

# WERKEN MET PAUZES



Vorrunde opdracht van de 19<sup>e</sup> Wiskunde A-lympiade

23 November 2007



## **Werkwijzer bij de voorronde opdracht van de Wiskunde A-lympiade 2007/2008**

Deze Wiskunde A-lympiade opdracht bestaat uit een instapopdracht, twee vervolgoopdrachten en een eindopdracht.

*Algemene adviezen bij het werken aan deze opdracht*

- Lees eerst de volledige tekst van de opgave door zodat je weet wat jullie allemaal te doen staat.
- **Bewaak de tijd die jullie besteden aan de instap- en vervolgoopdrachten, houd genoeg tijd over voor de eindopdracht.** Verdeel de taken waar mogelijk en overleg indien nodig.
- Als je taken hebt verdeeld, bespreek dan voor je aan de eindopdracht begint de resultaten van de inleidende opdrachten met elkaar.
- Bij de eindopdracht is het belangrijk dat je de twee alternatieven zo helder mogelijk uiteenzet en een analyse van de voor- en nadelen.
- De antwoorden op de instap- en vervolgoopdrachten horen niet in de uitwerking van de eindopdracht. Voeg de resultaten van de instap- en vervolgoopdrachten toe als bijlage. Denk aan de werkbladen met de grafieken!

Inleveren:

- Een heldere en uitvoerige beschrijving van twee mogelijke dagindelingen, inclusief voor- en nadelenanalyse.
- Als bijlagen: de resultaten van de instap- en vervolgoopdrachten.

**De jury krijgt kopieën van jullie werk. Die kopieën moeten uiteraard goed leesbaar zijn.**

**Schrijf en teken daarom met een zwarte pen, print alleen op A4 formaat, eventuele tekeningen liever niet met potlood. Maak zelf een test kopie in geval van twijfel!**

Beoordeling

Bij de beoordeling kan onder andere gelet worden op:

- de leesbaarheid en de duidelijkheid van de eindopdracht,
- de volledigheid van het werk,
- het gebruik van wiskunde,
- de gebruikte argumentatie en de verantwoording van gemaakte keuzes (hierbij kan de realiteitswaarde een rol spelen),
- de diepgang waarmee een en ander is gedaan,
- manier van presenteren: o.a de vorm, leesbaarheid, structuur, gebruik en functie van bijlagen, enzovoort.

Veel plezier en succes!

We dragen de 19<sup>e</sup> editie van de Alympiade op aan Berend Wielens.

Berend heeft de toon van deze opdracht gezet maar de muziek niet kunnen horen.

## Inleiding

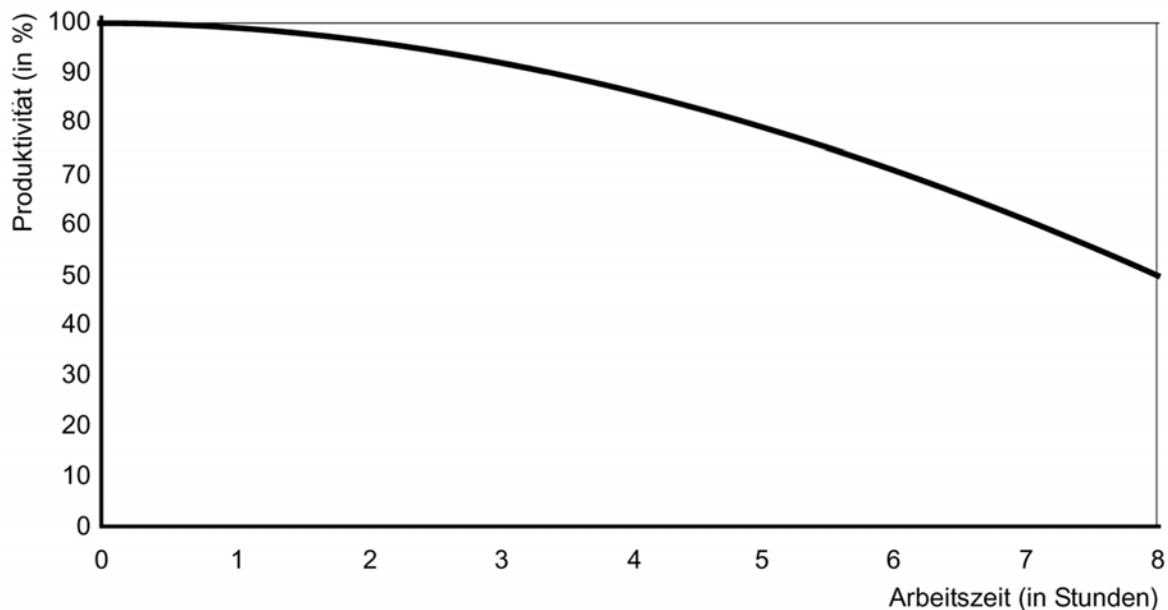
Iedereen heeft wel eens ervaren dat je niet onafgebroken altijd maar door kunt blijven werken. Los van het feit dat je bijvoorbeeld af en toe moet eten, word je van het meeste werk ook gewoon fysiek moe en gaat na verloop van tijd je concentratie achteruit. Een chauffeur die tien uur onafgebroken doorrijdt, een leraar die acht uur zonder onderbreking nakijkt, een journalist die negen uur aan één stuk achter zijn computer zit te tikken... vermoeidheid en concentratieverlies kunnen in deze gevallen grotere of kleinere rampen veroorzaken.

