

THEMA DRUK

8



Waarover gaat dit thema

In dit thema wordt het begrip **druk** gedefinieerd. We maken kennis met de factoren waardoor druk beïnvloed wordt, en leren de eenheid van druk beter kennen.

Inhoud

1	Het begrip 'druk'	149
2	Factoren die druk beïnvloeden	150
2.1	Druk en oppervlakte	150
2.2	Druk en kracht	151
3	Eenheid van druk	152
4	Voorbeeldopdrachten	154
	Opgaven	155
	Samenvatting	158

Openingsvraag

Dumbo de olifant en zijn begeleider Julie staan beide op dezelfde ondergrond.

Wie zal de vloer het meest vervormen, of met andere woorden: wie oefent de meeste druk uit op de vloer?



De oplossing vind je op p. 153.

1

Het begrip druk



ADS 5

- Als je in de sneeuw loopt, maak je een spoor doordat de sneeuw onder je schoenen wordt samengedrukt. Neem je een zware rugzak mee, dan zak je dieper weg. Heb je ski's of een snowboard aan, dan zak je niet zo diep in de sneeuw.
- Je kan de afdruk van je vingernagels zien als je in je arm knijpt. Wanneer je met je vingertoppen even hard knijpt, zie je niets.
- Bloemschikken in een blok steekschuim gaat goed met bloemen met dunne stengels. Met dikke takken moet je harder duwen.
- Een plastic zak met een smal handvat snijdt in je hand. Hoe meer je in de zak stopt, hoe harder het snijdt. Een breder handvat doet minder pijn.
- Het bed van een fakir telt niet slechts enkele spijkers, maar bestaat uit heel veel spijkers.

In de voorbeelden is er telkens een oppervlak en een kracht die loodrecht op dat oppervlak werkt. Onder invloed van de kracht wordt het oppervlak ingedrukt. De indrukking hangt niet alleen af van de kracht, maar ook van de grootte van het oppervlak waarop de kracht werkt. Om dat effect weer te geven, voeren we het begrip druk in. De Engelse vertaling van het woord 'druk', is 'pressure'. Als symbool voor druk gebruiken we daarom de letter 'p'.

druk: p

Grootheid: druk

Symbool: p

De druk p geeft ons de invloed van een kracht op een oppervlak.

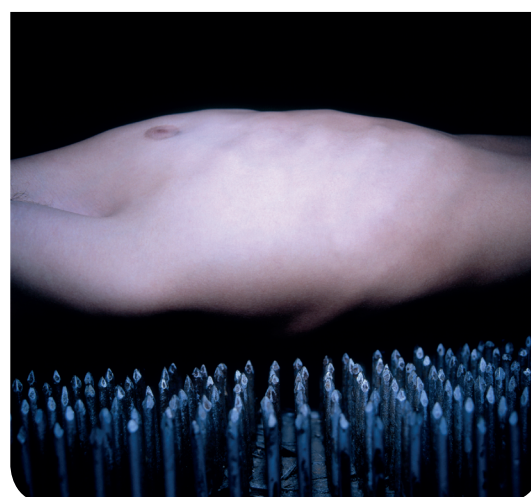


Fig. 8.1 Een oppervlak wordt ingedrukt onder invloed van een kracht.

2

Factoren die druk beïnvloeden

2.1 Druk en oppervlakte

- Bij harde ondergrond dragen voetballers schoenen met scherpe studs om grip te hebben bij het lopen.
- Een injectienaald heeft een spitse punt om gemakkelijk het lichaam te kunnen binnendringen.
- Een mes wordt zo geslepen dat de snede heel scherp is. Zo kan bijvoorbeeld een harde aardappel gemakkelijk doorgesneden worden.



Fig. 8.2 Wil je een grote druk uitoefenen, dan is het oppervlak best klein.

Hoe kleiner het oppervlak, hoe groter de druk.



OPDRACHT 1

Een groot steunoppervlak kan ervoor zorgen dat er weinig druk, of met andere woorden weinig vervorming ontstaat. Geef hiervan minstens twee voorbeelden.

ripsbanden onder een zware kraan, ski's, surfplank, stalen platen bij een werf om over
het voetpad te rijden met vrachtwagens ...

2.2 Druk en kracht

- Om snel te gaan, worden de zeilen van een zeilboot soms zo gedraaid, dat ze zo veel mogelijk wind vangen. Hoe groter de kracht op de zeilen, hoe groter de druk erop.
- Hoe groter de kracht van een hamer op de spijker, hoe groter de druk en hoe makkelijker de spijker in de plank gaat.

Hoe groter de kracht, hoe groter de druk.



Fig. 8.3 Wil je een grote druk, dan moet de kracht groot zijn.

