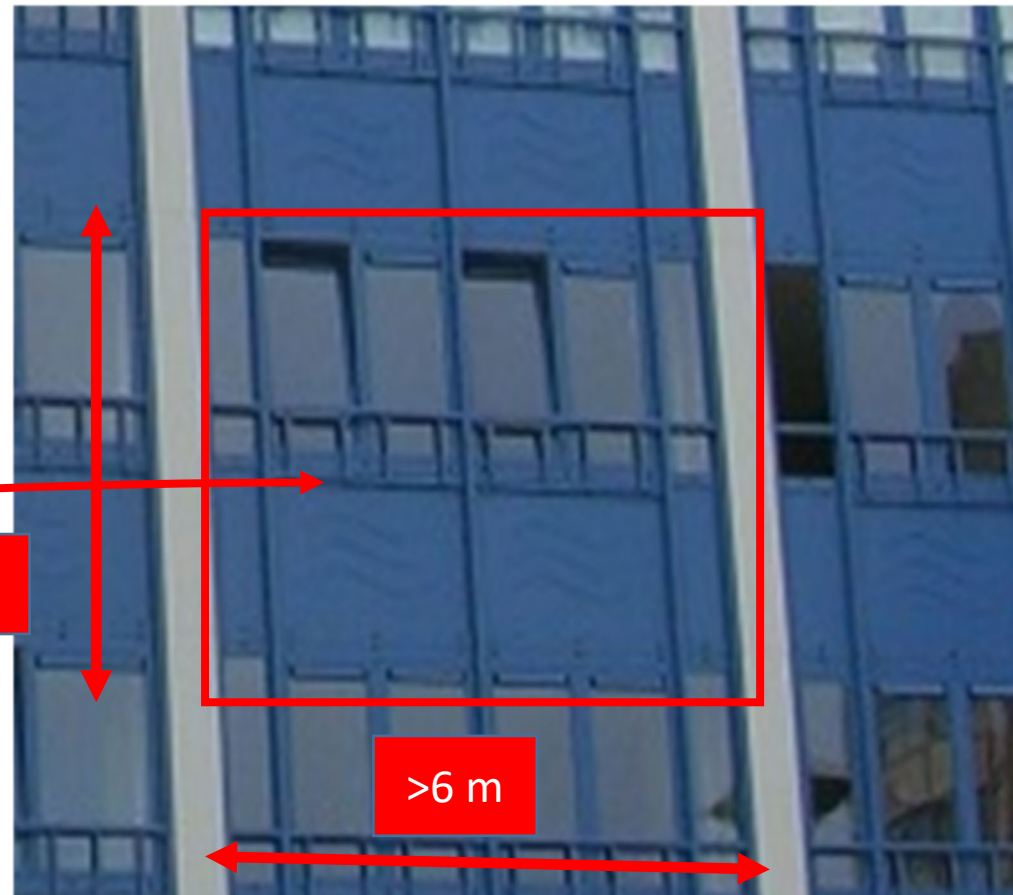


1. Woontoren in gebruik tijdens de werken
2. Renovatie
3. Epb vereisten van toen (2012-2014)
4. Geen akoestische eisen
5. Geen hoofdaannemer
6. Praktische eis: wat 's morgens gedemonteerd wordt, 's avonds dicht: de appartementen blijven in gebruik
7. Door architect voorzien in gordijngewel
8. Alle aansluitingen in de aanneming
9. Doorvalbeveiliging en brandoverslag te voorzien

Case 1 : Ganshoren

Werkzaamheden

- demonteren bestaande ramen (pas op voor asbesthoudende elementen)
- plaatsen nieuw schrijnwerk
- kolombekledingen langs buiten
- afwerken langs binnen en herstellen beschadigingen



Case 1 Ganshoren: uitvoering



- Volledig aangepast naar stapelramen (max breedte 6,3 m!)
- Alles voorgemonteerd in het werkhuis (inclusief glas, panelen, brandoverslag...)
- Montage met hefsteigers (voor verticaal transport materialen)
- Montage van boven naar beneden om waterinfiltratie te vermijden
- Montage met heksteigers:
 - Verticaal transport
 - Weinig hinder



Case 1 : Ganshoren

Geslaagde operatie:

- Uiteindelijk herhaald over 4 torens!
- Weinig hinder voor de gebruikers
 - Per dag één raam
 - Werkzaamheden in het appartement tot een minimum herleid
 - Werken gebeuren totaal onafhankelijk en zonder belemmering
 - Geen visuele hinder door stellingen



Case 2: Solaris



Case 2: Solaris

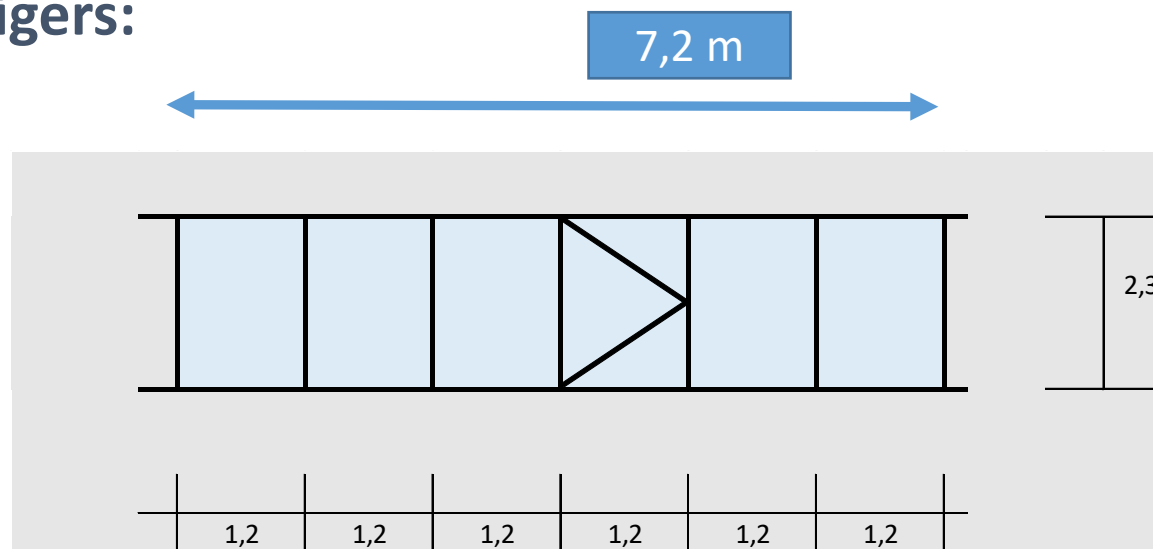
Kantoorgebouw in Parijs

- Nieuwbouw
- Horizontale gevelbanden
- Zware akoestische eisen
- Langwerpig gebouw met atrium en buitengevels
- Van 4 tot 7 verdiepingen
- 7500 m² te plaatsen in 4 maanden
- Korte planning
- Zuidkant van Parijs



Case 2: Solaris

- Horizontale gevelbanden (gordijngewel)
- Voorgemonteerd in het werkhuis, inclusief glas en opengaande delen
- Montage op de werf met heksteigers:
 - Ankers
 - Inhangen kaders
 - Afwerken panelen voor de kolommen
 - Afwerking en verkleven van dichtingslabben



Case 2 Solaris: uitvoering

- Speciale transportbokken ontwikkeld voor stockage van kaders tot 7,6 m lang, 2m hoog
- Kaders gemonteerd met mobiele kraan en hoogtewerkers



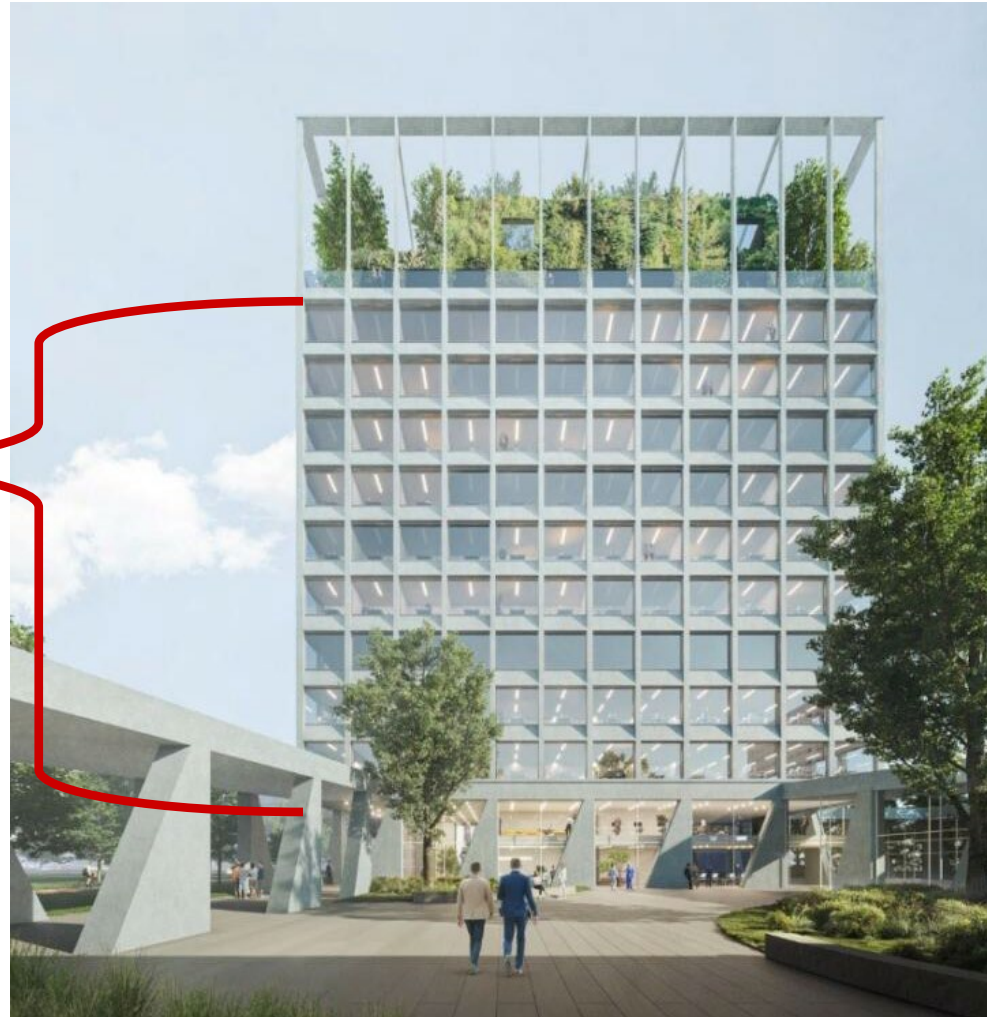
Case 2 Solaris : uitvoering

- **Bedoeling was door een zo groot mogelijke voormontage in het werkhuis:**
 - Snellere montage
 - Beperkte manbezetting
- **Mooi bedacht maar totaal niet efficiënt door onderschatting van:**
 - Bereikbaarheid: de gevels waren niet op tijd toegankelijk voor de montage
 - De montagevolgorde kon niet worden gerespecteerd door de vertraging van de ruwbouw met tot gevolg:
 - Bokken met kaders bleven staan
 - Productie viel stil door gebrek aan bokken
 - De benodigde kaders waren niet deze die klaar stonden

