

**Dan weet u het exact.**



**S&W  
Bouwkundig  
Ingenieurs**

Gildeweg 39a  
4383 NJ Vlissingen  
085-130 85 20  
info@s-w.nl  
KVK: 22037535

**[www.s-w.nl](http://www.s-w.nl)**

## **Toetsing ventilatie parkeergarage volgens NEN 1087 en NEN 2443**

Appartementencomplex Kerkstraat te  
Bodegraven

**Projectnr:** 2221556  
**Datum:** 16-02-2024  
**Versie:** 1.1  
**Contactpersoon:** B. Geulleaume



**BRANDVEILIGHEID**



**METINGEN**



**BOUWFYSICA**



**AKOESTIEK**



**ENERGIE & MILIEU**

---

## Samenvatting

In opdracht van Planresult Rijnland B.V. is door S&W Bouwkundig Ingenieurs een toetsing opgesteld voor de nieuwbouw van een woongebouw te Bodegraven.

In deze toetsing zijn de volgende onderdelen getoetst aan de eisen van het Bouwbesluit 2012:

- Ventilatie (stallingsruimte voor motorvoertuigen).

In artikel 3.32 van het Bouwbesluit 2012 worden eisen gesteld aan de luchtverversing volgens NEN 1087 van een stallingruimte voor motorvoertuigen. Bij parkeergarages met grotere afmetingen (20 auto's respectievelijk 50 m<sup>2</sup>) die natuurlijk worden geventileerd, wordt doorgaans uitgegaan van de ventilatie-eisen volgens NEN 2443. Het doel van dit rapport is onderzoeken of de beschouwde stallingruimte voldoet aan de randvoorwaarden van NEN 1087 en NEN 2443.

Op grond van de berekeningen kan het volgende worden geconcludeerd:

- Het totaal aan niet voor lucht afsluitbare oppervlak aan openingen bedraagt 6,38 m<sup>2</sup>. Daarmee wordt voldaan aan de vereiste ventilatiecapaciteit en de randvoorwaarden uit de NEN 1087 voor natuurlijke ventilatie van de parkeergarage.
- Er wordt niet voldaan aan de voorwaarden voor natuurlijke ventilatie van de parkeergarage conform NEN 2443. Conform het bouwbesluit 2012 is het echter ook niet noodzakelijk aan deze norm te voldoen.

---

## Inhoudsopgave

|  |    |
|--|----|
| Samenvatting .....   | 2  |
| 1. Inleiding.....  | 4  |
| 1.1 Projectomschrijving .....                              | 4  |
| 1.2 Gebruikte gegevens .....                               | 4  |
| 2. Wettelijk kader .....                                   | 5  |
| 3. Toetsing.....   | 8  |
| 3.1 Uitgangspunten .....                                   | 8  |
| 3.2 Toetsing aan NEN 1087 .....                            | 8  |
| 3.3 Toetsing aan NEN 2443 .....                            | 8  |
| I. Bijlage “berekeningsresultaten” .....                   | I  |
| II. Bijlage “voorzieningen ventilatie parkeergarage” ..... | II |

---

## 1. Inleiding

### 1.1 Projectomschrijving

In opdracht van Planresult Rijnland B.V. is door S&W Bouwkundig Ingenieurs een toetsing opgesteld voor de nieuwbouw van een woongebouw te Bodegraven.

In deze toetsing zijn de volgende onderdelen getoetst aan de eisen van het Bouwbesluit 2012:

- Ventilatie (stallingsruimte voor motorvoertuigen).

In artikel 3.32 van het Bouwbesluit 2012 worden eisen gesteld aan de luchtverversing volgens NEN 1087 van een stallingruimte voor motorvoertuigen. Bij parkeergarages met grotere afmetingen (20 auto's respectievelijk 50 m<sup>2</sup>) die natuurlijk worden geventileerd, wordt doorgaans uitgegaan van de ventilatie-eisen volgens NEN 2443. Het doel van dit rapport is onderzoeken of de beschouwde stallingruimte voldoet aan de randvoorwaarden van NEN 1087 en NEN 2443.

