
december 1990

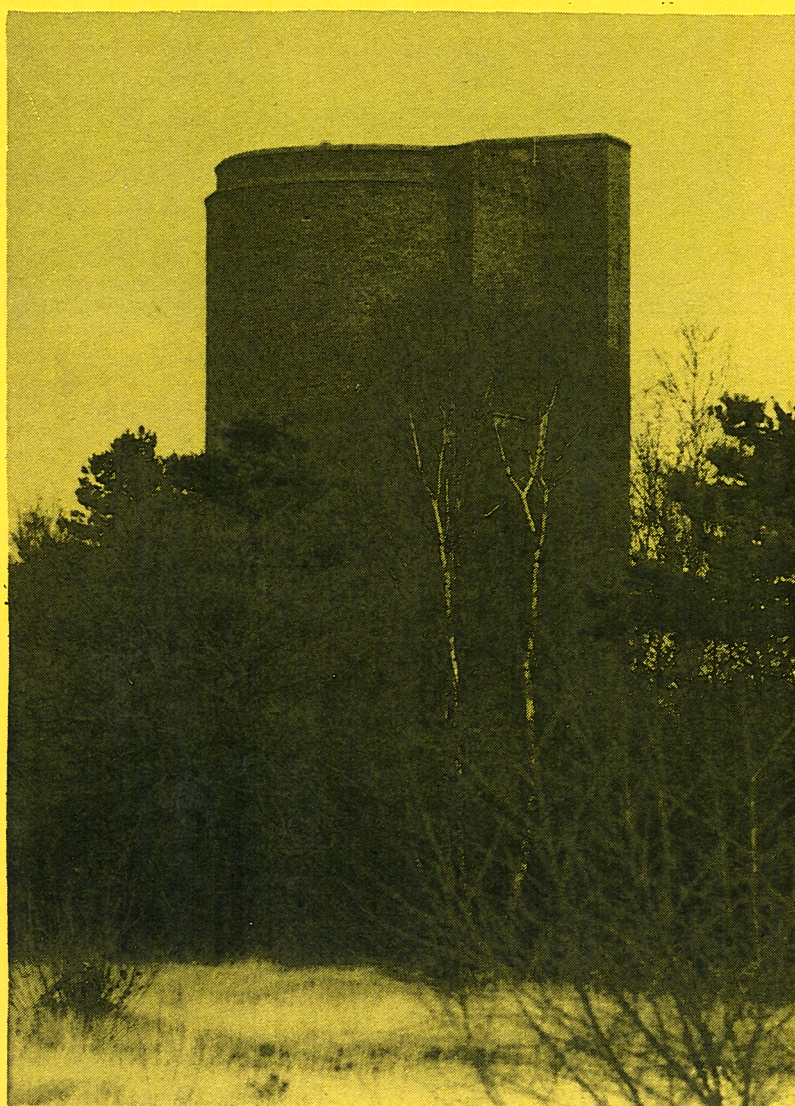
W 12
16



Freudenthal instituut
Oerarchie

De Watertoren

Docentenhandleiding
met leerlingentekst



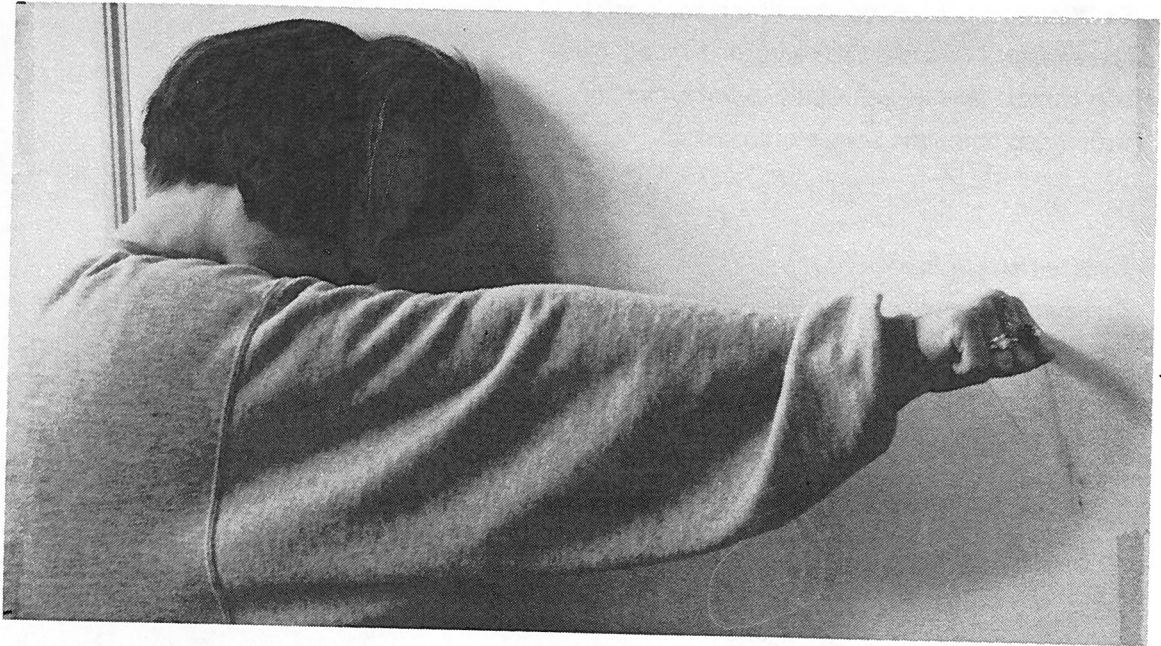


Publikatie in het kader van het project
Commissie Ontwikkeling Wiskundeonderwijs

Verantwoordelijk auteursteam W12-16
ontwerper: George Schoemaker

Deze publikatie is te bestellen bij
Instituut voor Leerplanontwikkeling (SLO), Enschede (053-840840)
onder vermelding van AN-nummer 3.315.6174

© Vakgroep OW & OC, RU Utrecht/ SLO, Enschede december 1990



Meten met de duim, zie voor toelichting blz. 4D.

De Watertoren is een voorbeeld van een aantal lessen wiskundeonderwijs waarbij aan de hand van één context heel verschillende aspecten van het wiskundeprogramma aan de orde komen.

Over het leerlingenmateriaal:

Een achttal lessen voor klas vier mavo/lbo C/D.

Op 16 pagina's in totaal 40 opdrachten.

Het doorloopschema hiernaast geeft aan welke vraagstukken men eventueel kan overslaan.

De stippelijntjes geven aan waar overslaan tot de mogelijkheden behoort.

De opdrachten worden in een schrift gemaakt.

Er zijn vier werkbladen waarop alle figuren staan waarin iets getekend moet worden.

Op blz. 16 staat een samenvatting van het geleerde, gevolgd door een oefentoets.

Dit boekje kan opnieuw gebruikt worden als werkbladen en oefentoets op school worden bijgemaakt.

Over de docentenhandleiding:

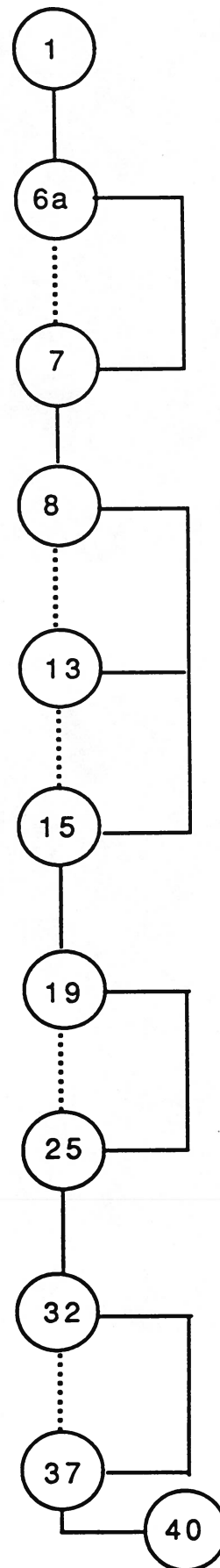
De docentenhandleiding bevat de leerlingenwerkbladen steeds op de linkerpagina en het bijbehorend commentaar op de rechterpagina.

Op pagina 16D staat een verantwoording bij dit leerlingenmateriaal.

Oefentoets en toets blz. 17 t/m 20, vervolgens de werkbladen 1, 2, 3 en 4.

