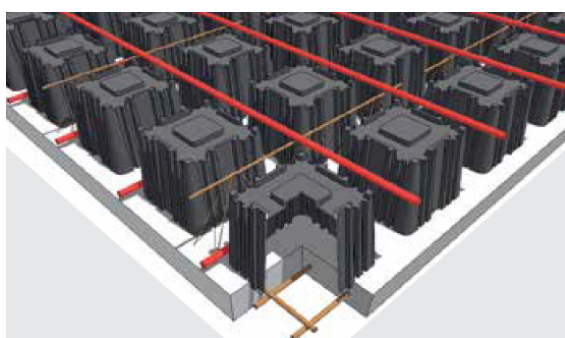


Technisch Document Airdeck [TDA]

Conformiteitsdocument op basis van NEN-EN 1992, Eurocode 2
v.1.0, 17 november 2014



Het Technisch Document Airdeck bevat constructieve eigenschappen van de Airdeck-vloer en rekenfactoren, waardoor de conformiteit met NEN-EN 1992, met de vigerende wijzigingsbladen en de Nederlandse Nationale Bijlage, gewaarborgd wordt.

Inleiding

Het Airdeck-concept is een vloersysteem met gewichtsbesparende holle ruimten waarvoor nog geen constructieve regelgeving bestaat. Om te voorkomen dat per project regels afgesproken worden en vanuit het oogpunt van innovatie, is dit Technisch Document Airdeck, kortweg TDA, opgesteld.

In dit TDA wordt het 'Airdeck-concept' besproken, een betonvloer, bestaande uit prefab platen met fabrieksmatig aangebrachte kunststof boxen ter gewichtsbesparing. In het werk wordt op deze Airdeck-elementen een constructief meewerkende betonlaag gestort, waardoor na uitharding, een samengestelde vloerconstructie ontstaat.

Met het Airdeck-systeem is reeds veel ervaring opgedaan in de praktijk en is voldoende informatie beschikbaar, zodat een verantwoord Technisch Document Airdeck opgesteld kon worden.

De beschikbare informatie bestaat uit proefresultaten, theoretische beschouwingen en afleidingen.

Omdat Eurocode 2 alleen massieve (vloer)constructies beschrijft, zijn alle constructieve eigenschappen en afgeleide waarden gegeven ten opzichte van het massieve equivalent.

Het TDA is door KIWA beoordeeld en goedgekeurd en is daardoor onderdeel geworden van het KOMO attest-met-productcertificaat, Airdeck vloer, Nummer K76629/01. De in dit attest genoemde normen en richtlijnen zijn van toepassing, inclusief de Nationale Beoordelingsrichtlijn BRL 0203.

Inhoud		Pag.
1	Onderwerp en toepassingsgebied	
	1.1 Onderwerp	3
	1.2 Toepassingsgebied	3
2	Termen en definities	3
	NEN-EN 1992-1-1	
3	Materiaaleigenschappen	4
	3.1 Beton	4
	3.1.4 Kruip en krimp	4
	3.2 Betonstaal	
4	Duurzaamheid en dekking op de wapening	
	4.4.1 Betondekking	
	4.4.1.2 Minimale dekking	4
5	Constructieve berekening	
	5.3 Schematisering van de constructie	
	5.3.1 Constructieve modellen voor de algemene berekening	4
6	Uiterste grenstoestanden UGT	
	6.1 Buiging met of zonder normaalkracht	5
	6.2 Dwarskracht	
	6.2.2 Elementen die geen berekende dwarskrachtwapening behoeven	5
	6.2.3 Elementen die berekende dwarskrachtwapening vereisen	5
	6.2.4 Afschuiving tussen lijfplaat en flenzen	6
	6.2.5 Afschuiving in het aansluitvlak tussen op verschillende tijdstippen gestort beton	6
	6.4 Pons	
	6.4.1 Algemeen	6
	6.4.2 Belastingsverdeling en eerste controle-omtrek	6
7	Bruikbaarheidsgrenstoestanden BGT	
	7.1 Algemeen	7
	7.3 Scheurbeheersing	
	7.3.3 Scheurbeheersing zonder directe berekening	7
	7.4 Doorbuigingscontrole	
	7.4.3 Controleren van doorbuiging door berekening	7
8	Detaileren van wapening	
	8.4 Verankering van langswapening	
	8.4.4 Rekenwaarde van de verankeringslengte	8
	8.7 Overlappingsen en mechanische koppelingen	
	8.7.3 Overlappingslengte	8
9	Detaileren van elementen en specifieke regels	
	9.3.1 Buigwapening	
	9.3.1.1 Algemeen	8
	9.3.2 Dwarskrachtwapening	8
	9.4.3 Ponswapening	9
10	Aanvullende regels voor geprefabriceerde betonelementen	
	10.9.3 Vloersystemen	9
	NEN-EN 1992-1-2	
	Bijlage A Temperatuurverdelingen	
	Figuur A.2 Temperatuurverdeling in platen	9
	Brandbestandheid	
	Brandproeven	9
	Numerieke simulatie	10
	Controle holle ruimten op overdruk	10
	Controle voegdetail	10
	Resumé: Tabel Airdeck-concept als handvat voor de constructeur	10

