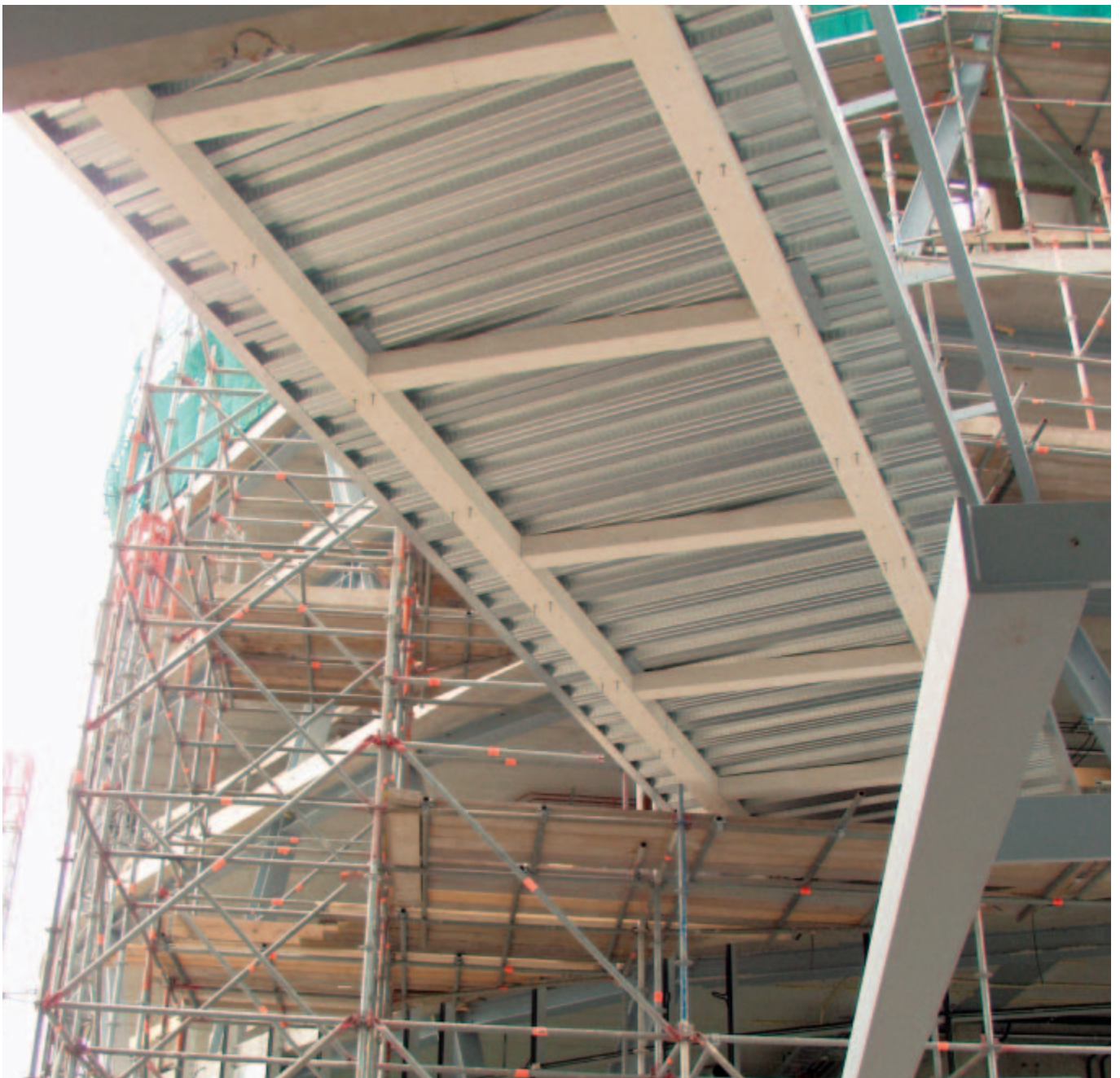




Draagconstructies



Draagconstructies

Inleiding

Bij het realiseren van een brandveiligheid in de bouw zijn twee basisuitgangspunten:

1. De gebruikers van het gebouw moeten bij brand veilig kunnen vluchten
2. De brand moet beheersbaar blijven

Vooraf bij punt één is van belang dat het gebouw niet bezwijkt. De hoofdconstructie moet dus aan een aantal eisen voldoen. Wat hierbij allemaal komt kijken wordt in dit hoofdstuk draagconstructies behandeld.

Normen

Het Bouwbesluit verwijst naar de NEN normen. Deze normen vertellen ons hoe we constructies moeten testen of hoe we constructies kunnen berekenen zodat we weten dat ze bij brand voldoende sterk blijven. Naast de experimentele beproeving volgens NEN 6069 kan de brandwerendheid van draagconstructies bepaald worden met behulp van de normen NEN 6071 tot en met 6073. In deze normen wordt de rekenkundige bepaling van de brandwerendheid van bouwdelen van respectievelijk beton, staal en hout behandeld. De bijlage A van NEN 6072 geeft aan op welke wijze de brandwerende bekleding voor staalconstructies algemeen bepaald kan worden. In NEN 6071 (beton) en NEN 6073 (hout) is in een dergelijke test nog niet voorzien, in de komende Europese normen wel.

Staal

Het is algemeen bekend dat de mechanische eigenschappen van staal bij verhitting aanzienlijk verminderen. Bij verhitting tot 400°C vermindert de effectieve vloeigrens van constructiestaal tot 60% van de oorspronkelijke waarde. De huidige Nederlandse norm zowel als de ontwerp Europese norm nemen aan dat staal tot 400°C de volle draagsterkte behoudt.

Het is begrijpelijk dat een belaste staalconstructie bij blootstelling aan hitte de belasting op een zeker ogenblik niet meer zal kunnen dragen en dus zal bezwijken. De temperatuur waarbij dit plaats vindt noemt men de kritieke staaltemperatuur. Als de belasting van kolom of ligger lager is, is de kritieke staaltemperatuur hoger. Ook de toepassing van het profiel - kolom of ligger - heeft invloed op de kritieke staaltemperatuur. In de praktijk wordt bij volledig belaste kolommen en liggers een kritieke staaltemperatuur aangehouden van respectievelijk 500°C en 590°. Bij een brandproef moet de bekleding bij deze temperaturen nog wel aan de belaste ligger bevestigd zijn.

Indien gewenst kan de juiste kritieke staaltemperatuur per profiel worden berekend, bijvoorbeeld met het computerprogramma "BRAWESTA" dat op de norm NEN 6072 is gebaseerd. In de norm NEN 6069 wordt aangegeven hoe de experimentele methode om de brandwerendheid te bepalen - dat is de brandproef - moet worden uitgevoerd.

In bijlage A van NEN 6072 staat de beproevingsprocedure beschreven en welke gegens er nodig zijn voor de berekening met het TNO-rekenprogramma BRAWESTA. De door TNO meegeleverde datafile bij BRAWESTA is hierop gebaseerd.

Beton

Betonconstructies zijn bekend om hun gunstig gedrag tijdens brand. Betonconstructies zijn niet alleen onbrandbaar, maar ze bezitten ook betere brandwerende eigenschappen dan bijvoorbeeld onbeschermde staalconstructies. Deze brandwerendheid wordt niet veroorzaakt omdat beton bij toenemende temperaturen minder snel zijn sterkte zou verliezen dan staal, want in dat opzicht verschillen beide materialen niet zo veel. De brandwerendheid van beton wordt echter ontleend aan de volgende eigenschappen:

- Kleine warmtegeleidingscoëfficiënt
- Grote warmtecapaciteit
- Massiviteit
- De bescherming van de wapening door het beton

Niet alleen bij op buiging en bij op trek belaste constructiedelen, ook bij op druk belaste bouwdelen van gewapend beton is het gedrag van de wapening bij brand belangrijk. Immers, beton kan zonder wapening nagenoeg geen trekkrachten opnemen. De kritieke staaltemperatuur bij brand in een op trek belaste wapening is te vergelijken met de temperatuurstijging in een stalen ligger. Aangenomen dat de staalsoorten en de maximale spanningen ongeveer gelijk zijn. Aangezien de betondekking de temperatuur in de wapening bepaalt, is de brandwerendheid van betonconstructies in belangrijke mate afhankelijk van de dikte van deze laag.

De tabellen in de bijlage van de Nederlandse norm zijn erop gebaseerd dat het dragende betononderdeel niet heter mag worden dan 500°C en het wapeningsstaal dan 450°C. Is de kern met een lagere temperatuur dan 500°C van een betonkolom na een brand te klein om de belasting te kunnen dragen, dan moet deze kolom brandwerend bekleed worden.

Tabel 1.1 Brandwerendheid van onbektele profielen in minuten

	400 °C						500 °C						600 °C						
prof.	4-zijdig			3-zijdig			4-zijdig			3-zijdig			4-zijdig			3-zijdig			prof.
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	6	7	5	7	8	5	8	8	5	8	10	7	12	13	10	13	14	10	100
120	6	7	5	7	8	5	8	8	5	8	10	7	12	13	10	13	14	10	120
140	6	8	5	7	9	5	8	9	5	8	11	7	12	13	10	13	14	11	140
160	6	8	6	7	9	6	8	10	6	9	12	7	13	14	11	13	16	11	160
180	7	9	6	7	10	7	8	11	7	9	12	8	13	14	11	13	16	12	180
200	7	9	7	8	10	7	9	11	7	10	12	8	13	15	11	14	17	12	200
220	7	9	7	8	10	7	9	12	8	10	13	8	14	16	12	14	17	12	220
240	8	10	7	9	11	7	10	12	8	11	13	8	14	16	12	15	18	13	240
260	8	10	–	10	11	–	10	12	–	11	13	–	14	17	–	16	18	–	260
270	–	–	7	–	–	7	–	–	8	–	–	8	–	–	13	–	–	13	270
280	9	10	–	11	12	–	11	13	–	11	14	–	15	17	–	16	19	–	280
300	9	10	7	11	12	8	11	13	8	12	14	9	15	18	13	17	20	14	300
320	10	11	–	11	13	–	12	13	–	12	15	–	16	18	–	18	21	–	320
330	–	–	8	–	–	8	–	–	9	–	–	10	–	–	13	–	–	14	330
340	10	13	–	11	13	–	12	13	–	13	16	–	17	19	–	18	22	–	340
360	10	13	8	12	13	8	12	14	9	13	16	10	17	19	14	19	22	15	360
400	10	13	8	12	14	8	12	14	10	14	16	11	18	19	14	19	23	15	400
450	11	14	9	13	14	9	13	15	11	14	17	11	18	20	15	20	23	16	450
500	11	14	9	13	14	9	13	15	12	14	18	12	19	21	16	21	24	17	500
550	11	15	9	13	15	10	14	16	13	15	18	13	19	22	16	22	24	17	550
600	11	15	10	14	15	11	15	17	13	15	18	14	19	22	17	22	24	18	600
650	12	15	–	14	15	–	15	17	–	15	18	–	19	22	–	22	24	–	650
700	12	16	–	14	15	–	15	18	–	15	19	–	20	23	–	23	25	–	700
800	12	16	–	15	15	–	15	18	–	15	19	–	20	23	–	23	25	–	800
900	13	16	–	15	16	–	15	19	–	15	19	–	21	24	–	23	25	–	900
1000	13	16	–	15	16	–	16	19	–	15	19	–	21	24	–	23	25	–	1000

Indien speciaal beton wordt toegepast, dan zijn de tabellen in de norm niet meer valide. Hoge sterkte beton kan destructief bij een oppervlaktetemperatuur van 225°C in een paar minuten volledig wegpatten. Bij speciale betonsoorten, zoals ook hoge sterkte beton, wordt de brandwerendheid, net als bij staalconstructies, aangetoond door een testrapport.

De brandwerendheid van beton wordt slechter:

- Bij geringere porositeit
- Hoger vochtgehalte
- Hogere belasting
- Snellere opwarming, bijv. HC brand

Schadebeperking

Het Bouwbesluit stelt eisen uit oogpunt van brandveiligheid aan gebouwen, zodat:

- de aanwezigen zich bij een calamiteit in veiligheid kunnen stellen
- de brandweer in 60 minuten de brand kan beheersen

Het beperken van de schade aan gebouw en inhoud is geen eis van het Bouwbesluit. Toch kan schadebeperking van groot belang zijn, denk maar eens dat de Buiten-IJ tunnel een jaar niet gebruikt zou kunnen worden. Bij schadebeperking veranderen de criteria. Bij staal dient de uitzetting van kolommen en liggers sterk beperkt te worden, dus de veilige kritieke temperaturen worden fors lager. Rijkswaterstaat stelt voor "normaal" beton de eis van max. 380 °C en 250 °C voor respectievelijk het betonoppervlak en het wapeningsstaal. Als bij een eventuele brand in een tunnel deze temperaturen niet bereikt worden, dan zal vervanging van het beton niet nodig zijn. Indien een bouwwerk na een brand niet gesloopt hoeft te worden kan de gebruiker er bijna direct weer over beschikken en wordt er geen onnodige aanslag op het milieu gedaan.

Hout

In de hoofdstukken 2 en 3, "vloeren" en "wanden", is duidelijk te zien dat hout een belangrijke bijdrage kan geven aan de brandwerendheid van een bouwdeel. Deze bijdrage is vooral afhankelijk van de afmetingen van de doorsneden. De lage warmtegeleiding van hout is gunstig. Hierdoor kan een houten scheidingsconstructie -zoals een vloer, wand of deur - gedurende lange tijd aan het criterium van thermische isolatie voldoen. Een laag niet-verkoold hout van ca. 5 mm is in staat om de hoge brandtemperatuur te reduceren tot een temperatuur van ca. 100 °C. Dit verklaart ook de vuistregel dat bij de brandproef op een houten paneel bij het bereiken van de gewenste brandwerendheid, 5 mm hout onverkoold moet zijn. Een nadeel is het kromtrekken van hout bij brand, waarvan vooral naar het vuur draaiende deuren last hebben. De inbrandsnelheid van hout is afhankelijk van de volumieke massa. Vurenhout brandt in met een snelheid van ca. 40 mm per uur, hardhout - dat een hogere volumieke massa bezit - met een snelheid van ca. 30 mm per uur. De juiste waarden om toe te passen voor een berekening treft u aan in NEN 6073 tabel 3. Van een dragende houtconstructie is de brandwerendheid op het gewenste niveau te brengen door het vergroten van de doorsnede. Na de vereiste brandduur moet de gave kern de belasting nog kunnen dragen. In plaats van de doorsnede te vergroten kan het brandwerend bekleden van een houten constructiedeel overwogen worden. Tijdens een brand draagt deze brandwerende bekleding niet bij tot de vuurbelasting. Een bijkomend voordeel is dat men zich bij herstel na een brand kan beperken tot het vervangen van de brandwerende bekleding.



Staalconstructies

Staal is een aantrekkelijk bouw materiaal voor dragende structuren. Het is flexibel, slank en snel te monteren. De smelttemperatuur van staal ligt ongeveer bij 1700°C. Een temperatuur die tijdens brand nooit bereikt wordt. Wel is bekend dat staal bij verhitting sterkte verliest. Rond de 400 à 500°C zal het staal nog ongeveer 50% van het dragend vermogen kunnen opnemen. Om staal voldoende lang in tact te laten tijdens een brand, is het noodzakelijk een brandwerende isolatie aan te brengen. De functie van de brandwerende isolatie is het voorkomen van een te snelle opwarming van het staal. Behalve dat de isolatie moet isoleren, mag hij ook tijdens de brand niet wegvallen. Hiervoor zijn speciale constructies uitgedacht en bij TNO onderzocht.

PROMATECT®-H: stootvaste, vochtbestendige calciumsilicaat-plaat voor het bekleden van zowel kolommen als liggers
 PROMATECT®-L: een calciumsilicaat-plaat, die vooral geschikt is als een hoge brandwerendheid gecombineerd moet worden met een laag gewicht

PROMAPYR®-350: een minerale wolplaat met een hoge densiteit voor het snel en economisch bekleden van stalen liggers (verwerking en opslag onder droge omstandigheden). Door de mogelijkheid tot levering van op maat gezaagde bekledingsstroken en de snelle bevestiging door middel van nieten, spijkers of schroeven blijven de montagetijden tot een minimum beperkt.

Werkwijze:

Het bepalen van de bekledingsdikte kan op de volgende manier worden uitgevoerd:

- bepaal het type profiel (b.v. HE 200A)
- bepaal de toepassing (kolom of ligger)
- stel vast aan hoeveel zijden het profiel bekleed moet worden (b.v. 4- of 3-zijdig)
- lees in de tabel onder de vereiste brandwerendheid de benodigde bekledingsdikte af

Indien het toegepaste staalprofiel niet is opgenomen in de tabellen, dan kan door berekening van de zogenaamde P_f -factor de bekledingsdikte worden vastgesteld.

Deze berekeningen kunt u door Promat uit laten voeren. Tevens kan Promat het berekenen van de kritieke staaltemperatuur van de profielen verzorgen. In een aantal gevallen zal deze hoger zijn dan de 400°C en 500°C die veelal voor resp. kolommen en liggers wordt aangehouden. In dat geval kan dan met een geringere bekledingsdikte worden volstaan.