Daarnaast treedt bij het meeste werk een daling van de productiviteit op. Dit is het makkelijkst meetbaar bij productiewerk in een fabriek.

Pauzeren is dus nodig, maar... hoe kun je die pauzes het beste indelen? Weinig pauzes maar dan wel langere, of juist veel korte pauzes, of een mix hiervan: hoe maak je een optimale dagindeling.

## Instapopdracht

Uit ervaring en onderzoek bij een groot Duits productiebedrijf is het volgende globale beeld ontstaan over het verband tussen de productiviteit en het aantal uren dat gewerkt wordt. (Deze grafiek staat gedetailleerder in bijlage 1)



Hoe meer uren je doorwerkt, hoe lager je productiviteit wordt. In de grafiek kun je onder andere zien dat na acht uren ononderbroken, dus zonder pauze, doorwerken je productiviteit tot 50% gedaald is.

Uit ander onderzoek is bekend dat het nemen van een pauze de productiviteit verhoogt. Vlak ná een pauze is de productiviteit van de werknemer hoger dan vlak daarvóór. Anders gezegd: de productiviteit is weer terug op een eerder, hoger niveau. Het onderzoek heeft hiervoor de volgende vuistregels opgeleverd:

- Na een pauze binnen de eerste vijf uur arbeidstijd (dat is de zuivere werktijd) is de productiviteit terug op het niveau, zoals dat was op het tijdstip dat op 3,5 maal de lengte van de pauze vóór het begin van die pauze ligt. Een voorbeeld maakt de vuistregel duidelijk: als een werknemer om 8:00 uur begint en doorwerkt tot 11:25 uur, dan is zijn productiviteit om 11:25 uur gedaald

tot 90% van zijn maximum. Neemt de werknemer dan 40 minuten pauze, dan zal hij aan het eind van die pauze zijn werk hervatten op het productiviteitsniveau van  $3,5 \times 40 = 140$  minuten voor 11:25 uur. Ga met behulp van de grafiek na wat die nieuwe productiviteit dan is.

- Na een pauze die wordt genomen na meer dan vijf uur arbeidstijd is het effect iets kleiner: in dat geval is na een pauze de productiviteit terug op het niveau van 3 maal de lengte van de pauze vóór het begin van de pauze.

### Opdracht 1

In het eerder genoemde bedrijf begint de werkdag om 8 uur 's morgens en eindigt om 5 uur 's middags. Om 12:00 uur begint de lunchpauze die een uur duurt. De werkdag voor de werknemers van dit bedrijf duurt dus negen uur, waarvan ze er acht ook echt aan het werk zijn.

