

ONDERWERP

Klimaatberekening Onderstation Schin op Geul

DATUM

19 oktober 2021

ONZE REFERENTIE

D10041704:16

VERSIE

1.0

VAN

Tieme Witte

AAN

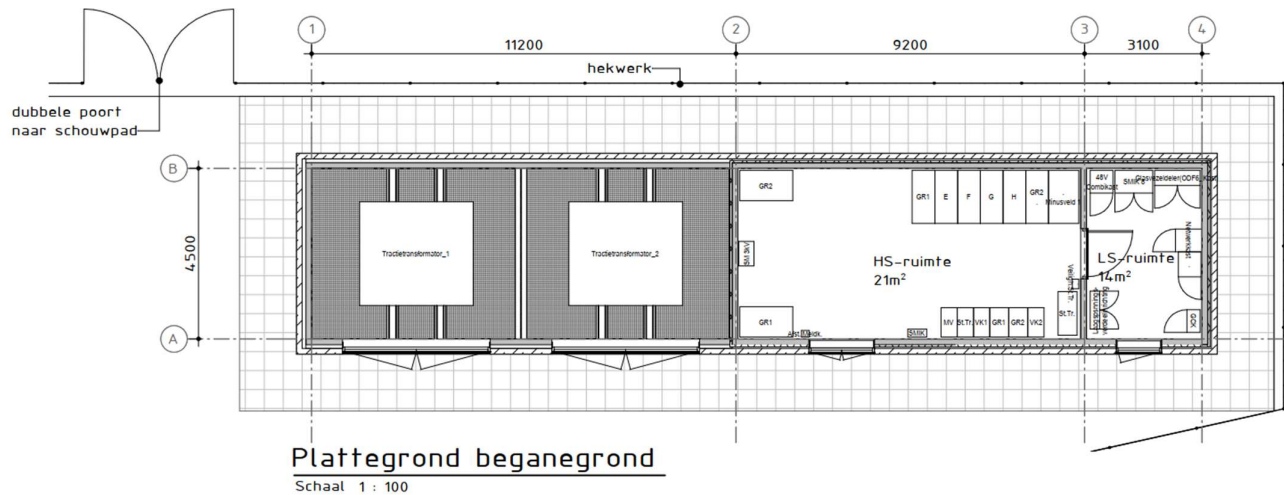
ProRail

KOPIE AAN

Arjan van Doorn

1 Inleiding

Voor het ontwerp van een nieuw onderstation bij station Schin op Geul is een voorlopig bouwkundig en elektrotechnisch ontwerp gemaakt. Het gebouw is architectonisch aantrekkelijk vormgegeven. Schanskorven worden toegepast als gevelbekleding en mogelijk wordt een groen dak toegepast. Het dak zal hierdoor niet te warm worden en dus geen invloed hebben op de temperatuur in de techniekruimtes in het onderstation.



Het gebouw is onderverdeeld in vier ruimtes. Twee ruimtes bevatten elk een tractietransformator, verder is er een Laagspanningsruimte en een hoogspanningsruimte aanwezig, elk met verschillende installaties ten behoeve van de tractievoorziening. Hiertoe dienen alle ruimten te worden voorzien van ventilatie ten behoeve van het afvoeren van de warmte die de opgestelde apparatuur zal genereren.

Leeswijzer

In deze memo staan enkel de basisberekeningen die een uiteindelijk ontwerp kunnen informeren. Deze memo dient dus op zichzelf niet als ontwerp voor de klimaatinstallatie voor het onderstation.