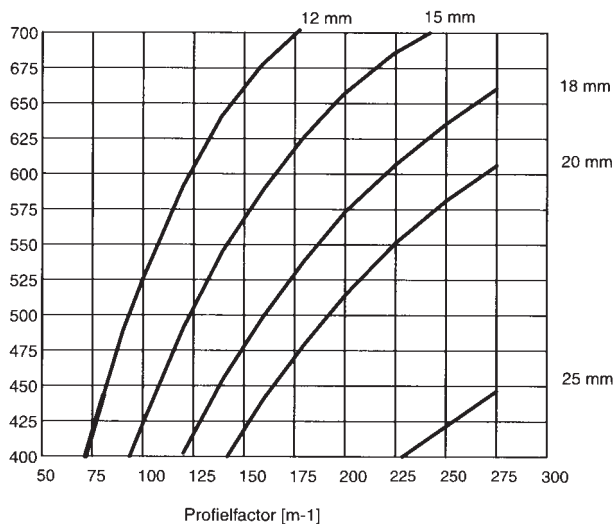
Voordelen van PROMAT bekledingen:

- TNO rapporten beschikbaar
- hoge brandwerendheid mogelijk
- eenvoudige en snelle montage
- schone en droge montage
- snelle bevestiging
- grote plaatlengtes
- op maat gezaagd leverbaar
- onschadelijk
- eenvoudig af te werken
- milieuvriendelijk
- kosteloos advies



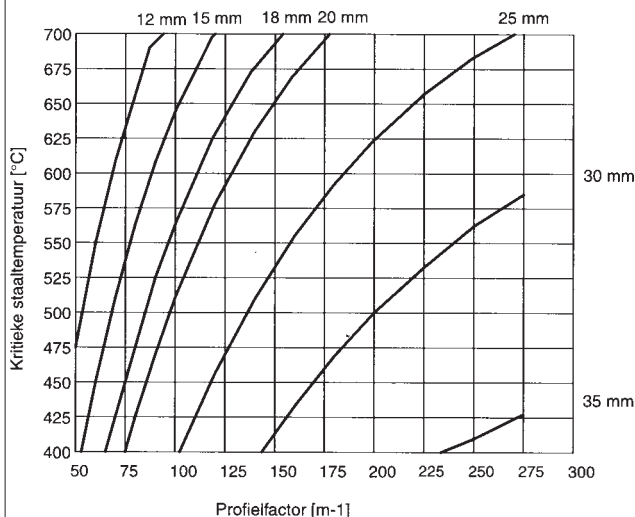
PROMATECT-H

Brandwerendheid op bezwijken = 60 min.



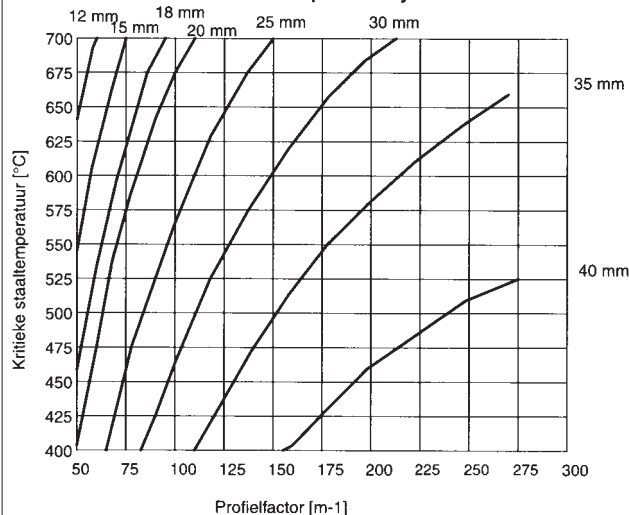
PROMATECT-H

Brandwerendheid op bezwijken = 90 min.



PROMATECT-H

Brandwerendheid op bezwijken = 120 min.



De berekening van de brandwerendheid van staalconstructies

Met behulp van de regels gegeven in NEN 6072 kunnen de kritieke staaltemperaturen van de profielen van een staalconstructie worden berekend.

Tabel: 1.2 kritieke temperaturen

Belastinggraad η	Kritieke staaltemperatuur in °C voor 2 belasting-graden	
	0,4	0,7
Trekstaaf	624	530
Aan beide zijden vrij opgelegde liggers:		
- vierzijdig verhit	624	530
- driezijdig verhit	678	592
Statisch onbepaalde liggers		
- vierzijdig verhit	649	560
- driezijdig verhit	703	617
Op druk (en buiging) belaste staven en kolommen (vierzijdig verhit)		
- bekleed als ligger	594	489
- bekleed met hele stroken	400	400

Voorbeeld 1

Ligger IPE 300

3-zijdig te bekleden met PROMATECT®-H

Brandwerendheid 90 minuten

De ligger is statisch bepaald

Belastingsgraad 0,7

Afmetingen staalprofiel:

$h = 0,300 \text{ m}$ $b = 0,150 \text{ m}$

$O = 0,75 \text{ m}^2$ $A = 0,00538 \text{ m}^3$

$P_i = 140 \text{ m}^{-1}$

De kritieke staaltemperatuur bedraagt 592°C (zie tabel 1.2).

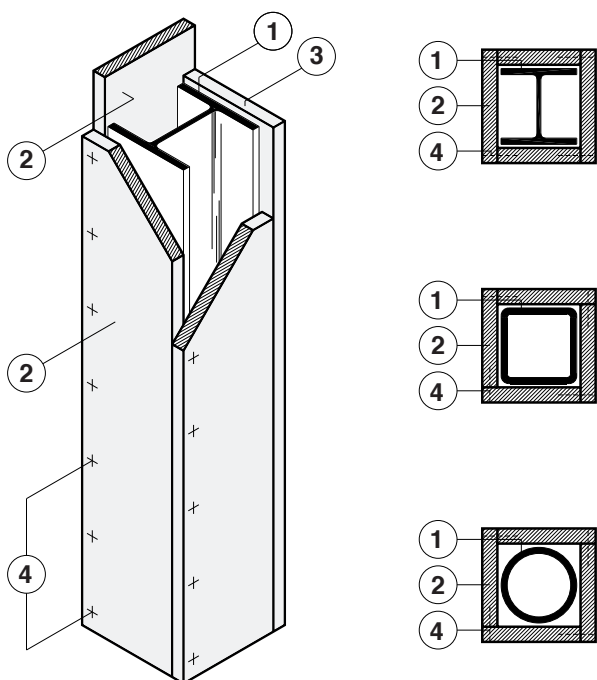
Na bepaling van het snijpunt $P_i = 140 \text{ m}^{-1}$ en kritieke staaltemperatuur van 592°C blijkt in de grafiek een PROMATECT®-H bekleding van 25 mm nodig te zijn.

Let er op dat de notatie P_i gebruikt is, de oude notatie F/A is echter sterk ingeburgerd.

De norm NEN 6072 geeft voor de profielfactor van beklede profielen P_i .



TNO 97 - CVB - R0707 (Rev. 1)



Technische toelichting:

- ① Stalen kolom
- ② PROMATECT®-H, dikte zie tabel 1.3 en 1.4
- ③ Horizontale naad, alleen als de kolomhoogte de maximale plaatlengte te boven gaat (3000 mm indien de kritieke staaltemperatuur niet hoger is dan 500°C *). De naden verspringen over 500 mm.
- ④ Bevestiging:
Stalen nieten, h.o.h. 100 mm
 lengte = 2 x plaatdikte
 eindafstand 50 mm

De bepaling van de strookbreedte kan gevonden worden in de zaagschema's in dit hoofdstuk op blz. 1-27.

*) De kritieke staaltemperatuur dient conform NEN 6072 berekend te worden. Onder normale condities gaat Promat er van uit dat voor kolommen 500 °C veilig is. Indien van een concreet project bekend is dat de veilige kritieke staaltemperaturen anders zijn, dan dient daar rekening mee te worden gehouden.

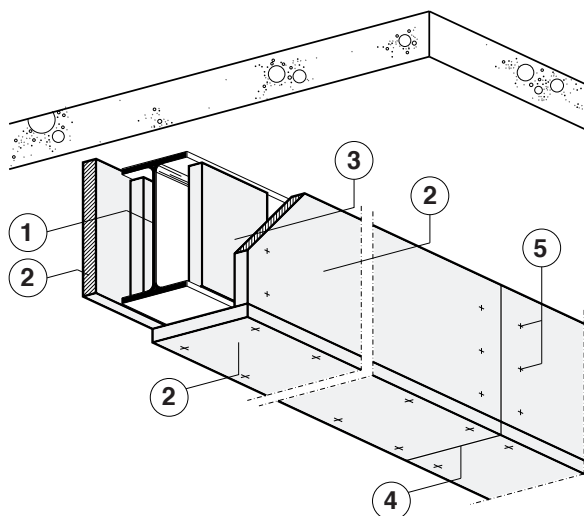
Tabel 1.3 PROMATECT®-H KOLOMBEKLEDING; DIKTES in mm: 30 minuten altijd 12 mm
Stalen kolommen $T_k=500^{\circ}\text{C}$; 1-, 2-zijdig bekleed

	60 minuten						90 minuten						120 minuten						
prof.																			prof.
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	12	12	12	12	12	18	15	12	15	20	18	27	18	15	20	27	25	35	100
120	12	12	12	12	12	18	15	12	12	20	18	27	18	15	18	27	25	35	120
140	12	12	12	12	12	18	12	12	12	20	15	25	18	15	15	27	25	33	140
160	12	12	12	12	12	15	12	12	12	18	15	25	15	15	15	25	20	32	160
180	12	12	12	12	12	15	12	12	12	18	15	25	15	15	15	25	18	32	180
200	12	12	12	12	12	15	12	12	12	18	12	25	15	15	15	25	18	30	200
220	12	12	12	12	12	15	12	12	12	15	12	25	15	15	15	25	18	30	220
240	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	12	20	15	15	15	20	15	27	240
260	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	12	-	15	15	-	20	15	-	260
270	-	-	12	-	-	12	-	-	12	-	-	20	-	-	15	-	-	27	270
280	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	12	-	15	15	-	20	15	-	280
300	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	18	15	15	15	18	15	25	300
320	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	15	-	18	15	-	320
330	-	-	12	-	-	12	-	-	12	-	-	18	-	-	15	-	-	25	330
340	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	15	-	18	15	-	340
360	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	18	15	15	15	15	15	25	360
400	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	18	15	15	15	15	15	25	400
450	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15	25	450
500	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15	20	500
550	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15	20	550
600	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	15	15	15	15	18	600
650	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	15	-	15	15	-	650
700	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	15	-	15	15	-	700
800	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	15	-	15	15	-	800
900	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	15	-	15	15	-	900
1000	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	15	-	15	15	-	1000

Tabel 1.4 PROMATECT®-H KOLOMBEKLEDING; DIKTES in mm: 30 minuten altijd 12 mm
Stalen kolommen $T_k=500^{\circ}\text{C}$; 3- of 4-zijdig bekleed

	60 minuten						90 minuten						120 minuten						
prof.																			prof.
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	18	15	25	20	18	x	27	25	33	30	27	x	35	32	43	38	36	x	100
120	18	15	25	20	18	x	27	25	32	30	27	x	35	30	40	38	35	x	120
140	18	15	25	20	18	25	25	25	32	30	25	33	33	30	40	37	33	43	140
160	15	12	25	18	15	25	25	20	30	30	25	32	32	27	40	36	32	43	160
180	15	12	20	18	15	25	25	18	30	27	25	32	32	25	38	36	30	40	180
200	15	12	20	18	15	25	25	18	30	27	25	32	30	25	37	35	30	40	200
220	15	12	20	18	15	25	25	18	30	25	20	30	30	25	37	35	30	40	220
240	12	12	18	15	12	20	20	15	27	25	20	30	27	25	36	32	27	38	240
260	12	12	-	15	12	-	20	15	-	25	20	-	27	25	-	32	27	-	260
270	-	-	18	-	-	20	-	-	27	-	-	30	-	-	35	-	-	37	270
280	12	12	-	15	12	-	18	15	-	25	18	-	25	20	-	32	27	-	280
300	12	12	18	15	12	20	18	15	27	25	18	30	25	20	35	30	25	37	300
320	12	12	-	15	12	-	18	15	-	25	18	-	25	20	-	30	25	-	320
330	-	-	18	-	-	18	-	-	25	-	-	27	-	-	33	-	-	36	330
340	12	12	-	12	12	-	18	15	-	20	18	-	25	20	-	27	25	-	340
360	12	12	15	12	12	18	18	15	25	20	18	27	25	18	32	27	25	35	360
400	12	12	15	12	12	18	15	15	25	20	18	25	25	18	32	27	25	35	400
450	12	12	15	12	12	18	15	15	25	18	18	25	25	18	32	25	25	35	450
500	12	12	15	12	12	15	15	15	25	18	15	25	25	18	30	25	25	32	500
550	12	12	15	12	12	15	15	15	25	18	15	25	25	18	30	25	25	32	550
600	12	12	12	12	12	15	15	15	20	18	15	25	25	18	27	25	25	30	600
650	12	12	-	12	12	-	15	15	-	18	15	-	25	18	-	25	25	-	650
700	12	12	-	12	12	-	15	15	-	18	15	-	20	18	-	25	25	-	700
800	12	12	-	12	12	-	15	15	-	18	15	-	25	20	-	25	25	-	800
900	12	12	-	12	12	-	15	15	-	18	15	-	25	20	-	25	25	-	900
1000	12	12	-	12	12	-	15	15	-	18	15	-	25	20	-	25	25	-	1000

TNO 97-CVB-R0707 [Rev. 1]



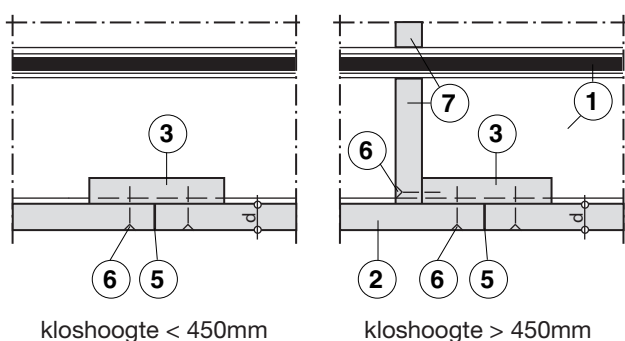
Technische toelichting:

- ① Stalen ligger
- ② PROMATECT®-H, dikte zie tabel 1.6
- ③ PROMATECT®-H klos, h.o.h. ≤ 1250 mm, kan als wigklos worden uitgevoerd
 $d \geq 20$ mm
 $b = 120$ mm
- ④ Voegafstand = plaatbreedte = 1250 mm
- ⑤ Stalen nieten, h.o.h. 100 mm, lengte $\geq 2 \times$ plaatdikte

Montageaanwijzing:

Bij profielhoogtes ≥ 450 mm worden PROMATECT®-H klosversteigers toegepast, $d \geq 20$ mm, $b \geq 100$ mm of de max. beschikbare ruimte, zie details klos.

Details klos



Technische toelichting:

- ① Stalen profiel
- ② PROMATECT®-H, dikte zie tabel 1.6
- ③ PROMATECT®-H klos
- ④ Voegafstand = plaatbreedte = 1250 mm
- ⑤ Plaatvoeg
- ⑥ Stalen nieten
- ⑦ PROMATECT®-H klosversteiger $b = \geq 100$ mm of de maximale beschikbare ruimte

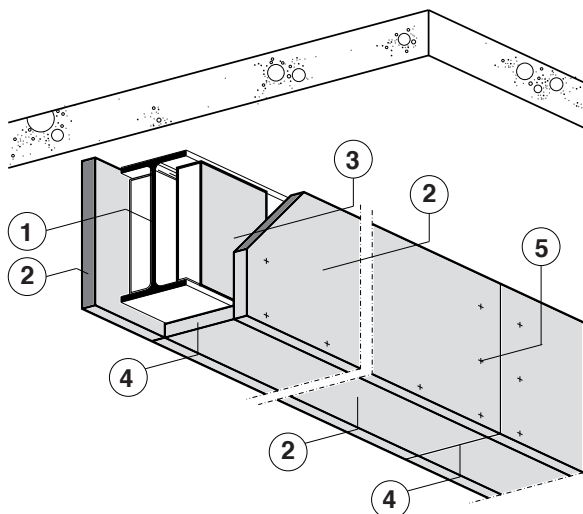
Tabel 1.5 PROMATECT®-H LIGGERBEKLEDING; DIKTES in mm: 30 minuten altijd 12 mm
Stalen liggers $T_k = 590^{\circ}\text{C}$; 1-, 2-zijdig bekleed

	60 minuten						90 minuten						120 minuten						
prof.																			prof.
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	12	12	12	12	12	15	12	12	12	18	15	25	15	15	18	25	20	32	100
120	12	12	12	12	12	15	12	12	12	18	15	25	15	12	15	25	20	30	120
140	12	12	12	12	12	15	12	12	12	18	12	25	15	12	12	25	18	30	140
160	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	12	20	15	12	12	20	18	27	160
180	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	12	20	12	12	12	20	15	27	180
200	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	12	18	12	12	12	20	15	25	200
220	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	18	12	12	12	18	15	25	220
240	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	18	12	12	12	18	12	25	240
260	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	18	12	-	260
270	-	-	12	-	-	12	-	-	12	-	-	18	-	-	12	-	-	25	270
280	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	12	-	280
300	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	12	12	12	15	12	25	300
320	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	12	-	320
330	-	-	12	-	-	12	-	-	12	-	-	15	-	-	12	-	-	20	330
340	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	15	12	-	340
360	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	12	12	12	15	12	20	360
400	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	12	12	12	12	12	18	400
450	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	12	12	12	12	12	18	450
500	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	18	500
550	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	550
600	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	15	600
650	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	650
700	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	700
800	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	800
900	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	900
1000	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	12	12	-	1000

Tabel 1.6 PROMATECT®-H LIGGERBEKLEDING; DIKTES in mm: 30 minuten altijd 12 mm
Stalen liggers $T_k = 590^{\circ}\text{C}$; 3-zijdig bekleed

	60 minuten			90 minuten			120 minuten			
prof.										prof.
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	15	12	20	25	20	30	30	27	37	100
120	15	12	20	25	18	30	30	25	37	120
140	15	12	20	25	18	30	30	25	36	140
160	12	12	18	20	18	27	27	25	35	160
180	12	12	18	20	15	27	27	25	35	180
200	12	12	18	18	15	25	27	20	33	200
220	12	12	18	18	15	25	25	20	32	220
240	12	12	15	18	15	25	25	18	32	240
260	12	12	-	18	12	-	25	18	-	260
270	-	-	15	-	-	25	-	-	32	270
280	12	12	-	15	12	-	25	18	-	280
300	12	12	15	15	12	25	20	18	30	300
320	12	12	-	15	12	-	20	18	-	320
330	-	-	15	-	-	25	-	-	30	330
340	12	12	-	15	12	-	20	15	-	340
360	12	12	15	15	12	20	18	15	30	360
400	12	12	12	15	12	20	18	15	27	400
450	12	12	12	12	12	20	18	15	27	450
500	12	12	12	12	12	18	18	15	25	500
550	12	12	12	12	12	18	18	15	25	550
600	12	12	12	12	12	18	18	15	25	600
650	12	12	-	12	12	-	18	15	-	650
700	12	12	-	12	12	-	18	15	-	700
800	12	12	-	12	12	-	18	15	-	800
900	12	12	-	12	12	-	18	15	-	900
1000	12	12	-	12	12	-	18	18	-	1000

2006-CVB-R0258 [rev.1]



Technische toelichting:

- ① Stalen ligger
- ② PROMAPYR®-350, dikte zie tabel 1.7 en 1.8
- ③ PROMATECT®-H klos, h.o.h. 1200 mm
kan als wigklos worden uitgevoerd
 $d \geq 20$ mm
 $b = 120$ mm
PROMAPYR®-350 klos, h.o.h. 600 mm
 $d = 33$
 $b = 120$ mm
- ④ Voegafstand = plaatbreedte = 1200 mm
- ⑤ Stalen niets, h.o.h. 100 mm,
lengte $\geq 2,5$ x plaatdikte

Montageaanwijzing:

Bij profielhoogtes ≥ 450 mm worden PROMATECT®-H klosversteigers toegepast, $d \geq 20$ mm, $b \geq 100$ mm of de max. beschikbare ruimte, zie pag. 1-8.

