

Uitvaltijd

Bij het bedrijf Alutech, dat aluminium buizen produceert, werkt men aan één stuk door van maandagmorgen tot en met zaterdagmiddag. De werknemers van dit bedrijf werken in ploegendiensten van 8 uur. Daarbij zijn er twee dagdiensten, genaamd A en B, en één nachtdienst N. Zie tabel 1.

tabel 1 werktijden Alutech

	ma	di	wo	do	vr	za	zo
07.00 – 15.00 uur	A	A	A	A	A	A	-
15.00 – 23.00 uur	B	B	B	B	B	-	-
23.00 – 07.00 uur	N	N	N	N	N	-	-

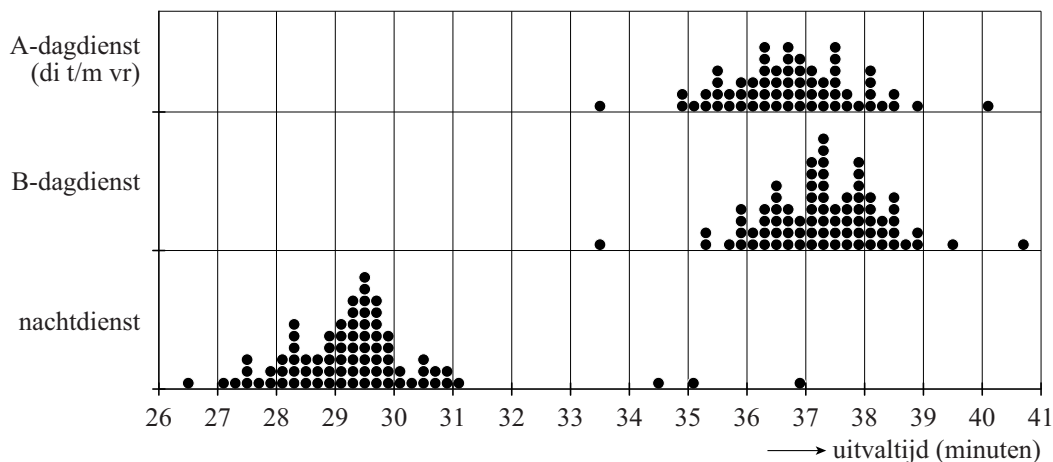
Op maandagmorgen is men de eerste 3 uur van de A-dienst bezig om het productieproces op te starten en op zaterdagmiddag wordt het laatste uur van de A-dienst gebruikt om het proces gecontroleerd stil te zetten. Alle overige tijd wordt beschouwd als mogelijke productietijd.

3p 11 Bereken het aantal uren mogelijke productietijd per week.

Tijdens elke dienst komen er storingen voor. Het productieproces wordt dan een aantal minuten stilgelegd totdat de storing verholpen is. Telkens wordt bijgehouden hoe lang de storing duurt. Na afloop van de dienst wordt de totale tijd van alle storingen genoteerd. Deze tijd noemt men de **uitvaltijd**. De directie wil dat de uitvaltijd zo klein mogelijk is.

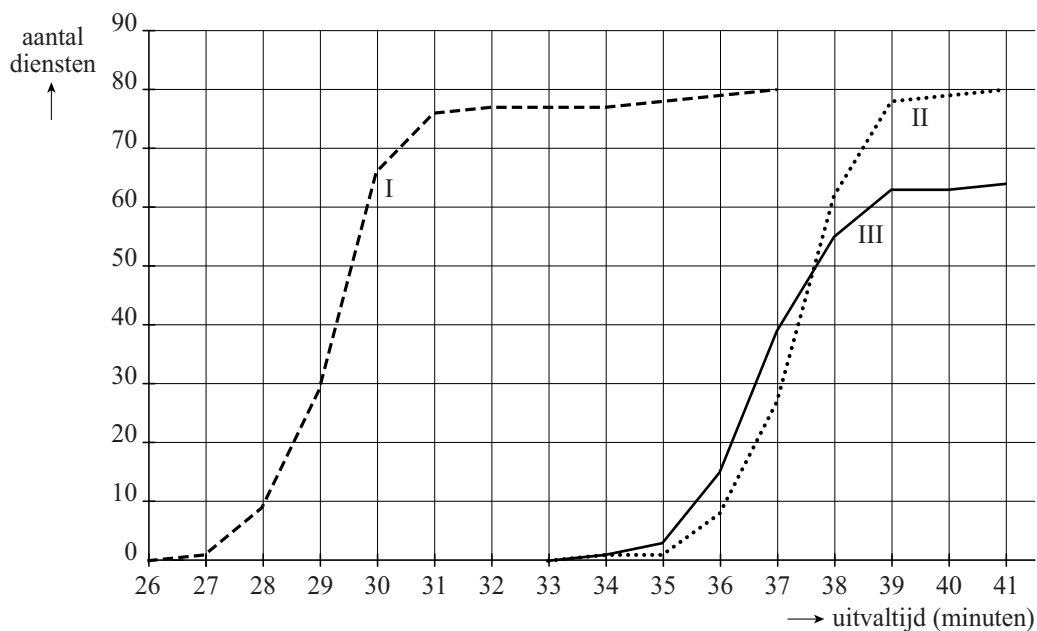
Om te onderzoeken hoe groot de uitvaltijd is, heeft men van 16 werkweken de uitvaltijden van de dag- en nachtdiensten vergeleken. Daarbij heeft men bij de A-diensten alleen gekeken naar de diensten die op dinsdag tot en met vrijdag vallen. De resultaten staan in de dotplot in figuur 1.