2 Uitgangspunten

2.1 Basisprincipe transformatoren

Bij de omzetting van energie gaat altijd energie verloren. Bij transformatoren komt deze energie vrij in de vorm van warmte (en geluid). Om het totale warmteverlies van de transformator te bepalen wordt de formule gebruikt zoals weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 – Formule voor berekening warmteverlies transformator

Verlies	Omschrijving
Nullastverlies P_0	Dit zijn de zogenaamde ijzerverliezen van een transformator. Het ompolen van het magnetisch veld in het blikpakket van de transformator gebeurt met de frequentie van het net (50 Hz). Bij dit ompolen komt warmte vrij. Dit verlies is onafhankelijk van de belasting van de transformator.
Kortsluitverlies P_k	Dit zijn de koper verliezen van een transformator. Zodra de transformator belast wordt gaat een stroom lopen. Hoe hoger de stroom, hoe groter de warmteproductie in de koperen wikkelingen van de transformator. Dit verband is kwadratisch. P_k is het verlies wanneer de transformator 100% wordt belast.
Totaal warmteverlies	$P_w = P_0 + (\text{belasting } \%)^2 \times P_k$

2.2 Documenten

2.2.1 OVS00112 – railgebonden gebouwen

Tabel 2 – Belangrijkste eisen uit OVS00112

nr	Omschrijving eis OVS00112	Onderbouwing (kopie uit OVS00112)
73	De EV-ruimten dienen een minimaal vrije hoogte te krijgen van 3.500 mm gemeten tussen de vloerafwerking en de plafondaafwerking.	<u>Onderbouwing:</u> Bij een 1500V installatie moet boven de installatie voldoende ruimte zijn boven de GVI t.b.v. de vlamboog die kan ontstaan. Bij 25kV kan dit ook is door Richard Rieksen bevestigd per mail 14-09-2015. <u>Bovenbouw (opgebouwd uit op locatie te assembleren elementen) (info van Spijkerman)</u> De maximale wandhoogte bedraagt 4,20 m. Hierdoor is deze nog te transporteren middels een binnenlader. Eventueel kunnen hogere wanden gemaakt worden, maar zullen deze op schuinstellingen getransporteerd moeten worden (hetgeen substantieel van invloed is op de transportprijs) vrije hoogte varieert tussen de 3,95 m en 4.05 m.
132	De gevelroosters dienen vandaalbestendig uitgevoerd te worden, conform NEN 5096 klasse WK3 met verborgen bevestiging aan de binnenzijde van het gebouw.	<u>Onderbouwing ProRail:</u> De ventilatieroosters moeten vandaalbestendig zijn. Zowel de kruipruimte ventilatieroosters als de muur/deur ventilatierooster. De kruipruimte ventilatieroosters worden in de praktijk vaak gebruikt voor het in-/ doorvoer van kabels daardoor is de waterdichte kruipruimte ook gelijk toegankelijk voor ongedierte. Ook worden muur-/deuroosters geaborteerd om te ruimten te kunnen betreden door vandalen. <u>Normen:</u> NEN 5096:2012 nl (Inbraakwerendheid -dak- of gevelelementen met deuren, ramen, luiken en vaste vullingen – eisen classificatie en