Achterin de docentenhandleiding staan op de bijlagen 1 t/m 6 afdrukken van grafieken en andere illustraties waarmee sheets voor de overheadprojector kunnen worden gemaakt.

Met dank aan het Provinciaal Waterleidingbedrijf van Noord-Holland voor adviezen en documentatie.



Inhoud van het leerlingenmateriaal

Kijken vanaf de toren

blz. 2 tot 5

opgave 1 tot 9

Wiskundige inhoud voornamelijk meetkunde van het kijken:

punten op één lijn, schatten van hoeken met de hand, afstanden op de horizon meten als hoeken.

De Watertoren

blz. 5

opgave 9 tot 13

Wiskundige inhoud voornamelijk meetkunde en rekenen: inhoudsformule cilinder, vergelijken van cilinder en kubus met dezelfde lengte en inhoud, schatten.

Gemiddeld waterverbruik per persoon

blz. 6 tot 9

opgave 13 tot 20

Wiskundige inhoud voornamelijk meetkunde: rekenen, grafieken en redeneren: oppervlakte op kaart tekenen, rekenen, redeneringen geven bij bewering, grafiek in ongebruikelijke gedaante aflezen en aan rekenen.

Hoeveel water verbruikt een gezin?

blz. 9 tot 12

opgave 20 tot 25

Wiskundige inhoud voornamelijk algebra: opstellen van functievoorschriften, de beste lijn door een puntenwolk.

Totaal waterverbruik

blz. 12 tot 14

opgave 25 tot 36

Wiskundige inhoud voornamelijk grafieken en rekenen: tekenen van staafgrafieken, interpreteren, meten van verandering, schatten van de oppervlakte onder de grafiek.

Waterwinning

blz. 14 tot 16

opgave 37 tot 40

Wiskundige inhoud voornamelijk informatie en modellen en rekenen: stroomschema, schattend rekenen na zelf keuzen gemaakt te hebben.

Wat heb je geleerd

blz. 16

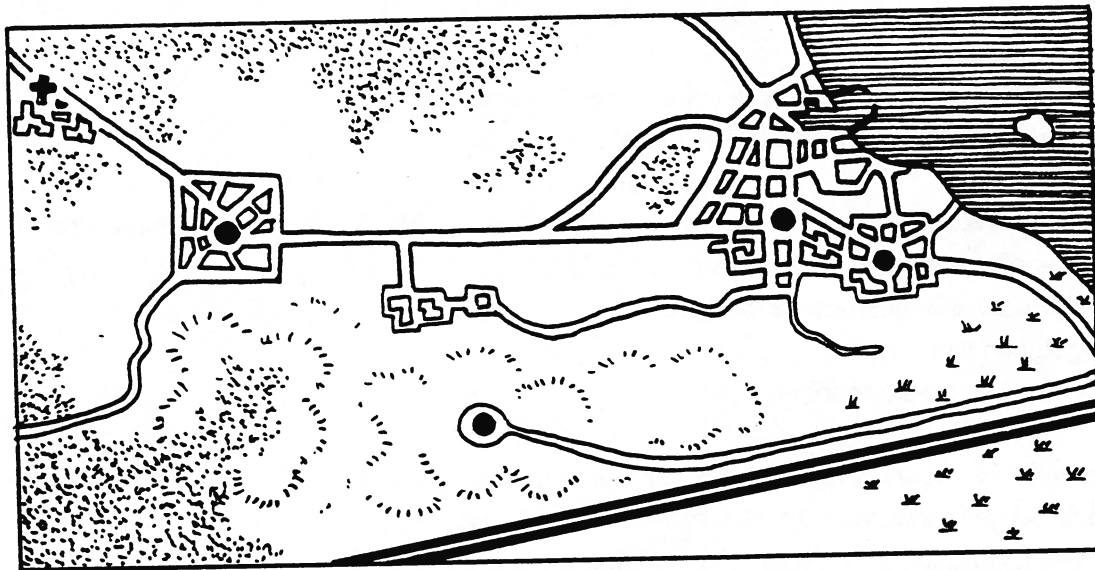
Oefentoets en toets

blz. 17 t/m 20

Werkbladen 1, 2, 3, 4

Kijken vanaf de toren

Als je op de watertoren van Hoogheide¹ staat, kun je de Vitus-toren en de Dom-toren in één lijn zien. De toren van *Bunt* zie je een klein stukje rechts van de toren van *Vestingstad*. Precies midden tussen de torens van *Vestingstad* en *Bunt* zie je het eilandje *Pol*.



figuur 1

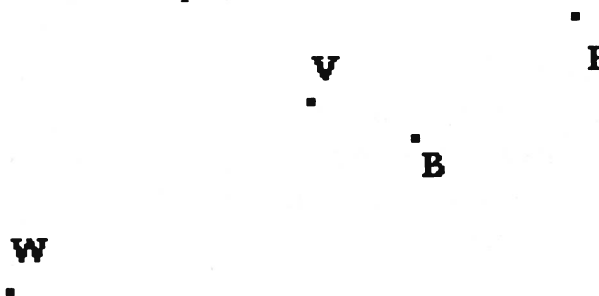
legenda: heuvel

water



- 1 Zet op het kaartje van je losse werkblad de namen Vitus, Dom, Vestingstad, Bunt en Pol.
Teken de lijn van de watertoren naar Vestingstad, de lijn van de watertoren naar Bunt en de lijn van de watertoren naar Pol.
- 2 Er staat dat je vanaf de watertoren het eilandje Pol precies midden tussen de beide torens *ziet*.
Betekent dat dat Pol even ver van de beide torens af *ligt*?

In de opdrachten 3, 4 en 5 wordt dat verder uitgezocht.
Bekijk dit soort tekeningen, bestaande uit vier punten:



figuur 2

¹ In dit boekje zijn gegevens van de watertoren van Laren en gegevens van waterwinning in de provincie Noord-Holland verwerkt. De watertoren op de kaart is die van Laren (NH). De gegevens van de kaart rondom de watertoren van Laren zijn vereenvoudigd. De naam Hoogheide is verzonnen, net als die van Vestingstad, Bunt en Pol. Dit is gedaan om de leerlingen die de situatie in de omgeving van deze watertoren kennen niet op het verkeerde been te zetten.

Kijken vanaf de toren

De watertoren ligt dichtbij de grote weg. Er had makkelijk een W kunnen worden geplaatst. Toch niet gedaan. Dit dwingt tot een oriëntering op de kaart. De docent die dit zonde van de tijd vindt, zegt vantevoren tegen de klas waar de watertoren ligt.

- 1 Voor Vitus en Dom zijn elk twee plaatsen denkbaar. De overige namen zijn gauw geplaatst. De te tekenen halve rechten zijn kijklijnen vanuit de watertoren.
- 2 Nee.

In de opgaven 2, 3, 4 en 5 wordt gezocht naar een meetkundig instrument om 'precies midden tussen zien' te kunnen tekenen op een kaartje.

Voor de leerlingen komt nu een fase van exploratie. Deze kan op diverse manieren georganiseerd worden.

- a Met potlood en papier volgens de opgaven 3, 4 en 5. Teken diverse mogelijkheden. Met de strijdvraag: Deelt WP de hoek middendoor of het lijnstuk?
Voor veel leerlingen is dit niet overtuigend omdat ze het eerst moeten 'zien'. Dan pas kunnen ze een bovenaanzicht tekenen.
- b De leerlingen proberen eerst wat met potlood en papier volgens opgave 3, 4 en 5. Daarna met behulp van de overheadprojector een klasgesprek. De docent legt vier punaises op de overheadprojector. De watertoren is op de hoek van de overheadprojector vlak bij het oog van een leerling. Deze leerling kijkt - met het oog dicht bij W - wanneer hij P precies tussen V en B ziet. De docent verschuift op aanwijzingen van de leerling de vierde punaise. De rol van de docent is hierbij die van uitlokker van denkconflicten. De leerling ziet het zijaanzicht. De klas het bovenaanzicht. Opmerkelijk de precisie waarmee de leerling 'tikkeltje naar rechts, nee niet te veel' kan zeggen terwijl dat 'uit de lucht gezien' voor de klas helemaal niet zo duidelijk is.
- c De docent bouwt de situatie na met lange latten als kijklijnen. De docent doet dat op een grote tafel. Blokjes zijn torens. Je kunt er zowel van boven op kijken als vlak over de tafel heen.