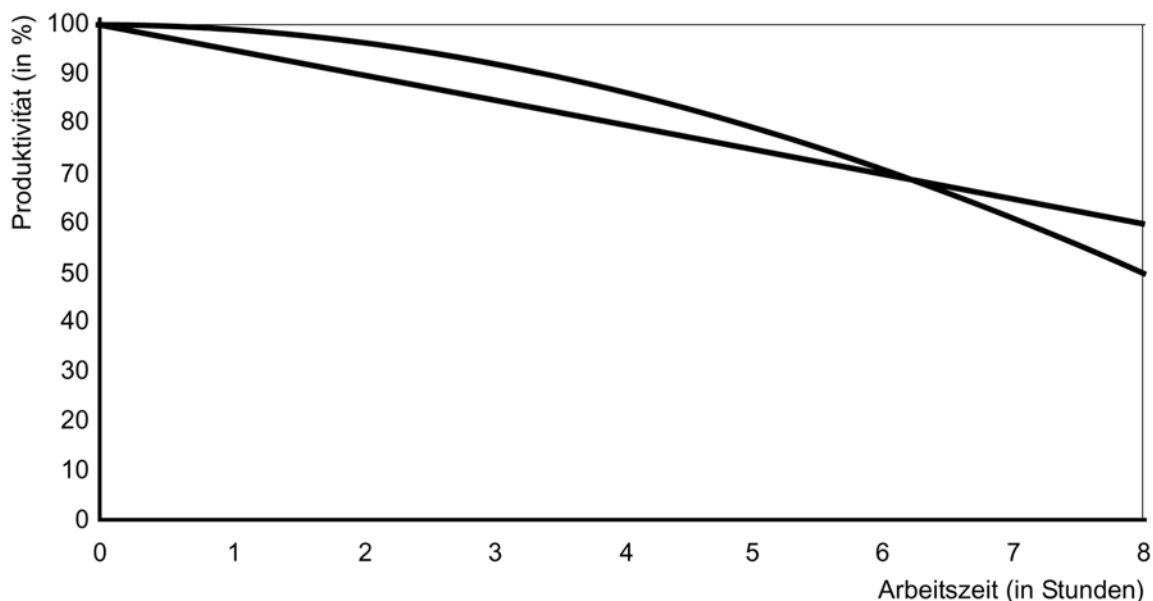
Een werknemer produceert maximaal 600 ape (arbeidsproductie-eenheden) per uur. Deze 600 ape is de *maximale arbeidsproductiviteit*.

De directie van het bedrijf is vooral geïnteresseerd in de totale arbeidsproductiviteit van een werknemer op een hele werkdag.

- Maak op basis van de grafiek een schatting van de totale productie bij acht uur ononderbroken werken. Maak hierbij gebruik van de grafiek in bijlage 1.
- Maak ook een schatting van de productie bij de gegeven dagindeling, dus met een uur pauze van 12:00 – 13:00 uur, en werken tussen 8:00 – 17:00 uur. Geef hierbij duidelijk aan hoe je de grafiek hebt gebruikt.

### Vervolgopdrachten

Om makkelijker berekeningen over de arbeidsproductiviteit te kunnen maken, wordt besloten om het model te vereenvoudigen tot een goed passend lineair model. Je ziet de grafiek van het aangepaste model hieronder samen met de grafiek van het oorspronkelijke model:



In het nieuwe model wordt er, zoals je ziet, vanuit gegaan dat de arbeidsproductiviteit bij constant doorwerken zonder pauze in 8 uur van 100% naar 60% daalt volgens een rechte lijn.

## Opdracht 2

- a Bereken de totale productie per werknemer bij acht uur ononderbroken werken. Gebruik de werkbladen in bijlage 2
- b Bereken ook de productie van een werknemer bij de oorspronkelijke gegeven dagindeling (dus met werktijden van 8:00 tot 12:00 uur en van 13:00 tot 17:00 uur). Geef hierbij niet alleen berekeningen, maar ook uitleg aan de hand van de grafiek op het werkblad in bijlage 2.
- c Onderzoek of de productie stijgt als je de pauze van 1 uur mag verdelen in een aantal korte (maar wel allemaal even lange) pauzes die samen een uur duren. Waar plan je die pauzes en hoe groot is dan de maximaal haalbare productie?

## Opdracht 3

De meeste werknemers willen het liefst zo veel mogelijk aaneengesloten vrije tijd. Dus bijvoorbeeld een (halve) dag extra vrij, of alle werkdagen korter. Als dat niet kan, dan willen de meeste werknemers graag veel pauzetijd.

De directie van het bedrijf gaat akkoord met alle soorten werk- en aanwezigheidsscenario's, mits het zó geregeld kan worden dat een werknemer zijn dagindeling zó kan organiseren dat hij (of zij) een productie van minstens 19 200 ape per week levert. Het bedrijf is iedere dag geopend van 7:30 uur – 18:30 uur.