		beproevingmethoden) (vanuit BB2012 artikel 2.130 (NB) wordt deze norm alleen voor woonfuncties van toepassing verklaard).
140	De gevels van de binnenopgestelde tractietransformatoren dienen uit grote ventilatieroosters te bestaan.	<u>Onderbouwing:</u> Transformatoren produceren heel veel warmte. Wat door het toepassen van een goed ventilerende gevel voor een heel groot gedeelte kan worden afgevoerd.
305	De klimaateisen in de tabel dienen te worden gerealiseerd: Technisch (onbemensd) 1500V/ 25kV tractievoeding Temperatuur algemeen 5 – 40°C Maximaal 50 GTO uren per jaar onder- of overschrijding Relatieve luchtvochtigheid minimaal 35% Relatieve luchtvochtigheid maximaal 90% Ruimte dient geventileerd te worden.	<u>Onderbouwing:</u> Schema opgesteld in+CG114 overleg met alle afdelingen van ProRail die input hebben geleverd aan dit OVS. MK Deze klimaateisen zorgen voor een optimale omgeving voor het functioneren van de rail gebonden installaties. Bij afwijking van deze eisen wordt de levensduur verkort of kan apparatuur in storing raken. Tot 40 graden omgevingstemperatuur is in EV- wereld een standaard die voor apparatuur wordt aangehouden. <u>OVS00013-4-V004:</u> Eis 31, 36, 48, 49 en 152 uit OVS00013 kunnen vervallen met aanpassing tabel klimaateisen.
306	Er dient een warmteverlies- en koellastberekening gemaakt te worden. De berekeningen dienen gebaseerd te zijn op onderstaande uitgangspunten: * Koellastberekening: NEN 5067 * Warmteverliesberekening: ISSO 51, ISSO 53 en ISSO 57.	<u>Onderbouwing:</u> Zo worden de uitgangspunten berekend voor de klimaatinstallatie. Per locatie kan dan een passend installatieconcept worden gekozen.
320	Elke ventilatieopening in de gebouwschil dient voorzien te worden van een luchtfilter, met uitzondering van de waterdichte kruipruimte.	<u>Onderbouwing:</u> Anders komt er via de ventilatieroosters allemaal stof en vuil binnen wat kan lijden tot verstoringen in de railgebonden installatie.
321	De minimale filterklasse van een railgebonden gebouw dient filterklasse M5 (grove stofdeeltjes en groter) te worden.	<u>Onderbouwing:</u> Voor de meeste robuustere installatie is het voldoende om grove stofdeeltjes te weren.
322	De minimale filterklasse van een bemenste ruimte of ruimte voor opstelling 19"-kasten dient filterklasse F7 (stuifmeel en groter) te worden.	<u>Onderbouwing:</u> Voor gevoeliger systemen (ICT .achtige systemen) is een fijner filter nodig voor het voorkomen van vervuiling van de printplaten.
323	De voedingsruimte waarin accumulatorenbatterijen worden opgesteld dient natuurlijk geventileerd te worden, of indien het een afgesloten ruimte betreft dient mechanisch geventileerd te worden, conform de berekening in bijlage 6 en de eisen 168 tot en met 176 van OVS00017-4-V004.	<u>Onderbouwing:</u> Ter voorkoming van explosiegevaar dient de accuimte geventileerd te worden. Voor de ventilatie dient minimaal voldaan te worden aan de eisen 168 t/m 176 en bijlage 6 uit OVS00017-4-V004. <u>Regelgeving:</u> OVS00017-4-V004 d.d. 01-12-2012 (Voeding voor treinbeveiligingen beheersingsinstallaties ((Voeding TBB) Voeding voor niet-tractiedoeleinden. Deel 4 Ontwerphandleiding).

2.2.2 Invulling klimaateis 305

Invulling van klimaateis 305 uit de eisentabel van OVS00112. Deze eis bestaat uit een aantal onderdelen.

Tabel 3 – Invulling van klimaateis 305

Technisch (onbemensd) 1500V/ 25kV tractievoeding	Invulling eis
Temperatuur algemeen 5 – 40 °C	De maximum temperatuur wordt beheerst door de ruimte voldoende te ventileren met buitenlucht. De minimum temperatuur wordt beheerst door de ruimte te voorzien van elektrische verwarming. Het is ongebruikelijk om de minimum omgevingstemperatuur van een tractie-transformator te beheersen. In principe produceert een tractie-transformator altijd zelf warmte, daarnaast is het niet economisch om een ruimte met grote ventilatie-openingen vorstvrij te houden.
Maximaal 50 GTO uren per jaar onder- of overschrijding	GTO: gemiddelde temperatuur overschrijding. Uit de klimaattabellen van KNMI kan worden bepaald hoeveel uur een bepaalde temperatuur voorkomt. Temperaturen lager dan -10 °C en hoger dan +30 °C komen minder dan 50 uur per jaar voor. Voor de berekening van de ventilatie en verwarming kan 's winters een buitentemperatuur van -10 °C worden gehanteerd, en 's zomers een buitentemperatuur van +30 °C.
Relatieve luchtvochtigheid minimaal 35%	De minimale luchtvochtigheid wordt niet beheerst. Bij een lage luchtvochtigheid bestaat de kans op statische elektriciteit. De risico's van lage luchtvochtigheid worden beheerst door het toepassen van een aardingssysteem conform OVS00112 / OVS00013 / OVS00085.
Relatieve luchtvochtigheid maximaal 90%	De maximale luchtvochtigheid wordt beheerst door parallel aan de thermostaat, de verwarming te schakelen met een hygrostaat.
Ruimte dient geventileerd te worden	Het ontwerp voorziet in ventilatie.