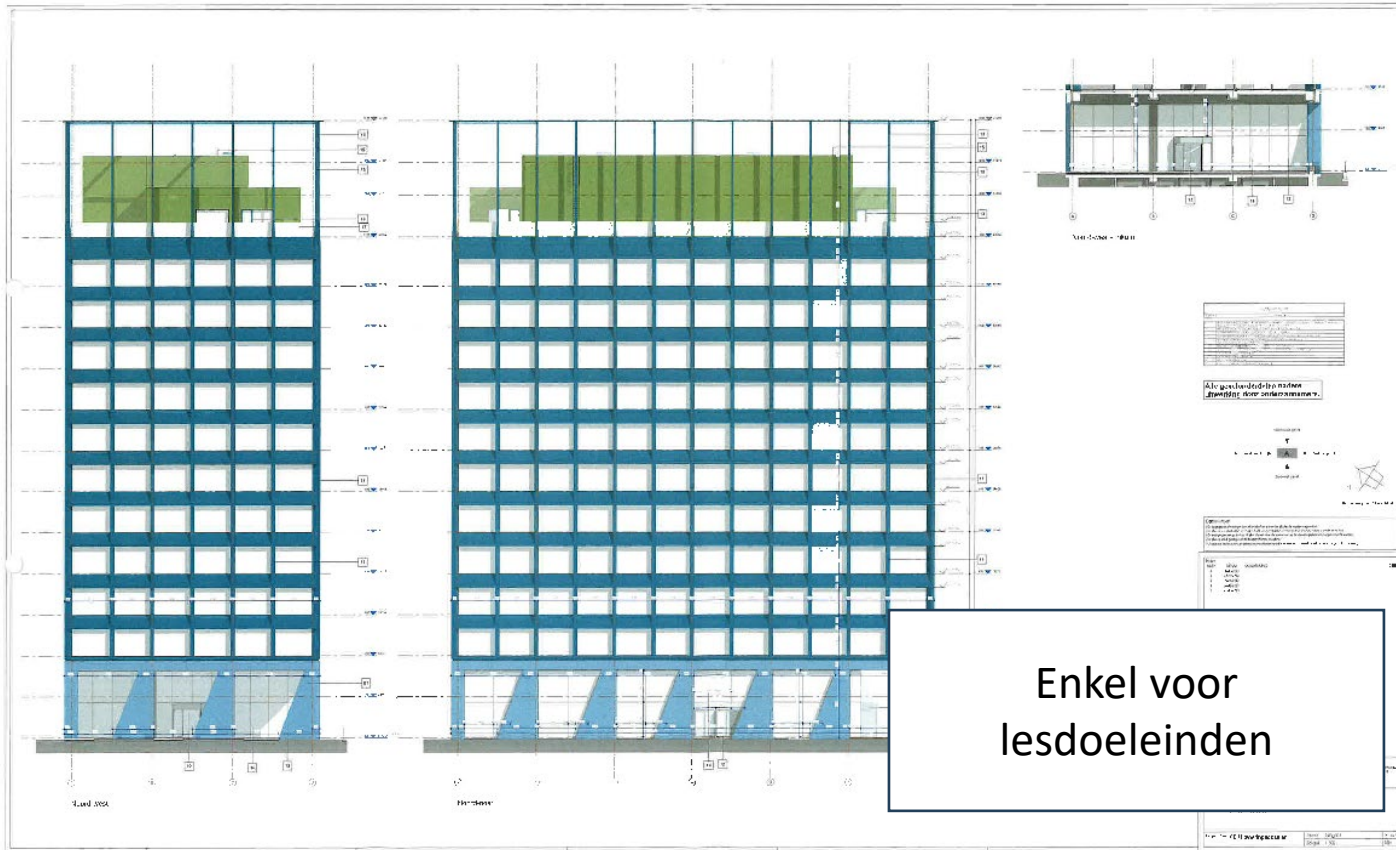
Door een gebrek aan flexibiliteit werd een sterke voormontage een nadeel met tot gevolg:
zware vertraging en enorm veel rendementsverlies op de werf

Case 3: UZ Gent

- Torengedouw
12 verdiepingen
- Nieuwbouw
- Gevel opgebouwd uit
 - grote zichtelementen
 - plaatbekledingen
 - ventilatievleugels



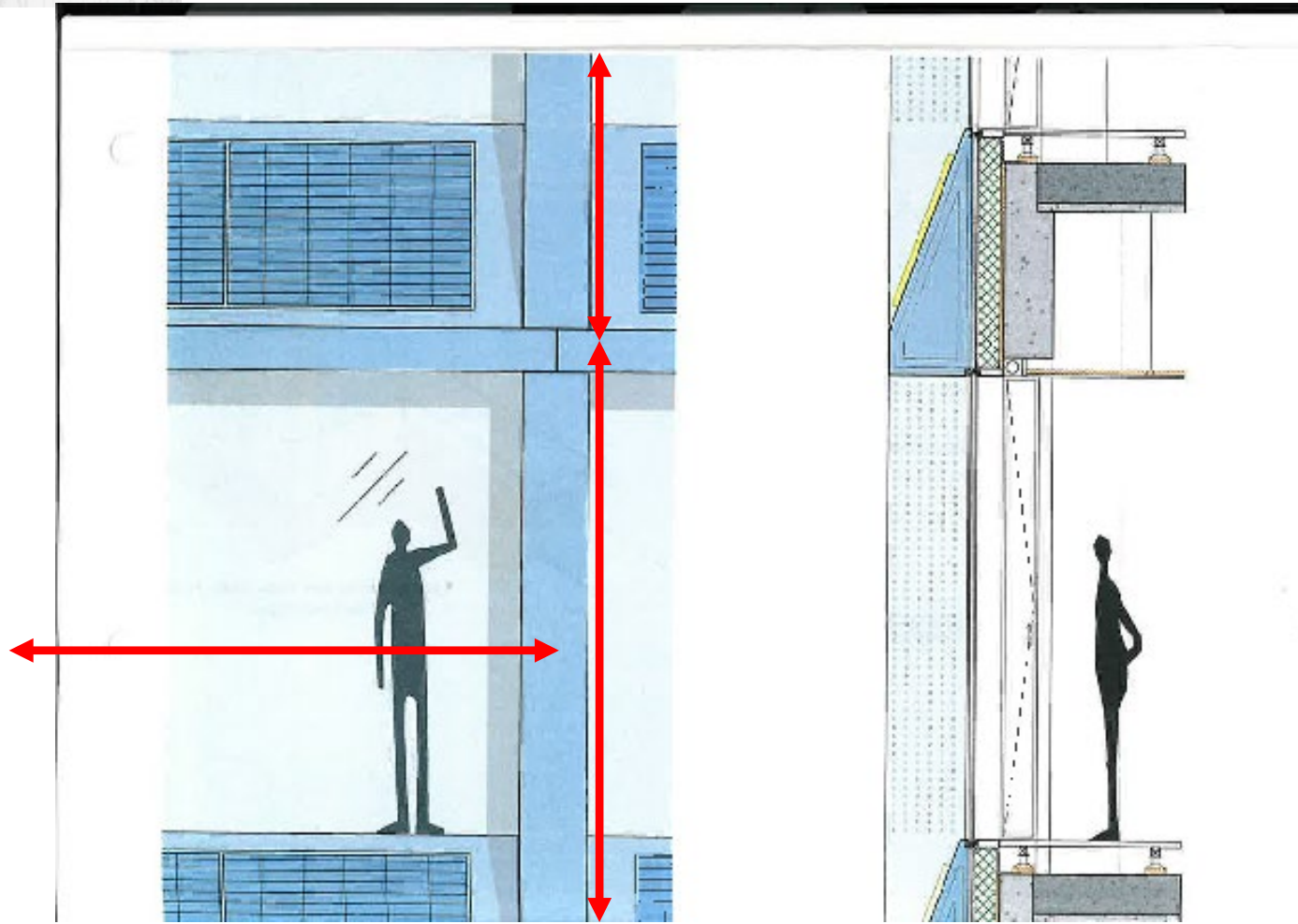
Case 3: UZ Gent Aanzicht architect




Basisconcept van de ontwerpers

- Gordijngevel met invulpanelen in borstwering
- Bekledingen komen erop langs buiten
- Achter de gevel komen er twee verluchtingsraampjes tpv de nissen ingewerkt in de gordijngevel achter de geperforeerde kolommen

Case 3: UZ Gent Architectuurdetails



- Glaselementen van 4 op 3 m
- Aluminium kolommen geperforeerd diepte 500 mm
- In de nissen achter de kolommen één ventilatievleugel per kamer
- Afkleding langs de binnenzijde
- Borstweringen in aluminium plaatwerk
- Bekleding buiten deels voorzien van zonnepanelen



Case 3: UZ Gent Basiseisen (lastenboek)

Technisch:

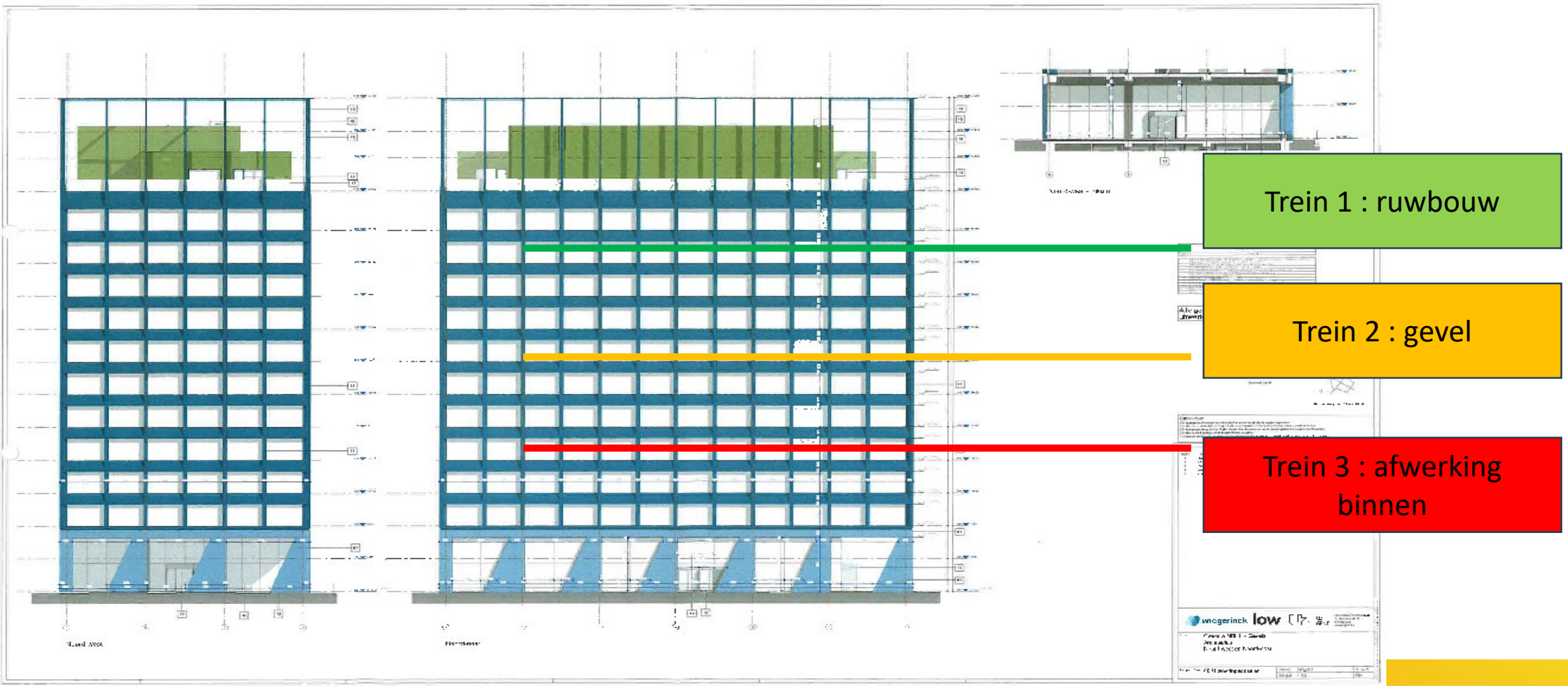
- $U_w: 1,35/m^2K$
- Schokweerstand I2
- Akoestiek: $R_{atr} > 37dB$
- Windklasse 3
- Nissen: EI60
- Allemaal ziekenhuiskamers

Logistiek:

- Zeer korte uitvoeringsplanning
- De ruwbouw volgen en afsluiten per verdieping

Case 3: UZ Gent

Volgorde van montage





Case 3: UZ Gent

Sterktes en zwakte van het ontwerp

- Glasvervanging: onmogelijk zonder demontage plaatwerk
- Opbouw borstweringen: complex bij gordijngesels
- Akoestisch zwak, thermisch zwak
- Nissen in een gordijngesel: dwars door de buitenschil, groot risico voor water-luchtdichtheid, delicaat naar thermische en akoestische isolatie?
- Horizontale plaatsing versus verticale montage gordijngesels
- Dure oplossing

Case 3: UZ Gent

Interessante info: beglazing

Eisen:

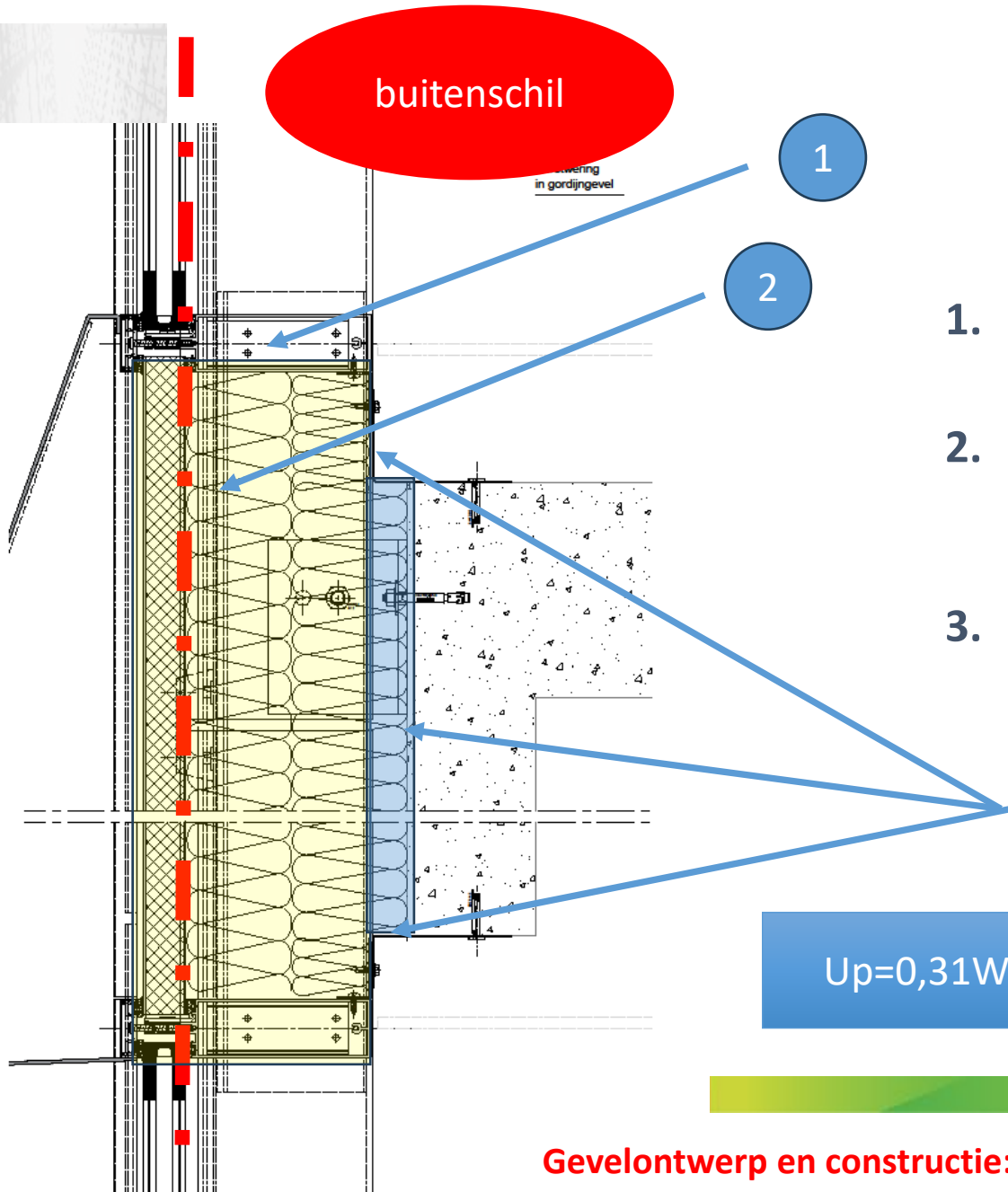
- Schokweerstand I2
- Akoestiek: $R_{tr} > 37 \text{ dB}$
- Windklasse 3
- Hoogte gebouw: +/- 60 m
- Glaselementen van +/- 3,5 m op 2,8 m
- $U_w = 1,35 \text{ W/m}^2\text{K}$

Dus: **dubbel glas $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ gelaagd aan de binnenzijde**
=> glassamenstelling : 12/15/88,2

Vragen/opmerkingen hierbij?

- gewicht: >750 kg stuk!
- transport/logistiek: max 2 glaselementen per traditionele bok...

Case 3: UZ Gent Opbouw borstwering in gordijngewel



1. profielen lopen door, al dan niet voorzien van staal voor de E60 uitvoering (nieuwe brandnorm)
2. sandwichpaneel voorzien van aluminium plaat buiten, rotswol en staalplaat binnen (voor akoestiek en brandoverslag)
3. isolatie en brandoverslagplaten in aansluiting met ruwbouw (ook voor de akoestiek) = binnenklimaat

Case 3: UZ Gent Impact

Afwatering

1. Best overstappen naar afwatering per verdieping via de regels en niet verticaal over de stijlen over de gehele hoogte
2. Pas op met de doorbuiging van de regel over de lengte!

Oplossingen:

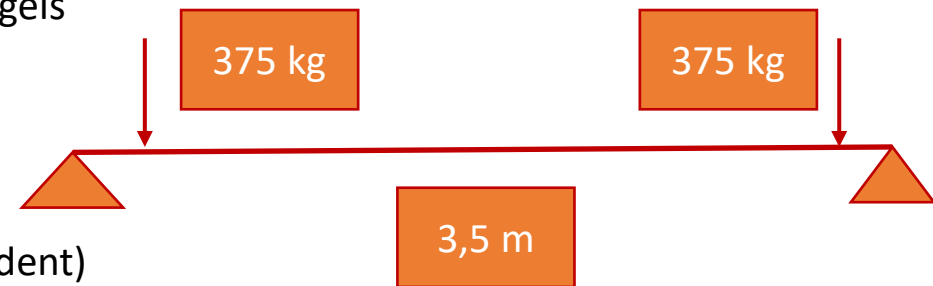
1. Versterken regel of verstijven verbinding met stijl (niet evident)
2. De aansluiting met de brandoverslagplaat kan hiervoor dienen
3. Steunen op de vloer
4. Doorsteunen op het glas (is eigenlijk niet toelaatbaar!)

Aandacht te besteden aan de doorbuiging

1. Esthetisch (bv vloeraansluiting)
2. Afwatering

Akoestiek

Doorlopende profielen zijn een zwakke schakel in de isolatie van verdieping tot verdieping ('flanking'). Bepaalde voorzorgen kunnen genomen worden maar in conflict met brandbescherming



Case 3: UZ Gent

Logistiek en montage

Gordijngevels worden langs buiten gemonteerd dus:

- Stellingen/heksteigers
- Verticale montage, horizontaal werken is zeer moeilijk
- Eigenlijk is een gordijngewel pas dicht als hij geplaatst is op de volledige hoogte!