De kopse bevestiging van de niets afwisselend links en rechtsum uitvoeren.



Montage onbrandbare wigklos

Eerst worden de zijplaten gemonteerd,
dan de onderplaat aangebracht



Tabel 1.7 PROMAPYR® -350 LIGGERBEKLEDING; DIKTES in mm: 30 minuten altijd 15 mm
Stalen liggers $T_k = 575^\circ\text{C}$; 1-, 2-zijdig bekleed

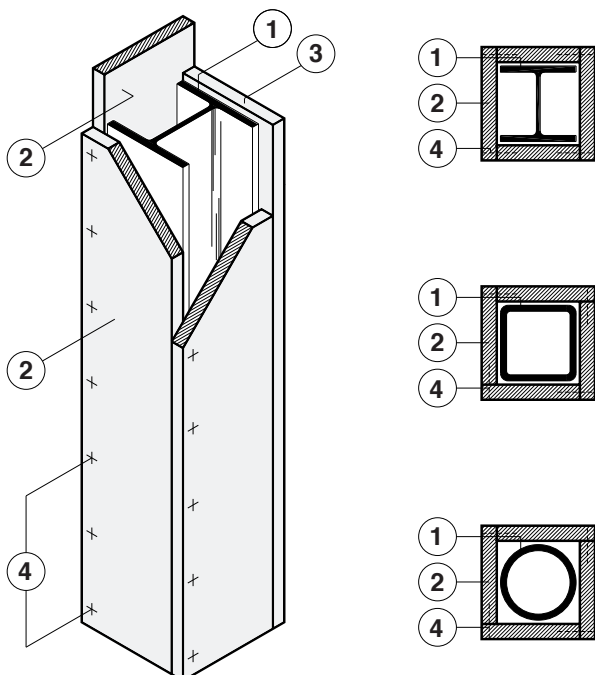
	60 minuten						90 minuten						120 minuten						
prof.																			prof.
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	15	15	15	15	15	33	15	15	20	33	20	40	33	20	33	35	33	x	100
120	15	15	15	15	15	33	15	15	15	33	20	35	33	20	20	35	33	x	120
140	15	15	15	15	15	20	15	15	15	33	20	33	20	20	20	33	33	x	140
160	15	15	15	15	15	20	15	15	15	33	20	33	20	20	20	33	33	x	160
180	15	15	15	15	15	20	15	15	15	20	15	33	20	20	20	33	33	40	180
200	15	15	15	15	15	20	15	15	15	20	15	33	20	20	20	33	20	40	200
220	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	33	20	20	20	33	20	40	220
240	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	33	20	20	20	33	20	35	240
260	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	15	-	20	20	-	33	20	-	260
270	-	-	15	-	-	15	-	-	15	-	-	33	-	-	20	-	-	33	270
280	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	20	-	33	20	-	280
300	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	33	20	20	20	20	20	33	300
320	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	20	-	20	20	-	320
330	-	-	15	-	-	15	-	-	15	-	-	33	-	-	20	-	-	33	330
340	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	20	-	20	20	-	340
360	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	33	360
400	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	33	400
450	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	33	450
500	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	33	500
550	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	33	550
600	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	20	600
650	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	20	-	20	20	-	650
700	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	20	-	20	20	-	700
800	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	20	-	20	20	-	800
900	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	20	-	20	20	-	900
1000	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	20	-	20	20	-	1000

Tabel 1.8 PROMAPYR® -350 LIGGERBEKLEDING; DIKTES in mm: 30 minuten altijd 15 mm
Stalen liggers $T_k = 575^\circ\text{C}$; 3-zijdig bekleed

	60 minuten			90 minuten			120 minuten			
prof.										prof.
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	33	20	33	35	33	x	x	40	x	100
120	33	20	33	35	33	x	x	40	x	120
140	20	15	33	33	33	x	x	35	x	140
160	20	15	33	33	33	x	x	33	x	160
180	20	15	33	33	33	x	40	33	x	180
200	20	15	33	33	20	40	40	33	x	200
220	20	15	33	33	20	40	40	33	x	220
240	15	15	33	33	20	40	35	33	x	240
260	15	15	-	33	20	-	33	33	-	260
270	-	-	33	-	-	35	-	-	x	270
280	15	15	-	33	20	-	33	33	-	280
300	15	15	33	33	20	35	33	33	x	300
320	15	15	-	20	20	-	33	33	-	320
330	-	-	20	-	-	33	-	-	x	330
340	15	15	-	20	15	-	33	33	-	340
360	15	15	20	20	15	33	33	33	x	360
400	15	15	20	20	15	33	33	33	x	400
450	15	15	20	20	15	33	33	33	x	450
500	15	15	20	20	15	33	33	33	40	500
550	15	15	15	20	15	33	33	33	35	550
600	15	15	15	20	15	33	33	33	35	600
650	15	15	-	20	15	-	33	33	-	650
700	15	15	-	20	15	-	33	33	-	700
800	15	15	-	20	15	-	33	33	-	800
900	15	15	-	20	15	-	33	33	-	900
1000	15	15	-	20	20	-	33	33	-	1000

PROMATECT®-30S Stalen kolommen en liggers 30 min. brandwerend

TNO 2005 - CVB - R0279 (Rev. 1)

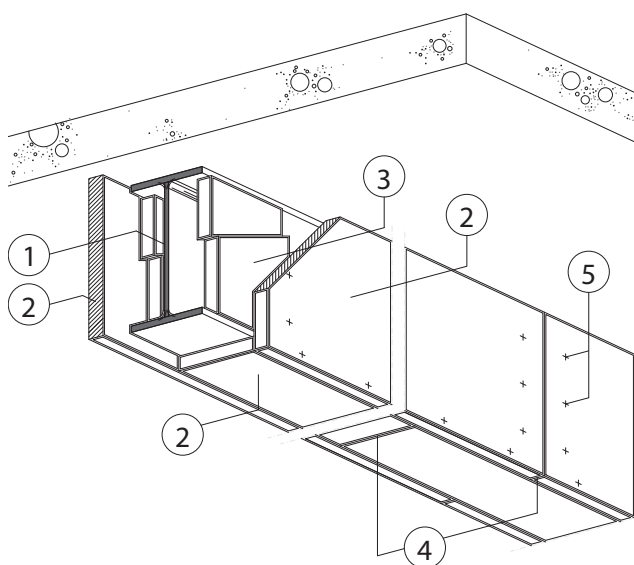


Technische toelichting:

- ① Stalen kolom
- ② PROMATECT®-30S, dikte 16 mm
- ③ Horizontale naad, alleen als de kolomhoogte de maximale plaatlengte te boven gaat (2440 mm indien de kritieke staaltemperatuur niet hoger is dan 500°C). De naden verspringen over ≥ 500 mm.
- ④ Bevestiging met stalen nieten h.o.h. 100 mm, lengte $\geq 2 \times$ plaatdikte, eindafstand 50 mm.

De bepaling van de strookbreedte is identiek aan de bepaling van de strookbreedte voor PROMATECT®-L. Zie pag. 1-27.

*) De kritieke staaltemperatuur dient conform NEN 6072 berekend te worden. Onder normale condities gaat Promat er van uit dat voor kolommen 500 °C veilig is. Indien van een concreet project bekend is dat de veilige kritieke staaltemperaturen anders zijn, dan dient daar rekening mee te worden gehouden.



Technische toelichting:

- ① Stalen ligger
- ② PROMATECT®-30S, dikte 16 mm
- ③ PROMATECT®-H klos, h.o.h. 1220 mm, de klos kan als wigklos worden uitgevoerd
 $d \geq 20$ mm
 $b = 120$ mm
- ④ Voegafstand = plaatbreedte = 1220 mm, horizontaal en vertikaal versprongen
- ⑤ Stalen nieten, h.o.h. 100 mm, lengte $\geq 2 \times$ plaatdikte

Montageaanwijzing:

Bij profielhoogtes ≥ 450 mm worden PROMATECT®-H klosversteigers toegepast, $d \geq 20$ mm, $b \geq 100$ mm of de max. beschikbare ruimte, zie pag. 1-8.

Tabel 1.9 PROMATECT® -30S KOLOMBEKLEDING; DIKTES in mm
Stalen kolommen $T_k=500^{\circ}\text{C}$; 1-, 2-, 3- en 4-zijdig bekleed
30 minuten

prof.													prof.
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	16	16	16	16	16	16	16	16	x	16	16	x	100
120	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	x	120
140	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	x	140
160	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	160
180	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	180
200	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	200
220	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	220
240	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	240
260	16	16	-	16	16	-	16	16	-	16	16	-	260
270	-	-	16	-	-	16	-	-	16	-	-	16	270
280	16	16	-	16	16	-	16	16	-	16	16	-	280
300	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	300
320	16	16	-	16	16	-	16	16	-	16	16	-	320
330	-	-	16	-	-	16	-	-	16	-	-	16	330
340	16	16	-	16	16	-	16	16	-	16	16	-	340
360	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	360
400	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	400
450	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	450
500	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	500
550	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	550
600	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	600
650	16	16	-	16	16	-	16	16	-	16	16	-	650
700	16	16	-	16	16	-	16	16	-	16	16	-	700
800	16	16	-	16	16	-	16	16	-	16	16	-	800
900	16	16	-	16	16	-	16	16	-	16	16	-	900
1000	16	16	-	16	16	-	16	16	-	16	16	-	1000

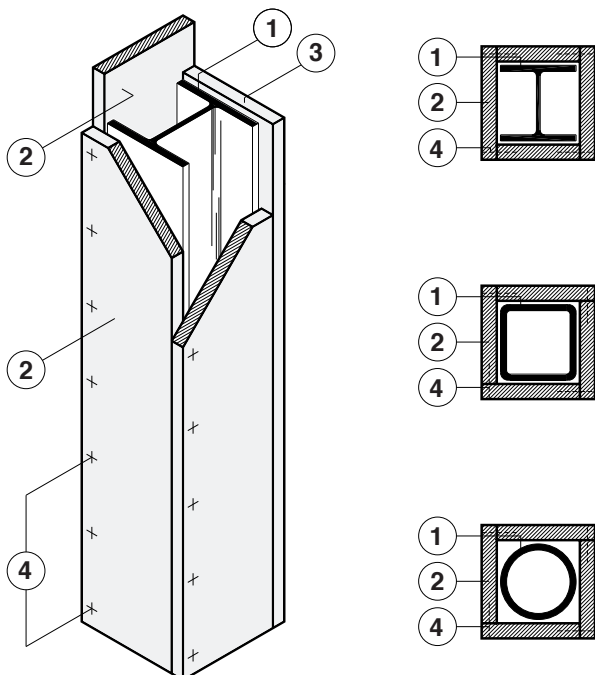
Tabel 1.10 PROMATECT® -30S LIGGERBEKLEDING; DIKTES in mm
Stalen liggers $T_k=590^{\circ}\text{C}$; 1-, 2-, en 3-zijdig bekleed
30 minuten

prof.										prof.
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	16	16	16	16	16	16	16	16	16	100
120	16	16	16	16	16	16	16	16	16	120
140	16	16	16	16	16	16	16	16	16	140
160	16	16	16	16	16	16	16	16	16	160
180	16	16	16	16	16	16	16	16	16	180
200	16	16	16	16	16	16	16	16	16	200
220	16	16	16	16	16	16	16	16	16	220
240	16	16	16	16	16	16	16	16	16	240
260	16	16	-	16	16	-	16	16	-	260
270	-	-	16	-	-	16	-	-	16	270
280	16	16	-	16	16	-	16	16	-	280
300	16	16	16	16	16	16	16	16	16	300
320	16	16	-	16	16	-	16	16	-	320
330	-	-	16	-	-	16	-	-	16	330
340	16	16	-	16	16	-	16	16	-	340
360	16	16	16	16	16	16	16	16	16	360
400	16	16	16	16	16	16	16	16	16	400
450	16	16	16	16	16	16	16	16	16	450
500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500
550	16	16	16	16	16	16	16	16	16	550
600	16	16	16	16	16	16	16	16	16	600
650	16	16	-	16	16	-	16	16	-	650
700	16	16	-	16	16	-	16	16	-	700
800	16	16	-	16	16	-	16	16	-	800
900	16	16	-	16	16	-	16	16	-	900
1000	16	16	-	16	16	-	16	16	-	1000

Stalen kolom met PROMATECT®-L 30-180 minuten

2.11

TNO 2002 - CVB - R06042



Technische toelichting:

- ① Stalen kolom
- ② PROMATECT®-L, dikte zie tabel 1.11 en 1.12
- ③ Horizontale naad, alleen als de kolomhoogte de maximale plaatlengte te boven gaat (3000 mm indien de kritieke staaltemperatuur niet hoger is dan 500°C). De naden verspringen over ≥ 500 mm.
- ④ Bevestiging:
Stalen nieten, h.o.h. 100 mm
 lengte $\geq 2 \times$ plaatdikte
 eindafstand 50 mm

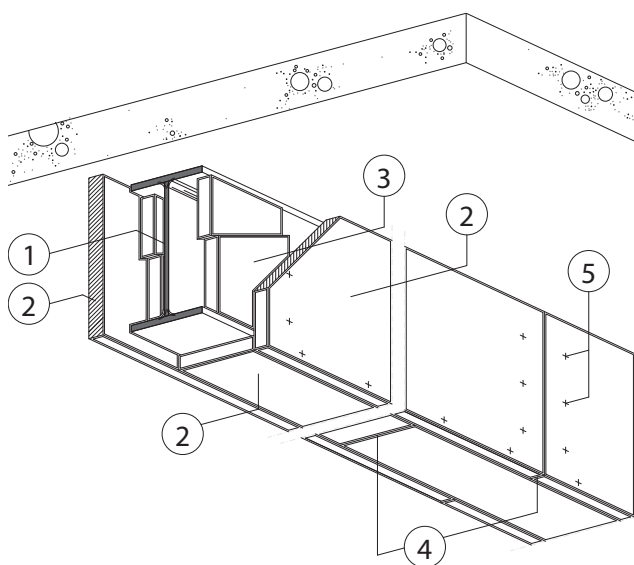
De bepaling van de strookbreedte kan gevonden worden in de zaagschema's in dit hoofdstuk pag. 1-27.

*) De kritieke staaltemperatuur dient conform NEN 6072 berekend te worden. Onder normale condities gaat Promat er van uit dat voor kolommen 500 °C veilig is. Indien van een concreet project bekend is dat de veilige kritieke staaltemperaturen anders zijn, dan dient daar rekening mee te worden gehouden.

Stalen ligger met PROMATECT®-L 30-180 minuten

2.12

TNO 2002 - CVB - R06042



Technische toelichting:

- ① Stalen ligger
- ② PROMATECT®-L, dikte zie tabel 1.13 en 1.14
- ③ PROMATECT®-L klos, h.o.h. 1200 mm, de klos kan als wigklos worden uitgevoerd
 $d = \geq 20$ mm
 $b = 120$ mm
- ④ Voegafstand = plaatbreedte = 1200 mm, horizontaal en vertikaal versprongen
- ⑤ Stalen nieten, h.o.h. 100 mm, lengte $\geq 2 \times$ plaatdikte

Montageaanwijzing:

Bij profielhoogtes ≥ 450 mm worden PROMATECT®-L klosversteigers toegepast, $d \geq 20$ mm, $b \geq 100$ mm of de max. beschikbare ruimte, zie pag. 1-8.

Tabel 1.11 PROMATECT®-L KOLOMBEKLEDING; DIKTES in mm: 30 minuten altijd 15 mm

Stalen kolommen $T_k=500^{\circ}\text{C}$; 1-, 2-zijdig bekleed

prof.	60 minuten						90 minuten						120 minuten						prof.
																			
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	15	15	15	15	15	25	15	15	20	25	20	35	25	20	25	35	30	50	100
120	15	15	15	15	15	20	15	15	15	25	20	35	20	20	20	35	30	45	120
140	15	15	15	15	15	20	15	15	15	25	20	35	20	15	20	35	25	45	140
160	15	15	15	15	15	20	15	15	15	25	20	30	20	15	20	30	25	40	160
180	15	15	15	15	15	20	15	15	15	20	15	30	20	15	15	30	25	40	180
200	15	15	15	15	15	20	15	15	15	20	15	30	20	15	15	30	20	40	200
220	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	25	15	15	15	25	20	35	220
240	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	25	15	15	15	25	20	35	240
260	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	15	-	15	15	-	25	20	-	260
270	-	-	15	-	-	15	-	-	15	-	-	25	-	-	15	-	-	35	270
280	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	25	20	-	280
300	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	25	15	15	15	20	15	30	300
320	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	15	-	320
330	-	-	15	-	-	15	-	-	15	-	-	20	-	-	15	-	-	30	330
340	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	15	-	340
360	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	15	15	20	15	30	360
400	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	15	15	20	15	25	400
450	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	15	15	20	15	25	450
500	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	15	15	15	15	25	500
550	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	25	550
600	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	600
650	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	650
700	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	700
800	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	800
900	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	900
1000	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	1000

Tabel 1.12 PROMATECT® -L KOLOMBEKLEDING; DIKTES in mm: 30 minuten IPE100 4-zijdig 20 mm, rest altijd 15 mm

Stalen kolommen $T_k=500^{\circ}\text{C}$; 3- of 4-zijdig bekleed

prof.	60 minuten						90 minuten						120 minuten						prof.
																			