3 Berekening

3.1 Bepaling warmteafgifte tractietransformatoren

3.1.1 Berekeningsmethode

De warmteafgifte van tractietransformatoren varieert sterk met de belasting van de tractietransformator. In de berekening wordt uitgegaan van een praktische maximale belasting van 80%. Dit zal resulteren in een ventilatiecapaciteit die relatief hoog is.

Om de warmteafgifte van de tractietransformatoren te berekenen wordt gebruik gemaakt van de volgende formule:

$$P_w = P_0 + (T_b^2 * P_k).$$

Hierin is:

P_w = Warmteafgifte

P_0 = Nullastverlies

P_k = Kortsluitverlies

T_b = (Thermische) belasting

Uitgangspunten tractietransformatoren:

- Type B1 conform BEA00182
- 2 stuks 4,4 MVA klasse VI (type B1)
- Nullastverlies $P_0 = 2.5$ kW
- Kortsluitverlies $P_k = 49$ kW

Warmteafgifte tractietransformator: $P_w = 2,5 + (0,8^2 * 49) = 33,9$ kW

3.2 Natuurlijke ventilatie tractietransformatorruimte

3.2.1 Algemeen

Op basis van de beschikbare warmtelasten kan berekend worden of het beschikbare roosteroppervlak voldoende is om te voorzien in natuurlijke ventilatie voor het afvoeren van de geproduceerde warmte. Door het toepassen van de formule $A = 4,25 * W * \sqrt{(\epsilon / (h * \Delta T^3))}$ kan worden bepaald of de voorgestelde roosterafmetingen van de tekeningen voldoende zijn.

Voor natuurlijke ventilatie is het belangrijk dat het hoogteverschil tussen de roosters (h in bovengenoemde formule) idealiter zo groot mogelijk is. Dit betekent dat voor een goede werking van natuurlijke ventilatie het aanvoerrooster zo laag mogelijk geïnstalleerd moet worden, en het afvoerrooster zo hoog mogelijk.

3.2.2 Bepaling roosteroppervlak natuurlijke ventilatie

3.2.2.1 Overschrijding maximumtemperatuur

Conform de bovengenoemde eisen mag de temperatuur in de tractietransformatorruimte niet hoger zijn dan 40°C. Om te onderzoeken of natuurlijke ventilatie mogelijk is wordt gerekend met een belasting van de transformator van 80% bij een omgevingstemperatuur van 30°C.

De benodigde roosteroppervlakte voor natuurlijke ventilatie van de tractietransformatorruimte is berekend aan de hand van de formule in paragraaf 3.2.1, de berekende warmtelasten en de beschikbare tekeningen. Hierbij is gerekend met het maximaal beschikbare oppervlak, waarbij wordt aangenomen dat de volledige gevels hiervoor beschikbaar zijn. Deze berekening dient uitsluitend voor het onderzoeken of natuurlijke ventilatie in het ideale geval mogelijk is. De getoonde roosteroppervlakten zijn dus niet representatief voor het huidige of uiteindelijke ontwerp.