1 Onderwerp en toepassingsgebied

1.1 Onderwerp

Dit Technisch Document Airdeck bevat rekenfactoren en aanwijzingen, zodat het Airdeck-concept volledig conform NEN-EN 1992, Eurocode 2, toegepast kan worden.

Als in dit TDA rekenfactoren en/of aanwijzingen, met betrekking tot (gedeelten van) normartikelen, worden gegeven houdt dat in dat de overige gedeelten van de artikelen, indien relevant, ongewijzigd toepasbaar zijn voor het Airdeck-concept. Dit geldt ook voor artikelen en onderdelen van Eurocode 2, die niet vermeld zijn.

1.2 Toepassingsgebied

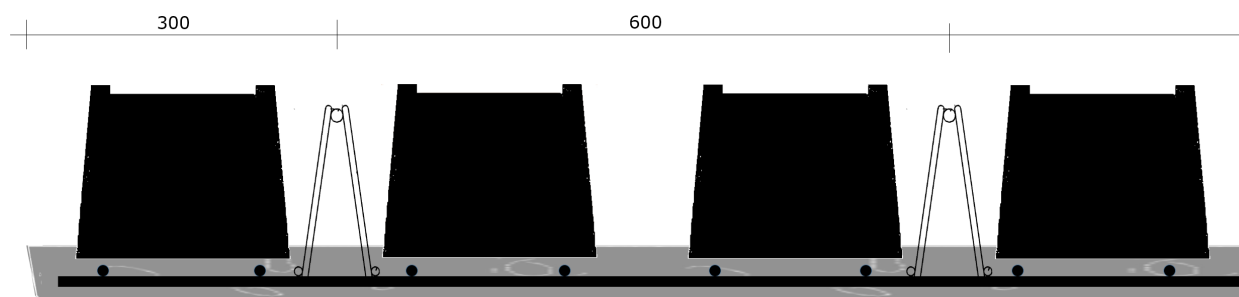
Het TDA geldt voor overwegend statisch belaste Airdeck-vloeren, met vloerdiktes variërend van 220 mm tot en met 450 mm, conform NEN-EN 1992-1-1 + NB, 1.1.2 Onderwerp en toepassingsgebied van deel 1-1 van Eurocode 2 en NEN-EN 1992-1-2 + NB, 1.1.2 Onderwerp en toepassingsgebied van deel 1-2 van Eurocode 2.

2 Termen en definities

Airdeck-concept

Het Airdeck-concept is een vlakke betonnen plaatvloer met gewichtsbesparende holle ruimten. De plaatvloer bestaat uit prefab platen waarop in het werk een constructief meewerkende betonlaag gestort wordt, waardoor na uitharding, een samengestelde vloerconstructie ontstaat. De holle ruimten worden verkregen door tijdens het geautomatiseerde productieproces polypropyleen kunststof boxen ca. 10 mm in het verhardende beton van de prefab Airdeck-elementen te drukken.

Deze fabrieksmatig aangebrachte holle boxen zijn beloopbaar en zijn, indien noodzakelijk, tijdens de montagefase op de bouwplaats te verwijderen.