- Onderzoek of dit mogelijk is voor een werknemer die vier dagen wil gaan werken.
- Onderzoek wat aantrekkelijke mogelijkheden zijn voor werknemers die vijf dagen blijven werken.

Geef voor alle mogelijkheden de bijpassende dagindelingen en geef deze grafisch weer op een van de werkbladen in bijlage 3.

## Eindopdracht

Uiteraard is het niet alleen maar zo dat de werkgever regels voor de werktijden vaststelt. Er zijn tevens ARBO-regels opgesteld die allerlei beperkingen opleggen aan de dagindeling. Deze regels zorgen natuurlijk ook voor de bescherming van de werknemers! Op de volgende bladzijde zie je een aantal voor het bedrijf geldende ARBO-regels.

De directie wil vooral een zo hoog mogelijke productie; de werknemer wil graag zo veel mogelijk vrije tijd.

Formuleer minimaal twee goed onderbouwde voorstellen voor een dagindeling voor de werknemers, waaruit de ondernemingsraad en de directie samen een keuze kunnen maken. Houd rekening met :

- de belangen van zowel werkgever als werknemer
- de ARBO-regels
- de minimale productie van 19 200 ape per week

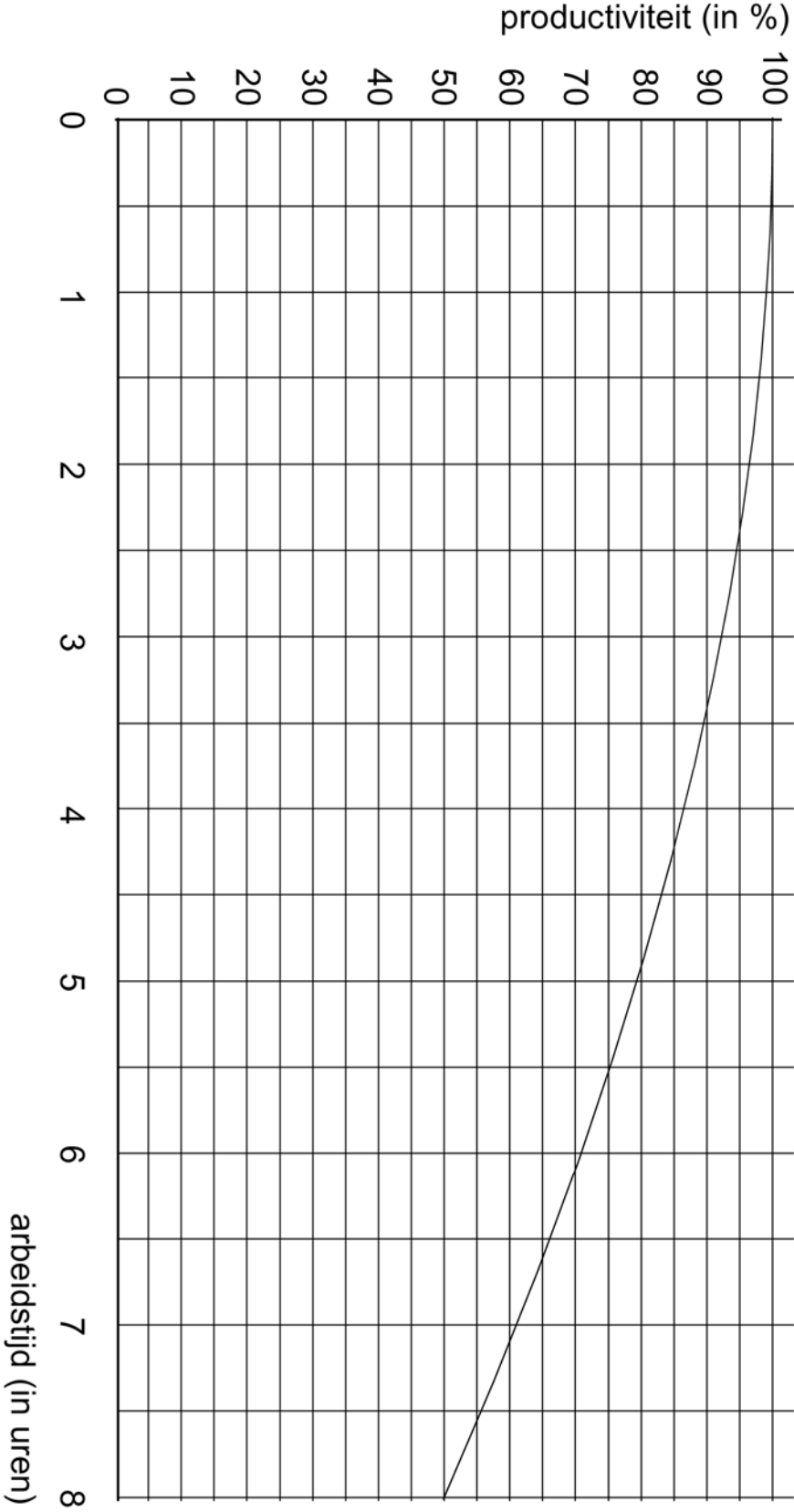
Geef de werktijden, de dagindeling en bepaal de productieomvang die hiermee te halen zijn. Zorg in ieder geval voor grafische ondersteuning van je voorstel. Noem verder alle gemaakte overwegingen, voor- en nadelen, en zorg voor een heldere motivatie van de gebruikte criteria!