Veel mensen gebruiken hierbij het denkmodel van de cirkel. Ze zien alles tegen de rand van een denkbeeldige cirkel geprojecteerd, de kijkkring. Gelijke hoeken zijn dan voor hen gelijke bogen op de cirkel en daarmee dus toch weer een vorm van gelijke afstanden.

W en P houd je hetzelfde.

B en V mag je op een andere plek zetten.

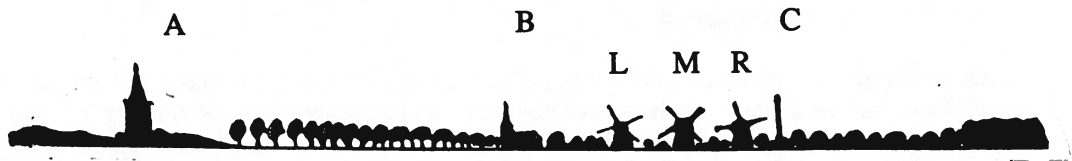
Zorg dat je bij de antwoorden van opdracht 3 en 4 de punten W, P, V en B zo kiest dat je vanuit W het punt P precies midden tussen V en B ziet liggen.

3 Teken nu de vier punten zo dat WP door het midden van VB gaat.

4 Teken de vier punten zo dat VP juist niet door het midden van VB gaat.

5 In al deze voorbeelden zie je vanaf W het punt P precies midden tussen V en B liggen. Als je nu vanaf P naar W kijkt, zie je dan W precies midden tussen V en B? Leg dat uit met een duidelijke tekening.

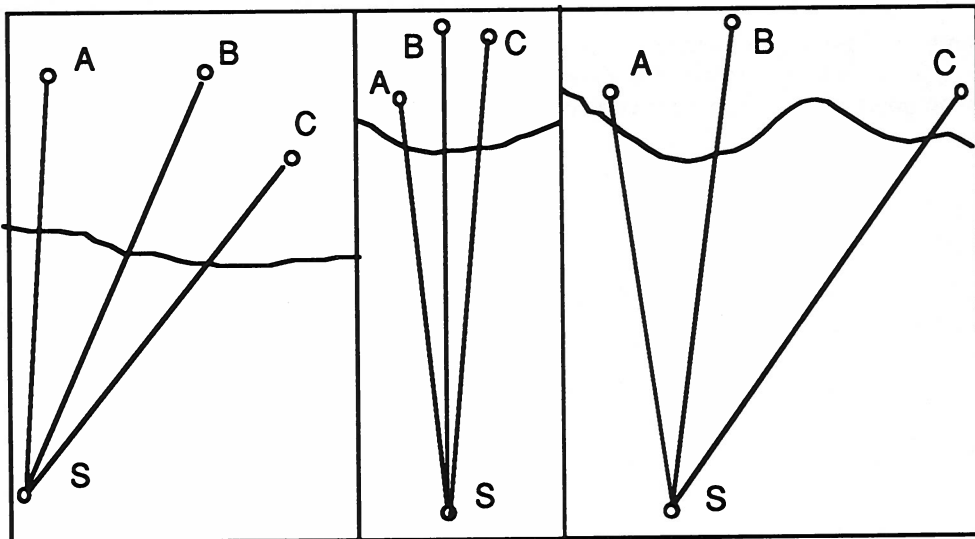
6a Vanaf een schip zie je in de verte



figuur 3

Hierbij zijn verschillende bovenaanzichten mogelijk met daarop de punten A, B en C en het punt S (de plaats van het schip).

In figuur 4 staan drie bovenaanzichten waarvan er twee kloppen met figuur 3 en waarvan er één niet goed is.

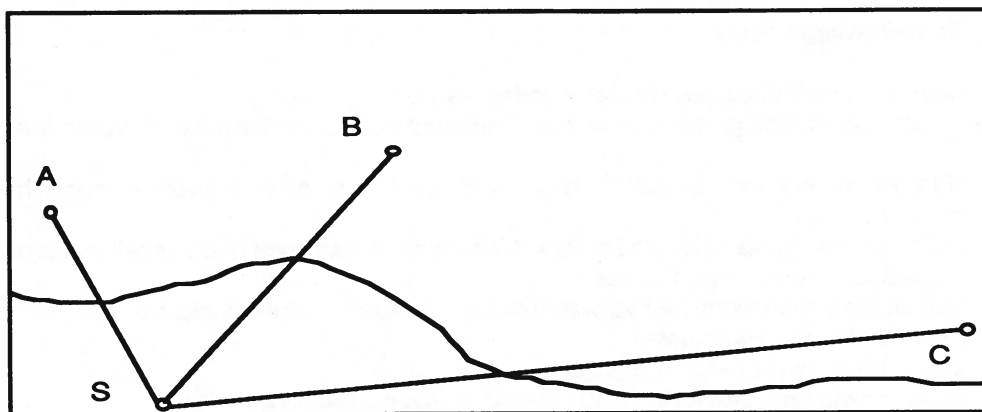


figuur 4

Teken op je werkblad in figuur 4 in de twee goede bovenaanzichten een mogelijke plaats voor molen M uit figuur 3.

- 3 Een vliegerfiguur.
- 4 Een niet-vliegerfiguur.
- 5 Deze opgave kan ook een les later gedaan worden.
In alle niet-vliegerfiguren zie je vanuit P het punt W niet precies midden tussen V en B.
- 6a Nu zien we eerst het zijaanzicht - de ansicht - en denken na over diverse mogelijkheden voor het bovenaanzicht.
Het derde plaatje kan niet omdat hoek ASB kleiner is dan hoek BSC. Terwijl het zijaanzicht in figuur 3 daarmee in tegenspraak is.
Van de leerlingen wordt hier verwacht dat ze kwalitatief met kijkhoeken en kijklijnen kunnen werken. Nog niet kwantitatief.
Indien nodig oude kennis oprakelen:
Is de horizon een rechte lijn? Korte herhaling van het begrip kijkkring.
Dan: foto's en fotograferen. Hoe krijg je de voorgrond scherp? Hoe juist de achtergrond? Je richt je op een punt.
Sheet van situatie in figuur 4. Drie punten (A,B,C) en een punt S.
Lijntjes SA, SB, SC.
Stel scherp vanuit S op B.
Teken de kijkkring die daarbij hoort.
Projecteer A en C op deze kring.
Nog eens: vier punten. Lijntjes. Stel scherp op A. Kijkkring en projecties van B en C.
Opnieuw: vier punten. Lijntjes. Stel scherp op B. Kijkkring. Projecties. Stel scherp op A. Kijkkring. Projecties.
Wat blijft telkens gelijk? Wat verandert?
- Kwantitatief is op te merken:
Door het silhouet is de grootte van hoek ASB en BSC niet vastgelegd, maar wel de verhouding van deze hoeken. Een kijkkring (dus horizon) kent een verdeling in graden.
Middelpuntshoek = aantal booggraden.
- Verder kwantitatief, niet bedoeld voor leerlingen:
Op zo'n horizontekening meet je feitelijk hoeken, in verhouding.
Er zou een schaallijntje langs de horizon kunnen lopen met bijvoorbeeld $\text{---} = 5^\circ$.
De horizon kan geïnterpreteerd worden als een schaallijn voor hoeken. De verhouding tussen de kijkhoeken is dezelfde als de verhouding tussen de waargenomen afstanden in het silhouet. Dit berust op de eerder gevonden stelling dat 'P zien vanaf W precies midden tussen V en B' betekent zien volgens een kijklijn die bissectrice is van de hoek tussen de twee kijklijnen vanuit W naar V en B.

In figuur 5 staat ook een mogelijk bovenaanzicht van de situatie bij figuur 3.

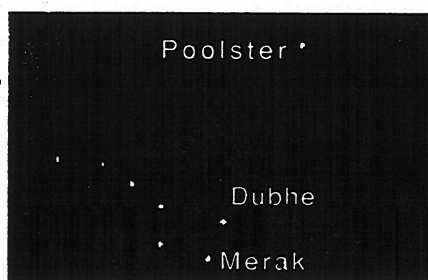


figuur 5

- 6b Teken in figuur 5 - op je werkblad - de plaats van de drie molens zo dat de molen L het dichtst bij C ligt en de molen R het verst van C af ligt.

Als je naar het sterrenbeeld 'de Grote Beer' kijkt, kun je de Poolster vinden door het stuk dat je ziet tussen de sterren Merak en Dubhe, vijf keer te nemen.

- 7 De afstand tussen Dubhe en Poolster is vijf keer zo groot als de afstand tussen de sterren Merak en Dubhe.
Is dat goed of fout gezegd?