Figuur 1 - Doorsnede van het Airdeck-concept

Tralieligger

Enkel- of dubbelbenige tralieligger, conform BRL 0502

Bruto betondoorsnede

De oppervlakte van de doorsnede, beschouwd als massieve vloer, zonder boxen

Netto betondoorsnede

De oppervlakte van de doorsnede, ter plaatse van de boxen

Eigen gewicht Airdeck-concept

Het eigen gewicht is de bruto doorsnede verminderd met de ruimte ingenomen door boxen. Voor deze gewichtsvermindering zijn rekenfactoren bepaald bij een 100 % boxenpatroon.

De factoren f_{eg} in onderstaande tabel per vloerdikte, worden vermenigvuldigd met de waarden van het eigen gewicht van een massieve vloer, de bruto doorsnede en kunnen toegepast worden bij statische berekeningen.

Factor eigen gewicht bij 100 % boxenpatroon (h in mm), dikte prefab plaat is 60 mm

h	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330
f_{eg}	0.80	0.80	0.81	0.82	0.83	0.83	0.75	0.76	0.77	0.78	0.78	0.79

h	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450
f_{eg}	0.72	0.73	0.73	0.74	0.75	0.70	0.71	0.71	0.72	0.73	0.73	0.68

Opmerking: In sommige gevallen kan het noodzakelijk zijn om boxen weg te nemen, bijvoorbeeld in ponsontrekken en ten behoeve van installaties. Hiermee dient in de statische berekening rekening gehouden te worden.

[NEN-EN 1992-1-1]

3 Materiaaleigenschappen

3.1 Beton

In dit TDA worden de eigenschappen van het Airdeck-concept bepaald voor de vloerdiktes 220 mm tot en met 450 mm. Het prefab Airdeck-element heeft een minimale sterkteklasse van C25/30, conform NEN-EN 13747, 4.2.2.2 en. Het prefab Airdeck-element en de in het werk gestorte betonlaag voldoen aan NEN-EN 1992-1-1, H3. Indien het Airdeck-concept ontworpen en toegepast wordt met een in het werk gestorte betonlaag van lichtbeton is NEN-EN 1992-1-1, Hoofdstuk 11 van toepassing, dit is in het TDA niet nader uitgewerkt.

3.1.4 Kruip en krimp

(5) Bij de bepaling van de kruipcoëfficiënt moeten ter bepaling van de fictieve dikten h_0 , de factoren f_{h0} in onderstaande tabel per vloerdikte, worden vermenigvuldigd met de waarden van de fictieve dikte h_0 bepaald voor een massieve vloer, de bruto doorsnede:

Factor fictieve dikte (h in mm)

h	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330
f_{h0}	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.82	0.74	0.75	0.75	0.76	0.77	0.78

h	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450
f_{h0}	0.71	0.72	0.72	0.73	0.74	0.69	0.70	0.70	0.71	0.72	0.72	0.67

3.2 Betonstaal

Het betonstaal van de buigtrekwapening en dwarskrachtwapening is conform NEN-EN 1992-1-1, 3.2; standaard wordt betonstaal B500 toegepast.

4 Duurzaamheid en dekking op de wapening

4.4.1.2 Minimale dekking c_{min}

- (5) Voor de bepaling van c_{min} , wordt bij $c_{min,dur}$ de Constructieklasse berekend met
- element met plaatgeometrie (zie ook 5.3 Schematisering van de constructie)
 - specifieke kwaliteitsbeheersing van de betonproductie gewaarborgd.

Bovenstaande geldt voor de betondekking aan de onderzijde van de prefab Airdeck-elementen; voor de betondekking aan de bovenzijde van de in het werk gestorte betonlaag, is b. niet van toepassing.

(9) Het in-situ beton wordt gestort op het geprefabriceerd beton van de Airdeck-elementen. Voor de grootte van de minimum betondekking c_{min} van de koppelwapening mag de toegepaste staafdiameter genomen worden, op voorwaarde dat:

- de sterkteklasse van het beton tenminste C25/30 is;
- het betonoppervlak slechts kort (< 28 dagen) aan een buitenmilieu wordt blootgesteld;
- het betonoppervlak van de Airdeck-elementen ruw is.