### **ARBO regels**

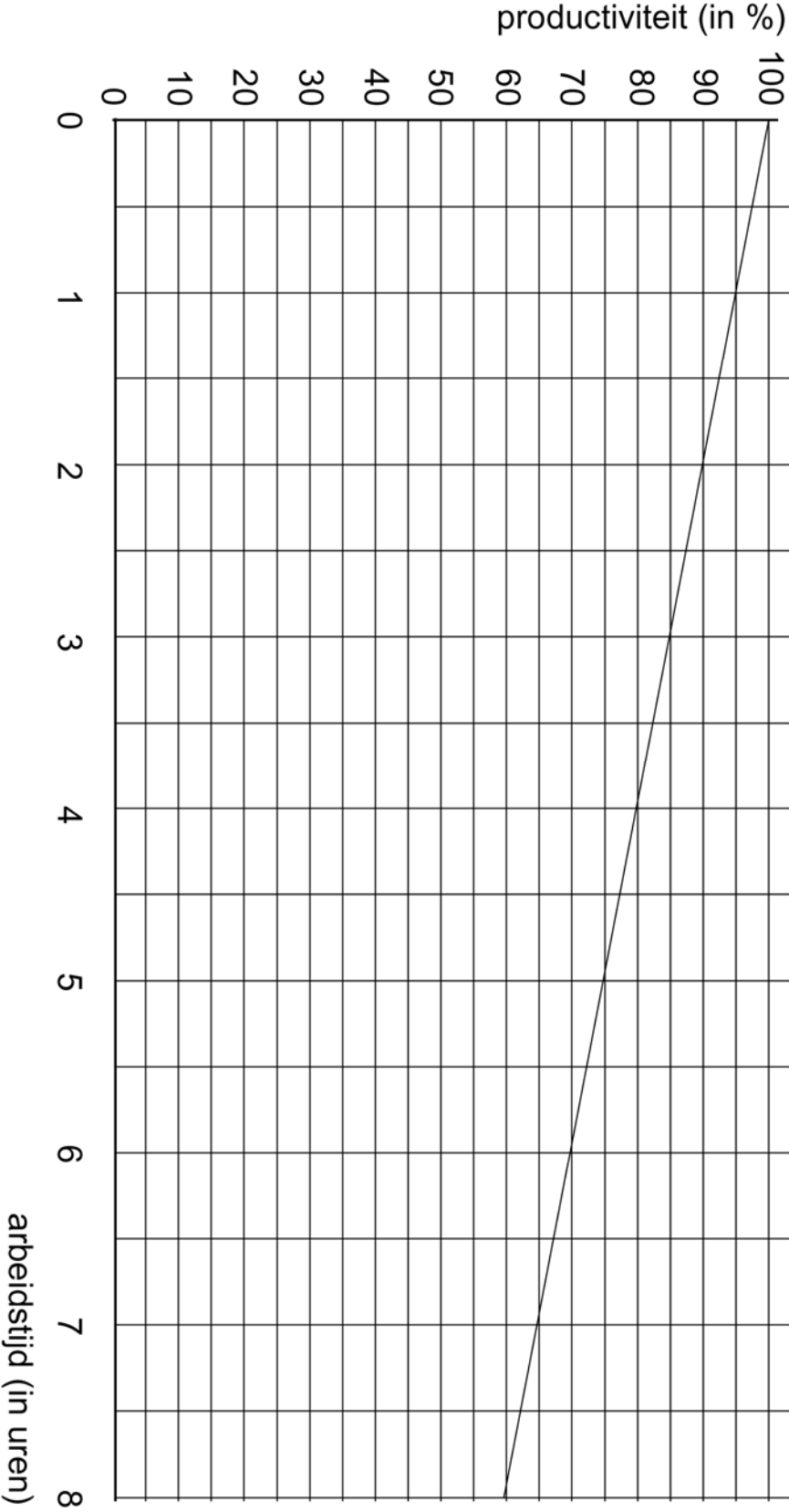
Pauzes: Heeft u een werkdag van:

- *langer dan vijfenhalf uur, dan heeft u minimaal 30 aaneengesloten minuten pauze;*
- *langer dan acht uur, dan is de pauze minstens 45 minuten, waarvan 30 minuten aaneengesloten;*
- *langer dan tien uur, dan is de pauze minstens 60 minuten, waarvan 30 minuten aaneengesloten.*

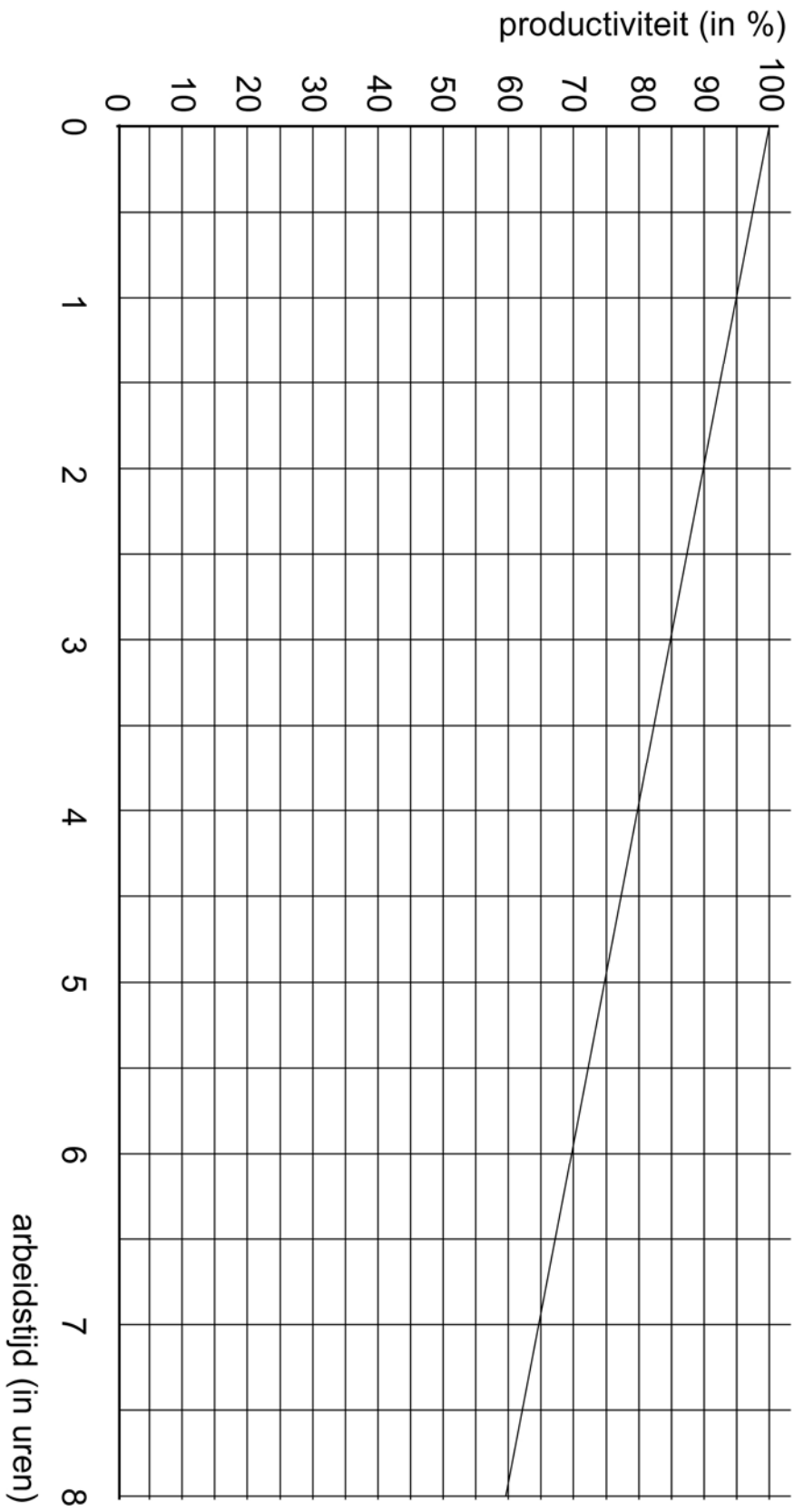
Bijlage 1

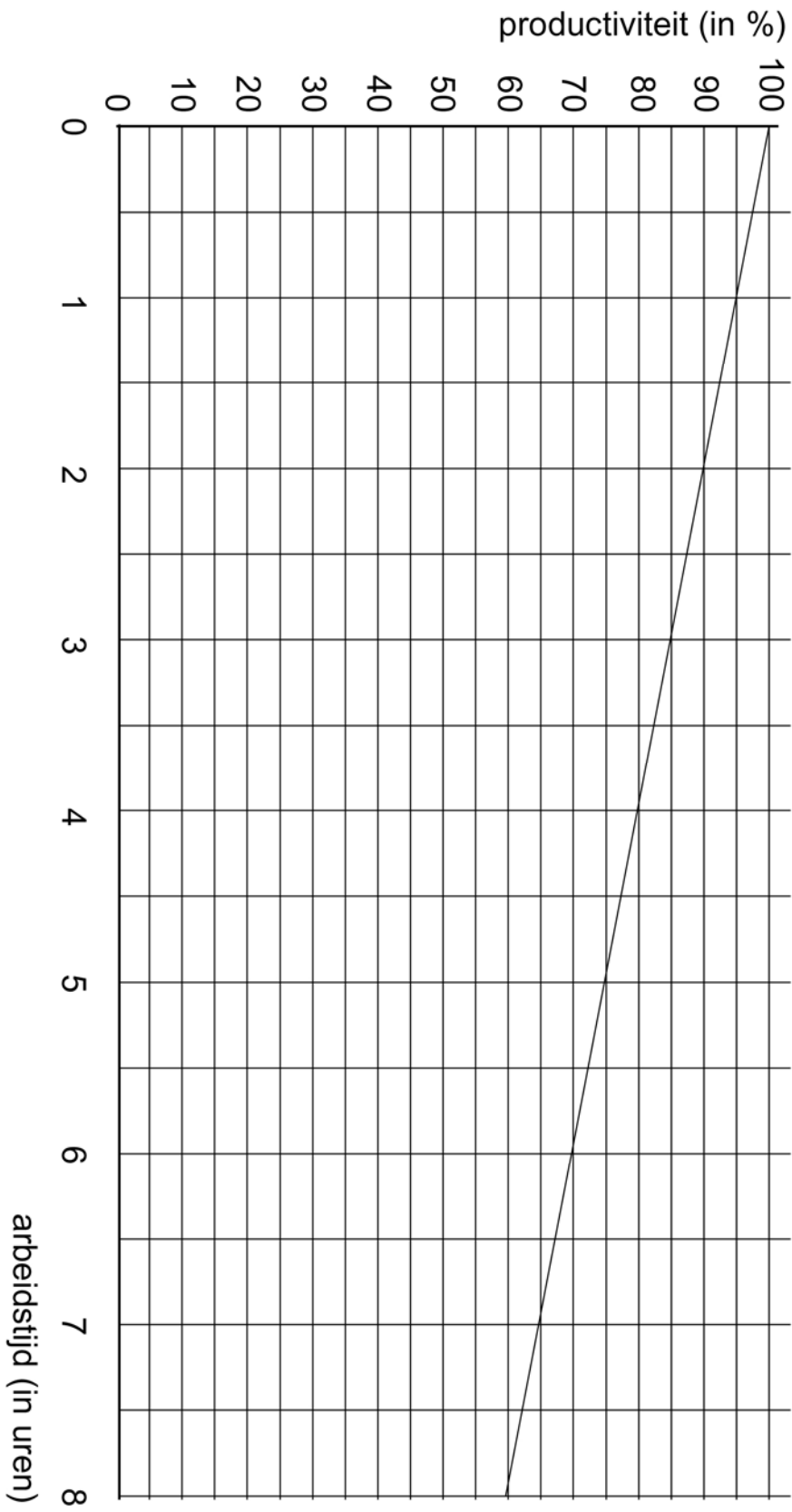


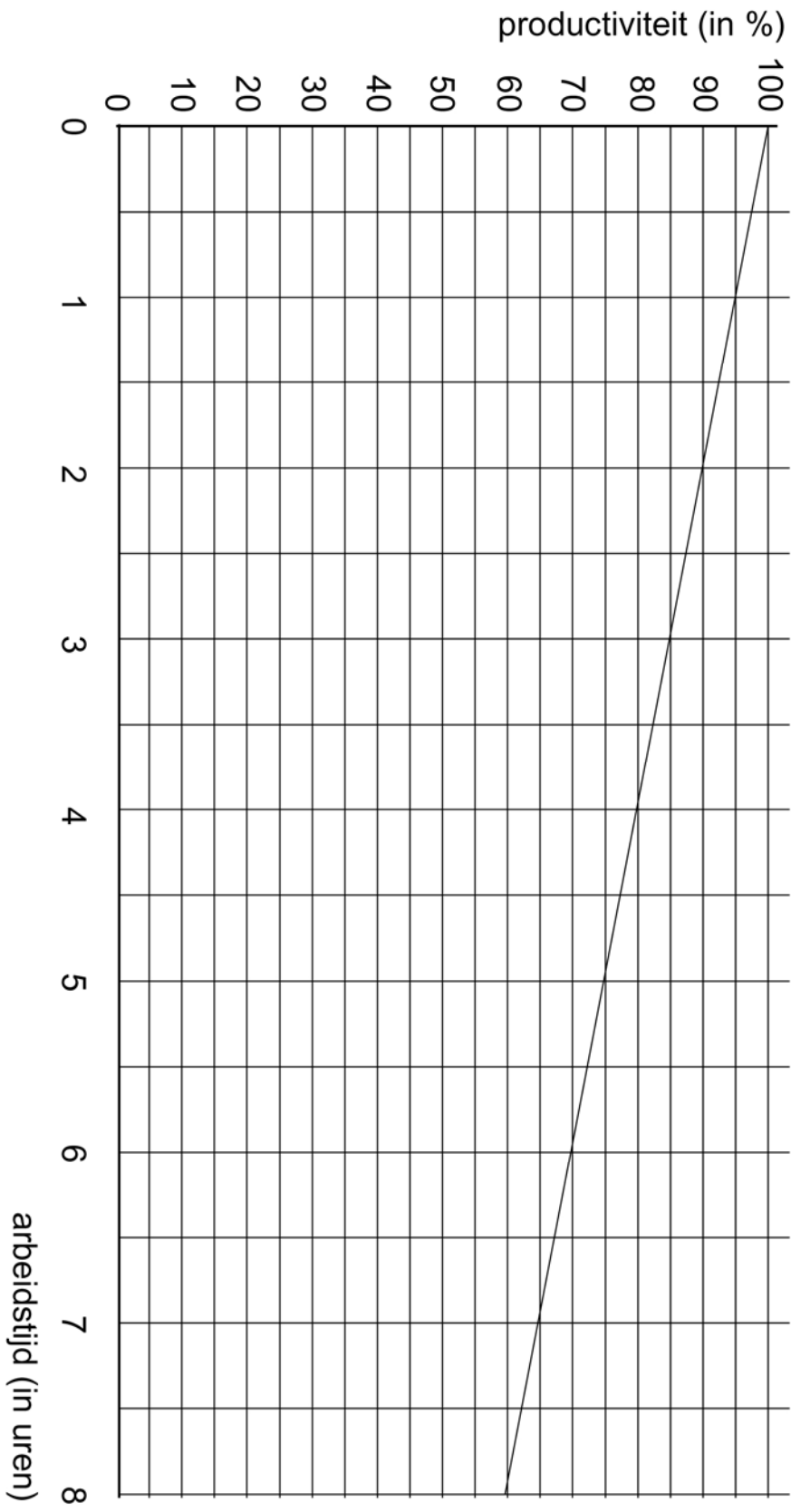
Bijlage 2











Bijlage 3