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	20	20	30	25	25	35	35	30	45	40	35	50	45	40	60	55	50	60	100
120	20	20	30	25	25	35	35	30	45	40	35	50	45	40	60	55	45	60	120
140	20	15	30	25	20	35	30	25	45	40	35	45	45	35	55	50	45	60	140
160	20	15	30	25	20	30	30	25	40	35	30	45	40	35	55	50	40	60	160
180	20	15	30	25	20	30	30	25	40	35	30	45	40	30	55	50	40	55	180
200	20	15	25	25	20	30	30	20	40	35	25	45	40	30	50	45	35	55	200
220	15	15	25	20	15	30	25	20	40	35	25	40	35	30	50	45	35	55	220
240	15	15	25	20	15	25	25	20	35	30	25	40	35	25	50	40	35	55	240
260	15	15	-	20	15	-	25	20	-	30	25	-	35	25	-	40	35	-	260
270	-	-	25	-	-	25	-	-	35	-	-	40	-	-	45	-	-	50	270
280	15	15	-	20	15	-	25	20	-	30	25	-	30	25	-	40	30	-	280
300	15	15	20	20	15	25	20	20	35	30	25	40	30	25	45	40	30	50	300
320	15	15	-	15	15	-	20	15	-	25	20	-	30	25	-	35	30	-	320
330	-	-	20	-	-	25	-	-	35	-	-	35	-	-	45	-	-	50	330
340	15	15	-	15	15	-	20	15	-	25	20	-	30	25	-	35	30	-	340
360	15	15	20	15	15	25	20	15	30	25	20	35	30	25	40	35	30	45	360
400	15	15	20	15	15	20	20	15	30	25	20	35	25	25	40	35	30	45	400
450	15	15	20	15	15	20	20	15	30	25	20	35	25	25	40	30	25	45	450
500	15	15	20	15	15	20	20	15	30	25	20	30	25	20	35	30	25	40	500
550	15	15	15	15	15	20	20	15	25	20	20	30	25	25	35	30	25	40	550
600	15	15	15	15	15	20	20	15	25	20	20	30	25	25	35	30	25	40	600
650	15	15	-	15	15	-	20	15	-	20	20	-	25	25	-	30	25	-	650
700	15	15	-	15	15	-	20	15	-	20	20	-	25	25	-	30	25	-	700
800	15	15	-	15	15	-	20	15	-	20	20	-	25	25	-	30	25	-	800
900	15	15	-	15	15	-	20	15	-	20	20	-	25	25	-	30	25	-	900
1000	15	15	-	15	15	-	20	15	-	20	20	-	25	25	-	30	25	-	1000

Tabel 1.13 PROMATECT® -L LIGGERBEKLEDING; DIKTES in mm: 30 minuten altijd 15 mm
Stalen liggers $T_k=590^{\circ}\text{C}$; 1-, 2-zijdig bekleed

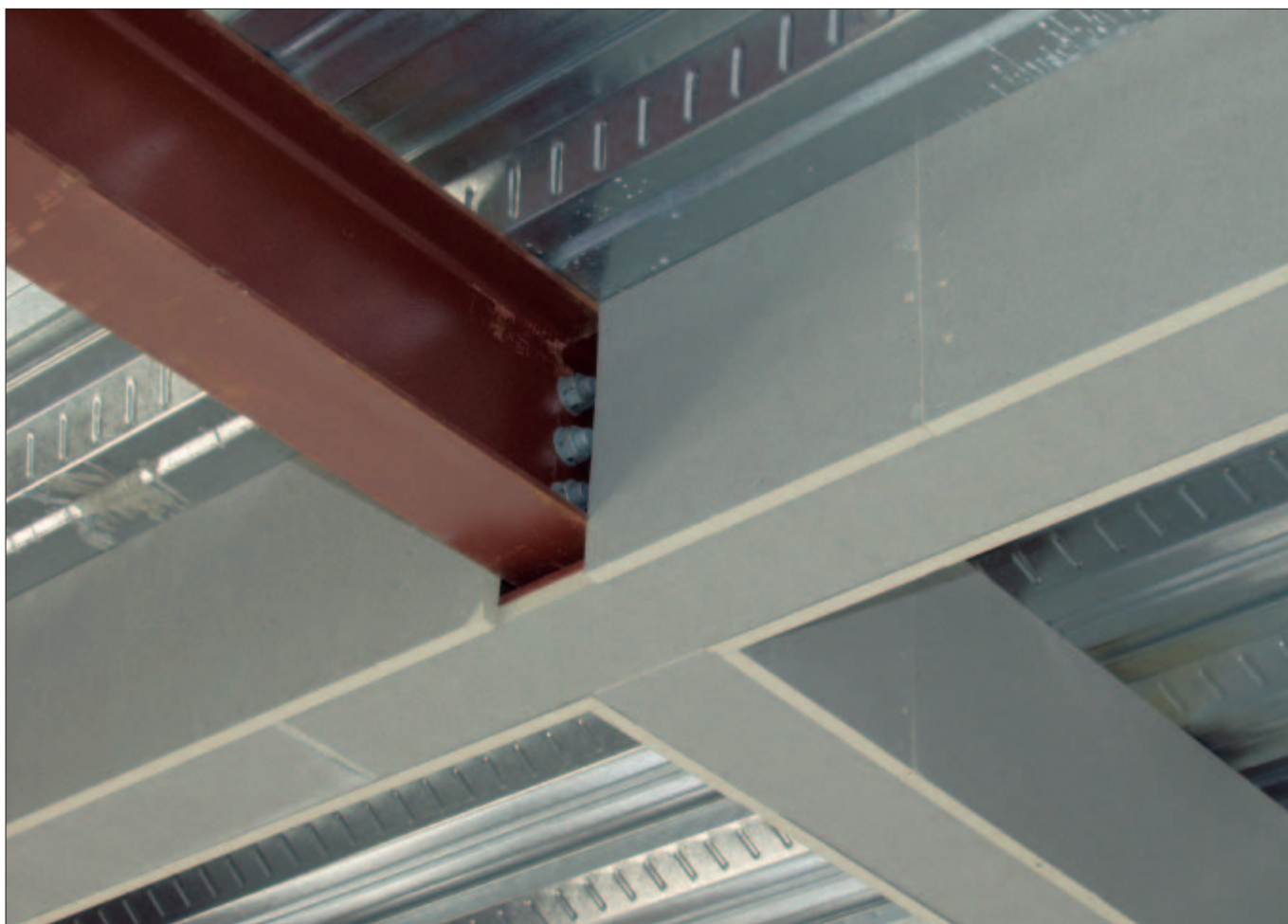
	60 minuten						90 minuten						120 minuten						
prof.																			
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	15	15	15	15	15	20	15	15	15	20	15	30	20	15	20	35	30	50	100
120	15	15	15	15	15	20	15	15	15	20	15	30	20	15	15	35	30	45	120
140	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	25	15	15	15	35	25	45	140
160	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	25	15	15	15	30	25	40	160
180	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	25	15	15	15	30	25	40	180
200	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	15	15	30	20	40	200
220	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	15	15	25	20	35	220
240	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	15	15	25	20	35	240
260	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	25	20	-	260
270	-	-	15	-	-	15	-	-	15	-	-	20	-	-	15	-	-	35	270
280	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	25	20	-	280
300	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	15	15	20	15	30	300
320	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	15	-	320
330	-	-	15	-	-	15	-	-	15	-	-	20	-	-	15	-	-	30	330
340	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	20	15	-	340
360	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	30	360
400	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	25	400
450	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	15	25	450
500	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	25	500
550	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	25	550
600	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	20	600
650	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	650
700	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	700
800	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	800
900	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	900
1000	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	15	15	-	1000

Tabel 1.14 PROMATECT® -L LIGGERBEKLEDING; DIKTES in mm: 30 minuten altijd 15 mm
Stalen liggers $T_k = 590^{\circ}\text{C}$; 3-zijdig bekleed

	60 minuten			90 minuten			120 minuten			
prof.										prof.
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	20	15	25	25	25	40	35	35	50	100
120	20	15	25	25	25	40	35	30	50	120
140	15	15	25	25	20	35	35	30	50	140
160	15	15	25	25	20	35	35	25	45	160
180	15	15	20	25	20	35	35	25	45	180
200	15	15	20	25	15	30	30	25	45	200
220	15	15	20	20	15	30	30	25	40	220
240	15	15	20	20	15	30	25	20	40	240
260	15	15	-	20	15	-	25	20	-	260
270	-	-	20	-	-	30	-	-	40	270
280	15	15	-	20	15	-	25	20	-	280
300	15	15	20	20	15	30	25	20	35	300
320	15	15	-	15	15	-	25	20	-	320
330	-	-	15	-	-	25	-	-	35	330
340	15	15	-	15	15	-	25	20	-	340
360	15	15	15	15	15	25	20	20	35	360
400	15	15	15	15	15	25	20	20	35	400
450	15	15	15	15	15	25	20	20	35	450
500	15	15	15	15	15	20	20	20	30	500
550	15	15	15	15	15	20	20	20	30	550
600	15	15	15	15	15	20	20	20	25	600
650	15	15	-	15	15	-	20	20	-	650
700	15	15	-	15	15	-	20	20	-	700
800	15	15	-	15	15	-	20	20	-	800
900	15	15	-	15	15	-	20	20	-	900
1000	15	15	-	15	15	-	20	20	-	1000

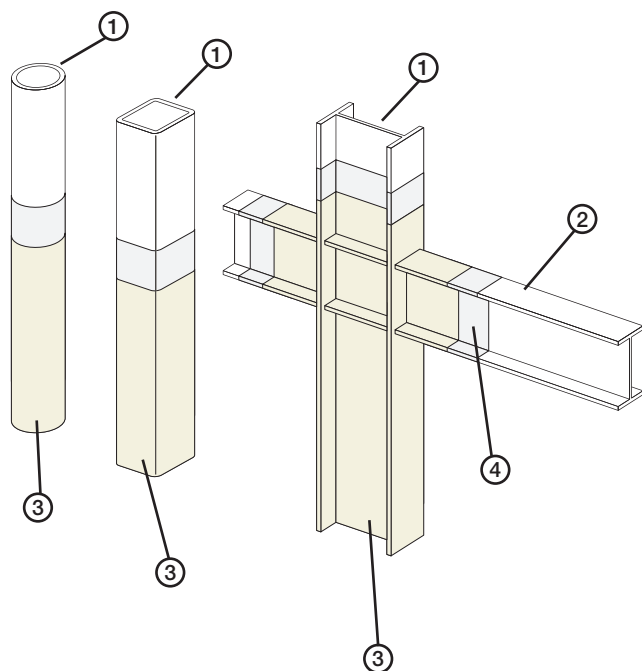


Brandwerend beklede draagconstructie met PROMATECT® -H



PROMAPYR® -350 brandwerende liggebekleding tijdens de montage

TNO 2003 - CVB - R0124



Technische toelichting:

- ① en ② Staalprofiel, kolom of ligger
- ③ Staalprofiel behandeld met PROMAPAIN[®]-SC, zie tabellen
- ④ Primer, zowel met oplosmiddel als oplosmiddelhoudend is getest

Technische beschrijving

PROMAPAIN[®]-SC is een intumescerende verf om de brandwerendheid van kolommen en liggers te vergroten. Het aanbrengen van de verf mag alleen geschieden door montagebedrijven die door Promat zijn opgeleid. Alleen voor gebruik binnen. Niet geschikt voor bouwdelen die continu aan agressieve gassen of hoge luchtvochtigheid worden blootgesteld.

Het PROMAPAIN[®]-SC systeem bestaat uit:

- Primer ZP10 of de watergedragen primer
- De intumescerende verflaag
- De topcoating PU

Er dient gecontroleerd te worden of de benodigde dikte is aangehouden. De topcoat dient in goede conditie te blijven. De ondergrond moet vrij van roest, vuil en vet zijn. Los zittende oude verven dienen volledig verwijderd te worden. Bij het aanbrengen mag de temperatuur niet onder de 10°C of boven de 40°C zijn. Extreme zonnestraling en condenswater is bij het aanbrengen niet toegestaan.

PROMAPAIN[®]-SC kan met kwast, roller of spuit worden aangebracht. De laagdikte die in één gang kan worden aangebracht is afhankelijk van de wijze van aanbrengen, de temperatuur, de luchtvochtigheid en de vloeibaarheid (de verf kan met max. 5% water worden verdund). Globaal bij aanbrengen met de kwast max. 0,8 mm en bij spuiten max. 1,1 mm. Voor het aanbrengen de verwerkingsvoorschriften bij Promat aanvragen.

Voor de benodigde laagdikte zie tabel

Kleur	Wit
Consistentie	Vloeibaar
Soortelijk gewicht (DIN 53127)	1,4 ± 0,2 g/cm ³
Vaste stof gehalte (DIN 53189)	Ca. 67%
Mate van brandbaarheid (DIN 4102)	B1
Stabiliteit (DIN 55677)	Ca. 1,0 mm
Verwerkingstemperatuur	10°C tot 40°C
Verbruik (DIN 53220)	2,1 kg/m ² (1 mm droog)
Doornflexibiliteit	25 ISO 1519
Expansievermogen	Ca. 1 : 25
Viscositeit (ISO 2555)	20 Pa.s
Droogtijd	Na 6 uur greepvast (afhankelijk van het klimaat)
Sluitdroogtijd	Ca. 1 mm/24 h
Verdunding	Water

Tabel 1.15 PROMAPAIN[®] -SC KOLOMBESCHERMING; DIKTES in mm (droog)
Stalen kolommen $T_k=500^{\circ}\text{C}$; 1-, 2-zijdig beschermd

prof.	30 minuten						60 minuten						prof.
													
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	1,2	1,2	0,8	1,2	x	2,4	x	100
120	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,2	x	1,8	x	120
140	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	x	1,8	x	140
160	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	1,8	x	160
180	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	1,8	x	180
200	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	1,8	x	200
220	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,2	x	220
240	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,2	2,4	240
260	0,4	0,4	-	0,8	0,4	-	0,8	0,8	-	1,8	1,2	-	260
270	-	-	0,4	-	-	0,8	-	-	0,8	-	-	2,4	270
280	0,4	0,4	-	0,8	0,4	-	0,8	0,8	-	1,8	1,2	-	280
300	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,2	2,4	300
320	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	1,2	1,2	-	320
330	-	-	0,4	-	-	0,8	-	-	0,8	-	-	1,8	330
340	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	1,2	1,2	-	340
360	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,8	360
400	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,8	400
450	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,8	450
500	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,8	500
550	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,2	550
600	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	600
650	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	650
700	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	700
800	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	800
900	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	900
1000	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	1000

Tabel 1.16 PROMAPAIN[®] -SC KOLOMBESCHERMING; DIKTES in mm (droog)
Stalen kolommen $T_k=500^{\circ}\text{C}$; 3- of 4-zijdig beschermd

prof.	30 minuten						60 minuten						prof.
													