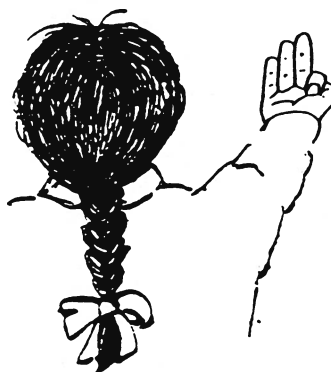


figuur 6

Gerda staat op de watertoren van Hoogheide. Ze strekt haar arm horizontaal, recht naar voren. Ze steekt drie vingers omhoog. Zie figuur 7.

Ze doet dan de volgende waarneming:

Ze kan met haar drie vingers precies het stukje tussen de toren van Vestingstad en Pol bedekken. Ook het stukje tussen Pol en Bunt kan ze met drie vingers bedekken. Ze zegt dan: 'Nu weet ik de hoek tussen Vestingstad en Bunt, vanaf hier gezien.'



figuur 7

- 8 Op welke hoek komt ze ongeveer uit?
Klopt haar schatting met wat je getekend hebt op het kaartje?

- 6b De drie molens kunnen theoretisch een andere volgorde van afstanden tot C hebben dan figuur 5 suggereert.
Hier is vanuit de context wel wat tegen aan te voeren, zoals de grootte van de molens in figuur 3 en de wetenschap dat een rijtje molens in een landschap vaak samenwerken om een hoogteverschil te bemalen.
- 7 Je vergelijkt *hoeken*, resp. $5^{\circ} 22'$ en $28^{\circ} 15'$.
We kunnen hierbij ook denken aan een denkbeeldige hemelbol met een straal van 10 km en onszelf als middelpunt, waarop we alle sterren projecteren. We zien dan gelijke bogen.
- 8 Het meten met de duim is wellicht niet eerder of al weer lang geleden aan de orde geweest. Laat leerlingen het maar tekenen en nameten op een vel papier.

Andere mogelijkheid: één leerling naar het bord, hoofd scheef, bovenkant schedel en duim tegen het bord houden, naar duim kijken (zie foto's op titelpagina).

De docent zet even met krijt de belangrijke punten op het bord.
Daarna kijklijnen tekenen met de bordliniaal.

Je kunt het ook berekenen. Schat de armlengte 60 op cm. De omtrek van de cirkel is dan ongeveer 360 cm. Dus per cm van de handbreedte één graad rekenen. (Dit is een vuistregel)

Een belangrijke huiswerkopgave die door de docent op het juiste moment kan worden opgegeven. Er moet een goede kans zijn op waarnemingen van zon zowel als maan.

Neem een dubbeltje, kwartje, gulden.

Waarmee kun je de zon op deze manier bedekken?

Als geen van deze munten past, bedenk dan zelf iets. Probeer het ook met de maan.

Alle genoemde munten blijken te groot. Een paperclip blijkt aardig te voldoen.



Zon en maan blijken goed in de paperclip te passen. De hoek is ongeveer een halve graad.

Een leerling maakte de opmerking: 'Als je achteruit loopt, kun je de zon ook met een speldeknop bedekken.' Dat ontleende hij aan zijn ervaring met eindige afstanden.

Als 'gevangene' op de aarde lukt niet wat hij dacht.

Vanaf een andere ster gezien lukt het gemakkelijk.

De hoek is niet constant omdat de afstand aarde-zon in een jaar verandert evenals de afstand aarde-maan in een maand.

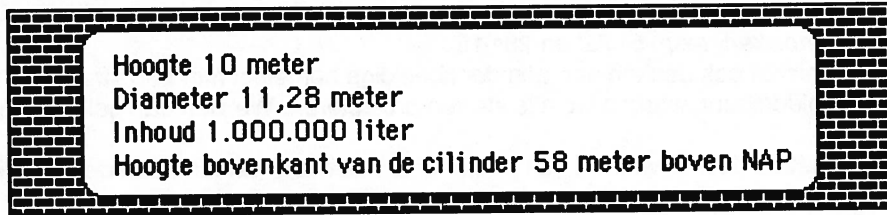
Dit is een goed moment om iets te expliciteren van wat geleerd is.

Laat leerlingen zelf eerst formuleren.

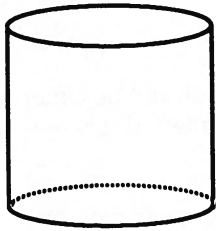
Er is een blad met expliciteringen in het leerlingenboekje, zie blz. 16.

De Watertoren

De watertoren van Hoogheide bevat bovenin een grote cilinder voor water.
De cilinder is zo hoog geplaatst om voldoende waterdruk te kunnen leveren.
Er staat een bordje bij met de tekst:



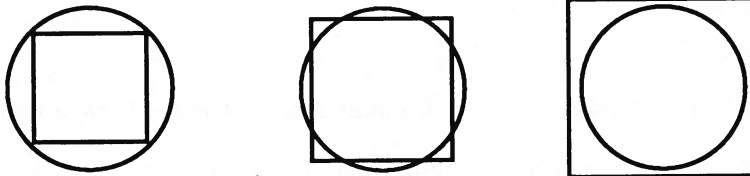
- 9 Hier is een schets van deze cilinder.
Teken de diameter in figuur 8 van werkblad 2.
Teken jezelf naast de cilinder, ook in figuur 8 van werkblad 2.



Teken naast de cilinder een kubus met dezelfde inhoud.
Zet er maten bij. In figuur 8 van werkblad 2.

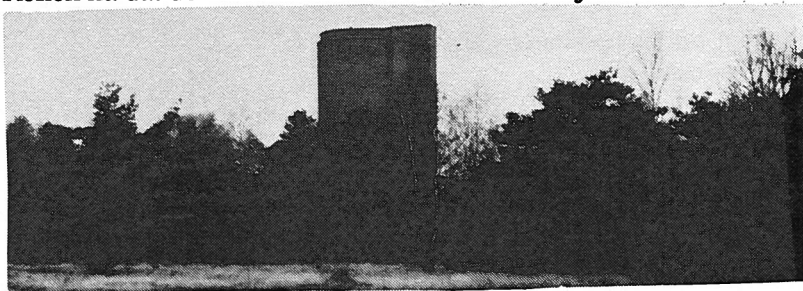
figuur 8

- 10 We vergelijken de cilinder met de kubus. Hieronder staan drie bovenaanzichten.
De kubus is bij de cilinder in één tekening gezet. Wat is de beste tekening van de drie?



figuur 9

- 11 Op het bordje staan meer gegevens dan nodig zijn.
Reken na dat de inhoud van de cilinder één miljoen liter is.



figuur 10

- 12 Het aantal treden van de trappen naar het platte dak van de toren is 170.
12a Hoe hoog schat je deze toren?
12b Teken de watercilinder - met stippelijntjes - in de toren op figuur 10 van het losse werkblad.
12c Hoe kan de hoogte van de toren kloppen met de 58 meter boven NAP?

De Watertoren

- 9 Belangrijk is dat leerlingen de hoogte van de getekende cilinder als maat voor de kubus met een ribbe van 10 m gebruiken.
Sommige leerlingen hebben moeite met een cilinder die op het plaatje een hoogte heeft van 2,4 cm en een cilinder van 10 meter hoogte voorstelt. 'Tekenen naast de cilinder' blijkt te helpen.
Het tekenen van de kubus in juiste proporties met de cilinder blijkt voor sommige leerlingen vrij lastig.
- 10 Daarom in vraag 10 een terugkoppelvraag.
Het tweede bovenaanzicht komt er het dichtst bij.