Stellingen of heksteigers:

- In fases op te bouwen (ruwbouw volgen)
- Uitbouw nodig want bekledingen komen tot +/- 500mm uit het gevelvlak
- Oplossing te vinden voor de beglazing gezien de grote gewichten en afmetingen

Vrij groot voordeel van heksteigers voor dergelijk project: je werkt (bijna) volledig onafhankelijk



Case 3: UZ Gent Alternatief

Ramen:

Raambanden

- Beglazing langs binnen
- Mogelijkheid tot plaatsen per verdieping
- Borstweringen eenvoudiger
- Plaatsen plaatbekledingen en PV panelen nadien met heksteigers

Case 3: UZ Gent Borstwering in raamconstructies

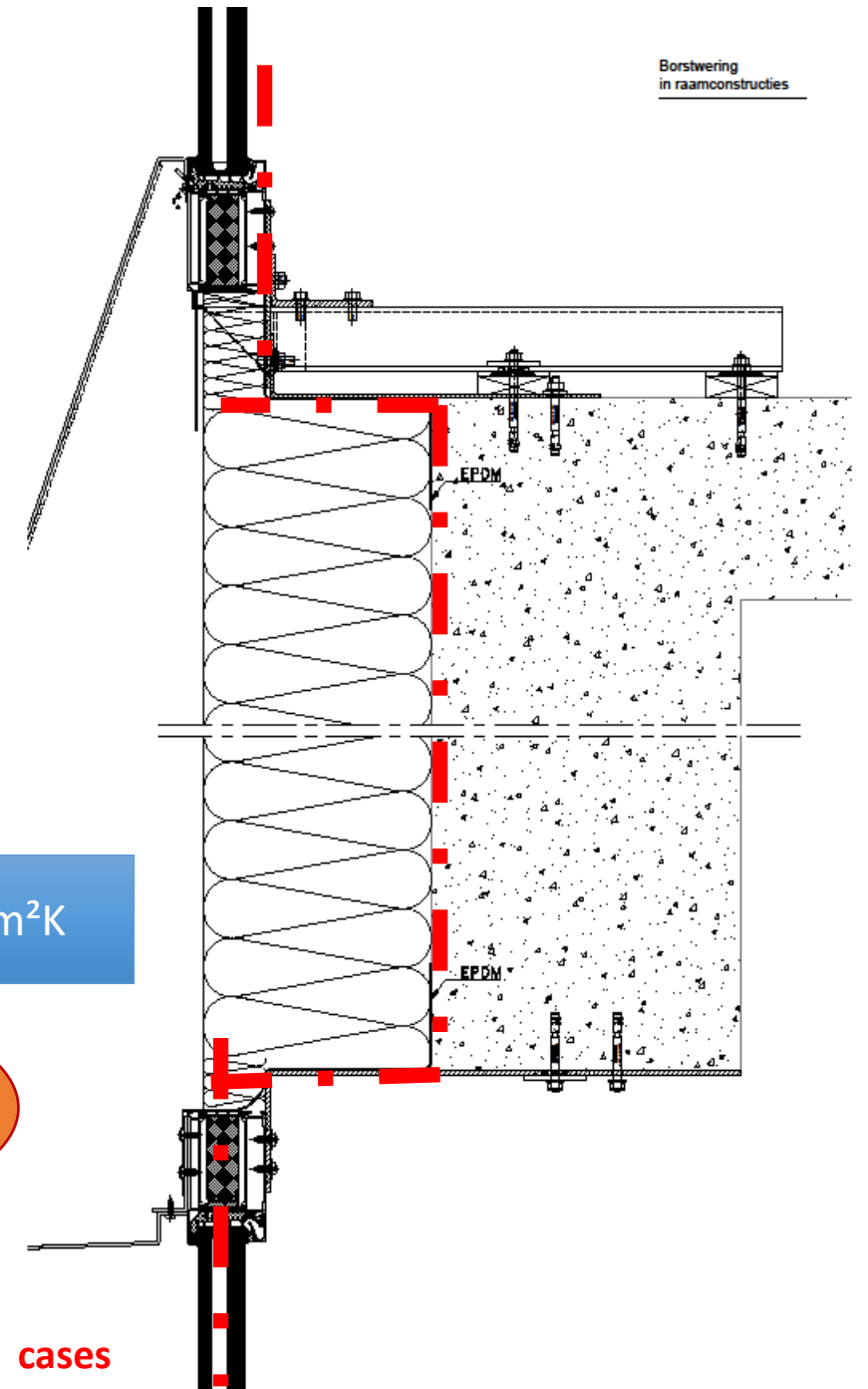
- Borstwering=geventileerde buitenklimaat
- Galvaplatten dienen als vastzetting, akoestische dichting
- Epdm en eventueel dampscherm te voorzien rondom ro
- Isolatie te voorzien die voldoet aan de eisen
- **PAS OP: beton moet luchtdicht afgewerkt zijn!**


Soms voegen te behandelen

Grootste risico: dichtheid (lucht en water) verdeeld over verschillende onderdelen, dit is enorm gevoelig in de uitvoering!

$U_p=0,17W/m^2K$

buitenschil





Case 3: UZ Gent Impact

Afwatering :

- Per raam (klassiek)
- Oppassen met afvoer onderaan achter de bekledingen
- Isolatie moet voorzien zijn voor die opstelling
- **De betonnen borstwering maakt deel uit van de luchtdichtheid.**
Alle voegen moeten dus afgesloten zijn (kitten-epdm,...)

Akoestiek:

- Te bepalen op niveau van het raam
- De galva-afsluitingsplaten, samen met de isolatie dienen voorzien te zijn om ook het buitenlawaai voldoende te isoleren

Brandbescherming: brandoverslag

- De galvaplaten vervullen ook de rol van brandafsluiting
- Isolatiepinnen in staal...

Vrij goedkope oplossing
van borstwering

Case 3: UZ Gent

Conclusie: gordijngewel versus ramen

Gordijngewel

- duurder in materialen (platen, gewel, staal,...)
- grote hoogtes: pas op met afwatering (afwateren per verdieping)
- zwakker in U-waarde gewel
- gevoeliger in akoestisch comfort
- verticaal te plaatsen met hefsteigers ideaal
- alles langs buiten te monteren

Ramen

- thermisch beter in de borstweringen
- goedkoper in materialen
- zeer gevoelig in het afdichten met epdm
- opgepast met voegen in beton
- nadeel in dit ontwerp: vloer ligt niet gelijk met bovenkant raamprofiel: glaslat in zicht om glasvervanging mogelijk te maken
- plaatsing langs binnen van ramen en glas
- dichtingen te plaatsen langs buiten

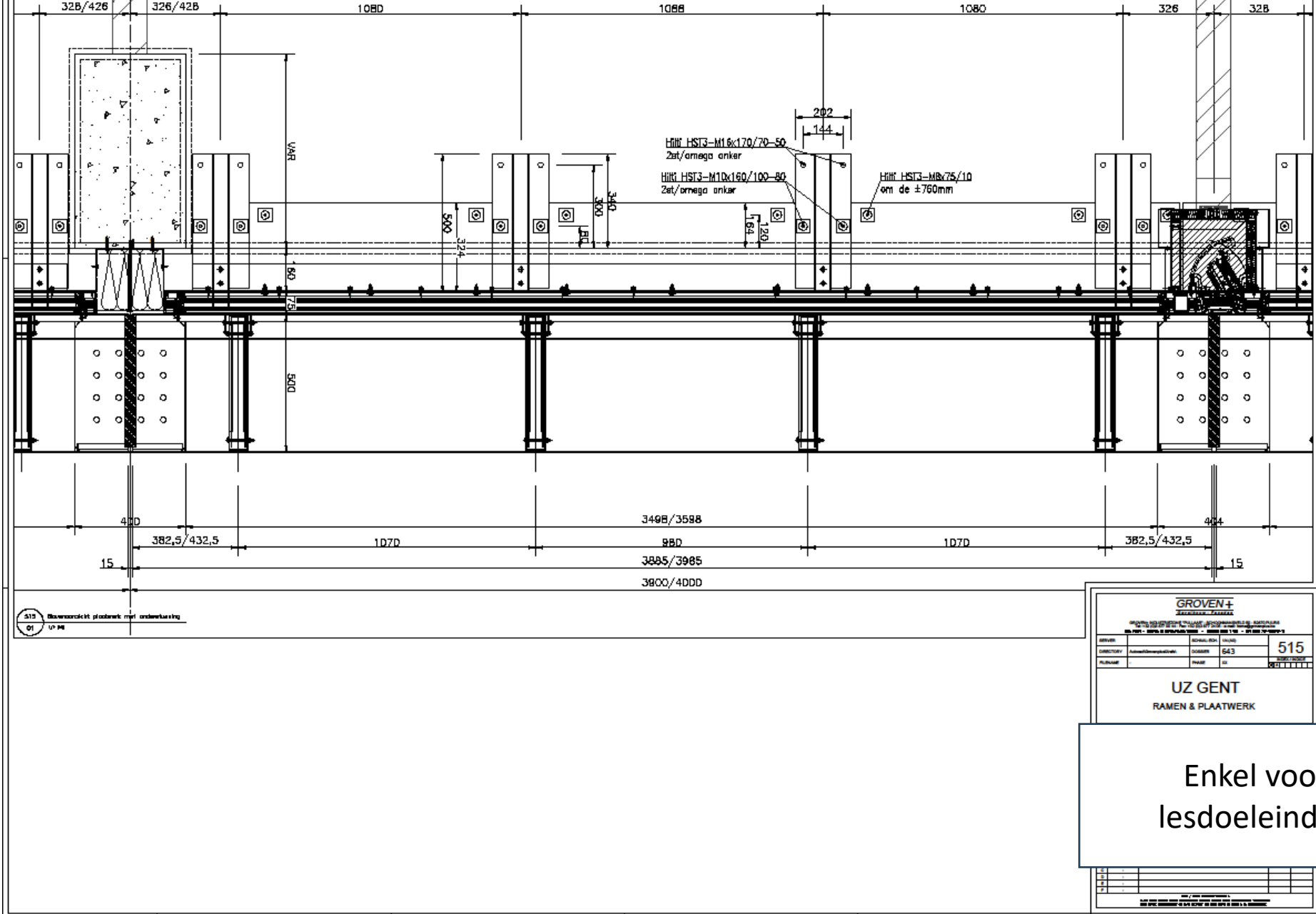
Allemaal waar maar wat als er een borstwering achter zit over de volledige hoogte?
Voordeel van dergelijke borstweringen: weinig doorbuiging van de ruwbouw