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	1,2	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	x	x	x	x	x	x	100
120	1,2	0,8	1,2	1,2	1,2	1,2	x	x	x	x	x	x	120
140	1,2	0,8	1,2	1,2	0,8	1,2	x	x	x	x	x	x	140
160	1,2	0,8	1,2	1,2	0,8	1,2	x	x	x	x	x	x	160
180	0,8	0,8	1,2	1,2	0,8	1,2	x	x	x	x	x	x	180
200	0,8	0,8	1,2	1,2	0,8	1,2	x	2,4	x	x	x	x	200
220	0,8	0,8	1,2	1,2	0,8	1,2	x	2,4	x	x	x	x	220
240	0,8	0,8	1,2	0,8	0,8	1,2	x	2,4	x	x	x	x	240
260	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	x	2,4	-	x	x	-	260
270	-	-	1,2	-	-	1,2	-	-	x	-	-	x	270
280	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	x	2,4	-	x	2,4	-	280
300	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	x	1,8	x	x	2,4	x	300
320	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	2,4	1,8	-	x	2,4	-	320
330	-	-	0,8	-	-	1,2	-	-	x	-	-	x	330
340	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	2,4	1,8	-	x	2,4	-	340
360	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	2,4	1,8	x	x	2,4	x	360
400	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,8	x	2,4	1,8	x	400
450	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,8	x	2,4	1,8	x	450
500	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,8	x	2,4	1,8	x	500
550	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,8	2,4	2,4	1,8	x	550
600	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,8	2,4	2,4	1,8	x	600
650	0,8	0,4	-	0,8	0,8	-	1,8	1,8	-	1,8	1,8	-	650
700	0,8	0,4	-	0,8	0,8	-	1,8	1,2	-	1,8	1,8	-	700
800	0,8	0,4	-	0,8	0,8	-	1,8	1,2	-	1,8	1,8	-	800
900	0,8	0,4	-	0,8	0,8	-	1,8	1,2	-	1,8	1,8	-	900
1000	0,8	0,4	-	0,8	0,8	-	1,8	1,2	-	1,8	1,8	-	1000

Tabel 1.17 PROMAPAIN[®] -SC LIGGERBESCHERMING; DIKTES in mm (droog)

Stalen liggers T_k=590°C; 1-, 2- en 3-zijdig beschermd

prof.	30 minuten									60 minuten									prof.
																			
nr.	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	HEA	HEB	IPE	nr.
100	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,8	2,4	x	2,4	x	100
120	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,2	2,4	x	2,4	x	120
140	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,2	2,4	x	1,8	x	140
160	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,2	1,8	2,4	1,8	x	160
180	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,8	1,2	1,8	2,4	1,8	x	180
200	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,8	2,4	1,8	x	200
220	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,8	2,4	1,8	x	220
240	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,8	1,8	1,8	x	240
260	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,4	-	0,8	0,8	-	1,2	0,8	-	1,8	1,2	-	260
270	-	-	0,4	-	-	0,4	-	-	0,8	-	-	0,8	-	-	1,8	-	-	2,4	270
280	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,4	-	0,8	0,8	-	1,2	0,8	-	1,8	1,2	-	280
300	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	0,8	1,8	1,8	1,2	2,4	300
320	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	1,8	1,2	-	320
330	-	-	0,4	-	-	0,4	-	-	0,8	-	-	0,8	-	-	1,2	-	-	2,4	330
340	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	1,8	1,2	-	340
360	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	1,8	1,2	2,4	360
400	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,8	400
450	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,8	450
500	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,2	1,8	500
550	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,8	550
600	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1,2	1,2	1,8	600
650	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	1,2	1,2	-	650
700	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	1,2	0,8	-	700
800	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	1,2	0,8	-	800
900	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	1,2	0,8	-	900
1000	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,4	0,4	-	0,8	0,8	-	0,8	0,8	-	1,2	0,8	-	1000



Tabel 1.18 BEKLEDINGSDIKTES OP BASIS VAN DE PROFIELFACTOR

PROMATECT® -H Toepassing: Kolommen - plaatlengten tot en met 3000 mm

Tk = 500 °C

Dikte bepaling conform volgende criteria : - TNO rapport 97-CVB-R0707 [Rev.1] - Conform NEN 6072

Bekledingsdikte [mm]	12	15	18	20	25	27	30	32	33	35	36	37	38	40	43	45	50
Brw.tijd / Pi - factor																	
30 min.	≤ 275																
60 min.	≤ 94	≤ 124	≤ 162	≤ 194	≤ 275												
90 min.	≤ 53	≤ 68	≤ 85	≤ 97	≤ 137	≤ 158	≤ 202	≤ 247	≤ 275								
120 min.	--	≤ 46	≤ 56	≤ 64	≤ 84	≤ 94	≤ 112	≤ 126	≤ 133	≤ 152	≤ 164	≤ 177	≤ 193	≤ 239	≤ 275		
150 min.	--	--	≤ 41	≤ 46	≤ 60	≤ 67	≤ 77	≤ 84	≤ 89	≤ 98	≤ 103	≤ 108	≤ 114	≤ 127	≤ 154	≤ 181	≤ 275
180 min.	--	--	--	--	≤ 47	≤ 51	≤ 58	≤ 63	≤ 66	≤ 72	≤ 75	≤ 78	≤ 81	≤ 89	≤ 102	≤ 112	≤ 152

PROMATECT® -H Toepassing: Liggers - 1, 2 en 3 zijdige aanstraling

Tk = 590 °C

Dikte bepaling conform volgende criteria : - TNO rapport 97-CVB-R0707 [Rev.1] - Conform NEN 6072

Bekledingsdikte [mm]	12	15	18	20	25	27	30	32	33	35	36	37	38	40	43	45	50
Brw.tijd / Pi - factor																	
30 min.	≤ 275																
60 min.	≤ 120	≤ 161	≤ 213	≤ 261	≤ 275												
90 min.	≤ 67	≤ 86	≤ 108	≤ 124	≤ 179	≤ 210	≤ 275										
120 min.	≤ 45	≤ 57	≤ 70	≤ 80	≤ 107	≤ 121	≤ 145	≤ 165	≤ 177	≤ 206	≤ 225	≤ 248	≤ 275				
150 min.	--	≤ 42	≤ 51	≤ 58	≤ 76	≤ 84	≤ 98	≤ 108	≤ 114	≤ 126	≤ 133	≤ 141	≤ 150	≤ 171	≤ 217	≤ 275	
180 min.	--	--	≤ 40	≤ 45	≤ 58	≤ 64	≤ 73	≤ 80	≤ 83	≤ 91	≤ 95	≤ 99	≤ 104	≤ 115	≤ 134	≤ 150	≤ 222

PROMATECT® -L Toepassing: Kolommen - plaatlengten tot en met 3000 mm (15 mm 2500 mm)

Tk = 500 °C

Dikte bepaling conform volgende criteria : - TNO rapport 2002-CVB-R06042 - Conform NEN 6072

Bekledingsdikte [mm]	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Brw.tijd / Pi - factor										
30 min.	≤ 280	≤ 320								
60 min.	≤ 100	≤ 140	≤ 188	≤ 251	≤ 320					
90 min.	≤ 58	≤ 79	≤ 102	≤ 129	≤ 161	≤ 202	≤ 260	≤ 320		
120 min.	≤ 40	≤ 54	≤ 69	≤ 85	≤ 103	≤ 124	≤ 149	≤ 183	≤ 227	≤ 310
180 min.	--	--	≤ 41	≤ 49	≤ 59	≤ 69	≤ 79	≤ 92	≤ 105	≤ 122

PROMATECT® -L Toepassing: Liggers - 1, 2 en 3 zijdige aanstraling

Tk = 590 °C

Dikte bepaling conform volgende criteria : - TNO rapport 2002-CVB-R06042 - Conform NEN 6072

Bekledingsdikte [mm]	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Brw.tijd / Pi - factor										
30 min.	≤ 320									
60 min.	≤ 135	≤ 192	≤ 263	≤ 320						
90 min.	≤ 77	≤ 105	≤ 138	≤ 176	≤ 224	≤ 290	≤ 320			
120 min.	≤ 53	≤ 71	≤ 91	≤ 113	≤ 139	≤ 170	≤ 208	≤ 261	≤ 320	
180 min.	--	≤ 42	≤ 53	≤ 64	≤ 76	≤ 90	≤ 106	≤ 123	≤ 143	≤ 169

PROMAPYR® -350 Toepassing: Liggers - 1, 2 en 3-zijdige aanstraling, plaatlengten 1200 mm

Tk = 575 °C

Dikte bepaling conform volgende criteria : - TNO rapport 2002-CVB-R06042 - Conform NEN 6072

Bekledingsdikte [mm]	15	20	33
Brw.tijd / Pi - factor			
30 min.	≤ 275		
60 min.	≤ 154	≤ 230	≤ 275
90 min.	≤ 88	≤ 123	≤ 209
120 min.	≤ 61	≤ 80	≤ 128
180 min.	--	--	≤ 72

PROMAPAINTE® -SC Toepassing: Kolommen

Tk = 500 °C

Dikte bepaling conform volgende criteria : - TNO rapport 2003-CVB-R0124 - Conform NEN 6072

Bekledingsdikte [mm]	0,4	0,8	1,2	1,8	2,4
Brw.tijd / Pi - factor					
30 min.	≤ 75	≤ 190	≤ 450		
60 min.	--	≤ 50	≤ 72	≤ 101	≤ 125
90 min.	--	--	--	≤ 55	≤ 67

PROMAPAINTE® -SC Toepassing: Liggers 1, 2 en 3-zijdige aanstraling

Tk = 590 °C

Dikte bepaling conform volgende criteria : - TNO rapport 2003-CVB-R0124 - Conform NEN 6072

Bekledingsdikte [mm]	0,4	0,8	1,2	1,8	2,4
Brw.tijd / Pi - factor					
30 min.	≤ 120	≤ 450			
60 min.	--	≤ 72	≤ 106	≤ 155	≤ 198
90 min.	--	--	≤ 56	≤ 77	≤ 95

PROMATECT® -30S Toepassing: Kolommen

Tk = 500 °C

Dikte bepaling conform volgende criteria : - TNO rapport 2005-CVB-R0279 - Conform NEN 6072

Bekledingsdikte [mm]	16
Brw.tijd / Pi - factor	
30 min.	≤ 246

PROMATECT® -30S Toepassing: Liggers 1, 2 en 3-zijdige aanstraling

Tk = 590 °C

Dikte bepaling conform volgende criteria : - TNO rapport 2005-CVB-R0279] - Conform NEN 6072

Bekledingsdikte [mm]	16
Brw.tijd / Pi - factor	
30 min.	≤ 315

Tabel 1.19 PROFIELFACTOREN KOKERVORMIGE BEKLEDING

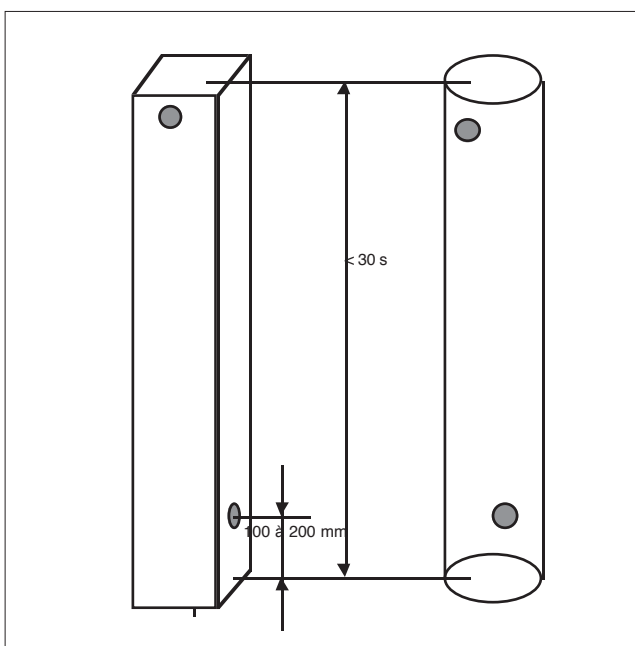
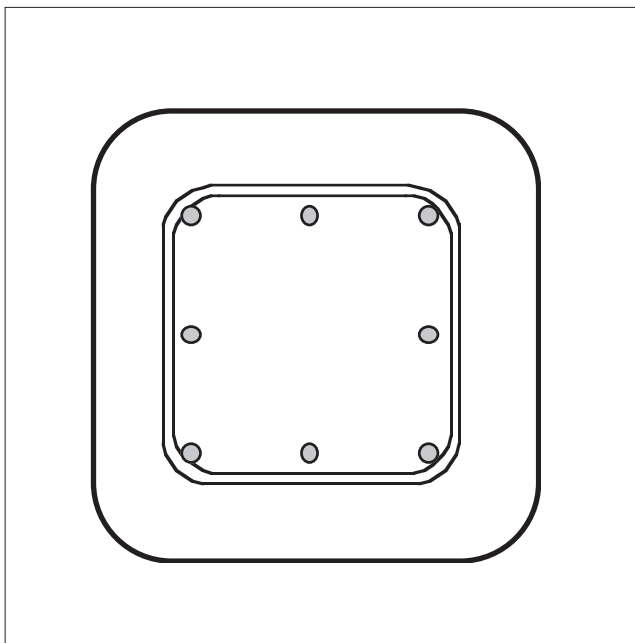
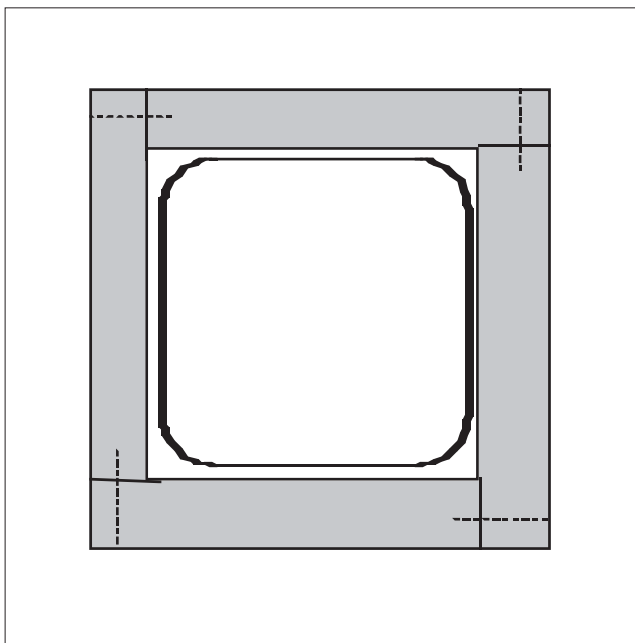
VOOR PROMATECT® -H, PROMATECT® -30S, PROMATECT® -L en PROMAPYR® -350

PROFIEL	4-ZIJDIG				3-ZIJDIG				2-ZIJDIG				1-ZIJDIG				PROFIEL
	HEA	HEB	IPE	UNP	INP	HEA	HEB	IPE	UNP	INP	HEA	HEB	IPE	UNP	INP	HEA	
																	
80	-	-	330	227	322	-	-	270	225	186	155	267	217	-	161	-	80
100	185	154	301	222	283	138	115	248	204	185	148	236	189	92	142	55	100
120	185	141	279	206	251	138	106	230	188	174	135	210	166	92	125	54	120
140	174	130	260	196	226	129	98	215	174	167	127	190	149	87	113	50	140
160	161	118	241	188	205	120	88	200	161	160	121	173	135	80	103	46	160
180	155	110	227	179	188	115	83	189	151	154	114	158	123	77	94	44	180
200	145	102	211	171	174	108	77	175	140	148	109	147	114	72	87	41	200
220	134	97	198	160	161	100	73	165	132	139	102	136	105	67	81	38	220
240	122	91	184	154	150	91	68	153	123	134	97	127	98	61	75	34	240
260	118	88	-	145	140	88	66	-	-	126	91	119	91	59	70	33	260
270	-	-	176	-	-	-	-	147	118	-	-	-	-	-	-	-	270
280	113	85	-	141	131	84	64	-	-	123	88	111	85	57	65	31	280
300	105	80	167	136	123	78	60	139	112	119	85	105	80	52	62	29	300
320	98	77	-	111	116	74	58	-	-	98	69	99	75	49	58	27	320
330	-	-	157	-	-	-	-	131	104	-	-	-	-	-	-	-	330
340	94	75	-	-	110	72	57	-	-	-	-	94	71	47	55	25	340
350	-	-	-	116	-	-	-	-	-	103	71	-	-	-	-	-	350
360	91	73	146	-	104	70	56	122	96	-	-	89	67	46	52	23	360
380	-	-	-	120	99	-	-	-	-	107	73	85	63	-	49	-	380
400	87	71	137	111	94	68	56	116	90	99	68	81	60	43	47	21	400
425	-	-	-	-	89	-	-	-	-	-	-	77	57	-	45	-	425
450	83	69	136	-	84	66	55	116	88	-	-	73	54	42	42	19	450
475	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	-	69	51	-	40	-	475
500	80	67	121	-	77	65	54	103	78	-	-	66	49	40	38	18	500
550	79	67	113	-	71	65	55	98	72	-	-	61	45	40	35	16	550
600	79	67	105	-	64	65	56	91	67	-	-	56	41	39	32	15	600
650	78	66	-	-	-	65	56	-	-	-	-	-	-	39	33	13	650
700	76	65	-	-	-	64	55	-	-	-	-	-	-	38	33	12	700
800	76	66	-	-	-	66	57	-	-	-	-	-	-	38	33	11	800
900	74	65	-	-	-	65	57	-	-	-	-	-	-	37	32	10	900
1000	74	65	-	-	-	66	58	-	-	-	-	-	-	37	33	9	1000

Tabel 1.20 PROFIELFACTOREN PROFIELVOLGENDE BEKLEDING

VOOR PROMAPAINT® -SC

PROFIEL	4-ZJDIG					3-ZJDIG					2-ZJDIG					1-ZJDIG					PROFIEL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
	HEA	HEB	IPE	UNP	INP	HEA	HEB	IPE	UNP	INP	HEA	HEB	IPE	UNP	INP	HEA	HEB	IPE	UNP	INP																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														



Gedrag bij brand van stalen kokerprofielen, met en zonder betonvulling

Inleiding

De brandwerendheid van kokerprofielen zonder wapening kan beoordeeld worden op de wijze die hiervoor uiteen gezet is. Globaal is de P_i factor $100/t$, waarin t de wanddikte van het profiel in cm. Om de gedachte te bepalen een voorbeeld.

Voorbeeld

stalen koker $200 \times 200 \times 6,3$ mm

$$P_i = 100/0,63 = 159 \text{ m}^{-1}.$$

Om dit profiel als kolom 60 minuten brandwerend uit te voeren is een bekleding van PROMATECT®-H in een dikte van 18 mm nodig, zie tabel 1.18.

Bij een belastinggraad van 60% is de brandwerendheid van een ongefulde en niet beklede koker ca. 12 minuten, (zie ook fig. 3 van CUR rapport 6 deel 2). Indien het staalprofiel gevuld wordt met ongewapend beton, dan zal de brandwerendheid ca. 35 minuten bedragen. Zie figuur 4 van bovengenoemd rapport.

Een echte verbetering wordt verkregen indien in het kokerprofiel gewapend beton wordt aangebracht. Met bovengenoemd rapport is een brandwerendheid van 60 minuten zeker haalbaar. Zie hoofdstuk 3 van het rapport.

Aanvullende bepalingen

De wapeningsdekking van het beton moet ca. 15 mm bedragen voor kokers 180×180 tot ca. 30 mm bij kokers 400×400 mm.

Het benodigde aantal langswapeningsstaven bedraagt 8.

Er moet voorkomen worden dat zich bij brand in de kolom een druk opbouwt. Daartoe moet het kokerprofiel voordat deze met beton gevuld wordt, op een afstand van 100 à 200 mm vanaf elk van de kolomeinden van een gat met een diameter van 10 à 15 mm worden voorzien.

Bij kolomlengten groter dan $30 \times$ de dwarsafmeting moeten gaten worden aangebracht op een afstand van de kolommen die kleiner dan $30 \times$ de dwarsafmeting is. De maximale afstand bij het bovengenoemde profiel $200 \times 200 \times 6,3$ mm is $30 \times 0,2$ meter = 6 meter.

