



DUPONT PERSONAL PROTECTION

# TECHNISCH BULLETIN NUCLEAIRE RISICO'S



# BESCHERMING TEGEN BESMETTING MET RADIOACTIEVE DEELTJES OF VLOEISTOFFEN

De bescherming tegen nucleaire gevaren kan worden onderverdeeld in twee hoofdgebieden: bescherming tegen de risico's van ioniserende straling en bescherming tegen de risico's van radioactieve deeltjes of vloeistoffen.

De stof die wordt gebruikt in wegwerpbare beschermende kleding biedt geen barrière tegen **ioniserende straling** (bijv. gammastraling, röntgenstraling of radioactieve alfa- of bètadeeltjes). Het standaardprotocol voor het verminderen van blootstelling aan straling omvat tijd, afstand en afscherming. Voor kleding kan beperkte afscherming geboden worden door speciale kleding met loodhoudende materialen. DuPont levert **geen** speciale kleding die bescherming biedt tegen **ioniserende straling**.

Voor de gevaren van **radioactieve** deeltjes of vloeistoffen is er, in plaats van het blokkeren van de straling zelf, geschikte kleding ontworpen om de doordringbaarheid door radioactieve materialen en daarmee de blootstelling van de huid en de onderkleding tot een minimum te beperken. Deze kleding is ontworpen om gedragen te worden in een mogelijk besmet gebied en daarna verwijderd en weggegooid te worden, zodat langdurige blootstelling aan het radioactieve materiaal tot een minimum beperkt wordt na het verlaten van het mogelijk besmette gebied en zodat andere gebieden niet besmet raken.

## EN 1073-1 en EN 1073-2

Tegen chemicaliën beschermende kleding is bedoeld voor eenmalig gebruik, zodat een kruisbesmetting met radioactieve deeltjes tot een minimum wordt beperkt.

DuPont levert speciaal ontworpen kleding die bescherming biedt tegen radioactieve deeltjes en vloeistoffen. Specifieke stoffen, naden en kledingontwerpen moeten worden vermeld om overeen te komen met het gevaar.

### In het algemeen geldt: hoe meer lichaamsbedekking, hoe beter:

Een overall met kap (met aangehechte sokken) of volledig bedekkende pakken helpen om het hele lichaam te beschermen tegen radioactieve deeltjes.

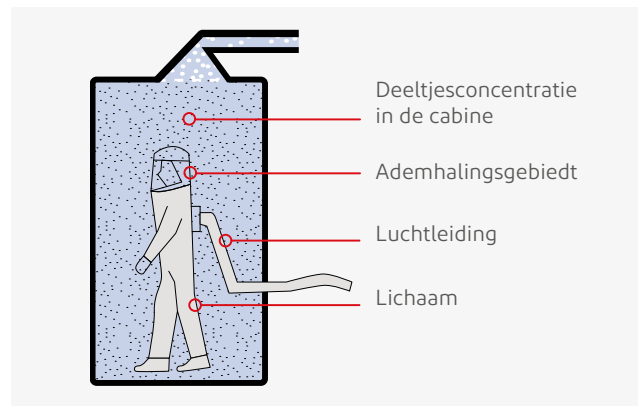
**Kleding van DuPont™ Tyvek® 500 Xpert, Tyvek® 600 Plus, Tyvek® 800 J, Tychem® 2000 C Standard, evenals Tychem® 6000 F Standard en Tychem® 6000 AL** wordt getest volgens **EN 1073-1 of EN 1073-2** als beschermende kleding tegen radioactieve besmetting. De norm EN 1073-1 is ontworpen voor geventileerde beschermende kleding met persluchtleidingen die het lichaam en de luchtwegen bescher-

men, en de norm EN 1073-2 voor niet-geventileerde beschermende kleding tegen besmetting met radioactieve deeltjes.

## EN 1073-1: vereisten en testmethoden voor geventileerde beschermende kleding met persluchtleidingen die het lichaam en de luchtwegen beschermen

De testen worden uitgevoerd in een cabine met zeer fijne zoutdeeltjes. De operator draagt geventileerde beschermende kleding terwijl hij een reeks bewegingen uitvoert. De deeltjes gemeten in de overall (zowel in het ademhalingsgebied als in het lichaam) worden vergeleken met de deeltjesconcentratie in de cabine (buiten de overall) om de nominale beschermingsfactor (NPF) te bepalen.