5 Constructieve berekening

5.3 Schematisering van de constructie

5.3.1 Constructieve modellen voor de algemene berekening

(6) Beschouwd als een cassettevloer met onderflens, heeft het Airdeck-concept voldoende torsiestijfheid in dwarsrichting. Dit wordt gerealiseerd doordat voldaan wordt aan de in dit artikel gestelde eisen met betrekking tot de hart-op-hartafstand van de ribben, de hoogte van de rib onder de flens, de dikte van de flens en de vrije tussenafstand van de dwarsribben. Dit betekent dat de Airdeck-vloer berekend mag worden als plaatvloer en niet behoeft te worden opgedeeld in afzonderlijke elementen.

De Airdeck-vloer kan berekend worden met de volgende methoden:

- Lineair-elastische berekening volgens NEN-EN 1992-1-1, 5.4
- Lineaire berekening met beperkte herverdeling volgens NEN-EN 1992-1-1, 5.5
- Plastische berekening volgens NEN-EN 1992-1-1, 5.6, zie ook 5.6.2 (5)

6 Uiterste grenstoestanden (UGT)

6.1 Buiging met of zonder normaalkracht

(9) Beperking betondrukzone x_u

Indien $f_{ck} \leq 50 \text{ N/mm}^2$, mag de hoogte van de betondrukzone maximaal $0.535d$ bedragen bij het standaard betonstaal B500 voor het Airdeck-concept.

Hieruit kunnen voor het Airdeck-concept de maximale wapeningen bepaald worden. Ten opzichte van een massieve vloer (de bruto doorsnede) dienen de onderstaande factoren $f_{As,max}$ aangehouden te worden. Deze factoren gelden bij betonstaal B500 en zijn onafhankelijk van de toegepaste sterkteklasse.

Factor maximale wapening, t.o.v. bruto doorsnede (h in mm)

h	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330
$f_{As,max}$	0.78	0.84	0.88	0.91	0.94	0.96	0.68	0.73	0.78	0.82	0.85	0.88
h	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450
$f_{As,max}$	0.62	0.66	0.70	0.74	0.77	0.59	0.62	0.66	0.69	0.72	0.75	0.55

6.2 Dwarskracht

6.2.2 Elementen die geen berekende dwarskrachtwapening vereisen

(1) Bij de berekening van $V_{Rd,c}$ met formule (6.2a), dient voor b_w de kleinste waarde van de dwarsdoorsnede onder trek toegepast te worden, per rib is dit voor het Airdeck-concept 90 mm, op een rekenbreedte van 300 mm. De gunstige invloed van de dwarsribben en van de onder- en bovenflenzen worden niet meegenomen. In de formule moet voor de waarde van b_w (of b) $0,3$ x de breedte van de bruto doorsnede worden toegepast.

6.2.3 Elementen die berekende dwarskrachtwapening vereisen

(1) Het berekenen van elementen met dwarskrachtwapening is gebaseerd op een vakwerkmodel. Hierin is b_w de minimale breedte tussen de trek- en de drukrand, $b_w = 0,3$ x de breedte van de bruto doorsnede.

(3) Bij de berekening van V_{Rd} met formules (6.8) en (6.9) dient voor b_w de zelfde waarde toegepast te worden als gedefinieerd in 6.2.2 (1). In de formules moet voor de waarde van b_w (of b) $0,3$ x de breedte van de bruto doorsnede worden toegepast.

Dit geldt tevens voor OPMERKING 4 en formule (6.12).

(4) Bij de berekening van V_{Rd} met formules (6.13) en (6.14) dient voor b_w de zelfde waarde toegepast te worden als gedefinieerd in 6.2.2 (1). In de formules moet voor de waarde van b_w (of b) $0,3$ x de breedte van de bruto doorsnede worden toegepast.

Dit geldt tevens voor OPMERKING bij de berekening van $A_{sw,max}$ met formule (6.15).

(6) Bij de berekening van $b_{w,nom}$ met formules (6.16) en (6.17) dient voor b_w de zelfde waarde toegepast te worden als gedefinieerd in 6.2.2 (1). In de formules moet voor de waarde van b_w (of b) $0,3$ x de breedte van de bruto doorsnede worden toegepast.