figuur 1 uitvaltijd per dienst



Met de gegevens uit de dotplot zijn van alle diensten cumulatieve frequentiepolygonen gemaakt. Er is gebruikgemaakt van een klassenindeling met klassenbreedte 1 minuut. Zie figuur 2.

figuur 2



3p **12** Beredeneer met behulp van figuur 1 welke cumulatieve frequentiepolygoon hoort bij dagdienst B.

Tot verbazing van de directie is de uitvaltijd tijdens de nachtdiensten in vrijwel alle gevallen lager dan tijdens de beide dagdiensten. Omdat elke minuut uitvaltijd het bedrijf geld kost, besluit de directie nader onderzoek te doen naar de uitvaltijden van de drie verschillende diensten.

De directie berekent de mediaan, het eerste kwartiel en het derde kwartiel van de uitvaltijd voor elk van de drie diensten. Zie tabel 2.

tabel 2 uitvaltijd per dag- of nachtdienst in minuten

	mediaan	eerste kwartiel	derde kwartiel
dagdienst A (di-vr)	36,7	36,1	37,5
dagdienst B	37,3	36,6	37,9
nachtdienst	29,3	28,5	29,7

Eerst kijkt de directie alleen naar het verschil tussen dagdienst A en dagdienst B. Met behulp van boxplots kun je een uitspraak doen over het verschil tussen de uitvaltijden van de twee dagdiensten. Daarvoor hoeven de boxplots niet getekend te worden.

4p **13** Bepaal met behulp van het formuleblad en tabel 2 of het verschil in uitvaltijd tussen dagdienst A en dagdienst B groot, middelmatig of gering is.

In figuur 1 is te zien dat er bij alle diensten waarnemingen zijn die opvallend afwijken van de rest. We leggen daarom vast wat we in deze opgave met een uitschieter bedoelen:

Een **uitschieter** is een waarneming die meer dan 1,5 keer de interkwartielafstand onder het eerste of boven het derde kwartiel ligt.

4p 14 Bepaal hoeveel waarnemingen bij dagdienst B uitschieters zijn.

Van elk van de drie verschillende diensten worden ook de gemiddelde uitvaltijd en de standaardafwijking berekend. Zie tabel 3.

tabel 3 uitvaltijd per dag- of nachtdienst in minuten

	gemiddelde	standaardafwijking
dagdienst A (di-vr)	36,75	1,10
dagdienst B	37,29	1,04
nachtdienst	29,39	1,53

Men vermoedt dat de lagere uitvaltijden tijdens de nachtdiensten te maken hebben met het feit dat de energietoevoer gedurende de nacht constanter is dan overdag. Daarom wordt de energietoevoer overdag verbeterd. De directie van Alutech hoopt daarmee de uitvaltijden van de dagdiensten terug te dringen.

Na verloop van tijd blijkt dat de gemiddelde uitvaltijd van de A-diensten van dinsdag tot en met vrijdag gelijk geworden is aan de gemiddelde uitvaltijd van de nachtdiensten. Ook de gemiddelde uitvaltijd van alle B-diensten is gelijk geworden aan de gemiddelde uitvaltijd van de nachtdiensten. De standaardafwijkingen van de A-diensten en B-diensten zijn niet veranderd.

3p 15 Je kunt nu voor dagdienst B de oude met de nieuwe situatie vergelijken. Bereken met behulp van het formuleblad voor dagdienst B of het verschil in uitvaltijd tussen de oude en de nieuwe situatie groot, middelmatig of gering is.

Doordat de gemiddelde uitvaltijd van de A-diensten van dinsdag tot en met vrijdag en van alle B-diensten is teruggedrongen tot het gemiddelde van de uitvaltijd van de nachtdiensten, zal de productietijd toenemen.

4p 16 Bereken met hoeveel uur de totale netto productietijd op jaarbasis toeneemt. Neem hierbij aan dat men 51 volledige werkweken per jaar werkt. Laat hierbij de A-diensten van maandag en zaterdag buiten beschouwing.