### 1.2 Gebruikte gegevens

De toetsingen zijn gebaseerd op onderstaande gegevens verstrekt door pmARCHITECT:

- Set digitale tekeningen (plattegronden, gevels, doorsneden), verstrekt d.d. 05-12-2023.

## 2. Wettelijk kader

### Bouwbesluit Afdeling 3.6

#### Artikel 3.32 Luchtverversing overige ruimten:

5. Een stallingsruimte voor motorvoertuigen heeft een niet afsluitbare voorziening voor luchtverversing met een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste  $3 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  vloeroppervlakte van die ruimte.

#### Artikel 3.34 Luchtkwaliteit

9. De afvoer van binnenlucht uit een stallingsruimte voor motorvoertuigen vindt rechtstreeks naar buiten plaats.

Er wordt in het Bouwbesluit geen grenswaarde gesteld aan de omvang van de stallingsruimte.

Voor grotere natuurlijk geventileerde stallingsgarages wordt in de praktijk doorgaans uitgegaan van de ventilatie-eisen volgens de privaatrechtelijke norm NEN 2443. Dit om een voldoende doorstroming van verse lucht te garanderen.

### **NEN 1087 - Ventilatie van gebouwen - Bepalingsmethoden voor nieuwbouw**

NEN 1087 geeft bepalingmethoden voor gebouwen voor de nominale ventilatiecapaciteit van een voorziening voor luchtverversing, waarbij wordt uitgegaan van een voorziening voor de toevoer van verse lucht, een overstroomcomponent en een component voor afvoer van binnenlucht. Ook de capaciteit van een spuivoorziening kan middels NEN 1087 berekend worden. De norm geeft daarnaast ook aanvullende randvoorwaarden voor de inrichting van een voorziening voor luchtverversing, betrekking hebbende op:

- het thermische comfort
- de richting van de luchtstroming
- de regelbaarheid en
- de plaats van een toevoeropening van een component voor de toevoer van buitenlucht en een afvoeropening van de component voor de afvoer van binnenlucht.

De norm is bedoeld te worden toegepast bij nieuwbouw van gebouwen.

#### **Beginsel (samenvatting paragraaf 5.3.2)**

De bepalingmethode berust op een berekening, waarbij uitgaande van een windsnelheid die gedurende een zeer groot deel van de tijd (meer dan 50 % van de tijd) wordt overschreden en een temperatuurverschil tussen binnen en buiten, het verblijfsgebied of een andere ruimte via niet afsluitbare openingen in de gevels of het dak, verse lucht kan worden toegevoerd en binnenlucht kan worden afgevoerd.

De capaciteit van de voorziening voor luchtverversing is gelijk aan:

- a. de kleinste van de capaciteiten van:
  1. de som van de capaciteiten van de openingen, zijnde componenten, die in één gevel of één dak zijn gelegen en die gelijktijdig als afzonderlijke toevoer, al dan niet via andere ruimten, naar een verblijfsgebied of een andere ruimte kunnen functioneren, en
  2. de som van de capaciteiten van de openingen, zijnde componenten, die in een andere gevel of een ander dak zijn gelegen en die gelijktijdig als afzonderlijke afvoer van binnenlucht afkomstig uit een verblijfsgebied of een andere ruimte rechtstreeks naar buiten, kunnen functioneren, indien de toevoer van verse lucht en afvoer van binnenlucht niet via dezelfde opening tot stand komt. Daarbij gelden als één gevel of als één dak die situaties waarvoor volgens 5.3.4 een snelheid in de opening mag worden aangehouden van  $0,625 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

**of**

- b. de som van de capaciteiten van de openingen die in één gevel of één dak zijn gelegen en die gelijktijdig als toevoer van verse lucht en afvoer van binnenlucht kunnen functioneren, indien de toevoer en afvoer via dezelfde openingen, zijnde componenten, tot stand komt. Daarbij gelden als één gevel of als één dak die situaties waarvoor volgens 5.3.4 een snelheid in de opening mag worden aangehouden van  $0,625 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

De bepalingmethode mag slechts worden gebruikt indien aan de in 5.3.2 vermelde voorwaarden is voldaan.