6.2.4 Afschuiving tussen lijfplaat en flenzen

Bij de bepaling van de langsschuifspanning van één van de zijden van de flens volgens formule (6.20) is h_f de dikte van de flens bij de aansluitingen. Indien constructief benut kan h_f zowel de dikte van bovenflens als de onderflens zijn. Doordat voldaan wordt aan artikel 5.3.1 (6) en dus aan de minimale eisen met betrekking tot flensdikte, ribafmetingen en vrije tussenafstanden, behoeft de hier bedoelde afschuiving niet gecontroleerd te worden voor het Airdeck-concept. Lokaal wordt de invloed van zware puntlasten gecontroleerd.

6.2.5 Afschuiving in het aansluitvlak tussen op verschillende tijdstippen gestort beton

Bij de bepaling van de rekenwaarde van de langsschuifspanning in het aansluitvlak v_{Edi} volgens formule (6.24) is b_i de breedte van het aansluitvlak. De capaciteit om langsschuifkracht op te nemen wordt bepaald door het oppervlak van het aansluitvlak.

In een zone met boxen geven de dwarsribben een vergroting van het aansluitvlak en kunnen in de capaciteit meegenomen worden, rekening houdend met het principe van Saint Venant. Dit principe houdt in dat de gehele doorsnede pas effectief wordt na een zekere lengte, bij een plotselinge doorsnedevergroting. Door de aanwezigheid van de dwarsribben wordt de gewogen breedte maximaal per rib:

$b_{i,eff,max} = 92 \text{ mm}$. (dit is effectief 307 mm per meter vloerbreedte)

Bij een vierzijdige belastingafdracht, waarbij $L_x = L_y$, wordt de gewogen breedte per rib:

$b_{i,eff,min} = 76,5 \text{ mm}$, in x- en y-richting. (dit is effectief 255 mm per meter vloerbreedte)

Bij een vierzijdige belastingafdracht, waarbij $L_x \neq L_y$, kan gevarieerd worden tussen de twee waarden voor $b_{i,eff}$ in x- en y-richting, op basis van de verhouding van de krachtsverdeling in x- en y-richting, waarbij in ogenschouw genomen dient te worden dat niet meer dan 51 % van het bruto oppervlak benut kan worden voor de opname van langsschuifspanningen in twee richtingen in het aansluitvlak.

Eventuele aanwezige dwarskrachtwapening, kan benut worden voor de opname van langsschuifkrachten. Indien de langsschuifspanningen in het aansluitvlak opgenomen kunnen worden kan het Airdeck-concept beschouwd worden als monolitische constructie met holle ruimten.

6.4 Pons

6.4.1 Algemeen

(1) De regels in deze paragraaf hebben betrekking op pons in massieve platen, cassetteplaten met massieve delen boven de kolommen en funderingen.

Het Airdeck-concept, als samengestelde constructie, kan beschouwd worden als een cassetteplaat met massieve delen boven de kolommen. Indien de langsschuifspanningen in het aansluitvlak opgenomen kunnen worden, volgens artikel 6.2.5, kan het Airdeck-concept beschouwd worden als monolitische constructie. Dit betekent dat de volledige constructieve hoogte van de vloer in de berekening genomen mag worden bij de bepaling van de ponscapaciteit.

6.4.2 Belastingsverdeling en eerste controle-omtrek

(3) Openingen in de nabijheid van de omtrek.

De holle ruimten, gevormd door de boxen in het Airdeck-concept, kunnen beschouwd worden als openingen. Deze weliswaar ongunstige benadering leidt er toe dat door getrokken raaklijnen aan deze openingen, binnen de 6d-omtrek volgens Figuur 6.14, nauwelijks doorsnede resteert in de controle-omtrek voor de opname van pons.

In het Airdeck-concept worden alle boxen weggelaten binnen de 6d-omtrek.

6.4.3 Ponsberekening

Indien ponswapening vereist is worden alle boxen weggelaten tot voorbij u_{out} , de controle-omtrek waarvoor niet langer ponswapening is vereist.

7 Bruikbaarheidsgrenstoestanden (BGT)

7.1 Algemeen

(2) Bij het berekenen van spanningen en doorbuigingen behoort te zijn aangenomen dat de dwarsdoorsneden niet zijn gescheurd zolang de buigtrekspanning niet groter is dan $f_{ct,eff}$, voor deze waarde mag f_{ctm} worden genomen. Met f_{ctm} zijn voor de vier sterkteklassen de scheurmomenten M_{cr} berekend voor het Airdeck-concept.