### Afbeelding 1: Testcabine



## Nominale beschermingsfactor overeenkomstig EN 1073-1:

Bereken het percentage totale inwaartse lekkage (TIL) voor elke beweging als volgt:

$$T.I.L = \frac{C_1}{C_2} \times 100(\%)$$

Waarbij

$C_1$  = gemiddelde concentratie op het bemonsteringspunt voor elke beweging;

$C_2$  = concentratie in afgesloten ruimte.

De testresultaten worden gerapporteerd volgens de onderstaande tabellen:

Tabel 1 - TIL-testresultaten voor het ademhalingsgebied

Ademhalingsgebied	Testpersoon 1	Testpersoon 1	Testpersoon 2	Testpersoon 2
	j=2 monster 1	j=2 monster 2	j=3 monster 3	j=3 monster 4
i = 1 Stilstaan	TIL <sub>R</sub> (1,1)	TIL <sub>R</sub> (1,2)	TIL <sub>R</sub> (1,3)	TIL <sub>R</sub> (1,4)
i = 2 Wandelen met 5 km/u	TIL <sub>R</sub> (2,1)	TIL <sub>R</sub> (2,2)	TIL <sub>R</sub> (2,3)	TIL <sub>R</sub> (2,4)
i = 3 De armen bewegen	TIL <sub>R</sub> (3,1)	TIL <sub>R</sub> (3,2)	TIL <sub>R</sub> (3,3)	TIL <sub>R</sub> (3,4)
i = 4 Hurken	TIL <sub>R</sub> (4,1)	TIL <sub>R</sub> (4,2)	TIL <sub>R</sub> (4,3)	TIL <sub>R</sub> (4,4)
Gemiddelde waarden voor alle activiteiten	M <sub>R</sub> (1)	M <sub>R</sub> (2)	M <sub>R</sub> (3)	M <sub>R</sub> (4)

TIL<sub>R</sub>: Totale inwaartse lekkage in het ademhalingsgebied.

M<sub>R</sub>: Gemiddelde waarden voor alle activiteiten in het ademhalingsgebied.

Tabel 2 - TIL-testresultaten voor het lichaam

Lichaam	Testpersoon 1	Testpersoon 1	Testpersoon 2	Testpersoon 2
	j=2 monster 1	j=2 monster 2	j=3 monster 3	j=3 monster 4
i = 1 Stilstaan	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)
i = 2 Wandelen met 5 km/u	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)
i = 3 De armen bewegen	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)
i = 4 Hurken	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)	TIL <sub>B</sub> (i,j)
Gemiddelde waarden voor alle activiteiten	M <sub>B</sub> (1)	M <sub>B</sub> (2)	M <sub>B</sub> (3)	M <sub>B</sub> (4)

TIL<sub>B</sub>: Totale inwaartse lekkage in het lichaam, uitgezonderd het ademhalingsgebied.

M<sub>B</sub>: Gemiddelde waarden voor alle activiteiten in het lichaam, uitgezonderd het ademhalingsgebied.

Testresultaten inwaartse lekkage (TIL<sub>R</sub>, TIL<sub>B</sub>, M<sub>R</sub>, M<sub>B</sub>) voor geventileerde beschermende kleding worden geclassificeerd volgens Tabel 2. Voor het volledige pak bepaalt de laagst behaalde klasse het uiteindelijke testresultaat en de bijbehorende nominale beschermingsfactor. Deze classificatie moet minstens klasse 1 zijn.

**Tabel 3 - Lekkage - Classificatie (EN 1073-1)**

	Maximumwaarden voor één activiteit (%)	Maximumwaarden voor alle activiteiten (%)	Minimale nominale beschermingsfactor
Gegevens die moeten worden geclassificeerd	TIL <sub>R</sub> TIL <sub>B</sub>	M <sub>R</sub> M <sub>B</sub>	Nominale beschermingsfactor*
Klasse 5	0,004	0,002	50 000
Klasse 4	0,01	0,005	20 000
Klasse 3	0,02	0,01	10 000
Klasse 2	0,04	0,02	5 000
Klasse 1	0,10	0,05	2 000