Betonsamenstelling

- de grootste korrelafmeting van het toeslagmateriaal mag niet groter zijn dan $\frac{3}{4} \times$ de vrije ruimte tussen binnenzijde van het kokerprofiel en de beugelwapening
- consistentiegebied met zetmaat = 80 mm

Controle

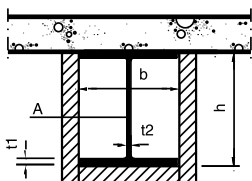
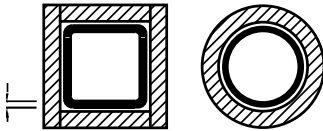
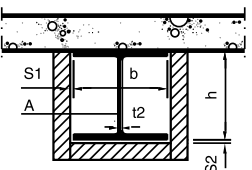
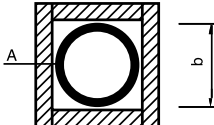
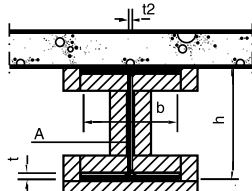
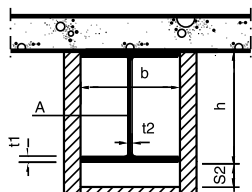
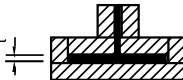
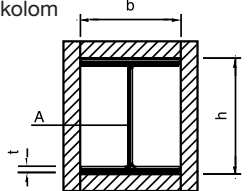
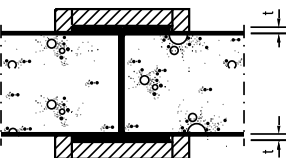
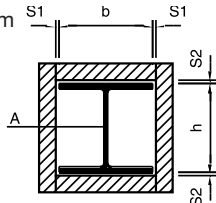
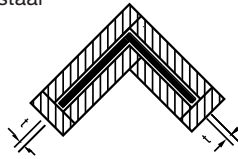
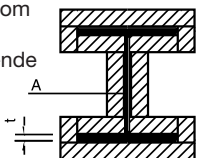
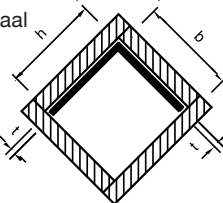
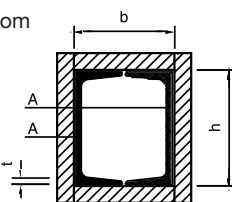
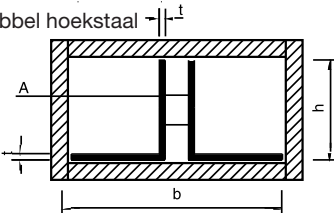
Holle ruimten of grindnesten in het beton kunnen de brandwerendheid van het gevulde kokerprofiel negatief beïnvloeden. Dergelijke gebreken kunnen worden opgespoord door de buis systematisch te bekloppen met een hamer.

Indien een slechte plaats wordt gevonden, dan ter plaatse een gat in de buis boren en de holle ruimte vullen door injecteren met een cementmortel.

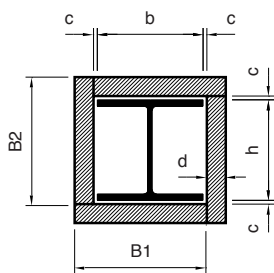


Voor bijzondere kolommen die buiten de standaardtabellen vallen zijn geteste oplossingen die specifiek geadviseerd worden.

Overzicht veelvoorkomende P_i factoren

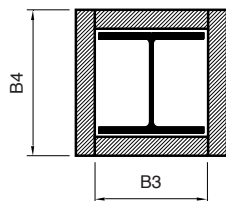
Constructiegegevens b, h en t in cm oppervlakte A in cm ² profielvolgende omtrek (PVO) in m ² /m	Bekleding	P_i m ⁻¹	Constructiegegevens b, h en t in cm oppervlakte A in cm ² profielvolgende omtrek (PVO) in m ² /m	Bekleding	P_i m ⁻¹
ligger 	3-zijdig	$\frac{2h + b}{A} \cdot 10^2$	kokerprofielen, kolommen 	4-zijdig	$\frac{100}{t}$
ligger 	3-zijdig	$\frac{2h + b}{A} \cdot 10^2$	kokerprofielen, kolommen 	4-zijdig	$\frac{4b}{A} \cdot 10^2$
ligger 	3-zijdig	$\frac{PVO - \frac{b}{10^2}}{A} \cdot 10^2$ of $\frac{200}{t_1}$	platstaal 	4-zijdig	$\frac{200}{t}$
ligger 	3-zijdig	$\frac{2h + b + S2}{A} \cdot 10^2$	flens 	4-zijdig	$\frac{200}{t}$
ligger of kolom 	4-zijdig	$\frac{2b + 2h}{A} \cdot 10^2$	flens 	eenzijdig	$\frac{100}{t}$
ligger of kolom 	4-zijdig	$\frac{2b + 2h}{A} \cdot 10^2$	hoekstaal 	4-zijdig	$\frac{200}{t}$
ligger of kolom profielvolgende omtrek (PVO) 	4-zijdig	$\frac{PVO}{A} \cdot 10^2$ of $\frac{200}{t_1}$	hoekstaal 	4-zijdig	$\frac{2b + 2h}{A} \cdot 10^2$
ligger of kolom 	4-zijdig	$\frac{2b + 2h}{A} \cdot 10^2$	dubbel hoekstaal 	4-zijdig	$\frac{2b + 2h}{A} \cdot 10^2$

Zaagschema's



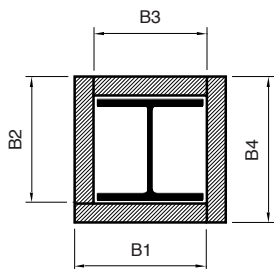
Aantal Maat

$$\begin{array}{ll} 2 & B1 = b + 2c + d \\ 2 & B2 = h + 2c + d \end{array}$$



Aantal Maat

$$\begin{array}{ll} 2 & B3 = b + 2c \\ 2 & B4 = h + 2(c + d) \end{array}$$



Aantal Maat

$$\begin{array}{ll} 1 & B1 = b + 2c + d \\ 1 & B2 = h + 2c + d \\ 1 & B3 = b + 2c \\ 1 & B4 = h + 2(c + d) \end{array}$$

Bij het verzagen van PROMATECT®-H of PROMATECT®-L platen voor kolombekledingen, kan men praktisch de volledige plaatbreedte benutten. Hiernaast zijn zaagschema's opgenomen die de bepaling van de strookbreedte toelaten. Het mengen van de drie systemen kan het plaatafval verminderen.

Bij berekening van de strookbreedte moet men rekening houden met het breedteverlies veroorzaakt door de dikte van het zaagblad. De grootte van dit verlies hangt af van het gebruikte zaagblad en zal hoogstens 5 mm bedragen

b = profielbreedte

c = marge voor staalwalstoleranties en oneffenheden van de ruwbouw = + 5 mm

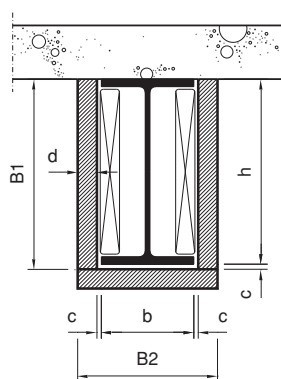
d = dikte van de plaat PROMATECT®-H of PROMATECT®-L

h = profielhoogte

B = breedte van de strook PROMATECT®-H of PROMATECT®-L

alle afmetingen in mm

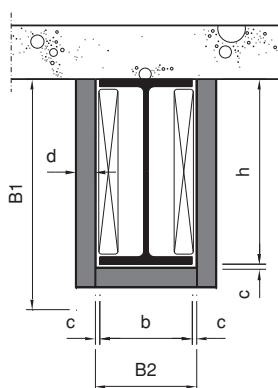
PROMATECT®-H



AANTAL	MAAT
2	$B1 = h + c$
1	$B2 = b + 2(c + d)$

DE STANDAARD STROOKLENGTE VOOR DEZE LIGGER BEDRAAGT: 1250 mm.

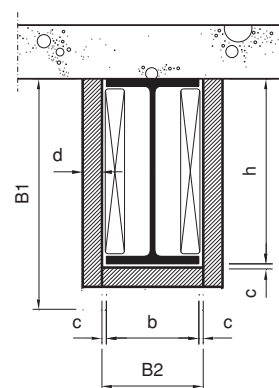
PROMATECT®-L/-30S



AANTAL	MAAT
2	$B1 = h + c + d$
1	$B2 = b + 2c$

DE STANDAARD STROOKLENGTE VOOR DEZE LIGGER BEDRAAGT: 1200 mm, VOOR PROMATECT®-L en 1220 mm VOOR PROMATECT®-30S.

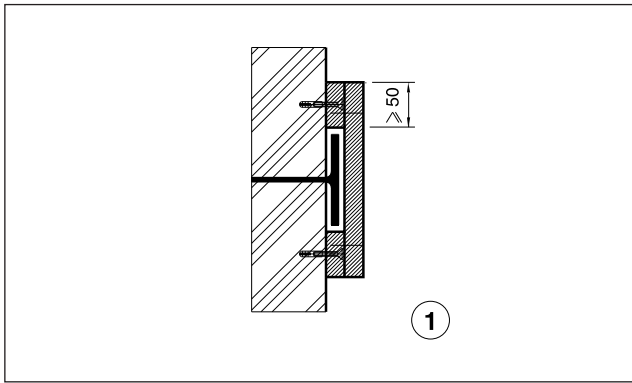
PROMAPYR®-350



AANTAL	MAAT
2	$B1 = h + c + d$
1	$B2 = b + 2c$

DE STANDAARD STROOKLENGTE VOOR DEZE LIGGER BEDRAAGT: 1200 mm.

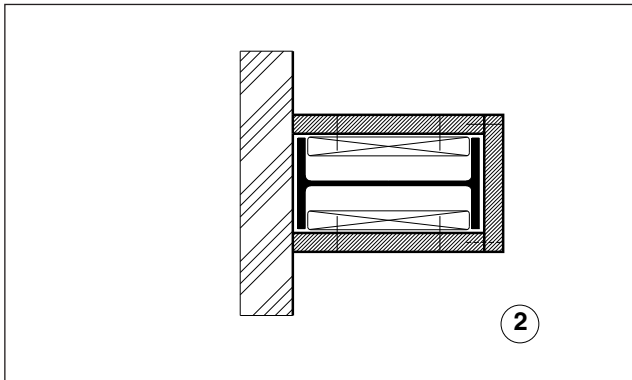
Constructievarianten



Afbeelding 1:

1-zijdige profielbekleding.

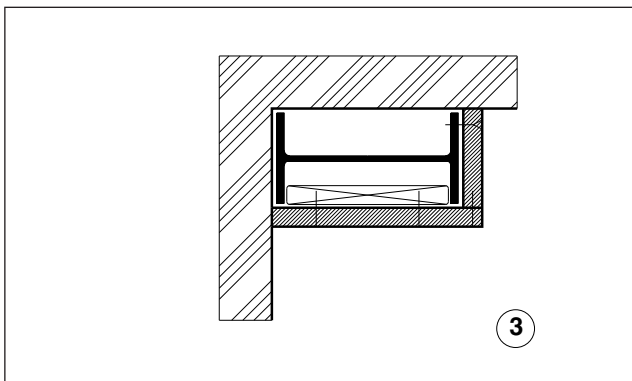
Aan weerszijden van de flens worden PROMATECT®-H stroken met een breedte van 50 mm d.m.v. metalen slagankers op de steenachtige constructie bevestigd. De dekplaat wordt met stalen nieten op deze stroken vastgezet. Als alternatief kan de dekplaat direct op de steenachtige constructie bevestigd worden en de eventuele naden met PROMASEAL®-S brandwerende siliconenkit worden aangesmeerd.



Afbeelding 2:

3-zijdige kolombekleding.

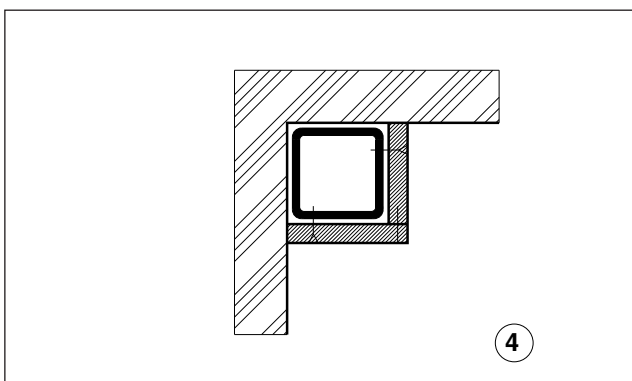
Tussen de flenzen worden PROMATECT®-H wig klossen, afmeting 120 x 20 mm, h.o.h. 750 mm aangebracht. Op deze klossen worden de brandwerende bekledingsplaten vastgezet met behulp van stalen nieten. De plaatbekleding ter plaatse van de flens wordt naar keuze tussen of op de zijplaten bevestigd met stalen nieten. In wezen is dit een variant op de liggerbekleding.



Afbeelding 3:

2-zijdige kolom- of liggerbekleding.

Tussen de flenzen worden PROMATECT®-H wig klossen aangebracht, afm. 120 x 20 mm, h.o.h. 750 mm (bij liggers maximaal 1250 mm). Op deze klossen worden de brandwerende bekledingsplaten vastgezet met behulp van stalen nieten. De montage op de flens wordt uitgevoerd zoals onder de toelichting bij afbeelding 1 is aangegeven. Als de tekening 90° gedraaid wordt, dan heeft de afbeelding betrekking op een liggerbekleding.



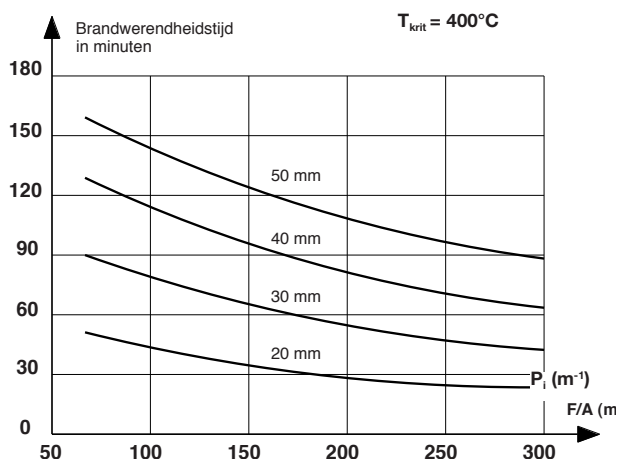
Afbeelding 4:

2-zijdige bekleding van stalen kokerprofielen.

Bij deze profielen kunnen geen klossen tussen de stalen flenzen worden aangebracht. In deze gevallen wordt de bekleding d.m.v. stalen parkers rechtstreeks op het profiel bevestigd.

Koolwaterstofbranden

1

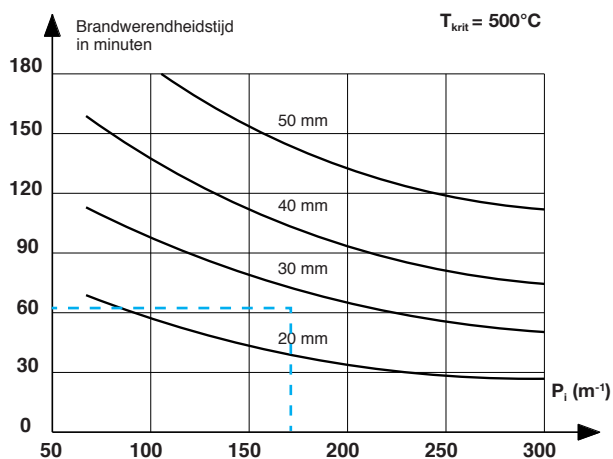


PROMATECT®-H en PROMATECT®-L SINTEF 85.214

Bij branden die zich in de chemische industrie voordoen, treedt een afwijkende temperatuurontwikkeling op ten opzichte van "gewone" branden. Zie de grafiek met de standaardbrandcurven in hoofdstuk 0, inleiding brandpreventie. In principe kunnen bij koolwaterstofbranden de eerder beschreven PROMATECT®-H en PROMATECT®-L constructies worden toegepast. Alleen de benodigde bekledingsdikten wijken af. Zie de grafieken op deze pagina.

Deze grafieken gelden zowel voor PROMATECT®-H als PROMATECT®-L.

Berekeningsvoorbeeld Koolwaterstofbrand



PROMATECT®-H bekleding SINTEF 85.214

Ligger IPE 220
3-zijdig te bekleden met PROMATECT®-H
Brandwerendheid 60 minuten

Afmetingen staalprofiel:
 $h = 0,22 \text{ m}$, $b = 0,11 \text{ m}$
 $O = 0,55 \text{ m}^2$ per meter profiel
 $A = 0,00334 \text{ m}^3$
 $P_i = 165 \text{ m}^{-1}$

Na het bepalen van het snijpunt P_i (165 m^{-1}) en de brandwerendheid (60 minuten), blijkt in de grafiek een bekledingsdikte van 30 mm noodzakelijk te zijn.



Betonbescherming.

Beton, een modern bouw materiaal

De eigenschap van beton om hoge druklasten te kunnen opnemen is een belangrijke reden het toe te passen in constructieve delen van de bouw.

Met modern beton kan sneller worden ontlast en kan er meer belasting worden opgenomen met aanmerkelijk slankere constructies.

Brandgedrag

Beton is onbrandbaar en zal niet bijdragen tot verdere branduitbreiding. Vaak wordt ten onrechte aangenomen dat beton van zichzelf voldoende brandwerendheid bezit en daarom geen extra brandwerende voorzieningen nodig zijn. Onderzoeken tonen aan dat door verbeterde betontechnieken beton zelfs minder brandveilig is geworden.

Brandveiligheid in de praktijk

In het brandwerend beschermen van beton in de tunnelbouw heeft Promat specifieke expertise en een jarenlange ervaring. Tunnelbranden uit het verleden en heden laten de reactie van beton bij brand duidelijk zien. De Kanaaltunnel, de Mont-Blanc tunnel en de Tauerntunnel hebben betonschade opgelopen die een zodanige omvang had dat instortinggevaar dreigde.

De reactie van beton onder invloed van brand hangt nauw samen met het type constructie en het type beton maar ook met de temperaturen van de brand.

Wat gebeurt er bij brand

Het altijd in het beton aanwezige vocht zet zich boven 100°C om in stoom waarbij het volume 1700 x toeneemt. Hoe hoger de brandtemperaturen hoe sneller dit proces verloopt.