Handmatig invullen																
Toegepaste transformator:	Olietransformator															
Vermogen:	4400 kVA															
Nullastverlies:	2500 W															
Kortsluitverlies:	49000 W															
Totale warmteafgifte:	51500 W															
Belasting:	80%															
Rekenwaarde warmteafgifte:	33860 W															
factor	4.25 -															
W	33.86 kW															
ε	6 -															
h	1.60 m															
ΔT	10 °C															
A =	8.8123 m ²															
<table><tr><td></td><td>Toevoerrooster (voorgevel)</td><td>Afvoerrooster (achtergevel)</td></tr><tr><td>b =</td><td>5.60 m</td><td>5.60 m</td></tr><tr><td>h =</td><td>3.00 m</td><td>3.00 m</td></tr><tr><td>VD =</td><td>50%</td><td>50%</td></tr><tr><td>A =</td><td>8.4000 m²</td><td>8.4000 m²</td></tr></table>			Toevoerrooster (voorgevel)	Afvoerrooster (achtergevel)	b =	5.60 m	5.60 m	h =	3.00 m	3.00 m	VD =	50%	50%	A =	8.4000 m ²	8.4000 m ²
	Toevoerrooster (voorgevel)	Afvoerrooster (achtergevel)														
b =	5.60 m	5.60 m														
h =	3.00 m	3.00 m														
VD =	50%	50%														
A =	8.4000 m ²	8.4000 m ²														
Roosterafmetingen niet OK																
Roosterafmetingen niet OK																

Figuur 1 - Berekening roosteroppervlak versus totale warmtelast onderstation Schin op Geul bij gebruik maximaal geveloppervlak (tractietransformator)

In de bovenstaande berekening is te zien dat voor het toepassen van natuurlijke ventilatie de benodigde roosteroppervlakte voor het afvoeren van de totale warmtelast groter moet zijn dan de beschikbare geveloppervlakte conform de ontwerptekeningen. Hieruit kan worden geconcludeerd dat onvoldoende geveloppervlakte beschikbaar is voor het afvoeren van de warmtelast in de tractietransformatorruimte door middel van natuurlijke ventilatie. Het aanpassen van de gevels is geen reële optie in deze fase van het project.

De berekening als bovenstaand weergegeven kan ook worden omgekeerd, gebruik makend van de roosteroppervlaktes in het huidige ontwerp. In de volgende berekening is te zien dat bij deze roosteroppervlaktes een eventuele ventilator aanslaat bij een temperatuurverschil van 23°C, wat betekent dat de ventilatie aanslaat bij een buitentemperatuur van +17°C als de temperatuur in de ruimte 40°C is.

Handmatig invullen																
Toegepaste transformator:	Olietransformator															
Vermogen:	4400 kVA															
Nullastverlies:	2500 W															
Kortsluitverlies:	49000 W															
Totale warmteafgifte:	51500 W															
Belasting:	80%															
Rekenwaarde warmteafgifte:	33860 W															
factor	4.25 -															
W	33.86 kW															
ε	6 -															
h	1.29 m															
ΔT	19 °C															
A =	3.7547 m ²															
<table><tr><td></td><td>Toevoerrooster (voorgevel)</td><td>Afvoerrooster (achtergevel)</td></tr><tr><td>b =</td><td>3.93 m</td><td>3.00 m</td></tr><tr><td>h =</td><td>4.5 m</td><td>1.93 m</td></tr><tr><td>VD =</td><td>50%</td><td>50%</td></tr><tr><td>A =</td><td>8.8425 m²</td><td>2.8950 m²</td></tr></table>			Toevoerrooster (voorgevel)	Afvoerrooster (achtergevel)	b =	3.93 m	3.00 m	h =	4.5 m	1.93 m	VD =	50%	50%	A =	8.8425 m ²	2.8950 m ²
	Toevoerrooster (voorgevel)	Afvoerrooster (achtergevel)														
b =	3.93 m	3.00 m														
h =	4.5 m	1.93 m														
VD =	50%	50%														
A =	8.8425 m ²	2.8950 m ²														
Roosterafmetingen OK Roosterafmetingen niet OK																

Figuur 2 - Berekening toelaatbaar temperatuurverschil bij roosteroppervlakten in huidig ontwerp (tractietransformator)

Gezien de frequentie van een buitentemperatuur van +17°C in Nederland is het aan te raden de roosters in de achtergevel te vergroten. Als de roosters bijvoorbeeld dezelfde breedte (naar schatting ~3.9 m) aannemen als de roosters in de voorgevel is het temperatuurverschil al verkleind naar 19°C, wat betekent dat de ventilatie pas aanslaat bij een buitentemperatuur van +21°C. In beide gevallen betreft dit uiteraard een worst case scenario waar de transformator voor 80% belast wordt en de temperatuur binnen al 40°C bedraagt.