Case 3: UZ Gent

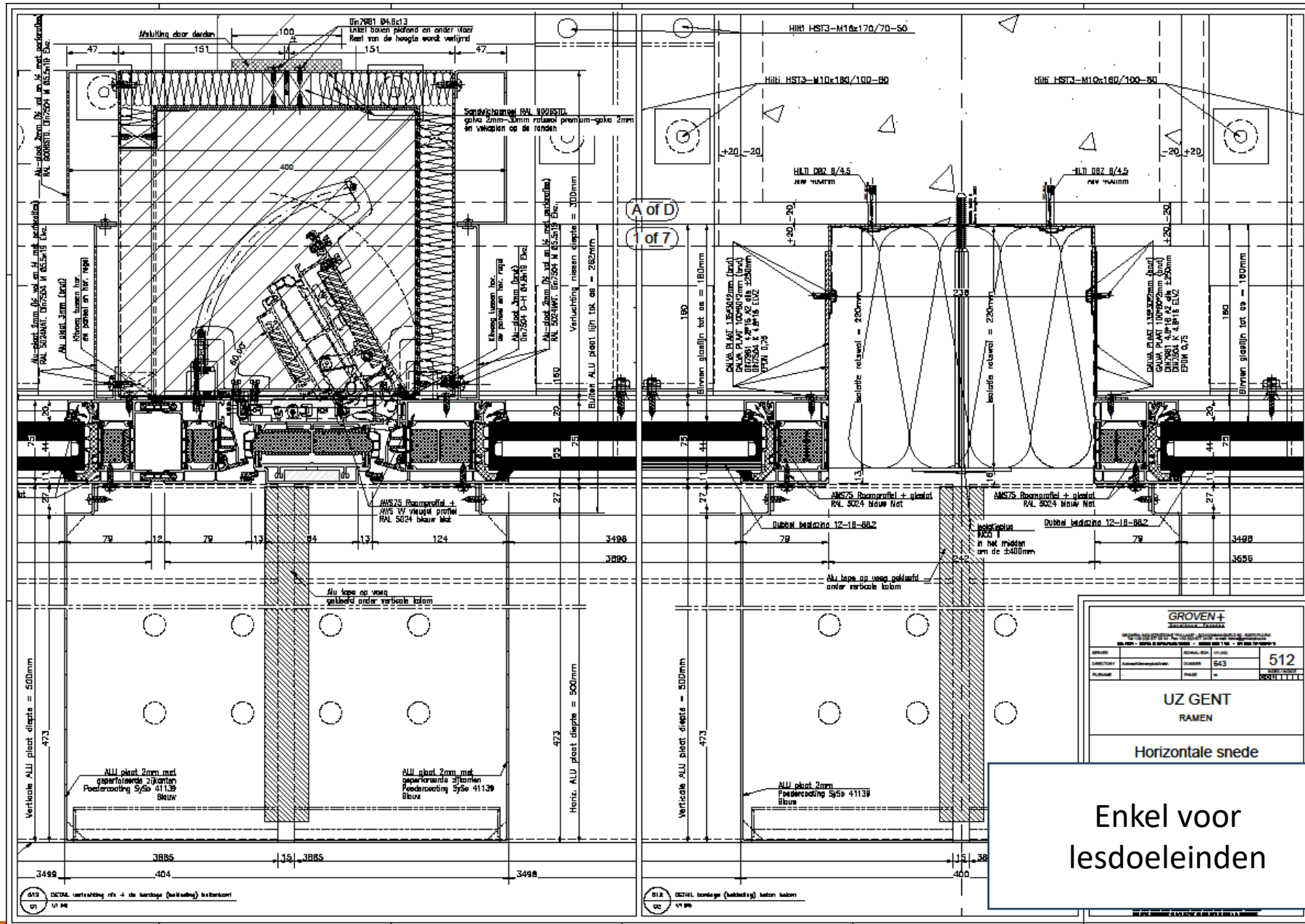
Waarom kiezen voor raamconstructie?

- Ogenschijnlijk goedkoper (borstweringen en nissen)
- Mogelijkheid tot plaatsing per verdieping
- Beglazing langs binnen en vervanging langs binnen, zonder demontage plaatwerk



Enkel voor
lesdoeleinden





GROVEN+
 HET NEDERLANDSE INSTITUUT VOOR
 DE FENESTRATIE EN DE GLAZING
 512
UZ GENT
 RAMEN
 Horizontale snede

Enkel voor
 lesdoeleinden



Case 3: UZ Gent

Er werd hier geopteerd voor een ramenoplossing, maar....

Logistieke issues:

- Gewicht en afmetingen van het glas
- Glasvervanging

Veel te groot risico
naar werflogistiek

Vragen:

- Hoe krijgen we het glas binnen?
- 1 bok maximaal 2 glaselementen
- 18 bokken per verdieping!
- Hoe verdelen we het glas en de ramen ..
- 18 bokken glas en 36 grote ramen...

Conclusie: enorme handlingsproblemen

- Enorme belasting voor de werfkraan/ goederenlift



Case 3: UZ Gent

Definitieve uitvoering

- Eerst de onderconstructie in staalplaten plaatsen langs binnen per verdieping
- De ramen worden beglaasd in de fabriek, per verdieping aangeleverd en met de werfkraan geplaatst (=+/- kadersysteem)
- Als de ruwbouw boven staat: heksteigers voor de buitenafwerking

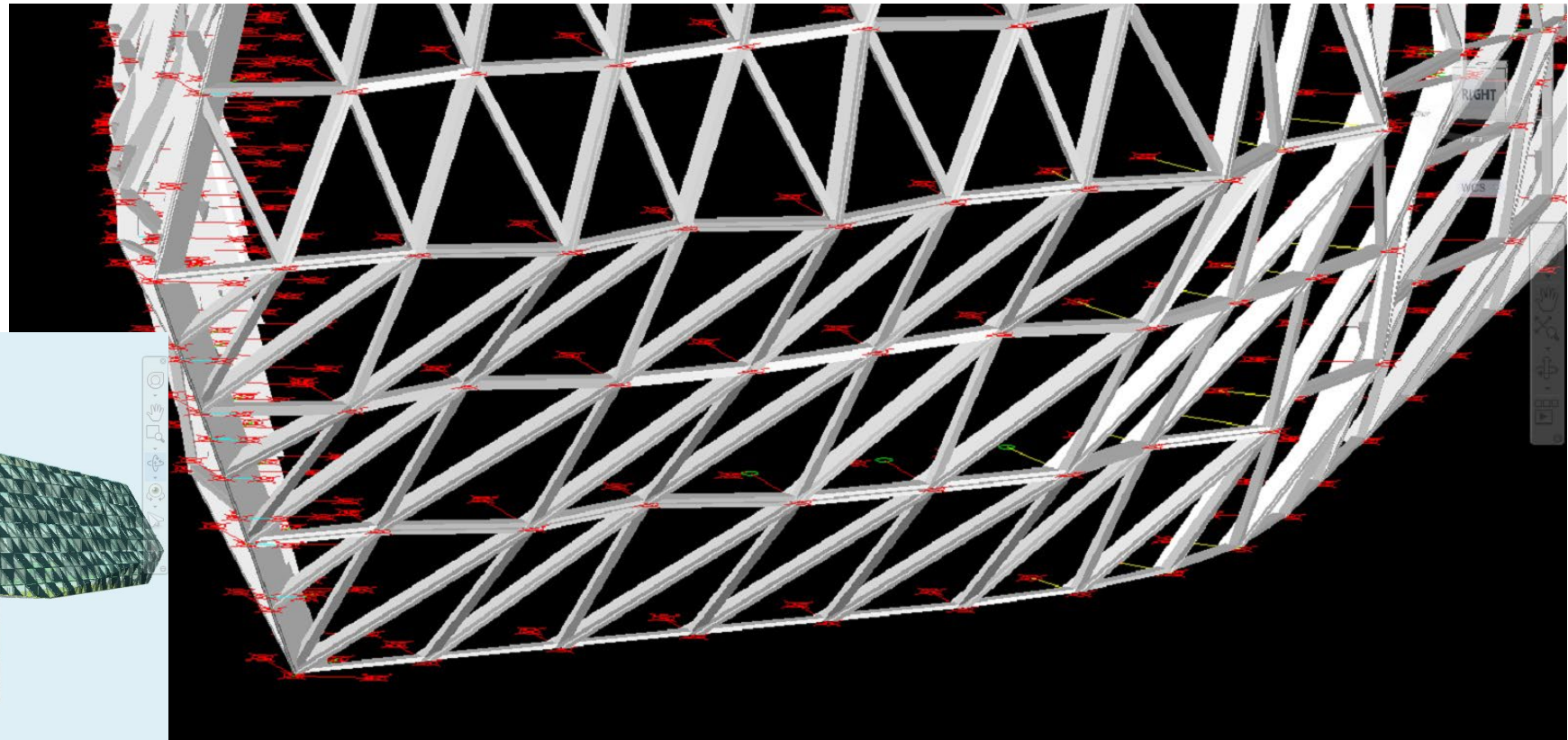
Case 4: Havenhuis



Case 4: Havenhuis Ontwerpgegevens bij aanvang

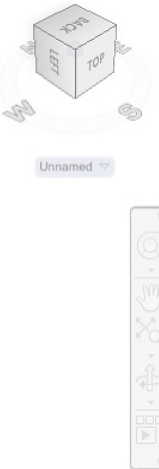
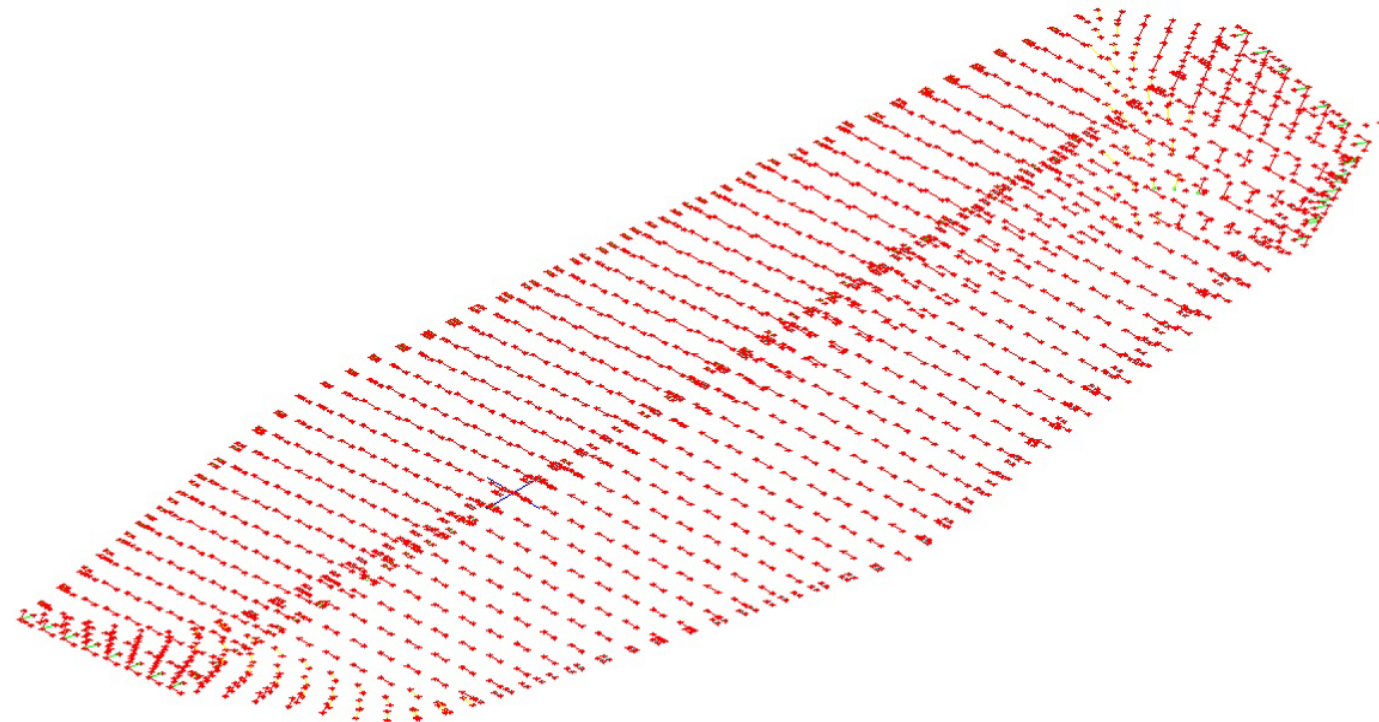
Uittreksel Revit