De stoom baant zich een weg naar buiten via de poriën in het beton.

Hoe kleiner de poriën (hoge sterkte beton) hoe groter de drukopbouw in het beton met als uiteindelijk gevolg het destructief spatten van het beton. Berekeningen voor het bepalen van de brandwerendheid van beton gebaseerd op NEN 6071 gaan uit van "normaal" beton en houden daarbij geen rekening met het verlies van beton tijdens brand.

Ook de temperatuurverhoging in het beton en wapening zorgen voor afname van het oorspronkelijk draagvermogen, met name slanke constructies hebben hier veel last van.



Voorkomen van schade

Hoewel betonconstructies van zich zelf vaak voldoende brandwerend zijn zoals hierboven uiteengezet, worden de laatste jaren regelmatig brandwerende betonbekledingen toegepast. Veelal wordt dit gedaan om ongewenste blijvende schade na brand te voorkomen.

Dit voorkomen van blijvende schade is het duidelijkst bij tunnels. Na een beperkte brand in een tunnel is het economisch en maatschappelijk niet verantwoord dat de tunnel gedurende maanden voor reparaties gesloten moet blijven. Dit argument kan ook voor gebouwen gelden.

Opwaarderen van een constructie

Brandwerende betonbekleding wordt toegepast bij renovatie. Als de brandwerendheid van een bestaande constructie bijvoorbeeld 60 minuten bedraagt en deze volgens het Bouwbesluit naar 90 minuten opgewaardeerd moet worden. In zo'n geval is de brandwerendheid eenvoudig te verhogen door stroken PROMATECT®-H aan te brengen.

Hoe gaat men te werk?

Het bepalen van de benodigde bekledingsdikte kan op de volgende manier worden uitgevoerd.

Betreft het een tunnel van "normaal" beton, dan altijd PROMATECT®-H in een dikte van 27,5 mm toepassen. Wordt de tunnel vervaardigd uit hoge sterkte beton, dan is vooraf overleg noodzakelijk.

Betreft het een normaal gebouw, dan moet met behulp van NEN 6071 worden nagegaan of de temperatuur van de constructie binnen de gewenste brandwerendheid de 500°C niet overschrijdt. Als dat wel het geval is, dan moet een dusdanige laag PROMATECT®-H worden aangebracht dat dit wordt voorkomen. Wanneer er sprake is van het voorkomen van schade na brand, dan kan met Promat contact worden opgenomen voor een kosteloos advies.



Tabel 1.21 Betonbescherming: bepaling van de benodigde bekledingsdikte

dikte PROMATECT®-H (mm)	TIJD (min)	temperaturen (°C)		
		op betonoppervlak	op 25 mm diepte	
		Cellulosebrand		
0	0	20	20	Beton brandschutz Handbuch Uitgave 1981 Beton- Verlag Düsseldorf
	30	760	280	
	60	900	420	
	90	980	560	
	120	1010	635	
12	0	20	20	RUG 4084
	30	190	40	
	60	300	87	
	90	480	120	
	120	540	160	
		Koolwaterstofbrand		
0	0	20	20	STF 25 A88064
	30	1080	400	
27	0	21	21	
	30	97	82	
	60	163	137	
	90	211	174	
	120	252	208	
		Tunnelbrand(RWS-curve)		
0	0	20	20	
	30	1280	240	
27,5	0	20	20	TNO 97-CVB-R0777
	30	96	60	
	60	180	126	
	90	260	185	
	120	319	243	
40	0	20		TNO 99-CVB-R1227
	30	60		
	60	108		
	90	200		
	120	225		
54	0	20		TNO 99-CVB-R1227
	30	45		
	60	97		
	90	165		
	120	196		

Tabel 1.22 Betonbescherming: bepaling bevestigingsmiddelen

soort brand	plaatdikte (mm)	a = aantal bevestigingen per m ² plaat b = lengte bevestigingsmiddel in mm		
		nieuwbouw verloren bekisting	bestaande bouw montage achteraf	
		schroeven 4 mm	bouten M6	bouten M8
standaard (cellulose)	12	a = 8 b = 40	a = 4 b = 30	a = 4 b = 35
koolwaterstof	25	a = 8 b = 50	a = 4 b = 45	a = 4 b = 50
RWS	27,5	a = 8 b = 50	a = 4 b = 55	a = 4 b = 60

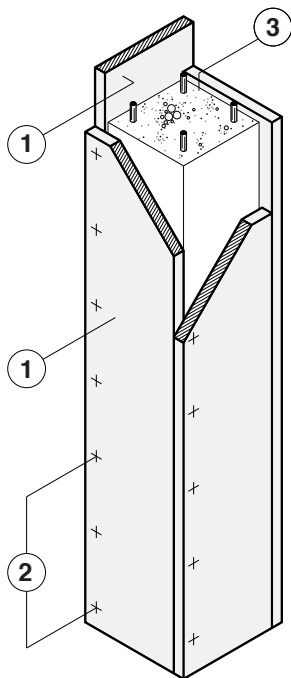
Bovenstaande gegevens zijn ter oriëntatie en theoretisch. Een dikte van 12 mm is te weinig voor de conventionele “verloren” bekisting. Zowel voor de hoogte van de temperatuur, de montage methode als het aantal bevestigingsmiddelen is de informatie

uit het testrapport bepalend. Bij een standaardbrand mag gewoon staal worden toegepast, bij een koolwaterstofbrand wordt rvs geadviseerd en bij een RWS brand moet rvs worden toegepast voor de bevestigingsmiddelen.

Betonkolom (cellulosebrand) met PROMATECT®-H 12 mm 120 min.

1.11b

Afgeleid van RUG 4048



Technische toelichting:

gewicht $\pm 12 \text{ kg/m}^2$

- ① PROMATECT®-H, d = 12 mm (60 min.) of 25 mm (120 min.)
- ② Bevestiging naar keuze:
Schroeven: M6 x 40 + stalen plug, h.o.h. 500 mm
Stalen nieten: h.o.h. 100 mm, lengte > 2 x plaatdikte
eindafstand 50 mm
- ③ Betonkolom minimaal 150 x 150 mm
De brandwerendheid van deze kolom (onbeschermd) bedraagt minder dan 30 minuten, zie RUG 4084.

Toepassingsgebied:

Deze constructie wordt toegepast in die gevallen waar de geplande of reeds bestaande draagconstructie niet aan de gestelde eisen van de brandwerendheid voldoet.

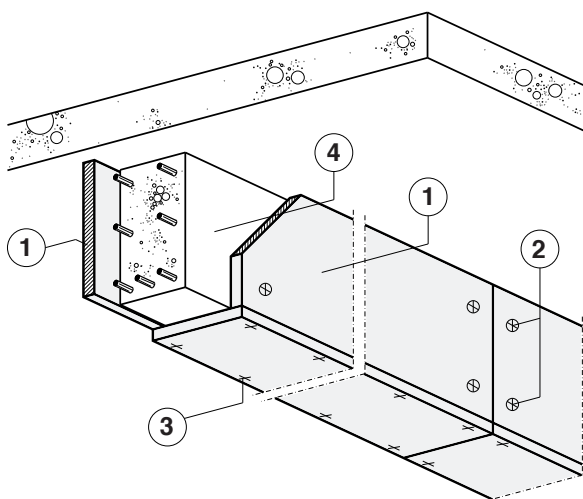
Montageaanwijzing:

Bij nieuwbouw kan de PROMATECT®-H bekleding als “verloren” bekisting worden gebruikt. Hierbij zijn de montagekosten tot een minimum terug te brengen.

Betonligger (cellulosebrand) met PROMATECT®-H 15 mm - 120 min.

1.12b

Afgeleid van RUG 4048 en TUB 80004



Technische toelichting:

gewicht $\pm 14 \text{ kg/m}^2$

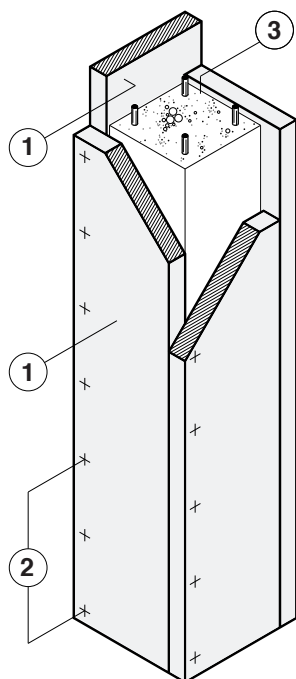
- ① PROMATECT®-H, d = 15 mm
- ② Bevestiging naar keuze:
Schroeven: M6 x 70 + stalen plug, h.o.h. 500 mm
- ③ **Stalen nieten:** h.o.h. 100 mm, lengte > 2 x plaatdikte
eindafstand 50 mm
- ④ Betonligger

Toepassingsgebied:

Deze constructie wordt toegepast in die gevallen waar de geplande of reeds bestaande betonnen draagconstructie niet aan de gestelde eisen van de brandwerendheid voldoet.

Betokolom (koolwaterstofbrand) met PROMATECT®-H 25 mm - 120 min. 1.11b

TNO B-89-024



Technische toelichting

gewicht 22 kg/m²

- ① PROMATECT®-H, d = 25 mm
- ② Bevestiging naar keuze:
Schroeven: M6 x 70 + stalen plug, h.o.h. 500 mm
Stalen nieten: h.o.h. 100 mm, lengte > 2 x plaatdikte, eindafstand 50 mm
- ③ Betokolom

Toepassingsgebied:

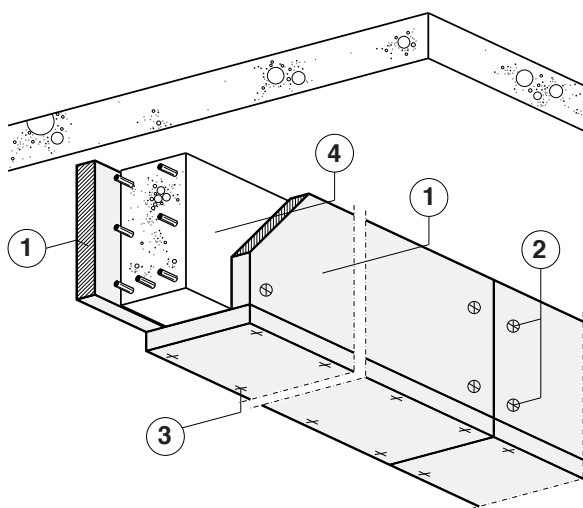
Deze oplossing wordt toegepast in industriële omgevingen om de betonconstructie brandwerend te maken. Onbeschermd beton met hoge relatieve vochtigheid zal bij een koolwaterstofbrand altijd spatten.

Montageaanwijzing:

De mogelijkheid bestaat om de PROMATECT®-H bekleding als “verloren” bekisting te gebruiken. Bij nieuwbouw zijn hierbij de montagekosten tot een minimum terug te brengen.

Betonligger (koolwaterstofbrand) met PROMATECT®-H 25 mm - 120 min. 1.12b

TNO B-89-024



Technische toelichting:

gewicht 22 kg/m²

- ① PROMATECT®-H, d = 25 mm
- ② Bevestiging naar keuze:
Schroeven: M6 x 70 + stalen plug, h.o.h. 500 mm
Stalen nieten: h.o.h. 100 mm, lengte > 2 x plaatdikte, eindafstand 50 mm
- ③ Betonligger

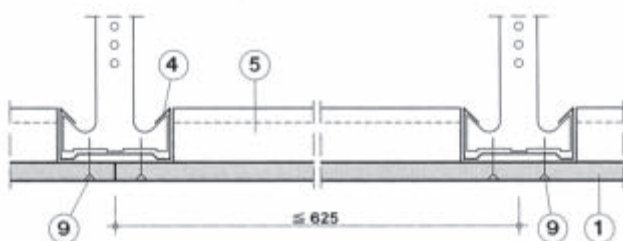
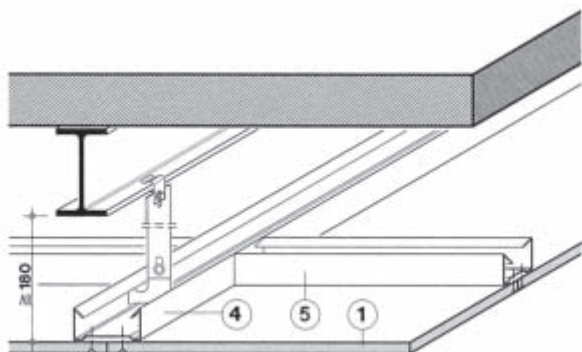
Toepassingsgebied:

Deze oplossing wordt veelal toegepast in industriële omgevingen om de betonconstructie brandwerend te maken. Onbeschermd beton met hoge relatieve vochtigheid zal bij een koolwaterstofbrand altijd spatten.

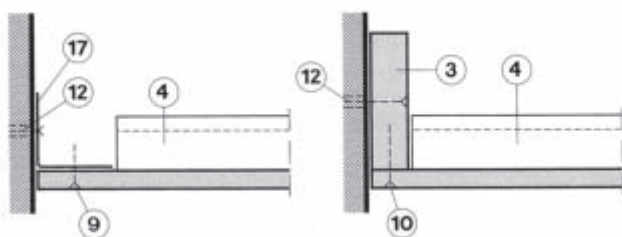
Montageaanwijzing:

De mogelijkheid bestaat om de PROMATECT®-H bekleding als “verloren” bekisting te gebruiken. Bij nieuwbouw zijn hierbij de montagekosten tot een minimum terug te brengen.

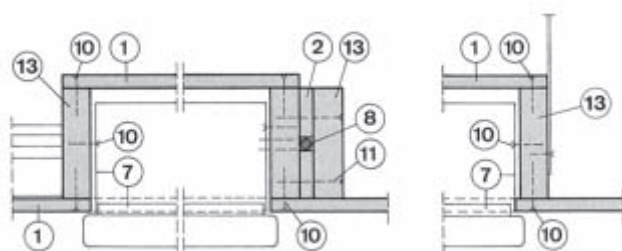
MPA NRW Dortmund 23 05445 79-1 en -2



Detail A



Detail B



Detail C

Technische toelichting:

Gewicht 10 kg/m²

- ① PROMATECT®-H, d = 10 mm
- ② PROMATECT®-H stroken, d = 10 mm
- ③ PROMATECT®-H stroken, d = 20 mm, breedte = 75 mm
- ④ C-plafond profiel 60 x 27 x 0,6, h.o.h. max. 625 mm
Afhangen aan metalen ophangers h.o.h. ca. 750 mm
- ⑤ Als 4, maar over de dwarsnaden
- ⑦ Inbouw armatuur
- ⑧ Elektra kabel
- ⑨ Schroeven 25 mm, h.o.h. 150 mm, om en om
- ⑩ Idem 35 mm, h.o.h. ca. 200 mm
- ⑪ Idem, 45 mm, h.o.h. ca. 200 mm
- ⑫ Bevestiging tegen de wand, met kunststof plug en schroef, h.o.h. ca. 500 mm
- ⑬ PROMATECT®-H stroken, d = 20 mm
- ⑰ Stalen L 40/40/0,7

Montageaanwijzingen:

Betenvloeren op stalen liggers en gewapende betonnen vloeren die van zichzelf niet brandwerend zijn, worden indien er een PROMATECT®-H plafond als boven aangegeven onder wordt aangebracht ten minste 90 minuten brandwerend.

Indien de betonplaat ten minste 50 mm dik is, moet de PROMATECT®-H plaat 12 mm dik zijn, vanaf vloerdikte 80 mm is 10 mm voor de plaatdikte voldoende.

De afhanghoogte van het plafond is ten minste 180 mm indien de betenvloer op stalen liggers is aangebracht. Bij vloeren van gewapend beton is er geen eis t.a.v. de A: minimale afhanghoogte. Zie ook het volgende blad.

Detail A:

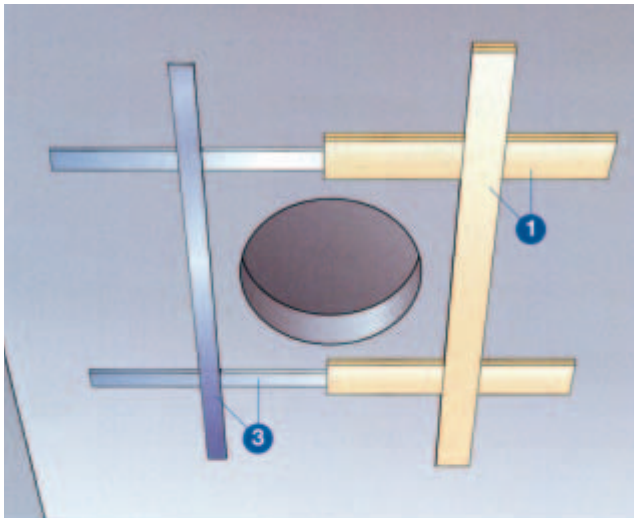
De PROMATECT®-H platen (1) worden in het standaard formaat 1250 x 2500 mm of 1250 x 3000 mm verwerkt. De profielen die over de dwarsnaden worden aangebracht (5) worden niet aan de draagprofielen (4) bevestigd maar alleen aan de PROMATECT®-H platen vastgeschroefd. De langs- en dwarsnaden worden geplamuurd.

Detail B:

De wandaansluiting kan met een stalen L-profiel (17) of met een PROMATECT®-H strook (3) worden gedaan.

Detail C:

De belasting van de inbouwarmaturen e.d. dient met extra afhangers die aan de PROMATECT®-H stroken (13) bevestigd worden te worden gecompenseerd.