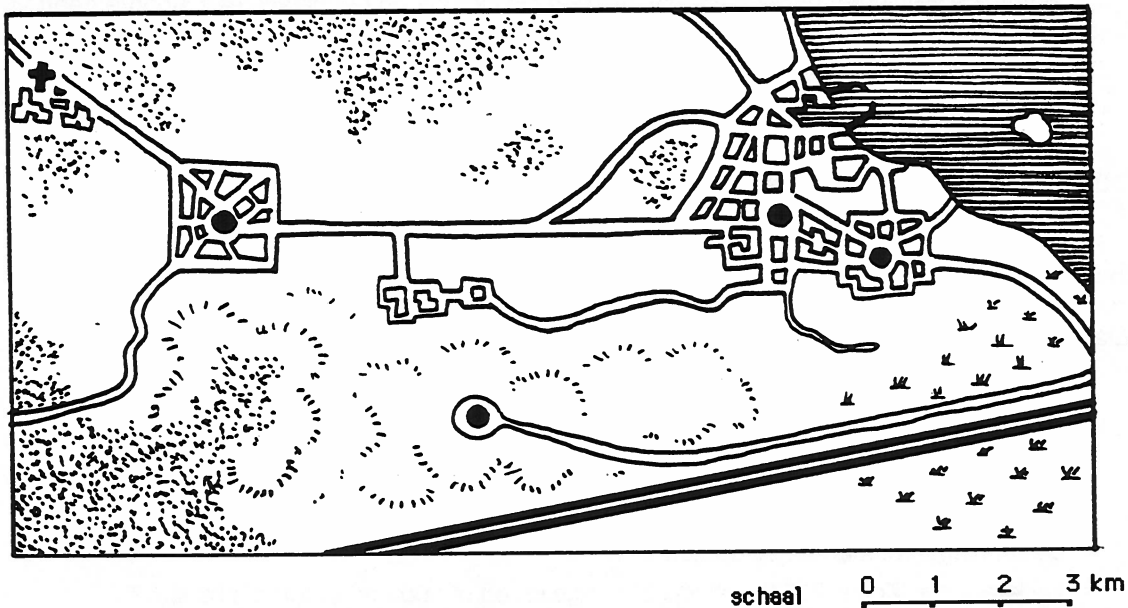
Hier of aan het begin van de les even oprispen:
oppervlakte cirkel $\pi \times r^2$ of $\pi \times (d/2)^2$. Inhoud cilinder $\pi \times r^2 \times h$.
Daar hoort ook bij:
1 kuub = 1 m³ = 1000 dm³ = 1000 liter.

- 11 Narekenen met de rekenmachine.
Gebruik de inhoudsformule.
Zet de formule voor de inhoud $\pi \times (\text{diameter} / 2)^2 \times \text{hoogte}$ eventueel op het bord.
De leerlingen komen uit op 999,38 m³.
De leraar zei: 'Zou jij 999,38 m³ op het bordje willen of 1000 m³ of 1.000.000 liter?'
De leerling vond 1.000.000 liter toch wel te verantwoorden.
Hier verder ingaan op wat nu gemeten getallen zijn en of 1000.000 resultaat van berekening is of van meting, en over de nauwkeurigheid is voor de meeste leerlingen veel te moeilijk.
- 12 Neem treden van 20 cm dan kom je uit op 34 meter.
Ga je uit van 15 cm dan kom je op 23 meter. We houden het op 30 meter.
Het tekenen van de watercilinder bovenin lukt wel door uit te gaan van een derde deel van de hoogte.
De toren staat blijkbaar al op een hoogte van zo'n 30 meter boven NAP.
Nog een controle op de schatting van de hoogte. De cilinder moet in de toren passen. De toren is dan minstens 12 meter breed. Gelet op de hoogte/breedte verhouding in figuur 10 is de toren minstens 24 meter hoog.

Maatkennis op diverse niveaus.

Gemiddeld waterverbruik per persoon

Het 'waterwingebied' van de watertoren van Hoogheide is een terrein rondom de toren waar het water wordt opgepompt.



figuur 11

- 13 Teken op schaal in het kaartje van figuur 11 (op het werkblad) een stuk land van 10 km² waarin de watertoren ligt. Dat is het waterwingebied.
Wat vind je van de autoweg op het kaartje? Is de weg te breed, te smal of goed?

De watertoren van Hoogheide is bedoeld voor de 500.000 bewoners van plaatsen in de omgeving. Gemiddeld gebruikt een inwoner 148 liter per dag.

- 14 Bereken (uit het hoofd) hoeveel miljoen liter er gemiddeld per dag moet worden geleverd door het waterleidingbedrijf van Hoogheide.
- 15 Bekijk op blz. 7 de gemiddelde aantallen liters per hoofd van de bevolking in een aantal landen. Daar staat waar we die 148 liter voor gebruiken.
Het is een schatting. Klopt het volgens jou?
- 16 Bedenk een redenering waarbij je kunt zeggen dat de Nederlanders met hun waterverbruik achter liggen op de Zweden.
Bedenk een redenering waarbij de Nederlanders juist voor liggen op de Zweden.
- 17 In Nederland geldt als regel voor gezond leven dat je per dag minstens twee liter vocht moet drinken.
Maak een lijstje waaruit blijkt dat jij wel aan je twee liter komt.
Voor bewoners van de Sahara geldt als gezondheidsregel 13 liter per dag.
Waarom zo veel?

Gemiddeld waterverbruik per persoon

- 13 Sommige leerlingen tekenen zonder verder na te denken een vierkant van 5 bij 5 cm. De weg is breed getekend. Dat gebeurt wel vaker op kaarten omdat anders de wegen haast niet zichtbaar zijn.
- 14 74 miljoen liter.
Een half miljoen gebruikers, elk goed voor 148 liter.
Er zijn diverse mogelijkheden: één ervan is eerst vertalen in het zinnetje '148 keer een half miljoen.'

Bij de opgaven 15, 16 en 17 kan een klasgesprek goed werken, ook als tijdbewaking waardoor deze opgaven niet te veel tijd nemen.

- 15 Opmerkelijke verschillen tussen de cijfers per land. Een verklaring van de PWN voor het hoge waterverbruik in Italië is lekkage in het leidingnet.
Leerlingen willen wel eens nameten of en hoe zij aan zo'n 148 liter per etmaal komen.

Hier hoort een klasgesprek bij.

- 16 Een leerling schreef:
De Zweden liggen met luxe voor.
De Nederlanders liggen voor op het gebied van waterbesparing.
Bij 'voor liggen' hoort blijkbaar 'ten aanzien van'.

Nog een voorbeeld van meerdere manieren van uitleg bij eenzelfde verschijnsel:

In de eerste week van november 1989 waren er trekvogels in Nederland die normaal gesproken twee weken in Nederland verblijven. Nu gingen ze na één week alweer verder op reis naar het zuiden.

Conclusie 1: We krijgen een strenge winter. De trekvogels vertrekken eerder.

Conclusie 2: De vogels waren na een week al weer op verhaal omdat 1989 zo'n goede zomer had en er volop voedsel was.

De leerlingen kwamen zelf op de tweede mogelijkheid.

De docent zei toen: 'Wat is de goede conclusie?'

De klas vond de tweede goed.

De docent zei toen: 'Ik weet het niet. In dit geval eerst maar eens aan de weet komen wat die vogels hier doen in november. Hoe onderzoek je de rijkdom aan voedsel in de natuur? Wat zijn de metingen van andere jaren?'

Lastig om aan te geven wat dit met wiskunde te maken heeft.

In wiskunde wordt geprobeerd alle begrippen heel duidelijk te omschrijven zodat er geen verschillende uitleg mogelijk is. Toch komen er in de wiskunde tegenspraken voor. Dan moet er iets bijgesteld worden aan één van de begrippen.

Mensen die goed zijn in wiskunde worden geacht in staat te zijn redeneringen van dit type door te prikken. En dat terwijl binnen de formele wiskunde dit soort situaties zo veel mogelijk vermeden wordt. Of betekent het dat het vertalen van de werkelijkheid ook bij wiskundige vaardigheden gerekend wordt - wiskunde A - en dan leer je heel alert zijn op meerdere wijzen van uitleg bij één begrip.

- 17 Thee, melk, karnemelk, water, soep, frisdrank.
Marathonlopers en Elfstedentochtschaatsers moeten regelmatig drinken om niet uit te drogen bij al dat transpireren.
Toeristen die een weekje in de Sahara verblijven, kunnen per dag niet meer dan zo'n zeven liter drinken. Hun lichaam heeft echter behoefte aan bijna het dubbele ten gevolge van het transpireren.
De autochtonen zijn gewend aan het drinken van zo'n 13 liter per dag.
Militairen in Saudi Arabië moeten zo'n 13 liter drinken.

hoofdkantoor

essenlaan 10
postbus 5
2060 ba bloemendaal
telefoon (023) 22 33 44
telefax (023) 25 61 05
telex 41725



ONS DRINKWATERVERBRUIK

Een recent verschenen overzicht^x van de hoeveelheid drinkwater die men in de verschillende landen van West-Europa per dag per persoon voor huishoudelijk gebruik afneemt, geeft een sterk gedifferentieerd beeld te zien:

Zwitserland	264 liter
Italië	215 "
Noorwegen	200 "
Zweden	200 "
Denemarken	193 "
Luxemburg	182 "
Finland	156 "
West-Duitsland	148 "
Nederland	148 "
Spanje	145 "
Oostenrijk	137 "
Groot-Brittannië	125 "
Frankrijk	123 "
België	105 "

Wij Nederlanders zijn dus 'gemiddelde waterverbruikers'. Zwitsers en Scandinaviërs bijvoorbeeld gebruiken kennelijk veel meer. Zij hebben in hun huizen (gemiddeld) betere sanitaire voorzieningen, er stroomt direct meer water uit de kraan als men die open zet en misschien zijn ze zelfs wel 'water-beschaafder' dan wij: ze douchen en baden kennelijk meer. Toch zijn wij nu ook weer niet 'water-onbeschaafd' te noemen.