#### Voorwaarden (samenvatting paragraaf 5.3.2)

- De beoogde ventilatiecomponenten bestaan uit niet afsluitbare openingen;
- Een opening van de voorziening voor luchtverversing moet zijn gelegen op een afstand van ten minste 2 m van de perceelsgrens, gemeten loodrecht op de uitwendige scheidingsconstructie van het gebouw, behoudens in het geval van een woonwagen. In afwijking hiervan, mag, indien het perceel waarop het gebouw is gelegen, grenst aan een openbare weg, openbaar water of openbaar groen, de afstand zijn aangehouden tot het hart van die weg, dat water of dat groen;
- De interne luchtweerstand over de component voor de toevoer respectievelijk de component voor de afvoer, moet verwaarloosbaar zijn.

#### Rekenregel (samenvatting paragraaf 5.3.4)

De capaciteit van een opening is gelijk aan:

$$q_v = A_{\text{netto}} \cdot v \cdot 1000$$

waarin:

- $q_v$  is de luchtvolumestroom door de component, in  $\text{dm}^3\cdot\text{s}^{-1}$  ( $3 \text{ dm}^3\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$  vloeroppervlak);
- $A_{\text{netto}}$  is de netto-oppervlakte van de opening, bepaald volgens 5.3.3, in  $\text{m}^2$ ;
- $v$  is de luchtsnelheid in de opening onder de in 5.3.2 aangegeven voorwaarden, afhankelijk van het feit of in een of twee uitwendige scheidingsconstructies openingen zijn aangebracht, in  $\text{m/s}$ .

Voor de snelheid  $v$  in de opening moeten, afhankelijk van de situatie, de volgende waarden zijn aangehouden:

1.  $v = 0,625 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

bij ventilatie die tot stand komt via een of meer openingen in:

- slechts één gevel;
- een gevel en in een aangrenzende gevel, waarbij de inwendige hoek groter is dan  $90^\circ$ ;
- één dakvlak;
- één dakvlak en in een aangrenzend dakvlak, of
- één dakvlak en in een achtergelegen dakvlak waarbij beide dakvlakken een helling hebben kleiner of gelijk aan  $23^\circ$ ;

2.  $v = 2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

bij ventilatie die tot stand komt via een of meer openingen in:

- twee niet aan elkaar grenzende gevels;
- een gevel en in een aangrenzende gevel, waarbij de inwendige hoek kleiner dan of gelijk is aan  $90^\circ$ ;
- een gevel en in een dakvlak, of
- één dakvlak en in een achtergelegen dakvlak, waarbij ten minste één van de dakvlakken een helling heeft die groter is dan  $23^\circ$ .

### NEN 2443 - Parkeren en stallen van personenauto's op terreinen en in garages

NEN 2443 geeft functionele en prestatie-eisen voor parkeerterreinen en parkeer- en stallinggarages voor personenauto's. In paragraaf 7.4 worden randvoorwaarden gesteld voor de ventilatie. NEN 2443 is formeel niet van toepassing op parkeer- en stallinggarages met een capaciteit van minder dan 20 auto's (respectievelijk 50 m<sup>2</sup>).

Bij permanent ventileren wordt een richtwaarde van minimaal 3 dm<sup>3</sup>/s per m<sup>2</sup> gebruiksoppervlakte gehanteerd. Dit in verband met gezondheidsrisico's en explosiegevaar.

#### Voorwaarden (samenvatting paragraaf 7.4.2)

Om te mogen rekenen met een natuurlijke toe- en afvoer van ventilatie worden in NEN 2443 de volgende randvoorwaarden gesteld.

- Ten minste 2 tegenover elkaar staande wanden moeten buitenwanden zijn en voorzien zijn van niet voor lucht afsluitbare openingen;
- De 2 tegenover elkaar staande wanden mogen niet verder dan 54 meter van elkaar verwijderd zijn;
- De laagste vloer mag ten hoogste 1,30 m. onder het maaiveld zijn gelegen;
- De binnenwanden mogen geen belemmering voor de ventilatie opleveren\*.