Ten opzichte van een massieve vloer (de bruto doorsnede) dienen de onderstaande factoren f_{Mcr} aangehouden te worden ter bepaling van het scheurmoment M_{cr} . Deze factoren zijn onafhankelijk van de toegepaste sterkteklasse.

Factor scheurmoment, t.o.v. bruto doorsnede (h in mm)

h	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330
f_{Mcr}	0.94	0.93	0.92	0.91	0.89	0.88	0.87	0.87	0.86	0.85	0.84	0.84

h	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450
f_{Mcr}	0.81	0.81	0.81	0.81	0.80	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77	0.76	0.73

7.3 Scheurbeheersing

7.3.3 Scheurbeheersing zonder directe berekening

(2) Waarden in tabelvorm. In formules (7.6N) en (7.7N) is h_{cr} de hoogte van de trekzone voor het scheuren. De tabelwaarden in tabel 7.2N en tabel 7.3N zijn berekend uitgaande van een hoogte van de betontrekzone van $h_{cr,tabel} = 0,5 h$.

Het ligt voor de hand om voor het Airdeck-concept h_{cr} te berekenen met de rekenfactoren van het scheurmoment, dit betekent: $h_{cr} = f_{Mcr} \times 0,5 h$. (voor f_{Mcr} zie 7.1 (2))

7.4 Doorbuigingscontrole

7.4.3 Controleren van doorbuiging door berekening

(3) Het scheurmoment M_{cr} voor het Airdeck-concept wordt berekend zoals aangegeven is in 7.1 (2).

(5) Voor belastingen die kruip veroorzaken mag de vervorming, inclusief kruip, zijn berekend door gebruik te maken van een effectieve elasticiteitsmodulus $E_{c,eff}$ volgens formule (7.20).

Voor het Airdeck-concept moeten de verkregen buigstijfheden EI_x en EI_y worden vermenigvuldigd met onderstaande rekenfactoren f_{EI} .

Factor stijfheid EI, t.o.v. bruto doorsnede (h in mm)

h	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330
f_{EI}	0.92	0.93	0.94	0.94	0.94	0.93	0.85	0.87	0.88	0.89	0.89	0.89

h	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450
f_{EI}	0.80	0.82	0.83	0.84	0.84	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.72

8 Detailleren van wapening

8.4 Verankering van langswapening

8.4.4 Rekenwaarde van de verankeringslengte

(1) De rekenwaarde van de verankeringslengte wordt berekend met formule (8.4). Hierin is α_2 een coëfficiënt voor het effect van de minimum betondekking volgens Figuur 8.3. Voor koppelstaven en/of dwarswapening op de voeg, die op de prefab Airdeck-elementen worden aangebracht, gelden de volgende waarden van α_2 bepaald met behulp van tabel 8.2:

Waarden van α_2 voor koppelstaven op de prefab plaat

staafdiameter	Ø8	Ø10	Ø12	Ø16
(zij)dekking	13	15	17	19
α_2	0.91	0.93	0.94	0.98

8.7 Overlappen en mechanische koppelingen

8.7.3 Overlappingslengte

(1) De rekenwaarde van de overlappingslengte wordt berekend met formule (8.10). Hierin is α_6 een coëfficiënt voor het effect van het overlappen van wapening in één zone. Hiertoe dient het percentage overlappende staven voor één bepaalde doorsnede bepaald te worden volgens Figuur 8.8. Voor wapeningsstaven dwars op de langsvogen van de prefab Airdeck-elementen aangebracht bedraagt dit 100%, hetgeen inhoudt dat α_6 bepaald met behulp van tabel 8.3 een waarde heeft van 1,5.