Maar, waar laten we die 148 liter per persoon per dag dan? We drinken 't natuurlijk niet op.

Het volgende lijstje geeft een indruk:

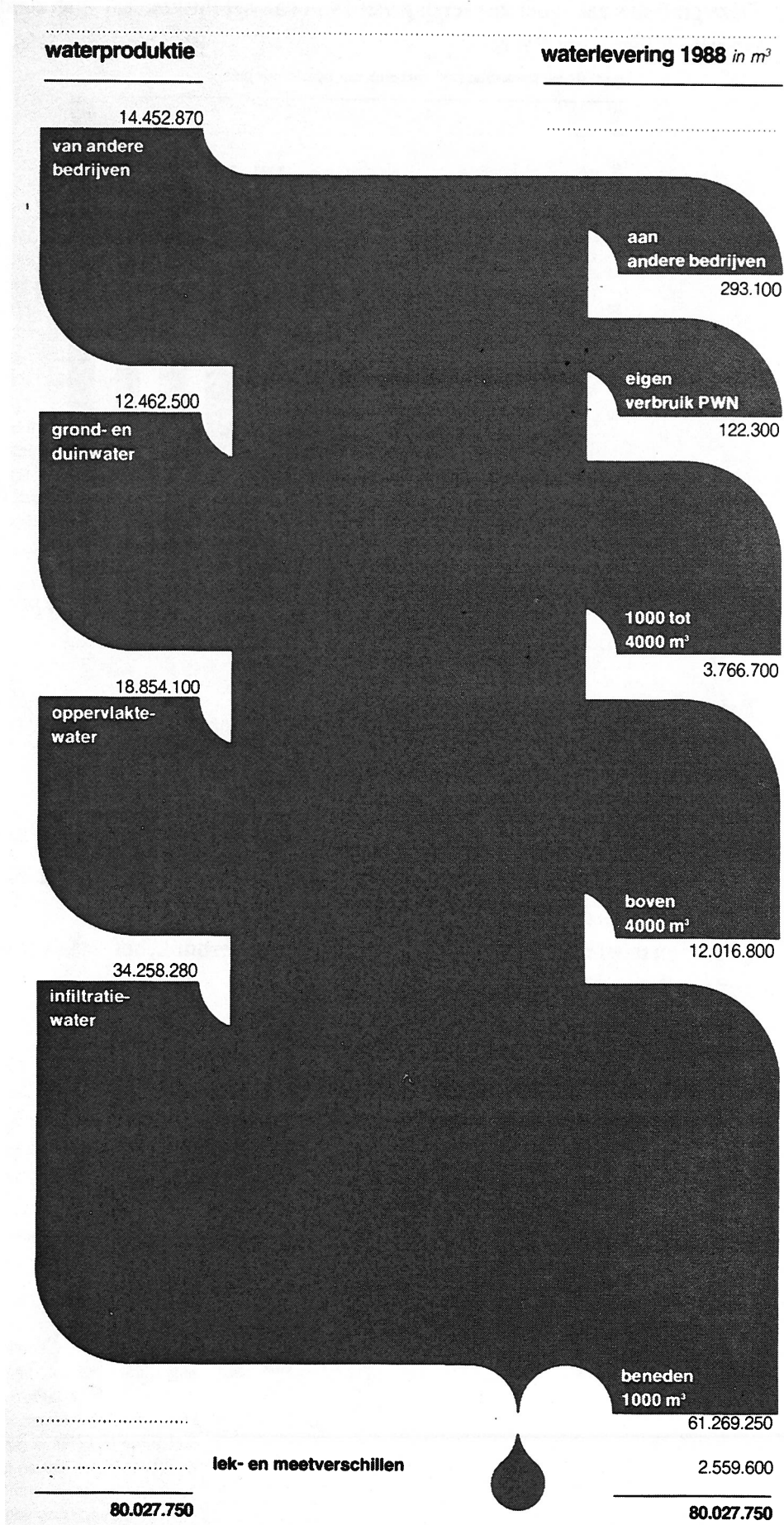
baden en douchen	40 liter
wassen van kleding	40 "
toiletspoeling	40 "
lichaamsverzorging	15 "
afwassen	7 "
koffie, thee, bereiden van maaltijden	6 "

148 liter

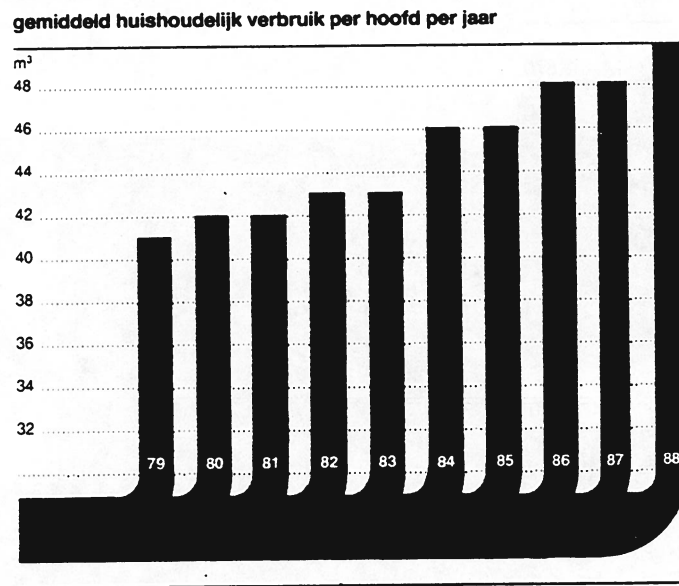
In dit lijstje is het autowassen en het tuinsproeien niet opgenomen. De cijfers geven dan ook slechts gemiddelden en zijn bedoeld om een indruk te geven.

(^xBron: Int. Water Statistiek Commissie van de Int. Water Supply Association)





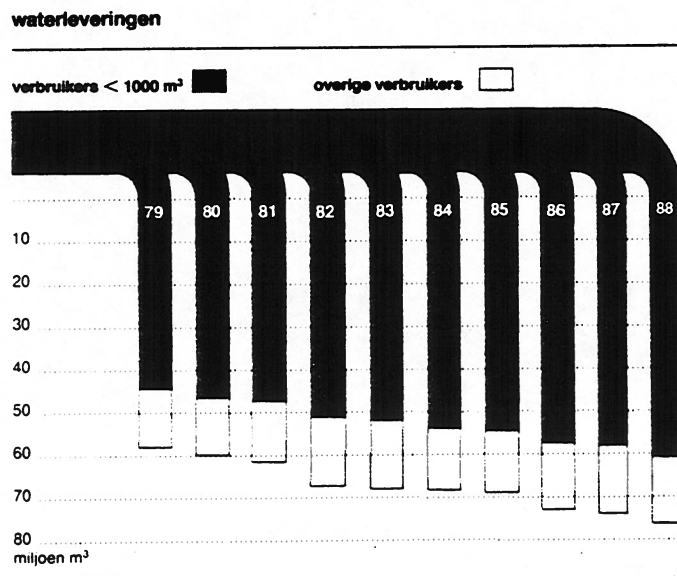
- 18 Bekijk de grafiek in figuur 12a.
Deze grafiek staat in het jaarverslag van 1988 van het Provinciaal Waterleidingbedrijf Noord-Holland, het PWN.



figuur 12a

Maak een grafiek van het gemiddeld huishoudelijk verbruik per hoofd *per dag*.
Je mag de grafiek van figuur 12a op het werkblad gebruiken.