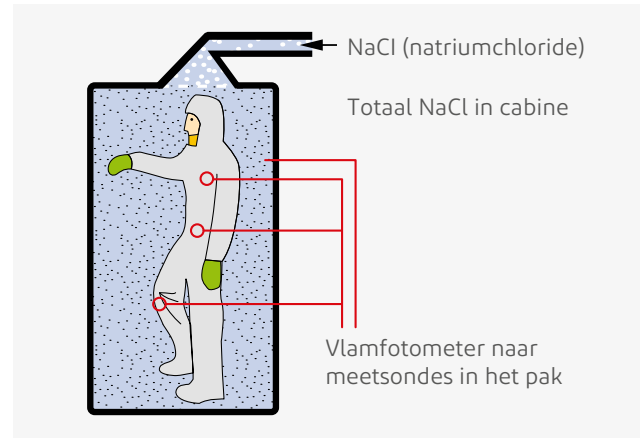
**OPMERKING:** De nominale beschermingsfactor (NPF) is het omgekeerde van de inwaartse lekkage verkregen tijdens alle activiteiten (M<sub>R</sub> of M<sub>B</sub>). De berekening ervan wordt dan gegeven door de volgende relatie: NPF=100: M<sub>R/B</sub>, wanneer M<sub>R/B</sub> de maximale waarde is van M<sub>R</sub> of M<sub>B</sub> uitgedrukt in %.

### EN 1073-2: vereisten en testmethoden voor niet-geventileerde beschermende kleding tegen besmetting met radioactieve deeltjes

De norm EN 1073-2 is ontwikkeld met het oog op de nucleaire industrie, maar is niet van toepassing op bescherming tegen ioniserende straling. De norm 1073-2 zelf lijkt erg op de norm voor tegen chemicaliën beschermende kleding type 5 (EN ISO 13982-1).

Wat de deeltjesbeschermingsniveaus van volledige pakken betreft, verwijzen beide normen naar het testprotocol 'Beschermende kleding voor gebruik tegen vaste deeltjes - testmethode voor de bepaling van inwaartse lekkage van aerosolen van fijne deeltjes in pakken' (EN ISO 13982-2). Deze test bepaalt de efficiëntie van de barrière van het pak wanneer het wordt blootgesteld aan natriumchloridedeeltjes met een vastgestelde deeltjesverdeling. De resultaten worden vervolgens gebruikt om zowel een **prestatieclassificatie** als een '**nominale beschermingsfactor**' te bepalen, overeenkomstig ademhalingsnormen.

**Afbeelding 2: De inwaartse lekkagetest van het pak**



Voor EN 1073-2 worden bij testen volgens EN 13982-2 zes pakken getest. De totale inwaartse lekkageresultaten (TIL) worden gerapporteerd als een verhouding (in %) van de testdeeltjesconcentratie in het pak en de testkamer:

$$\text{Totaal inwaartse lekkage (TIL)} = \frac{\text{Concentratie van testdeeltjes (in het pak)}}{\text{Concentratie van testdeeltjes in de kamer}}$$

### Nominale beschermingsfactor en prestatieklasse (EN 1073-2/EN 13982-2)

Er zijn drie soorten prestatieklassen om het beschermingsniveau tegen deeltjes van het pak te beschrijven:

Klasse 1 = Laagste deeltjesbarrière  
Klasse 3 = Hoogste deeltjesbarrière

$$\text{Nominale beschermingsfactor} = \frac{100}{\text{Totaal gemiddelde inwaartse lekkage}}$$

Met andere woorden, een pak dat de **hoogste bescherming** biedt tegen fijne deeltjes, heeft **LAGE inwaartse lekkage** en dus een **HOGE nominale beschermingsfactor**.

Zo heeft een pak met een lage nominale beschermingsfactor, bijvoorbeeld '5', gemiddeld 20% inwaartse lekkage.

Om de prestatieclassificatie te bepalen, wordt de totale gemiddelde waarde van de inwaartse lekkage per activiteit (staan, wandelen en hurken) berekend (TILE). Zowel deze waarde als de nominale beschermingsfactor worden in aanmerking genomen om te bepalen welke prestatieklasse aan het pak wordt toegekend. **Zie Tabel 4.**

**Tabel 4 - Lekkage - Classificatie (EN 1073-2)**

Klasse	Gemiddelde waarde van inwaartse lekkage op de drie bemonsteringsposities in het pak tijdens de beweging		Nominale beschermingsfactor*
	Eén activiteit (TILE) %	Alle activiteiten (TILA) %	
3	0,3	0,2	500
2	3	2	50
1	30	20	5

\* Nominale beschermingsfactor = 100/TILA.

Een prestatieklasse van 3, d.w.z. de 'hoogste' prestatieklasse, kan als volgt worden opgevat: De hoogste waarde voor de gemeten inwaartse lekkage voor elk van de drie activiteiten (TILE) bedraagt minder dan 0,3% en ook de totale gemiddelde inwaartse lekkage (TILA) bedraagt minder dan 0,2%.

### Besmetting met radioactieve deeltjes in een droge omgeving

Voor bescherming tegen droge radioactieve deeltjes worden **DuPont™ Tyvek® overalls met kap** aanbevolen. Bovendien is de verwachte intensiteit van de blootstelling bepalend voor het al dan niet nodig zijn van getapete naden. Kleding met getapete naden biedt een betere algemene bescherming tegen deeltjes dan kleding met gestikte naden en verdient daarom de voorkeur.