3.2.2.2 Onderschrijding minimumtemperatuur

Klimaat 305 stelt ook dat de temperatuur binnen de tractietransformatorruimte niet onder de 5°C mag komen. Doorgaans wordt hier weinig rekening mee gehouden gezien de transformator zijn eigen warmte genereert. Als indicatie is berekend dat bij representatieve roosters van 3,80x1,15 m (2,19 m²) de maximale temperatuurstijging door de nullast van de transformator slechts 3,5°C bedraagt. Dit betekent dat de ruimte enkel voldoet aan de eisen als de buitentemperatuur boven de +1,5°C blijft.

3.2.3 Conclusie natuurlijke ventilatie tractietransformatorruimte

Het toepassen van natuurlijke ventilatie van de tractietransformatorruimten met de roosteroppervlakten conform de huidige ontwerptekeningen is niet mogelijk wanneer de ruimtetemperatuur de 40°C nadert en de buitentemperatuur 30°C is. Ook zal natuurlijke ventilatie bij buitenluchtemperatures onder de +1,5°C zorgen dat de tractietransformatorruimte niet voldoet aan de klimaat eisen.

Vanwege de huidige fase van het project is mechanische ventilatie benodigd om de tractietransformatorruimten te kunnen ventileren. De ventilatie kan regelbaar worden uitgevoerd en automatisch worden ingeschakeld wanneer de ruimtetemperatuur een bepaalde waarde bereikt.

3.3 Mechanische ventilatie Tractie- HS en LS-ruimtes

Bij mechanische ventilatie kan de warmte effectiever worden afgevoerd, waardoor kleinere roosters nodig zijn. Een limiterende factor is dat de luchtsnelheid op het aanzuigrooster niet hoger mag zijn dan 2,5 m/s, omdat bij hogere snelheden eventueel regen aangezogen zou kunnen worden.

3.3.1 Benodigde luchthoeveelheid

De benodigde ventilatielucht per ruimte (Tabel 4) is bepaald met de volgende formule:

$$Q = m * c_p * \Delta T = \rho * V * c_p * \Delta T$$

Hierin is:

- Q = warmte [J]
- m = massa van lucht [kg]
- ρ = dichtheid (of soortelijk massa) [kg/m³]
- V = Volume [m³]
- c_p = soortelijke warmte van lucht [J/°C/kg]
- ΔT = temperatuursverandering lucht [°C].

Tabel 4 - Benodigde luchthoeveelheid en bruto roosteroppervlak per ruimte

	Tractie	LS	HS
Warmtelast intern (W)	33860	3150	19150
V (m³/s)	2.61	0.24	1.47
A in (m²)	1.20	0.11	0.68
A uit (m²)	0.67	0.06	0.38

Dit zijn de absolute minimale roosteroppervlakken waarbij mechanische ventilatie zal voldoen aan de gestelde eisen. De genoemde oppervlakten zijn netto, wat betekent dat het de buitenmaten zijn van de roosters, niet het interne oppervlak. Hierbij is een schatting gedaan naar het totale oppervlak van de aan te brengen roosters, dus inclusief de montageruimte.

De grootte van de roosters in het huidige ontwerp is weergegeven in Tabel 5. Zoals te zien zijn de oppervlakten ruim voldoende voor puur mechanische ventilatie. Vooral in het geval van de tractieruimtes is het echter nog niet zeker of er gekozen wordt voor mechanische ventilatie of een hybride systeem.

Tabel 5 – Grootte roosters huidig ontwerp

	Tractie	LS	HS
A in (m²)	17.7	5.44	7.85
A uit (m²)	5.8	3.57	3.57

Zoals te zien voldoen de groottes van de roosters in het huidige ontwerp aan de minimale eisen voor mechanische ventilatie.