- 19 Bekijk de grafiek van figuur 13.
Geef een voorbeeld van een verbruiker van 800 m^3 per jaar.
Geef een voorbeeld van een verbruiker van 2000 m^3 per jaar.
In het jaar 1979 lezen we af een totaalverbruik van 58.000 m^3 totaalverbruik.
Het kleinverbruik was 44.000 m^3 . Het totaalverbruik was 1,3 maal het kleinverbruik.
Het getal 1,3 is een verhoudingsgetal.
Maak een tabel met daarin voor ieder jaar het kleinverbruik, het totaalverbruik en het verhoudingsgetal.



figuur 12b

18 Zelfde staafgrafiek, andere getallen op de verticale as.
Opmerkelijk dat het verbruik in 1988 in de buurt van 137 liter per dag uitkomt. Dit cijfer wijkt wat af van het door de PWN opgegeven getal van 148 liter per dag.

19a Een huis met een 20-tal bewoners en één watermeter. Of een winkel waar men veel water gebruikt zoals bij voorbeeld een slagerij.

19b Een school van 1000 leerlingen haalt wel een waterverbruik van 2000 kubieke meter per jaar.

Opdracht c is bewerkelijk, kost veel tijd. Kan hier eventueel gemist worden. De factor 1,25 komt terug bij opdracht 33. Kan dan ook gegeven worden.

19c Moeilijk voor leerlingen om dit goed te organiseren.

Ze moeten eerst zelf even nadenken over de opzet, het kan bij voorbeeld zo:

	'79	'80	'81	'82	'83	'84	'85	'86	'87	'88
kleinverbruik	44	46	47	51	52	53	54	57	58	61
totaalverbruik	58	60	61	67	68	69	69	73	73	76
verhoudingsgetal	1,32	1,30	1,30	1,31	1,31	1,30	1,28	1,28	1,26	1,25

Het verhoudingsgetal daalt geleidelijk naar 1,25.

Afbeelding grafiek voor sheet op bijlage 1.

De waterleidingbedrijven in Nederland beschikken over educatieve materialen. Excursies behoren tot de mogelijkheden.

Hoeveel water verbruikt een gezin?

- 20 Het gemiddeld dagverbruik van een gezin of leefgroep hangt af van het aantal personen. Noem dat N .
Tot nu toe rekenden we: $148 \times N$.
Teken de grafiek.

- 21 Iemand maakt een andere schatting:
Voor kleren wassen 150 liter en voor de afwas nog eens 40 liter. Voor koffie en thee en voedselbereiding 10 liter. Als er iemand logeert, maakt dat niet veel uit op die 200 liter. Maar ieder heeft ook eigen waterverbruik: toiletspoeling 40 liter, douchen, tanden poetsen en handen wassen 50 liter. Als er een logee komt, gebruikt die ook wel zo'n 90 liter.

Hoeveel verbruikt volgens deze schatting een gezin van 5 personen?

Hoeveel verbruikt volgens deze schatting een gezin van 4 personen waar 5 logees zijn?

Maak een functievoorschrift voor een gezin van N personen bij deze schatting.

Teken de grafiek in de tekening van opdracht 20.

- 22 Bouw je functievoorschrift om naar het waterverbruik per jaar.

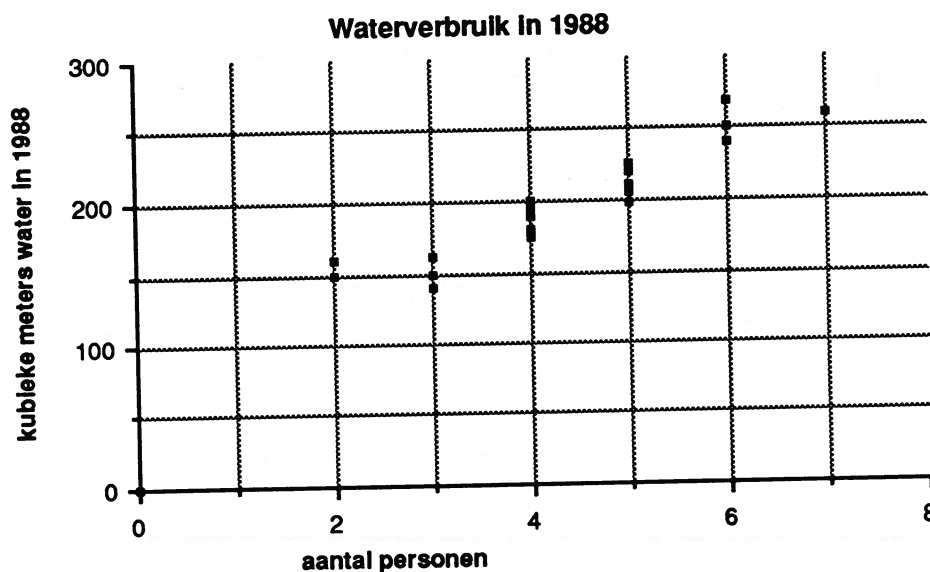
Van een klas namen alle leerlingen de waterrekening over 1988 van huis mee. Zie de illustratie op blz. 10.

Ze maakten een grafiek van het waterverbruik.

Bijvoorbeeld: bij Joost zijn ze thuis met z'n zessen. Ze gebruikten in 1988 in totaal 250 m^3 water.

Bij 6 op de horizontale as ga je dus naar 250 omhoog.

Zo kwamen er van 20 leerlingen punten in de grafiek. Een puntenwolk.



figuur 13

Hoeveel water verbruikt een gezin?

20 Grafiek van $148 \times N$.

21 Voor een gezin van vijf personen $200 + 90 \times 5$ liter = 650 liter.
Met negen personen $200 + 90 \times 9$ liter = 1.010 liter.

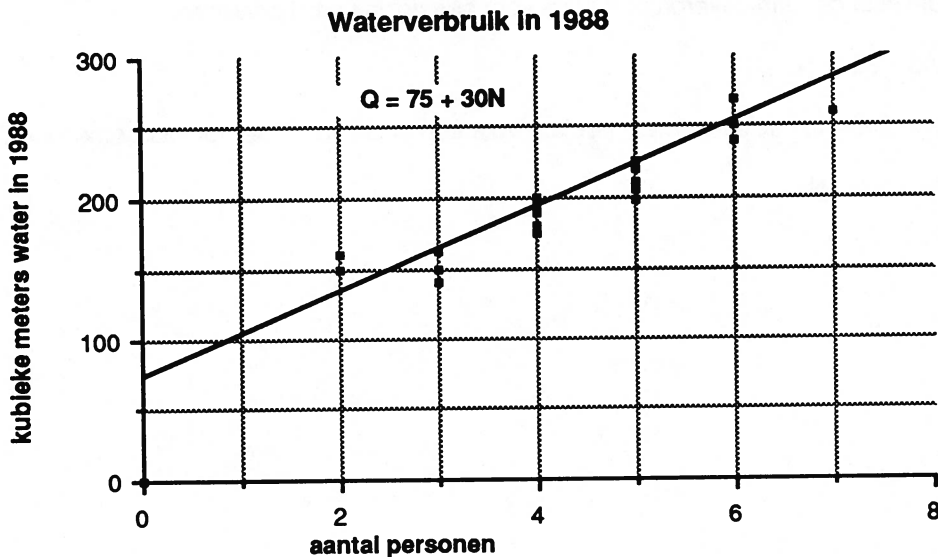
Noemen we het waterverbruik in liters per etmaal voor een gezin van N personen T , dan luidt de formule voor het etmaalverbruik in liters voor een gezin van N personen:

$$T = 200 + 90 \times N.$$

22 Totaalverbruik in kubieke meters per jaar voor een gezin van N personen noemen we Q .

$$Q = 73 + 33 \times N.$$

- 23 De rechte lijn die volgens het computerprogramma de puntenwolk het beste vertegenwoordigt heeft als functievoorschrift: $Q = 75 + 30N$.
 De rechte lijn staat al door de puntenwolk getekend in figuur 14.
 Teken in figuur 14 van je werkblad de grafiek van je functievoorschrift van vraag 22.