9 Detailleren van elementen en specifieke regels

9.3.1 Buigwapening

9.3.1.1 Algemeen

(1) Voor de minimumwapeningsdoorsneden in de hoofdrichting is 9.2.1.1 (1) van toepassing. Omdat voor het Airdeck-concept het werkelijke weerstandsmoment in rekening wordt gebracht kan de minimumwapeningsdoorsnede $A_{s,min1}$ berekend worden met de formule voor zuivere buiging. Ten opzichte van een massieve vloer (de bruto doorsnede) dienen de onderstaande factoren $f_{As,min1}$ aangehouden te worden ter bepaling van de minimumwapeningsdoorsnede $A_{s,min1}$. Deze factoren zijn onafhankelijk van de toegepaste sterkteklasse.

Factor minimumwapeningsdoorsnede $A_{s,min1}$, t.o.v. bruto doorsnede (h in mm)

h	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330
$f_{As,min1}$	0.89	0.91	0.92	0.93	0.93	0.93	0.82	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84

H	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450
$f_{As,min1}$	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.72	0.73	0.73	0.73	0.72	0.72	0.69

(3) De hart-op-hart afstand van de staven behoort niet groter te zijn dan $s_{max,platen}$. Bij vierzijdige belastingafdracht van het Airdeck-concept fungeren de staven in twee richtingen als hoofdwapening; dit geldt ook voor de wapeningsstaven die op de langsvogen van de prefab Airdeck-elementen aangebracht worden.

In gebieden met geconcentreerde belastingen of gebieden met een maximaal moment bedraagt $s_{max,platen}$ 250 mm; buiten deze gebieden bedraagt $s_{max,platen}$ 400 mm.

Voor verdeelwapening, indien het Airdeck-concept berekend wordt als twee-zijdig afdragend, bedragen deze waarden voor $s_{max,platen}$ 400 mm respectievelijk 450 mm.

9.3.2 Dwarskrachtwapening

Dwarskrachtwapening kan uitgevoerd worden met beugels, opgebogen wapening, of dwarskracht(tralie)liggers. Bij toepassing van beugels zal iedere beugel de hoofdwapening omsluiten, volgens Figuur NB.2.

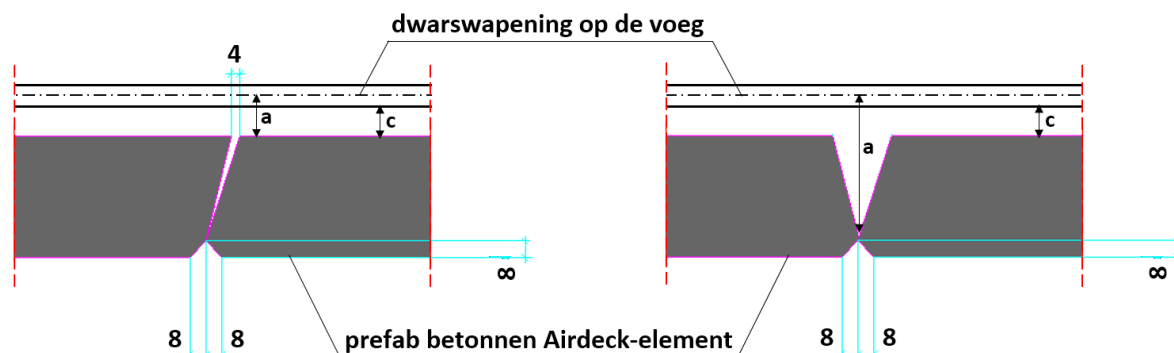
9.4.3 Ponswapening

Ponswapening kan uitgevoerd worden met beugels of ponsdeuvels. Bij toepassing van beugels zal iedere beugel de hoofdwapening omsluiten; ponsdeuvels worden toegepast volgens de voorschriften van de leverancier.

10 Aanvullende regels voor geprefabriceerde betonelementen

10.9.3 Vloersystemen

(9) Dwarswapening voor buiging en andere belastingeffecten mag volledig in de druklaag liggen. De detaillering behoort consistent te zijn met het constructieve model, bijvoorbeeld als een in twee richtingen dragende plaat is aangenomen.



Figuur 2 – Wapeningsafstanden bij wapening op de voeg

Details

De details van het Airdeck-concept in het KOMO attest-met-productcertificaat zijn van kracht. Speciale aandacht wordt hierin gegeven aan detaillering ter plaatse van opleggingen. Zie hiertoe ook de principedetails in NEN-EN 13747 Precast concrete products – Floor plates for floor systems.