Omdat de berekeningen in paragraaf 3.2.2.2 laten zien dat de minimale temperatuur sneller onderschreden wordt dan eerder gedacht is het aan te raden om waar mogelijk gebruik te maken van een WTW-unit (warmteterugwin-unit). Deze warmt de inkomende lucht op met de uitgaande lucht, waardoor de minimale temperatuur in de ruimte hoger ligt dan zonder een WTW-unit.

Voor de transformatorruimtes is het wellicht ongunstig om een WTW-unit toe te passen, gezien dit de toepassing van natuurlijke ventilatie geheel uitsluit. Hier kan dus ook gekozen worden voor een tussenoplossing met een enkele ventilator die inschakelt bij kritieke (hoge) temperaturen. In de winter kan dit bij buitenluchttemperaturen van onder +1,5°C echter leiden tot te lage binnentemperaturen in de transformatorruimtes. In dat geval moet de afweging gemaakt worden om verwarming in de ruimte aan te brengen.

3.3.2 Schanskorven

In het huidige ontwerp is de buitenmuur voorzien van schanskorven. Gezien deze schanskorven niet gestandaardiseerd zijn en de luchtdoorlatendheid sterk afhangt van de grootte van de stenen die gebruikt worden wordt aangenomen dat deze korven een te beperkte luchtdoorlatendheid hebben en een probleem vormen als deze direct voor een rooster aangebracht worden. Om dit probleem op te lossen zijn twee mogelijkheden:

- Het aanbrengen van uitsparingen (opening met kozijn) voor de roosters, waardoor deze vrij kunnen uitblazen/aanzuigen. De roosters zullen dan wel zichtbaar zijn.
- Het vergroten van de afstand tussen de gevelroosters en de schanskorven, waardoor voldoende lucht kan worden aangezogen vanuit het omliggende oppervlak.

De minimale afstand van de schanskorven (de spouw) in het tweede scenario wordt gegeven door de grootte van de roosters. Als maatstaf wordt gebruikt dat het totale oppervlak van de vier vlakken waaruit lucht kan worden aangezogen (de vlakken van de kubus gevormd door het rooster en de korf) minimaal gelijk moet zijn aan het oppervlak van het rooster. De zojuist berekende roosteroppervlakken geven een minimale spouwbreedte van 0,24 m. Dit gaat uit van roosters met een ratio l:b = 1:2.

4 Conclusie

4.1 Ventilatie technische ruimtes

De tractietransformatorruimtes kunnen worden uitgevoerd met een volledig mechanisch systeem met WTW-unit, of een systeem dat deels met natuurlijke ventilatie werkt, met toevoeging van een mechanische ventilator bij extreme hitte. In dit laatste geval moeten ook uitspraken gedaan worden over het voorkomen van overschrijding van de minimumtemperatuur.

De LS- en HS-ruimtes in het onderstation worden voorzien van mechanische ventilatie. Als uitgangspunt is uitgegaan van een separaat ventilatiesysteem per ruimte, telkens voorzien van een WTW-unit.

De gevelroosters voor de LS- en HS-ruimten in het huidige ontwerp zijn voldoende groot om te voldoen aan de genoemde minima. Let wel dat hier met reden gepraat wordt over minima, het feit dat de roosters groter zijn heeft enkel positieve effecten op de ventilatie.

In het geval dat de tractietransformatorruimten deels met natuurlijke ventilatie worden uitgevoerd zijn de roosteroppervlakten in het huidige ontwerp voldoende om warmte natuurlijk af te voeren tot aan een buitentemperatuur van +17°C. Wanneer de roosters van de tractieruimtes aan de achtergevel verbreed worden zodat ze gelijk zijn aan de roosters in de voorgevel zal de maximaal toelaatbare buitentemperatuur +21°C zijn. In beide gevallen zal boven deze buitentemperaturen een mechanische ventilator zorg dragen voor het koelen van de ruimte.

4.2 Schanskorven

De schanskorven dienen niet minder dan 0,24 m van de roosters aangebracht te worden, of anders moeten er uitsparingen aangebracht worden zodat de roosters gegarandeerd voldoende lucht kunnen aanzuigen/afblazen.