GROVEN+
Gevelbouw - Façades



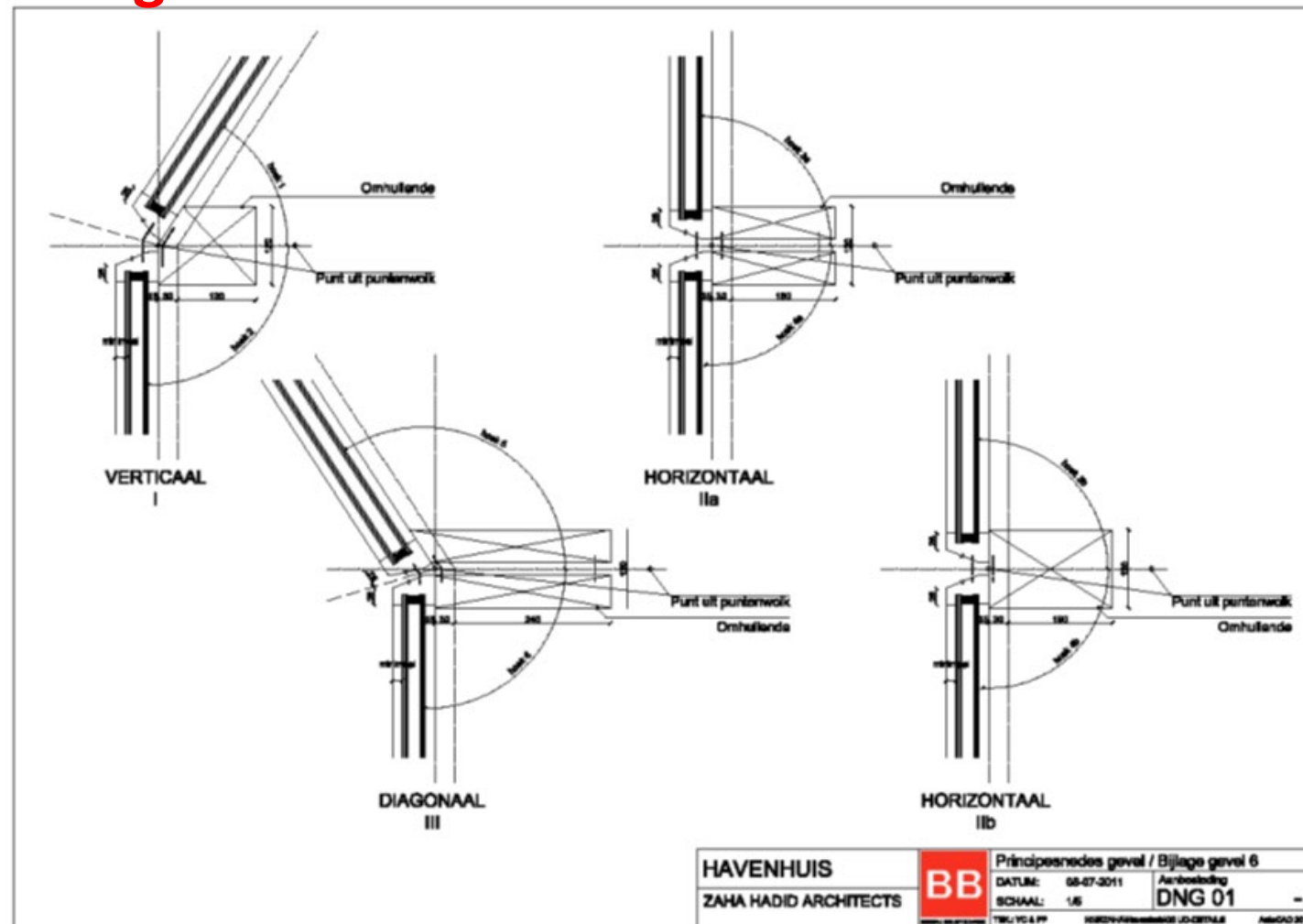
Case 4: Havenhuis Ontwerpgegevens bij aanvang

Puntenwolk



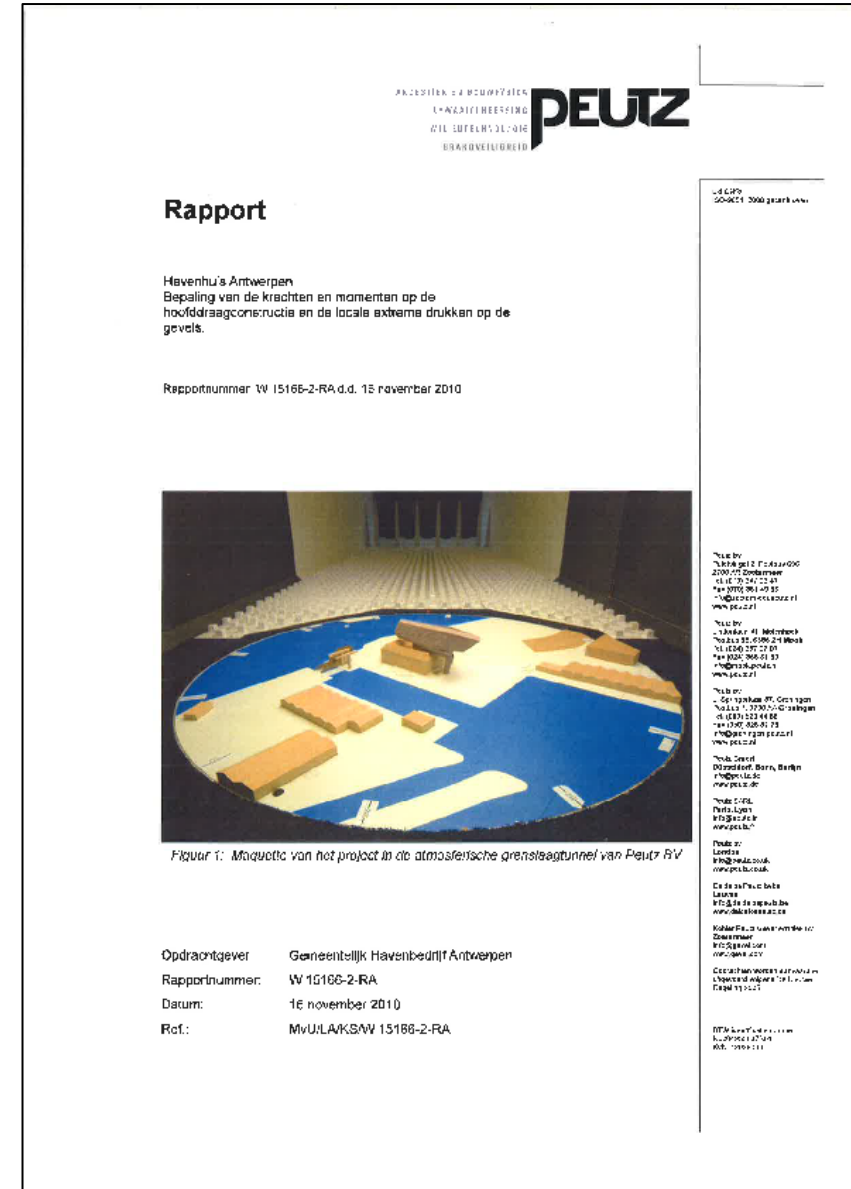
Case 4: Havenhuis Ontwerpgegevens bij aanvang