\* Indien dergelijke bouwdelen niet zijn te vermijden, dan behoort de netto doorlaat rond die obstakels ten minste 75 % van de som van de netto doorlaat van de tegenover elkaar gelegen gevels te bedragen. De vorm, de afmeting en de locatie van deze bouwdelen mogen geen dode hoeken in de ventilatie veroorzaken.

Bovendien moet er aan één van de volgende eisen worden voldaan:

1. Alle niet voor lucht afsluitbare openingen in de buitenwanden moet per compartiment samen 1/3 gedeelte of meer uitmaken van de totale oppervlakte van wanden die het compartiment begrenzen;

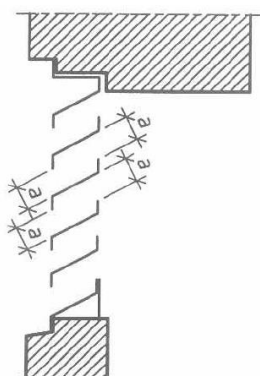
of

2. Alle niet voor lucht afsluitbare openingen in twee tegenover elkaar staande buitenwanden moeten per compartiment en voor elk van deze buitenwanden ten minste 2,5 % bedragen van de bruto vloeroppervlakte van de garagevloer in het compartiment;

Open gedeelten van buitenwanden worden pas als dusdanig beschouwd als de afstand tot de belendende bebouwing ten minste 5 m bedraagt in verband met de vrije toetreding van lucht en een goede afvoer van warmte en rookgassen bij brand.

Indien een jaloezievormige bescherming tegen weersinvloeden is aangebracht, moet de vereiste open ruimte loodrecht op de jaloezieschoepen worden gemeten volgens figuur 1. Ofwel: de vereiste oppervlakte aan niet voor lucht afsluitbare openingen die volgt uit een toetsing volgens NEN 2443 moet minimaal aan netto-doorlaat gerealiseerd worden.

**Figuur 1:** meetwijze bij jaloezievormige bescherming tegen weersinvloeden.



*a* is de netto opening van per jaloezie voor de ventilatie

### 3. Toetsing

#### 3.1 Uitgangspunten

De volgens het bouwbesluit art. 3.28 vereiste ventilatiecapaciteit is weergegeven in tabel 1. De berekeningen zijn weergegeven in bijlage I.

**Tabel 1:** Uitgangspunten toetsing ventilatie parkeergarage.

| Onderdeel     | Gebruiksoppervlak [m <sup>2</sup> ] | Eis    | Vereiste capaciteit [dm <sup>3</sup> /s per s] |
|---------------|-------------------------------------|--------|--|
| Parkeergarage | 1309,8                              | 3 x GO | 3929,3   |

#### 3.2 Toetsing aan NEN 1087

Om te kunnen voldoen aan de eisen ten aanzien van spuiventilatie conform NEN 1087 dienen de volgende niet voor lucht afsluitbare voorzieningen te worden toegepast:

Gevelopeningen in één van de buitengevels:

- vereiste oppervlak aan niet voor lucht afsluitbare openingen is  $\geq 6,2869$  m<sup>2</sup>.

Gevelopeningen in twee niet aan elkaar grenzende gevels:

- vereiste oppervlak aan niet voor lucht afsluitbare openingen per gevel is  $\geq 1,5717$  m<sup>2</sup>.

De berekeningen zijn weergegeven in bijlage I.

Er worden onder de bovengelegen balkons niet voor lucht afsluitbare gevelopeningen toegepast in de gevels op as A en as D. Daarnaast wordt de toegangspoort uitgevoerd als rolhek. Het totaal aan niet voor lucht afsluitbare gevelopeningen komt daarmee op 6,38 m<sup>2</sup>. Dit is voldoende om te voldoen aan de eisen.

Zie bijlage II voor toelichting en tekenwerk van de gevelopeningen.

#### 3.3 Toetsing aan NEN 2443

Om voldoende doorstroming te garanderen adviseert S&W Consultancy om de stallingruimte ook te toetsen aan NEN 2443, zie hiervoor tabel 2 en 3.