[NEN-EN 1992-1-2]

Bijlage A Temperatuurverdelingen

Figuur A.2 Temperatuurverdeling in platen

Uit brandproeven en computersimulaties is gebleken dat, door de relatief dikke onderschil in combinatie met de kleine boxafmetingen, de temperatuurverdeling in de onderschil van het Airdeck-concept nauwelijks afwijkt van een massieve plaat. Hierdoor kan Figuur A.2 aangehouden worden. Omdat het Airdeck-concept bovendien volledig voldoet aan NEN-EN 1992-1-1, 5.3.1, kan de krachtsverdeling bij brand van het Airdeck-concept, ter bepaling van de brandbestandheid, als plaat berekend worden.

Brandbestandheid

Brandproeven

Het Airdeck-concept is beproefd op brandbestandheid door RU Gent in het lab van Warringtonfire, De Airdeck-vloer heeft de proef op basis van de ISO-brandcurve gedurende 120 minuten perfect doorstaan. De in de Airdeck-vloer opgenomen thermokoppels tonen dat er geen noemenswaardige temperatuurverschillen gemeten zijn tussen de onderplaat en de ribben.

Numerieke simulatie

Door de Katholieke Universiteit te Leuven zijn computersimulaties uitgevoerd op het Airdeck-concept. Hieruit is gebleken dat de holle ruimten niet van invloed zijn op het gedrag bij brand. De conclusie is dat het Airdeck-concept zich gedraagt als een massieve vloer en dat ook de temperatuuropbouw overeenkomstig Tabel A.2 is.

Controle holle ruimten op overdruk

Uit beproevingen van betonvloeren met ingesloten holle ruimten onder brandomstandigheden is gebleken dat door de hoge temperatuur het ontsnappende waterdamp uit het beton kan zorgen voor een overdruk van ca. 0,8 bar in de holle ruimten, wat neerkomt op een alzijdige belasting van 80 kN/m² in de holle ruimten.

Bij de brandproeven met het Airdeck-concept in het lab van Warringtonfire (zie ook hierboven) is geen schade ontstaan en heeft de vloer de brandomstandigheden perfect doorstaan. Impliciet toont het resultaat van deze brandproeven dat de overdruk in de holle ruimten opgenomen kan worden door de robuuste vloerconstructie van het Airdeck-concept.

Naast deze brandproef zijn er berekeningen gemaakt, volgens Eurocode 2. Het Airdeck-concept is rekentechnisch gecontroleerd op de overdruk in de holle ruimten en kan deze hoge druk opnemen, waardoor de resultaten uit de brandproef aannemelijk zijn.

Controle voegdetail, zie ook 10.9.3

Uit een computersimulatie, met conservatieve aannames, blijkt dat de voeg een zeer lokale verstoring van de temperatuuropbouw veroorzaakt. Op 20 mm boven de voeg wordt een temperatuur van 525 °C berekend, hetgeen lager is dan 20 mm vanaf de onderzijde van vloer waar een temperatuur heerst van 690 °C heerst bij REI120 volgens Tabel A.2. Er is voor de dwarswapening op de voeg geen extra dekking noodzakelijk. Deze bevindingen komen overeen met NEN-EN 13747 Precast concrete products – Floor plates for floor systems, artikel 4.3.4.

Resumé Tabel Airdeck-concept als handvat voor de constructeur

Overzicht van aanpassingen ten behoeve van statische berekeningen

Algemeen	UGT	BGT	Detailering
Eigen gewicht, bl. 3	Maximum wapening $A_{s,max}$, bl. 5	Scheurmoment, bl. 7	Rekenwaarde van de verankeringlengte, bl. 8
Kruipfactor Fictieve dikte h_0 , bl. 3	Dwarskracht, bl. 5	Effectieve oppervlakte van beton onder trek $A_{c,eff}$, bl. 7	Overlappingslengte, bl. 8
	Langsschuifkracht, afschuiving in het aansluitvlak, bl. 6	Hoogte trekzone voor scheuren, h_{cr} , bl. 7	Minimum wapening $A_{s,min1}$, bl. 8
	Pons, wegnemen boxen, bl. 6	Doorbuiging, stijfheid EI, bl. 7	