plannen architectuur

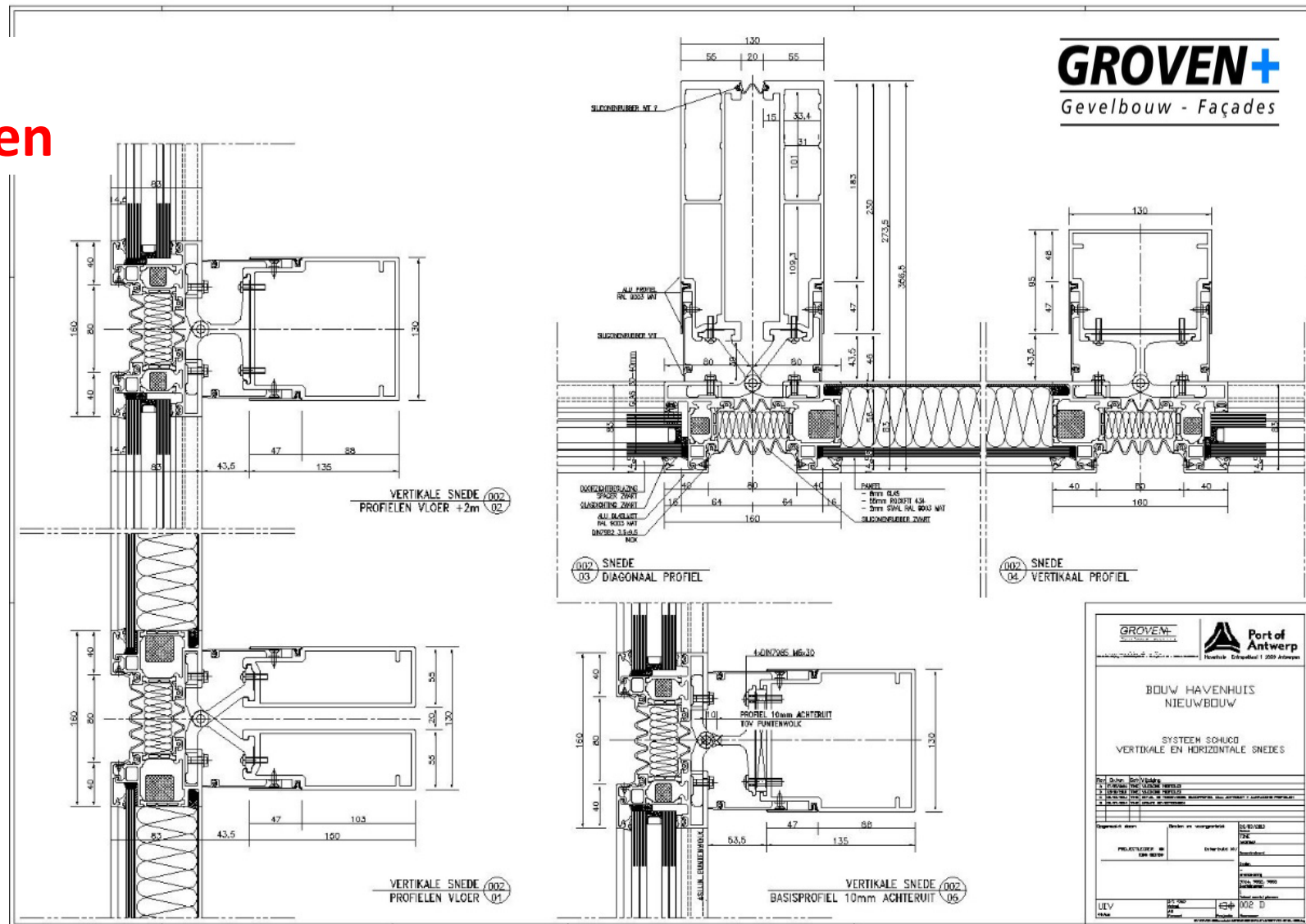


Case 4: Havenhuis Prestatiecriteria

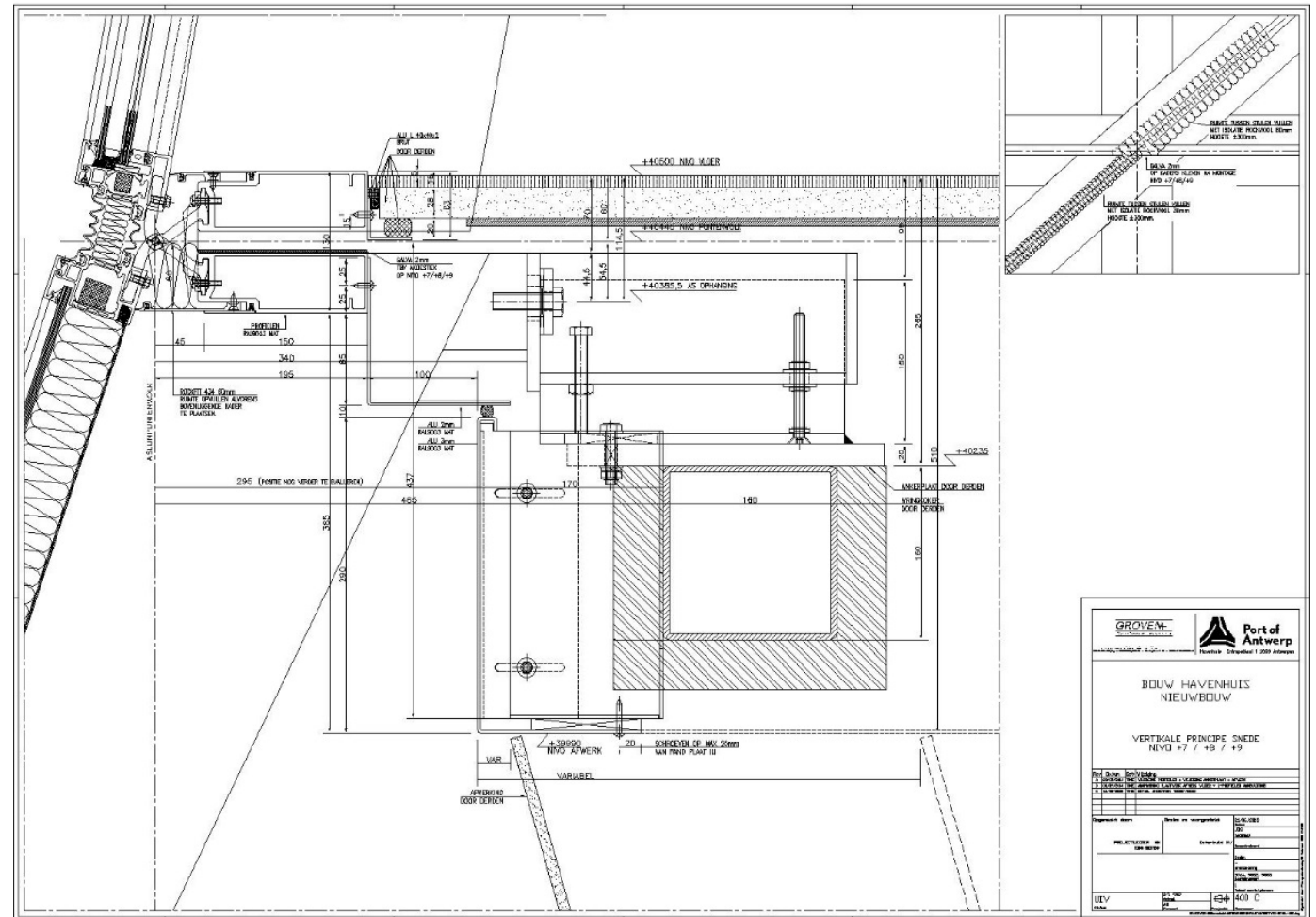
- **Op te nemen windbelastingen:**
waarden tot >2000P bepaald door windtunneltest
- **Opname van de vervormingen van de primaire staalstructuur in de 3 richtingen x,y,z**
vervormingen voor, tijdens en na plaatsing
rekening houden met de tegenpeilen in de staalstructuur
- **Vormgeving:**
diagonale profielen zijn steeds dominerend (grootste diepte)