**Tabel 2:** Toetsing stallingsruimte voor motorvoertuigen aan NEN 2443.

| Onderdeel   | Toetsing     | Toelichting   |
|---|--------------|---|
| Ten minste 2 tegenover elkaar staande wanden moeten buitenwanden zijn en voorzien zijn van niet voor lucht afsluitbare openingen. | Voldoet      | Er 2 tegenover elkaar staande wanden welke zijn voorzien van niet voor lucht afsluitbare openingen. |
| De 2 tegen over elkaar staande wanden mogen niet verder dan 54 meter van elkaar verwijderd zijn.                                  | Voldoet      | De 2 tegenover elkaar staande wanden staan ca. 36m uit elkaar.                                      |
| De laagste vloer mag ten hoogste 1,30 m. onder het maaiveld zijn gelegen.   | Voldoet niet | De laagste vloer ligt op ruim 2m onder het maaiveld.  |
| De binnenwanden mogen geen belemmering voor de ventilatie opleveren.  | Voldoet niet | De garage is onderbroken door diverse ruimten welke de luchtstroom aanzienlijk belemmeren.          |



**Tabel 3:** Toetsing stallingsruimte voor motorvoertuigen aan NEN 2443 (vervolg).

| Onderdeel  | Toetsing     | Toelichting   |
|--|--------------|---|
| Alle niet voor lucht afsluitbare openingen in de buitenwanden moet per compartiment samen 1/3 gedeelte of meer uitmaken van de totale oppervlakte van wanden die het compartiment begrenzen.   | Voldoet niet | Het totale oppervlak van de wanden die het compartiment begrenzen bedraagt ca. 395 m <sup>2</sup> .<br><br>Het totaal aan niet voor lucht afsluitbare gevelopeningen bedraagt slechts 6,38 m <sup>2</sup> . |
| <b>Of</b>  |              |   |
| Alle niet voor lucht afsluitbare openingen in twee tegenover elkaar staande buitenwanden moeten per compartiment en voor elk van deze buitenwanden ten minste 2,5 % bedragen van de bruto vloeroppervlakte van de garagevloer in het compartiment. | Voldoet niet | Het totale oppervlak van de wand op as D bedraagt ca. 96 m <sup>2</sup> .<br><br>Het totaal aan niet voor lucht afsluitbare gevelopeningen in die wand bedraagt slechts 0,52 m <sup>2</sup> .               |

Er wordt niet aan alle randvoorwaarden van de NEN 2443 voldaan. Conform het bouwbesluit 2012 is het echter ook niet noodzakelijk aan deze norm te voldoen.

---

I. **Bijlage “berekeningsresultaten”**

## Parkeergarage

### Oppervlakten en afmetingen van ruimten

| nr.     | Omschrijving  | BB | GO<br>[m <sup>2</sup> ] | FG<br>[m <sup>2</sup> ] | FG | Gebruiksfunctie         |
|---------|---------------|----|-------------------------|-------------------------|----|-------------------------|
| 0.1-0.2 | Parkeergarage | fr | 1309,8                  | 1309,8                  |    | Overige gebruiksfunctie |

## Ventilatie

### Overzicht overige ruimten

| nr.     | Omschrijving  | BB | Opp.<br>[m <sup>2</sup> ] | Eis<br>[dm <sup>3</sup> /s] | Gerealiseerde toevoer [dm <sup>3</sup> /s]<br>van buiten | Gerealiseerde afvoer [dm <sup>3</sup> /s]<br>naar buiten | Gerealiseerde afvoer [dm <sup>3</sup> /s]<br>overstroom |
|---------|---------------|----|---------------------------|-----------------------------|--|--|---|
| 0.1-0.2 | Parkeergarage | fr | 1309,8                    | 3929,3                      | 3929,3   | 3929,3   |   |

### Voorzieningen natuurlijke ventilatie indien openingen in één gevel

Natuurlijke luchttoe en -afvoer  $q_v = A_{\text{netto}} \times v \times 1000$

| nr.     | Omschrijving  | Toevoer en afvoer    |            |                             |   |
|---------|---------------|----------------------|------------|-----------------------------|---|
|         |               | [dm <sup>3</sup> /s] | v<br>[m/s] | Eis<br>[dm <sup>3</sup> /s] | A <sub>netto</sub><br>[m <sup>2</sup> ] |
| 0.1-0.2 | Parkeergarage | 3929,3               | 0,625      | 1000                        | 6,2869                                  |