Formule:

- De druk is recht evenredig met de geleverde kracht F .
- De druk is omgekeerd evenredig met het contactoppervlak A .

$$p = \frac{F}{A}$$

3

Eenheid van druk

We bestuderen de factoren van de druk van een standbeeld op zijn sokkel.

theorie	toepassing
De kracht die het standbeeld naar beneden uitoefent, wordt uitgedrukt in newton (N).	$F = 2000 \text{ N}$
Het oppervlak waarop het standbeeld steunt, drukken we uit in vierkante meter (m ²).	$A = 0,01 \text{ m}^2$
$p = \frac{F}{A}$	$p = \frac{F}{A}$ $p = \frac{2000 \text{ N}}{0,01 \text{ m}^2}$
in eenheden: $[p] = \frac{[W]}{[\Delta t]} = \frac{\text{J}}{\text{s}}$	$p = 200\,000 \text{ N/m}^2$



Fig. 8.4 Een standbeeld op een sokkel

Een druk van 1 N/m² noteren we als 1 Pascal of 1 Pa, naar de Franse natuurkundige Blaise Pascal.

$$200\,000 \text{ N/m}^2 = 200\,000 \text{ Pa} = 200 \text{ kPa}$$

De eenheid van druk is de **pascal** (Pa).

We zullen echter heel wat andere eenheden van druk in het dagelijkse leven tegenkomen. Het meest frequent zijn de 'bar' en de 'psi'. Zo wordt de 'bar' gebruikt als eenheid voor luchtdruk: 1 bar = 100 000 Pa.

De 'psi' (Pound per Square Inch) wordt vooral in Amerika gebruikt: 1 psi = ca. 6895 Pa.



Fig. 8.5 Blaise Pascal



OPDRACHT 2

Een olifant en zijn begeleider staan beide op dezelfde ondergrond. De vervorming of indrukking van de vloer kunnen we berekenen, door de druk te berekenen die elk van hen uitoefent op het steunoppervlak (in dit geval de vloer).

De olifant heeft een massa van 1200 kg en heeft een steunoppervlak van $4,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$.

Zijn begeleider is een dame van 65,0 kg op naaldhakjes; haar steunoppervlak is slechts $16,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$.

druk van de olifant:

Gegeven:

$$m = 1200 \text{ kg}$$

$$A = 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Gevraagd:

$$p$$

Oplossing:

$$p = \frac{F}{A}$$

$$F = m \cdot g = 1200 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg}$$

$$F = 118 \cdot 10^2 \text{ N}$$

$$p = \frac{118 \cdot 10^2 \text{ N}}{4,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2}$$

$$p = 295 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

druk van de begeleider:

Gegeven:

$$m = 65,0 \text{ kg}$$

$$A = 16,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$$

Gevraagd:

$$p$$

Oplossing:

$$p = \frac{F}{A}$$

$$F = m \cdot g = 65,0 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg}$$

$$F = 638 \text{ N}$$

$$p = \frac{638 \text{ N}}{16,0 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}$$

$$p = 399 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Oplossing openingsvraag

Ondanks het feit dat Dumbo een veel groter gewicht op de vloer uitoefent dan Julie, zal Julie toch een grotere druk op de ondergrond uitoefenen. Dit komt omdat haar steunoppervlak in verhouding veel kleiner is dan dat van Dumbo.

4

Voorbeeldopdrachten

- 1 De Eiffeltoren, gebouwd voor de wereldtentoonstelling te Parijs in 1889, is nog steeds Europa's hoogste toren. Bereken de druk die deze toren geeft op zijn vier funderingen van samen 104 m^2 groot. De massa van deze toren wordt geschat op 7200 ton.

De druk wordt gevormd door het gewicht van de toren die we berekenen door de formule

$$G = F_z = m \cdot g \text{ met } g = 9,81 \text{ N/kg}$$

GEGEVEN

$$m = 7200 \text{ ton} = 7200 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

$$A = 104 \text{ m}^2$$

GEVRAAGD

$$p$$

OPLOSSING

$$G = F_z = m \cdot g = 7200 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} = 70,6 \cdot 10^6 \text{ N}$$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{70,6 \cdot 10^6 \text{ N}}{104 \text{ m}^2} = 679 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$



- 2 De poten van een stoel geven een druk van 1000 kPa op de klasvloer. Hoe groot is het gewicht van de leerling die erop zit als de poten een totale oppervlakte van $4,00 \text{ cm}^2$ hebben?

GEGEVEN

$$p = 1000 \text{ kPa}$$

$$A = 4,00 \text{ cm}^2 = 4,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

GEVRAAGD

$$G$$

OPLOSSING

$$G = F_z$$

$$p = \frac{F_z}{A}$$

$$F_z = p \cdot A = 1000 \text{ kPa} \cdot 4,00 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 400 \text{ N}$$

Vergelijk deze twee voorbeeldopgaven. Wat stel je vast?

Een leerling van ongeveer 40 kg die op een stoel zit, geeft meer druk op zijn steunpunten dan de Eiffeltoren. Dit komt vooral omdat zijn steunoppervlak zoveel kleiner is.

- 3 Om de nieuwe betonvloer in het atelier te beschermen, proberen we de druk te beperken tot 15,0 MPa. Dit houdt in dat we het gewicht van zware machines proberen te verdelen door er, indien nodig, grotere voetjes onder te plaatsen.
Hoe groot moet het steunoppervlak zijn van de nieuwe freesmachine van 4500 kg?