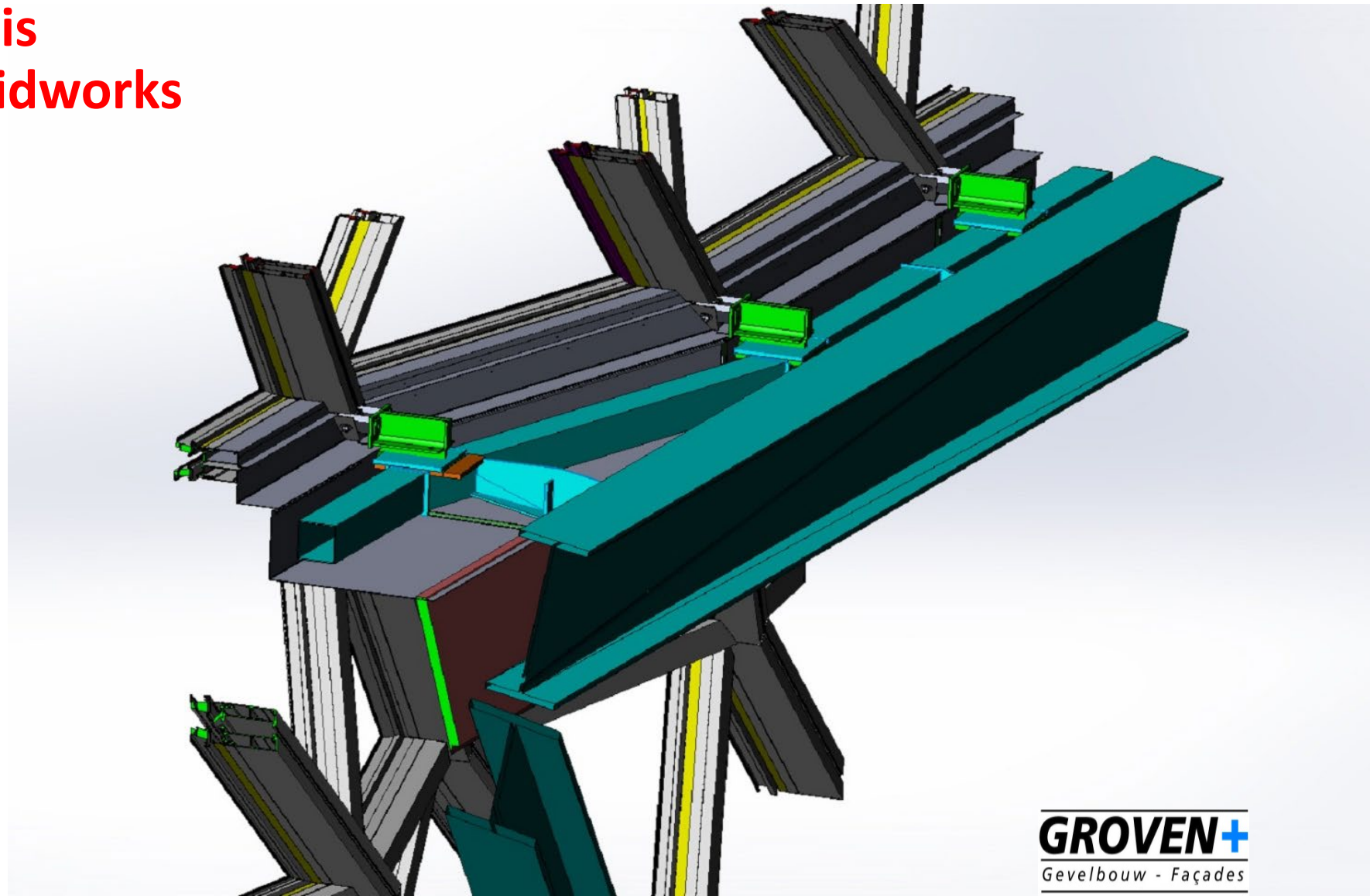
Case 4: Havenhuis Uitvoeringstekeningen



Case 4: Havenhuis Uitvoeringstekeningen



Case 4: Havenhuis 3D- model in solidworks



GROVEN+
Gevelbouw - Façades

Case 4: Havenhuis Mock-up's

Wind-en watertest

1. Akoestische mock-ups
2. Wind-watertest



Case 4: Havenhuis Productie

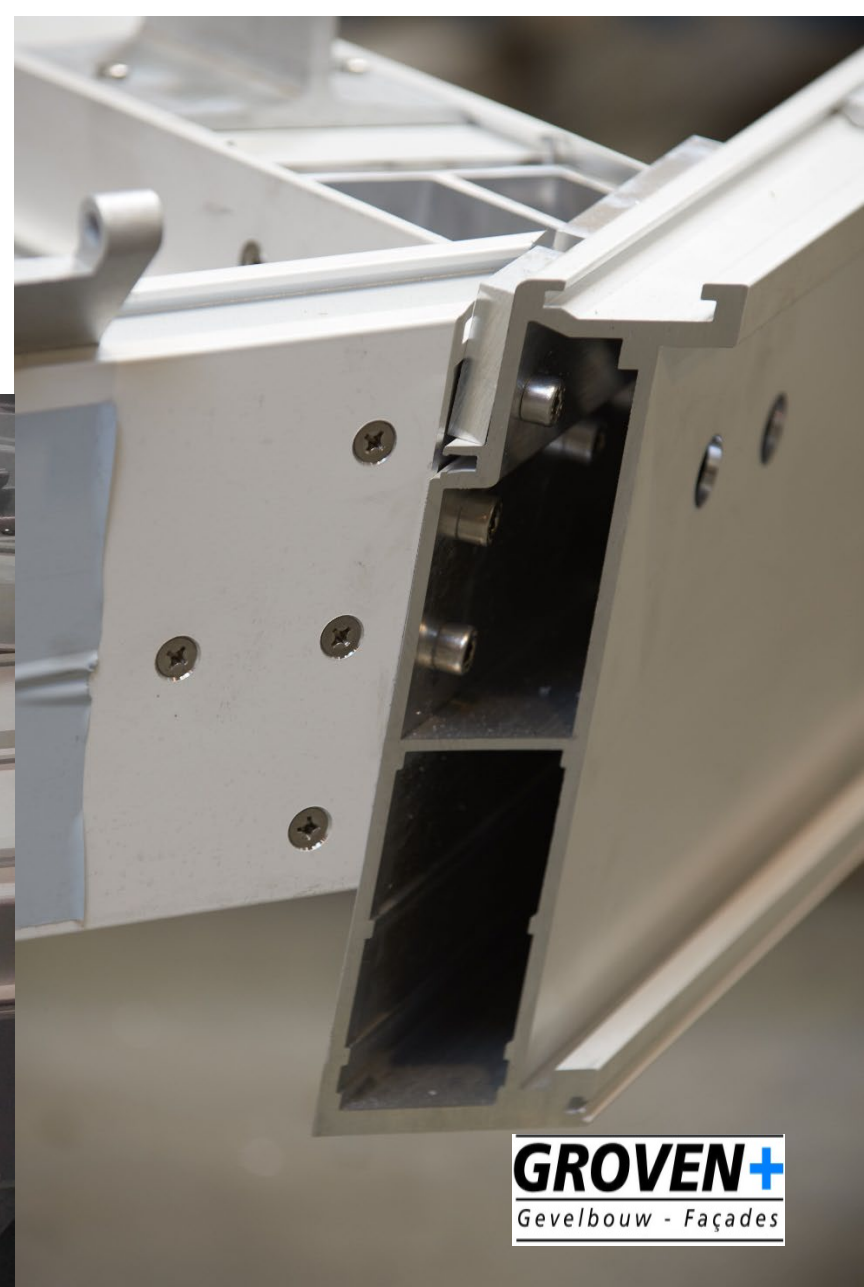
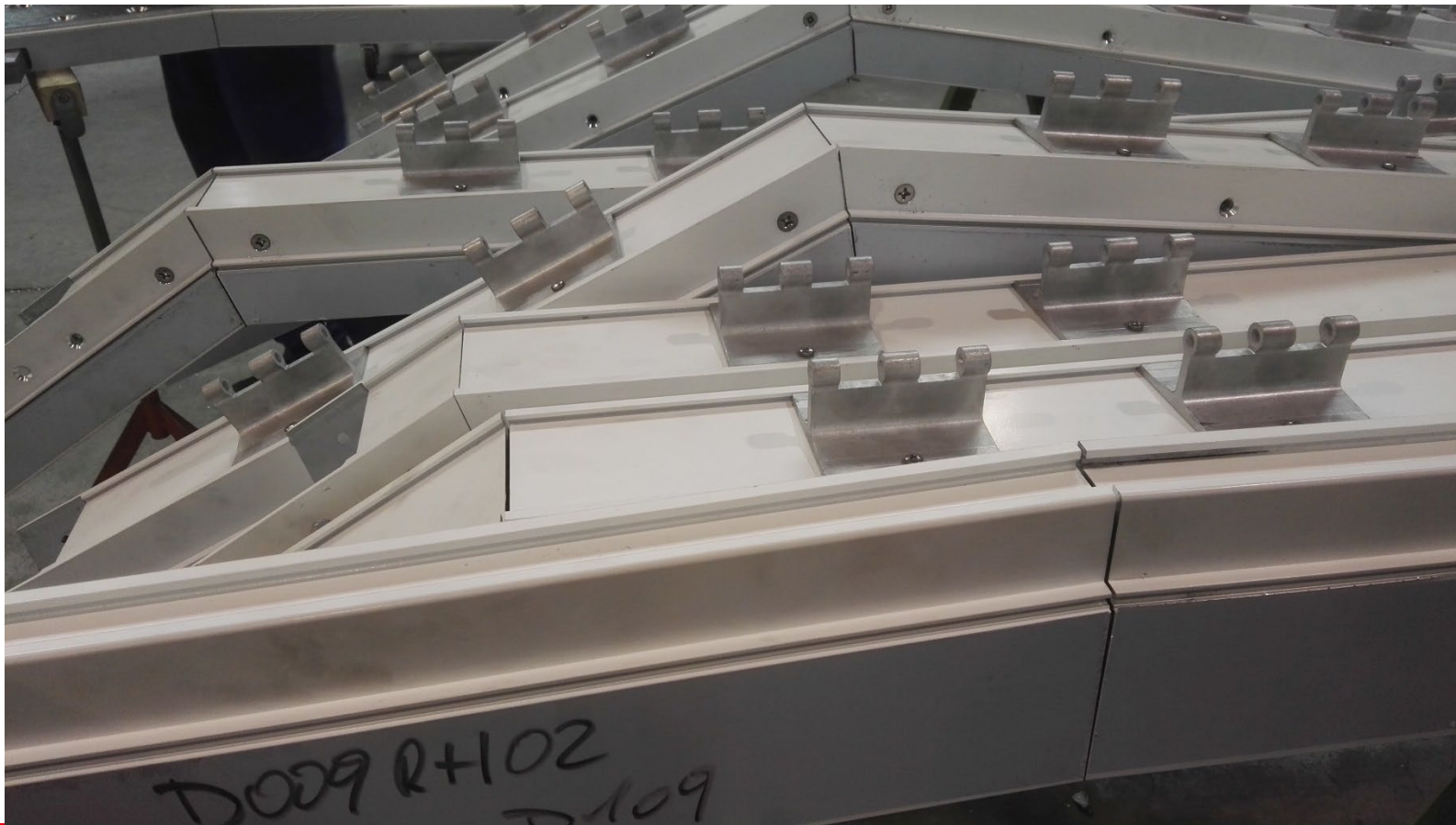
onderdelen





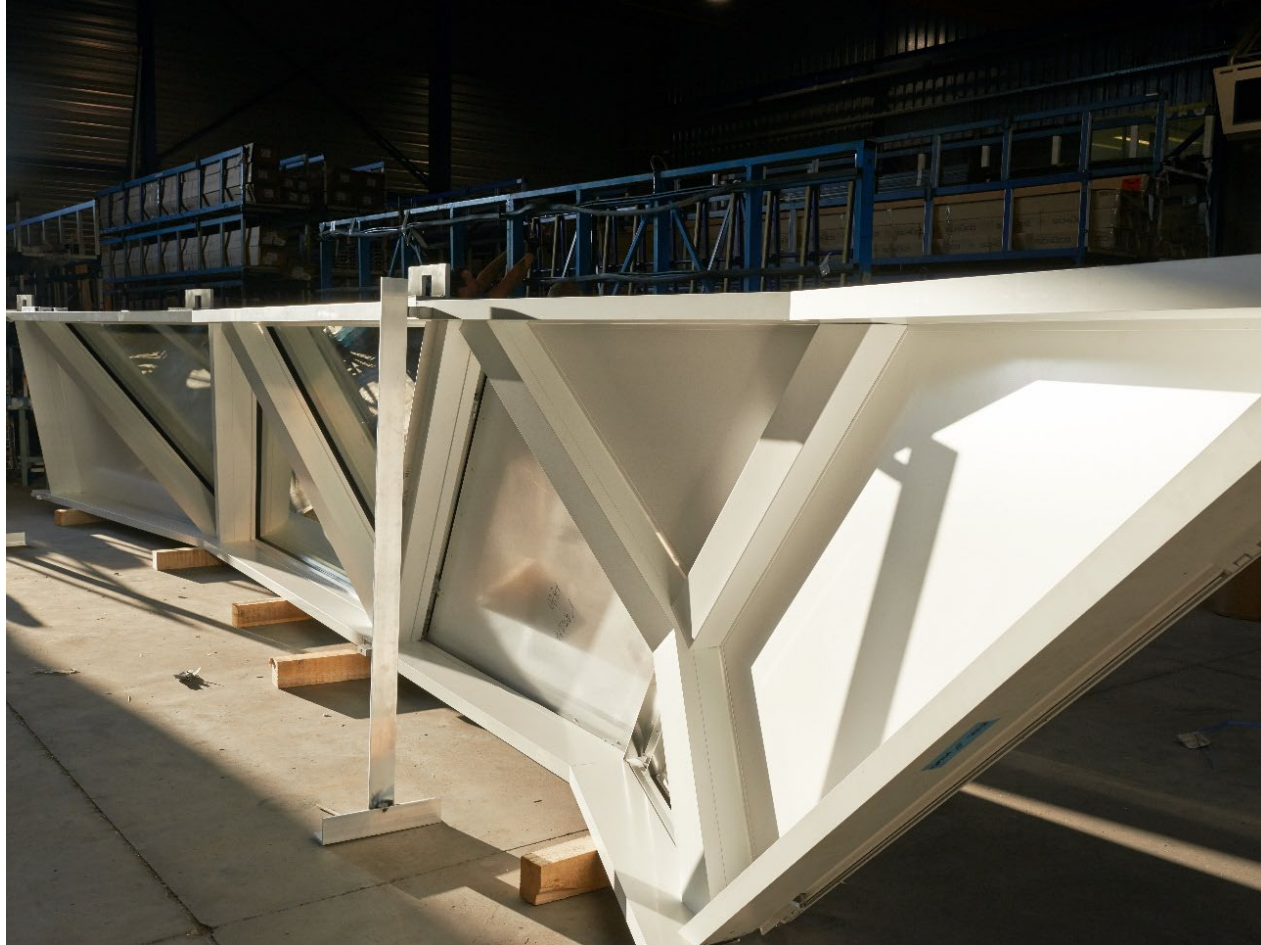
Case 4: Havenhuis Productie

assemblage



GROVEN+
Gevelbouw - Façades

Case 4: Havenhuis Productie



GROVEN+
Gevelbouw - Façades

Case 4: Havenhuis Productie

dichtingen

buiten



binnen



Case 4: Havenhuis Werf

aanvoer



GROVEN+
Gevelbouw - Façades

Case 4: Havenhuis Werf

Plaatsing ankers

GROVEN+
Gevelbouw - Façades



Case 4: Havenhuis Werf

Hijsen kaders



GROVEN+
Gevelbouw - Façades

Case 4: Havenhuis Werf



Hijzen kaders

GROVEN+
Gevelbouw - Façades

Case 4: Havenhuis Werf



GROVEN+
Gevelbouw - Façades





Eindconclusie

- Het welslagen van een project wordt eerst en vooral bepaald door het concept bij opstart
- Dit concept moet getoetst worden aan alle mogelijke risicofactoren :
 - Technisch
 - Montage
 - Contractueel
 - ...
- Dit concept is dus niet louter een plan met een profiel en maten!
- Hoe meer de uitvoeringsmethodiek kan gestandaardiseerd worden hoe kleiner het uitvoeringsrisico.
- Het totaalconcept behelst onder meer:
 - Visie over de engineering en duidelijke bepaling van de te halen performanties
 - Optimalisatie van de materiaalbehoeften
 - Visie over productie en werfmontage
 - Werfinstallatie
 - Planning en montageschema
 - Garantie en contractrisico



Eindconclusie

We evolueren van schrijnwerker naar 'gevelspecialist',
van puur schrijnwerker naar gevelengineer.
Daarbij wordt het zeer moeilijk om in functie van de complexiteit de
kosten en risico's goed op voorhand in te schatten.
Hierdoor verhoogt onze contractuele aansprakelijkheid aanzienlijk!
Kennis en ervaring zijn dus fundamenteel om te slagen in ons opzet!

E. Clinquart