### Besmetting met radioactieve deeltjes in een gemengde natte en droge omgeving

Voor vloeistoffen die besmet zijn met straling kunnen Tychem® 2000 C en 6000 F overalls met kap de drager beschermen tegen chemisch gevaar, maar niet tegen ioniserende straling.

Op basis van de chemische permeatiegegevens kunt u de stof kiezen die een adequate chemische barrière biedt. Om de permeatiegegevens voor de DuPont stoffen te raadplegen, kunt u terecht op [DuPont™ SafeSPEC™](#) of [neem contact met ons op](#).

De onderstaande tabel toont de prestaties van enkele van de verschillende DuPont-kledingstukken in termen van nominale beschermingsfactor en de bijbehorende prestatieklasse (volgens EN 1073-1 of EN 1073-2) en geeft hieronder de voorkeurs- en adequate oplossingen aan in geval van gemengde deeltjes- en vloeistofbesmetting. Afhankelijk van de risicobeoordeling van de toepassing kunnen echter verschillende oplossingen nodig zijn. [Neem contact met ons op](#) voor technische ondersteuning bij de juiste kledingkeuze.

Naam van DuPont-kledingstuk	Stofomschrijving	Type naden	Certificeringstypes	NPF*	Klasse	Nucleaire gevaren - beschrijvingen en voorbeelden			
						Droge besmetting	Gemengde droge en natte besmetting		
						Radioactieve deeltjes	Radioactieve deeltjes, vloeistof nevel en aerosolen	Radioactieve deeltjes en vloeibare spray met geconcentreerde anorganische chemicaliën**	Radioactieve deeltjes en vloeibare spray met een reeks organische chemicaliën**
Tychem® 6000 AL (verschillende modelopties beschikbaar)	Tychem® 6000	Gestikte en dichgetapete	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	50000	5/5	○	○	○	●
Tychem® 6000 F & 4000 S (verschillende modelopties beschikbaar)	Tychem® 6000 & 4000	Gestikte en dichgetapete	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	5***	1/3***	○	○	○	●
Tychem® 2000 C (verschillende modelopties beschikbaar)	Tychem® 2000	Gestikte en dichgetapete	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	5***	1/3***	○	●	●	●
Tyvek® 800 J	Tyvek® 800	Gestikte en dichgetapete	3-B, 4-B, 5-B & 6-B	50	2/3	●	●	●	●
Tyvek® 600 Plus (met aangehechte sokken)	Tyvek® 600	Gestikte en dichgetapete	4-B, 5-B & 6-B	50	2/3	●	●	●	●
Tyvek® 500 Xpert	Tyvek® 500	Gestikte	5-B & 6-B	50	2/3	○	○	●	●
Tyvek® 400 Dual TG	Tyvek® - voor SMS - achter	Gestikte	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
Tyvek® 400 Dual	Tyvek® - voor SMS - achter	Gestikte	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
ProShield® 60	Microporeuze folie (MPF)	Gestikte	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●
ProShield® 20 & 20 SFR	SMS	Gestikte	5 & 6	5	1/3	●	●	●	●

Waarschuwing: De kleding vormt geen barrière tegen ioniserende straling

\*NPF = nominale beschermingsfactor. \*\*Controleer de chemische permeatiegegevens.

\*\*\*Aangezien de test van type 5 (EN ISO 13982-2) wordt uitgevoerd met natriumchloridedeeltjes die aan de binnenkant van de overall worden gemeten, zijn de resultaten van inwaartse lekkage voor niet-ademende materialen (zoals Tychem®) doorgaans hoger dan voor ademende materialen (zoals Tyvek®).

● Geniet de voorkeur ○ Adequat  
● Niet aanbevolen ○ Mogelijk overgespecificeerd

Daarnaast moeten andere persoonlijke beschermingsmiddelen, zoals onder andere ademhalingsapparaten, brillen, handschoenen en schoeisel, gebruikt worden met elke kledingkeuze.

Het aan- en uittrekken en het verwijderen van radioactief besmette kleding mag alleen worden uitgevoerd door goed opgeleid personeel.