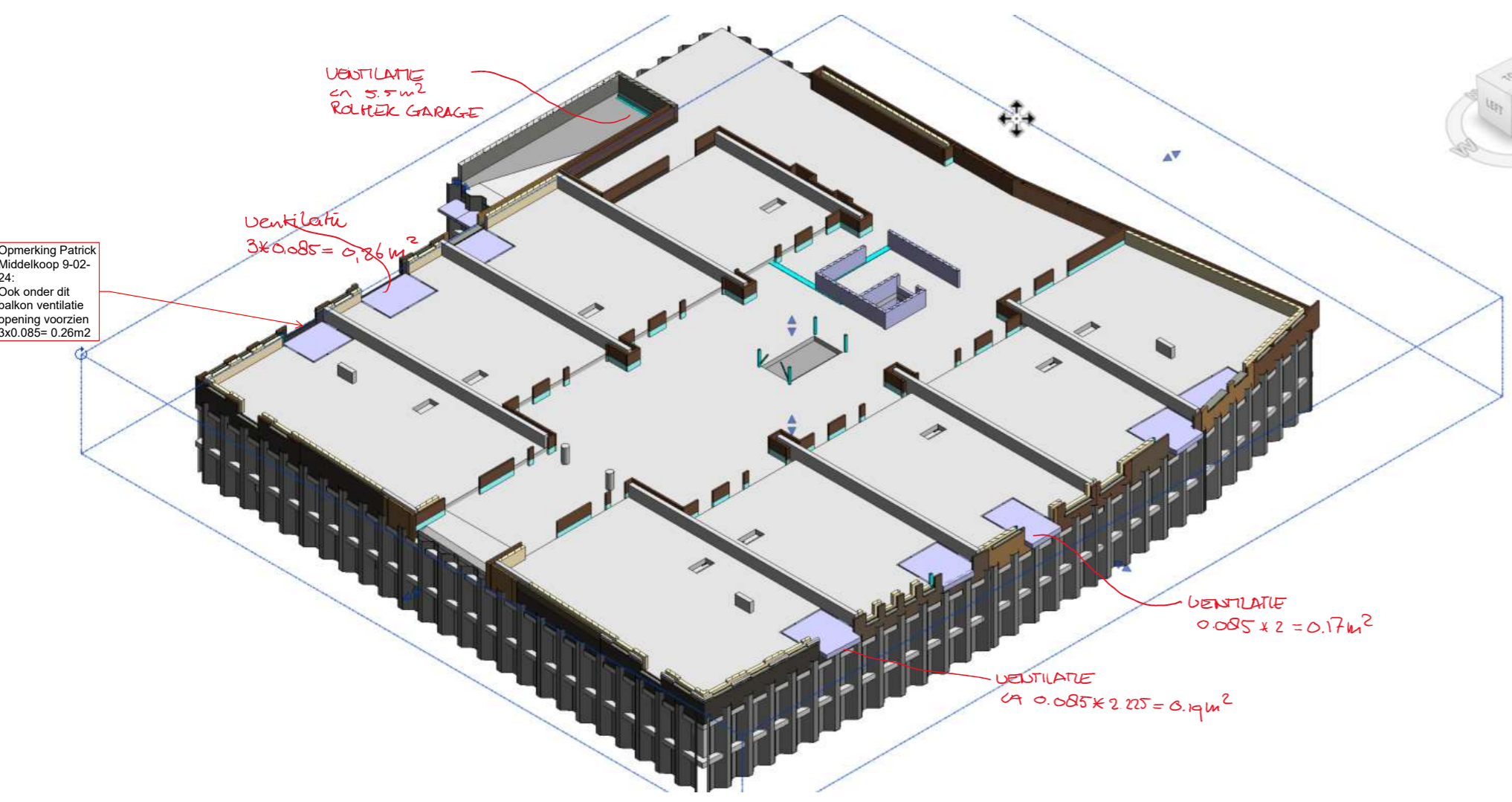
### Voorzieningen natuurlijke ventilatie indien openingen in meerdere gevels