GEGEVEN

$$p = 15,0 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

$$m = 4500 \text{ kg}$$

GEVRAAGD

A

OPLOSSING

$$p = \frac{F}{A}$$

$$F = m \cdot g = 4500 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} = 44145 \text{ N}$$

$$A = \frac{F}{p} = \frac{44145 \text{ N}}{15,0 \cdot 10^6 \text{ Pa}} = 2,94 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Opgaven

A-REEKS



- 1 Maak de volgende omzettingen.
- a 1000 Pa = 1 kPa
 - b 100.000 Pa = 1 bar
 - c 250 hPa = 25 000 Pa
 - d 5,4 bar = 5400 mbar = 540 000 Pa



- 2 Een wagen geeft een gewicht van 12 000 N. De druk van de banden op de weg is 1200 kPa. Bereken de grootte van het contactoppervlak van de banden van de auto.

Gegeven:

$$p = 1200 \text{ kPa}$$

$$F = 12\,000 \text{ N}$$

Gevraagd:

A

Oplossing:

$$p = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{p} = \frac{12\,000 \text{ N}}{1200 \text{ kPa}} = 0,01000 \text{ m}^2$$





- 3 Tijdens het schaatsen zakt Lesley plots door het ijs. Om haar te redden, sluipt de redder over het dunne ijs naar haar toe. Waarom?

De redder zorgt ervoor dat hij zijn gewicht verdeelt over een groot oppervlak. Op die manier maakt hij de druk op het ijs zo klein mogelijk, zodat hij zelf niet door het ijs zakt.



- 4 Waarom is een waterbed beter voor onze rug?

Een waterbed zorgt voor een groot contactoppervlak, zodat ons lichaam zijn gewicht mooi kan verdelen en de druk minimaal is.

B-REEKS



- 5 Jan gaat skiën met ski's van 1,80 m lang en 11,0 cm breed. Zelf heeft hij een massa van 72,0 kg, inclusief skikledij. Met zijn ski's aan veroorzaakt hij een druk van 1,95 kPa op de sneeuw. Bereken de massa van de ski's.



Gegeven:

$$l = 1,80 \text{ m}$$

$$b = 11,0 \text{ cm}$$

$$m_{\text{jan}} = 72,0 \text{ kg}$$

$$p = 1,95 \text{ kPa}$$

Gevraagd:

$$m_{\text{skis}}$$

Oplossing:

$$F = p \cdot A = 1,95 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2 \cdot (2 \cdot 1,80 \text{ m} \cdot 0,110 \text{ m}) = 772 \text{ N}$$

$$m_{\text{tot}} = \frac{F}{g} = \frac{772 \text{ N}}{9,81 \text{ N/kg}} = 78,7 \text{ kg}$$

$$m_{\text{skis}} = m_{\text{tot}} - m_{\text{jan}} = 78,7 \text{ kg} - 72,0 \text{ kg} = 6,7 \text{ kg}$$



- 6 Twee blokjes (1 en 2) van hetzelfde materiaal liggen op een tafel. Het tweede blokje is in volume precies het dubbele van het eerste en heeft ook een grondoppervlak dat dubbel zo groot is. De druk van het tweede blokje is ... (Kruis het juiste vakje aan.)

☐ tweemaal zo groot als de druk van het eerste blokje.

☐ tweemaal zo klein als de druk van het eerste blokje.

☐ even groot als bij het eerste blokje.

☒ niet te bepalen, we hebben te weinig gegevens.

C-REEKS



7

Om een muur te metsen, plaatsen we een fundering, zodat deze muur door zijn gewicht niet dieper in de grond zou zakken. De muur en de fundering zijn 12 m lang. De massa van alle bouwmaterialen wordt geschat op $18 \cdot 10^3$ kg. Bereken de breedte van de fundering, als je weet dat de druk op de grond maximaal $9,50 \text{ N/cm}^2$ mag zijn.



Gegeven:

$$p = 9,5 \text{ N/cm}^2 = 9,5 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2 = 9,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$m = 18 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

Gevraagd:

b

Oplossing:

$A = b \cdot l$ (oppervlakte fundering is breedte maal lengte)

$$b = \frac{A}{l}$$

$$F = m \cdot g = 18 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ N/kg} = 176580 \text{ N}$$

$$p = \frac{F}{A}$$

$$A = \frac{F}{p} = \frac{176580 \text{ N}}{9,5 \cdot 10^4 \text{ Pa}} = 1,859 \text{ m}^2$$

$$b = \frac{A}{l} = \frac{1,859 \text{ m}^2}{12 \text{ m}} = 0,15 \text{ m}$$



SAMENVATTING

1 Het begrip druk

De druk p geeft ons de invloed van een kracht op een oppervlak.

Grootheid: druk

Symbool: p

2 Factoren die de druk beïnvloeden

Hoe kleiner het oppervlak, hoe groter de druk.

Hoe groter de kracht, hoe groter de druk.

$$p = \frac{F}{A}$$

3 Eenheid van druk

De eenheid van druk is de pascal (Pa).