**OPMERKING:** Producten met 'SMS' of microporeuze folie (bijv. DuPont™ ProShield® 20 [SMS] en DuPont™ ProShield® 60 [microporeuze folie]) zijn geschikt voor bescherming tegen deeltjes, maar het gebruik van producten met SMS of microporeuze folie voor rampenbestrijdingsactiviteiten moet zorgvuldig worden overwogen om de volgende redenen:

1. Stoffen met microporeuze folie kunnen gemakkelijk worden afgeschuurd en de barrièrelaag kan gemakkelijk worden weggesleten. 2. Stoffen met 'SMS' hebben over het algemeen een vrij open structuur, waardoor fijne deeltjes in droge toestand nauwelijks worden tegengehouden.



### DuPont Personal Protection

DuPont de Nemours (Luxembourg) S.à r.l.  
Contern - L-2984 Luxembourg

### Klantenservice

mycustomerservice.emea@dupont.com

### Aanvullende bronnen

[Case study](#) - UKAEA beschermende kleding ontwikkeld met DuPont  
[DuPont Personal Protection](#) - Bescherming voor de nucleaire industrie

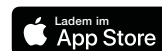


DuPont™ SafeSPEC™

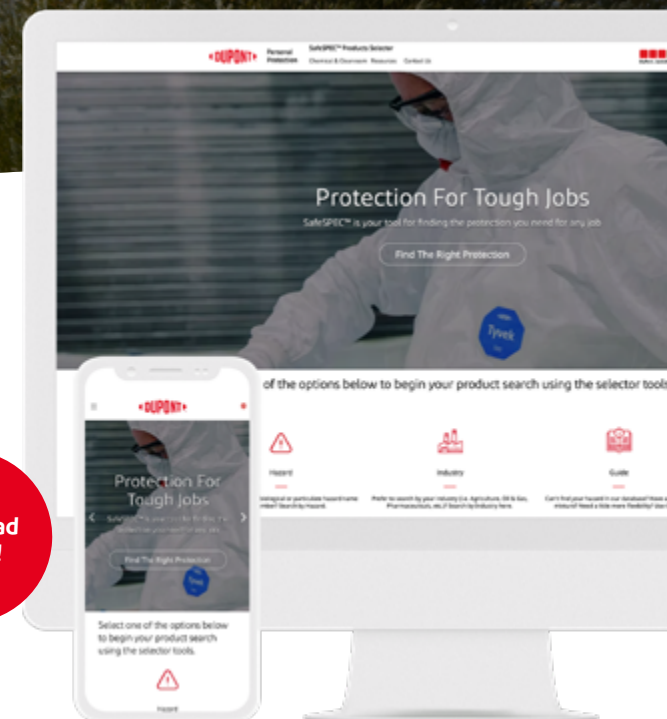
### DuPont™ SafeSPEC™ - Wij zijn er om te helpen

Met onze webgebaseerde tool kunt u het juiste DuPont-kledingstuk voor chemische omgevingen of cleanrooms vinden.

[safespec.dupont.co.uk](https://safespec.dupont.co.uk)



Download de app!



[tyvek.com/ppe](https://tyvek.com/ppe)

Volg ons:

Deze informatie is gebaseerd op technische gegevens die door DuPont betrouwbaar worden geacht. De informatie kan worden herzien wanneer aanvullende kennis en ervaringen beschikbaar worden. Het is de verantwoordelijkheid van de gebruiker om het giftigheidsniveau vast te stellen en te bepalen welke persoonlijke beschermende uitrusting nodig is. De gegevens in dit document hebben betrekking op laboratoriumresultaten met materialen, niet met volledige kledingstukken, onder gecontroleerde omstandigheden. Deze informatie is bedoeld voor gebruik door personen die beschikken over de technische expertise om beoordelingen uit te voeren op basis van hun eigen specifieke gebruiksdoelen, naar eigen goeddunken en op eigen risico. Iedereen die deze informatie wil gebruiken, moet eerst controleren of het gekozen kledingstuk geschikt is voor het bedoelde gebruik. De eindgebruiker mag het kledingstuk niet meer gebruiken als de stof is gescheurd, verstenen of doorgeprikt om mogelijke chemische blootstelling te voorkomen. Omdat de gebruiksomstandigheden buiten onze controle vallen, BIEDT DUPONT GEEN GARANTIES, UITDRUKKELIJK OF IMPLICIET, INCLUSIEF MAAR NIET BEPERKT TOT GARANTIES VAN VERKOOPBAARHEID EN GESCHIKTHEID VOOR EEN BEPAALD DOEL EN AANVAART DUPONT GEEN AANSPRAKELIJKHEID BETREFFENDE DEZE INFORMATIE. Deze informatie is niet bedoeld als licentie waaronder kan worden gewerkt of als aanbeveling om inbreuk te maken op een patent of technische informatie van DuPont of andere personen over materialen of het gebruik hiervan.