Natuurlijke luchttoe en -afvoer  $q_v = A_{\text{netto}} \times v \times 1000$

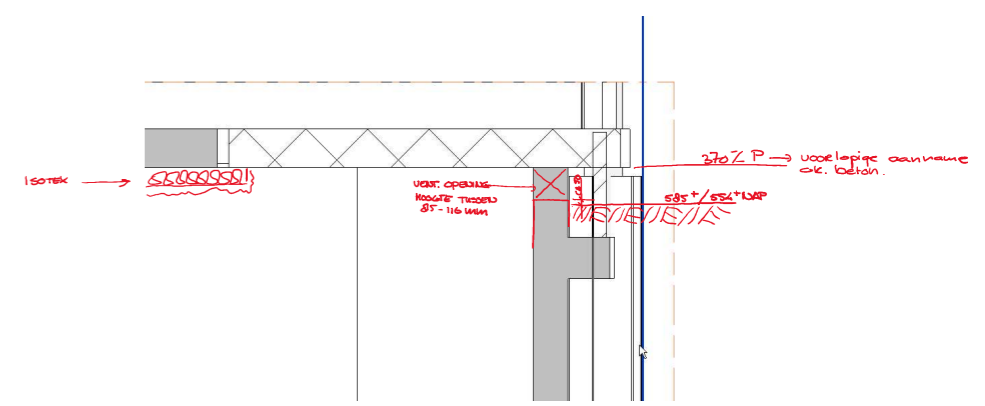
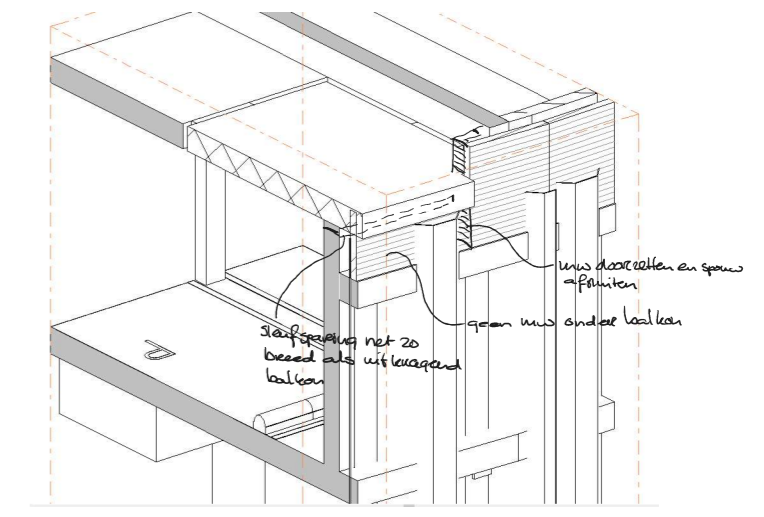
| nr.     | Omschrijving  | Toevoer              |            |   | Afvoer               |            |   |        |
|---------|---------------|----------------------|------------|---|----------------------|------------|---|--------|
|         |               | [dm <sup>3</sup> /s] | v<br>[m/s] | A <sub>netto</sub><br>[m <sup>2</sup> ] | [dm <sup>3</sup> /s] | v<br>[m/s] | A <sub>netto</sub><br>[m <sup>2</sup> ] |        |
| 0.1-0.2 | Parkeergarage | 3929,3               | 2,5        | 1000                                    | 3929,3               | 2,5        | 1000                                    | 1,5717 |

---

**II. Bijlage “voorzieningen ventilatie parkeergarage”**



Opmerking Patrick Middelkoop 9-02-24:  
Ook onder dit balkon ventilatie opening voorzien 3x0.085= 0.26m2



## VOORSTEL VENTILATIE KEUDER

Met opmerking PM ter verwerking in rapportage Natuurlijke ventilatie S&W tbv indiening in de lopende procedure RBS 15-02-2024