Technische toelichting

- ① PROMATECT®-H of PROMATECT®-L
- ② Promat plamuur
- ③ Stalen of kunststof wapeningsstrip
- ④ Epoxyhars lijm, o.a. van Sika
- ⑤ Kunststof plug met stalen schroef M6, ca. 300 mm h.o.h.
- ⑥ Stalen nieten, ca. 200 mm h.o.h.
- ⑦ Metalen plug met schroef

Onderzoeksrapport nr 148 795 van LFEM
Testrapport CTICM nr 03-F-222
Erkenning nr 136/92 van TU Braunschweig

De voordelen samengevat

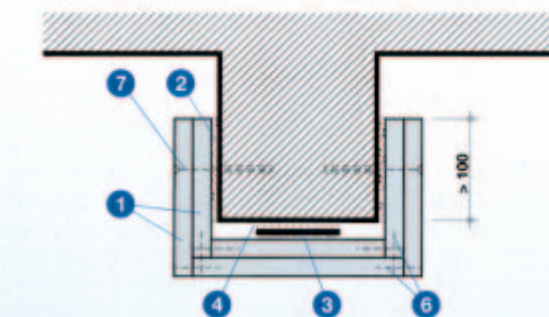
- Eenvoudige montage
- Ongevoelig voor vocht
- Compleet voorgevormd leverbaar (alleen op tijdig verzoek)

Betonnen vloeren kunnen versterkt worden door het achteraf oplijmen van wapeningsstrippen. Deze strippen kunnen van staal of koolstof zijn. Dit gebeurt regelmatig bij renovatie van gebouwen of bouwwerken geen gebouw zijnde (o.a. kunstwerken). Ook het feit, dat een gebouw een andere gebruiksfunctie krijgt kan de reden zijn dat de bestaande wapening onvoldoende is.

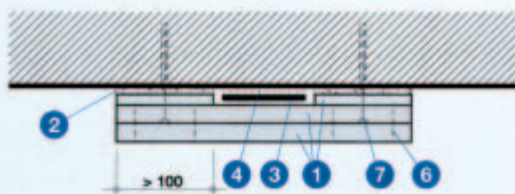
Ook komt het voor dat in bestaande vloeren grote openingen worden gemaakt, waarbij de wapening wordt onderbroken. Het aanbrengen van strippen rondom deze openingen kan de sterkte van de vloer weer herstellen.

In geval van brand zal de lijm bij een temperatuur tussen de +50 °C en +90 °C bezwijken, waardoor de opgebrachte wapening niet meer functioneert. Dit is zonder adequate bescherming al na een paar minuten het geval.

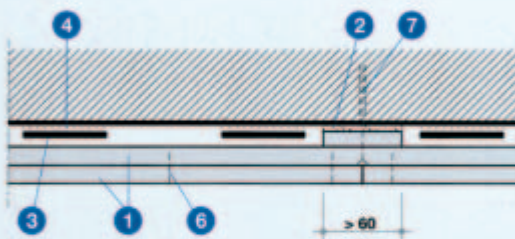
Daarom moeten opgelijmde strippen altijd brandwerend worden bekleed. En omdat de kritieke temperatuur laag is (vergelijk staalprofielen $T_k = \text{ca. } 500 \text{ } ^\circ\text{C}$), is de bekledingsdikte relatief groot!



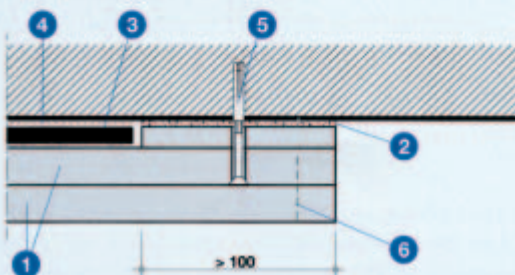
Detail A



Detail B



Detail C



Detail D

Brandwerendheid	Strookdikte		
	PROMATECT® L500	PROMATECT® L	PROMATECT® H
30 min.	2 x 20 mm	1 x 40 mm of 2 x 20 mm	2 x 20 mm
60 min.	2 x 25 mm	2 x 25 mm	
90 min.	2 x 30 mm	2 x 30 mm	
120 min.	2 x 50 mm		

Detail A, gewapende beton ligger

Bij grindbeton liggers wordt de bekleding vertikaal tegen de ligger aangebracht en de onderstroken daartussen.

Detail B, gewapende beton vloer

Bij de bekleding van een enkele strip dienen de zijstroken ten minste 100 mm te bedragen. Bij de eis van 120 min. zelfs 250 mm. Hiermee wordt warmtetransport via het beton voorkomen.

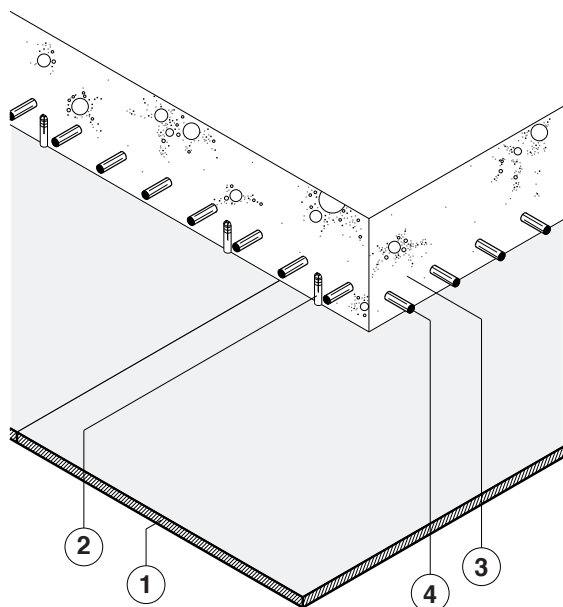
Detail D, bevestiging van de stroken

De eerste laag PROMATECT® bekleding wordt met gebruikmaking van PROMATECT®-H strippen en een egalisatie mortel met kunststof pluggen in het beton bevestigd. De tweede laag wordt met nieten in de eerste laag bevestigd.

Betonvloer (cellulosebrand) met PROMATECT®-H 12 mm - 120 min.

1.22

RUG 4084



Technische toelichting:

Gewicht $\pm 12 \text{ kg/m}^2$

- ① PROMATECT®-H, d = 12 mm
- ② M6 x 40 mm + metalen plug, h.o.h. 500 mm
- ③ Betonplaat, d = 150 mm
- ④ Betonwapening met betondekking = 25 mm

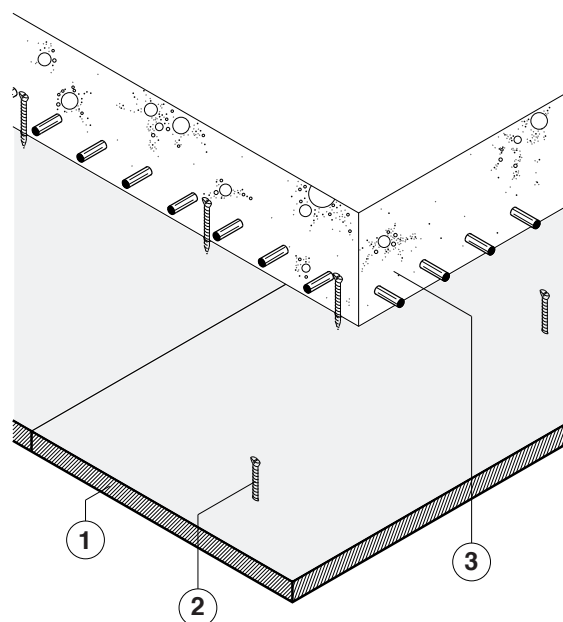
Behalve om bij brand een gebrek aan wapeningsdekking te compenseren, wordt beton ook brandwerend bekleed om de schade na een brand te beperken. Onbekte betonvloeren buigen tijdens brand door. De reparatiekosten kunnen enorm zijn, zeker als het een hoog gelegen vloer in een gebouw betreft. Bij brandwerend bekleed beton is de blijvende doorbuiging gering.

In de testrapporten worden deze waarden gegeven.

Betonvloer (RWS brand) met PROMATECT®-H 27 mm - 120 min.

1.22

TNO B-85-191



Technische toelichting:

Gewicht $\pm 25 \text{ kg/m}^2$

- ① PROMATECT®-H, d = 27.5 mm
- ② Zelftappende schroef, l = 60 mm
- ③ Betonplaat

Deze constructie is typisch voor het plafond in verkeers-tunnels waardoor gevaarlijke stoffen vervoerd mogen worden. De RWS brand staat model voor een hydrocarbon-brand in een omsloten ruimte. Omdat de hitte niet weg kan, stijgt de temperatuur niet tot 1150°C, maar zelfs tot 1350°C. Dit is een temperatuur waarbij veel conventionele isolatiematerialen smelten.

Houtconstructies

Hout is het oudste bouw materiaal dat we kennen en is niet weg te denken uit de hedendaagse bouw. Het wordt gebruikt in verschillende soorten en kwaliteiten. Hout is brandbaar en elke soort hout heeft zijn eigen brandgedrag. Dit kenmerkt zich met name door de snelheid waarmee het hout verbrandt. Zo zal vuren hout aanmerkelijk sneller branden dan eiken hout. Deze inbrandsnelheid is vastgelegd en bedraagt voor vuren hout ca. 40 mm per uur en voor eiken hout ca. 30 mm per uur. Als er een beoordeling moet worden gemaakt voor het dragend vermogen van een houtconstructie ten tijde van brand dan wordt deze inbrandsnelheid gebruikt in de berekening. Na aftrek van het verkoolde materiaal blijft er een kern over die het dragend vermogen bepaalt. Voorbeeld: een vuren houten balkje van 8 bij 8 cm is na 1 uur opgebrand. Daarentegen zal bij een eiken houten balk van dezelfde afmeting nog een rest over zijn van 2 bij 2 cm.

De inbrandsnelheid is afhankelijk van de soortelijke massa van de houtsoort.

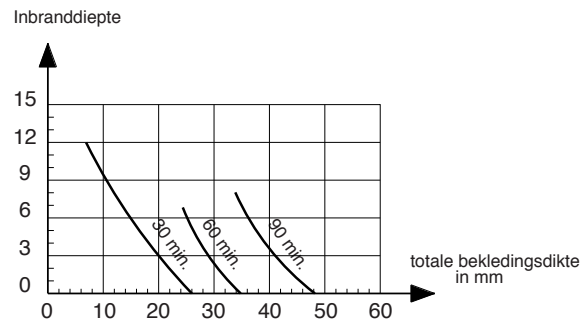
Waarom en wanneer beschermen?

Hoewel algemeen bekend is dat hout brandwerend is wanneer het voldoende is gedimensioneerd, wordt hout regelmatig brandwerend bekleed.

Want hout is zelf natuurlijk brandbaar. Bij ca. 350°C zal het spontaan gaan branden. En wanneer hout langdurig wordt verhit op een temperatuur van slechts 100°C, kan het ook ontbranden. Het is daardoor duidelijk dat waar gedurende enige tijd temperaturen boven de 100°C voorkomen nooit houtconstructies toegepast mogen worden.

Bij toepassing van houten staanders en regels wordt ook een hoeveelheid brandbaar materiaal per m² vloeroppervlak aangebracht. Dus in die gevallen waarbij men liever niets aan de vuurbelasting toe wil voegen is bekleden een optie. Beklede houten kolommen worden niet tot de vuurbelasting gerekend.

Brandwerend bekleden is ook een optie als schadebeperkingsmaatregel: een aan de buitenzijde verkoolde kolom of ligger zal na een beperkte brand vervangen moeten worden ook als het constructiedeel nog meer dan voldoende dragend vermogen heeft. Bij een beklede kolom hoeft men in dit geval alleen de bekleding te vervangen



Inbranddiepte van hout bekleed met PROMATECT® -H

Toelichting bij de grafiek

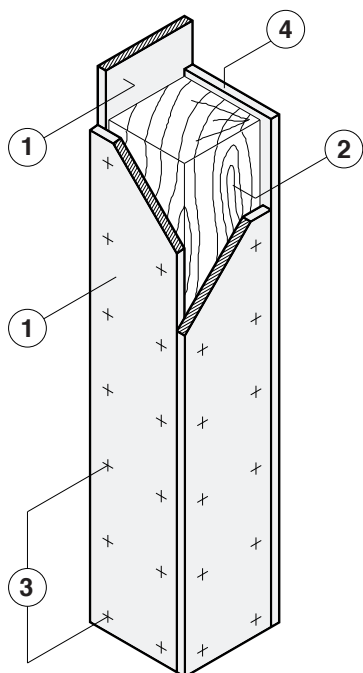
Bepaal de nodige brandwerendheidstijd, bijvoorbeeld 60 minuten.

Lees bij 60 minuten de benodigde bekledingsdikte af. In dit geval 35 mm

Bij deze bekledingsdikte zal geen inbranding plaatsvinden. Wanneer het beoordelingscriterium bezwijken is, dan is een zekere inbranding zonder problemen mogelijk.

Bedenk dat de sterkte van hout veelal bepaald is bij een vochtgehalte van ca. 13%. Na een brand zal het vochtgehalte te verwaarlozen zijn en de sterkte van het hout zijn toegenomen! Zie ook het TNO rapport B-92-1056.

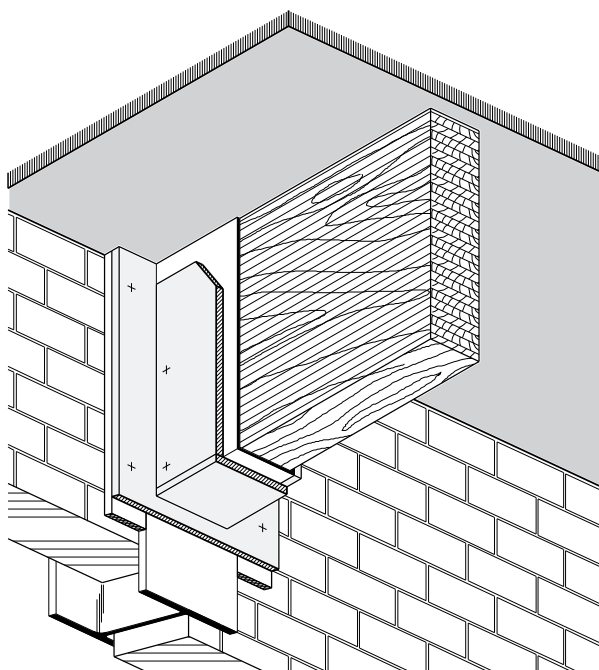
TU Braunschweig 86 886



Technische toelichting:

- ① PROMATECT®-H, $d = 8 \text{ mm}$
- ② Houten kolom, $b \geq 120$, $d \geq 120$
Toelaatbare knikspanning $\geq 8,5 \text{ N/mm}^2$
Kniklengte $\geq 3,0 \text{ m}$
- ③ Stalen nieten, 22/10/1
h.o.h. 100 mm, eindafstand 20 mm
- ④ Horizontale naden, 500 mm versprongen bij een lengte $\geq 2500 \text{ mm}$
(De max.lengte bij een plaatdikte van 8 mm is 2500 mm).

Stalen schoenen

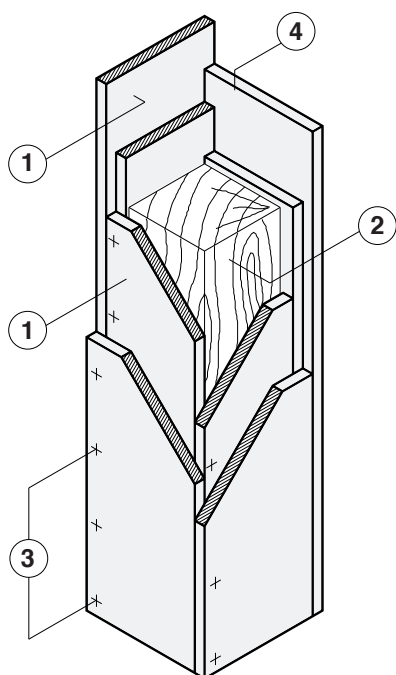


De stalen schoenen waarmee houten balken aan muren of kolommen worden bevestigd bezitten onbekleed een brandwerendheid van maximaal 10 minuten volgens artikel 11.3.2 van NEN 6073.

De schoenen moeten dus brandwerend bekleed worden analoog aan stalen kolommen en liggers.

Houten kolom met PROMATECT®-H 12+10 mm - 60 minuten 1.11h

TU Braunschweig 86 886

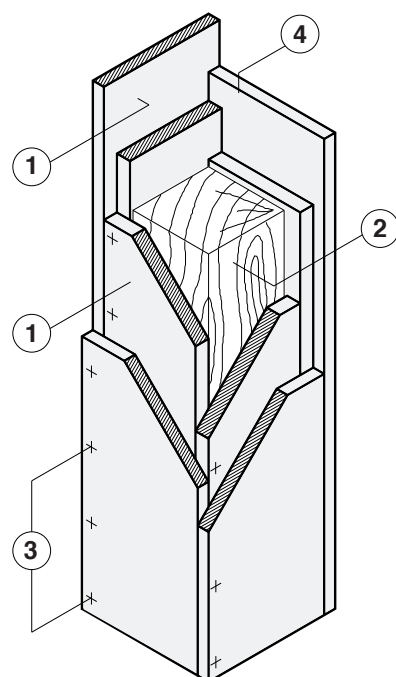


Technische toelichting:

- ① PROMATECT®-H, $d = 12 + 10$ mm
- ② Houten kolom, $b \geq 120$, $d \geq 120$
Toelaatbare knikspanning $\geq 8,5$ N/mm²
Kniklengte $\geq 3,0$ m
- ③ Stalen nieten, 28/10/1
h.o.h. 100 mm, eindafstand 20 mm
- ④ Horizontale naden, 500 mm versprongen bij een lengte ≥ 3000 mm

Houten kolom met PROMATECT®-H 20+15 mm - 90 minuten 1.11h

TU Braunschweig 86 886



Technische toelichting:

- ① PROMATECT®-H, dikte = 20+15 mm
- ② Houten kolom, $b \geq 120$, $d \geq 120$
Toelaatbare knikspanning $\geq 8,5$ N/mm²
Kniklengte $\geq 3,0$ m
- ③ Stalen nieten, 28/10/1
h.o.h. 100 mm, eindafstand 20 mm
- ④ Horizontale naden, 500 mm versprongen bij een lengte ≥ 3000 mm

Aanwijzing:

Wanneer het de bedoeling is om gedurende een bepaalde tijd inbranden van het hout te voorkomen, dan kan de benodigde bekledingsdikte worden afgelezen in de grafiek op bladzijde 1-26