figuur 14

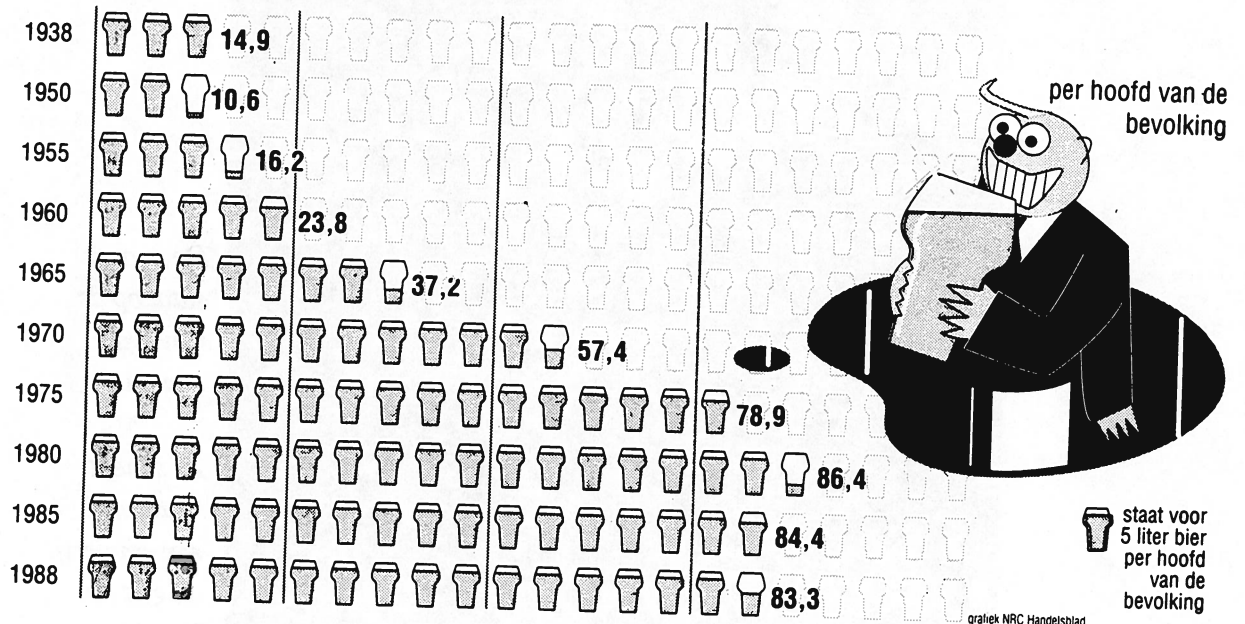
meterstanden begin 348 eind 448		verbruik 100	essenlaan 10 postbus 5 2060 ba bloemendaal	prijzen in ct/m3 178,8	verbruikbedrag 178,80	vastrecht 56,35	afdeling waterverkoop telefoon (023) 22 31 61 postbank 23101	diversen (z.o.z.)	totaalbedragen excl. btw 235,15	btw 14,11	totaalbedragen incl. btw 249,26
voorschot van		af. reeds berekend saldo verbruiksafrekening 01-10-89 TOT 01-01-90		277,98- 42,83- 63,14		20,31		16,69- 2,58- 3,79		294,67- 45,41- 66,93	
totaal		TE BETALEN		* rekeningnummer 536-3409. * nota datum 31-01-89		perceel van waterlevering Hamdorflaan 14 afrekeningstijdvak 01-01-88 tot 01-01-89		21,52		* niet te betalen bij open of correspondenten s.v.v. vermelden	

de heer/mevrouw/firma
 J. Calis
 Hamdorflaan 14
 1251 Laren (NH)

het bedrag van deze nota **WORDT AUTOMATISCH AFGESCHREVEN, DUS NIET ZELF GIREREN**

- 23 De te tekenen grafiek is wat steiler en begint wat lager.
 De betekenis van het snijpunt is zeer betrekkelijk. Je verwacht dat het centraal in de meetpunten ligt. Ook verwacht je dat de lijnen niet sterk afwijken op het stuk voor het aantal personen tussen 1 en 7.
 Wie ook de formule $148 \times N$ ombouwt naar jaarverbruik en in dezelfde figuur zet, krijgt een interessant snijpunt waarvan de abcis ligt bij de gemiddelde gezinsgrootte.

BIERCONSUMPTIE





De vrouw staat op de rand van een put.

Ze schept water met een emmertje en giet dat leeg in een kruik.

In Nederland zijn bijna alle huizen aangesloten op de waterleiding. Er zijn ook landen waar de mensen zelf water moeten halen bij een pomp, put of in een rivier. Ze bouwen hun huis dan bij voorkeur in de buurt van het water.

In het Afrikaanse land Burkina Faso (op oude atlassen staat nog Opper Volta) hanteert men als schatting voor het waterverbruik per dag de volgende formule:

$$T = 30 + 7 \times N$$

T = het waterverbruik per dag in liters van een gezin

N = het aantal personen van het gezin

- 24 Bereken met deze formule hoeveel water jullie thuis dan zouden mogen verbruiken. Maak zelf zo'n formule voor de bewoners van een oase in de Sahara. Kijk eerst nog even naar opgave 17. Leg uit hoe je aan de getallen in je formule kwam.

- 24 Bij de nabespreking vroeg de docent aan een meisje: 'Hoeveel mogen jullie dan thuis per dag gebruiken?'
Zij: 'Achtenvijftig liter.'
Hij: 'Dan zijn jullie thuis met z'n vieren....knap hè van mij.'
Zij: 'Gewoon eerst 30 aftrekken en dan delen door 7.'
Bazuingeschal. Ze geeft in feite de inverse functie $N = (T - 30) : 7$.

Het tekenen van de grafiek van $T = 30 + 7N$ op het bord leidde tot discussie over punten verbinden en domein waar de functie zinvol is.

In de oase in de Sahara (voor autochtonen) bij voorbeeld $T = 30 + 13 N$.

Totaal waterverbruik

We maken een staafgrafiek van het totale waterverbruik tussen 16 en 18 uur.

Bij het waterleidingbedrijf lezen we de meter af van het naar de gebruikers gepompte water.

Om 16 uur staat de teller op 54.900 m^3 water.

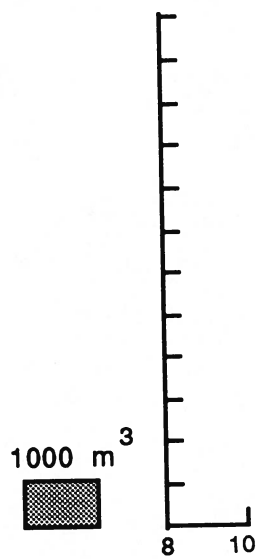
Om 18 uur staat de teller op 64.125 m^3 water.

25a Hoeveel was het verbruik tussen 16 en 18 uur?

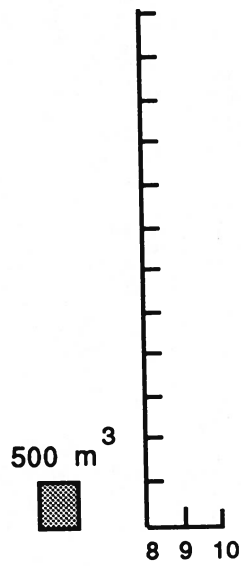
25b Maak een staafgrafiek van het waterverbruik tussen 8 en 10 uur.

Teken één staaf, zie figuur 15.

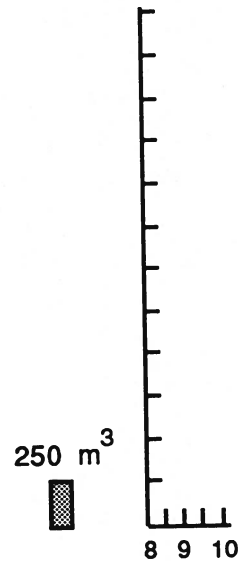
Maak de tekening op je werkblad in figuur 15a.



figuur 15a



figuur 15b



figuur 15c

Je kunt ook ieder uur op de teller kijken

Om 16 uur staat de teller op 54.900 m^3 water.

Om 17 uur staat de teller op 59.000 m^3 water.

Om 18 uur staat de teller op 64.125 m^3 water.

26 Maak een staafgrafiek met twee staven in figuur 15b.

Je kunt ook na ieder half uur op de watermeter kijken. Dit zijn de tellerstandes:

16.00 u	54.900
16.30 u	56.857
17.00 u	59.000
17.30 u	61.375
18.00 u	64.125

27 Maak een staafgrafiek van het waterverbruik tussen 16 en 18 uur.

Teken voor elk half uur een staaf, in figuur 15c van het werkblad.

Je kunt ook om met korte tussenpozen op de watermeter kijken en dat gedurende een etmaal. Dan krijg je een grafiek zoals in figuur 16.

Totaal waterverbruik

- 25 Bedoeld om oog te krijgen voor de oppervlakte onder de grafiek in figuur 16.
26 Naarmate de tussenpozen van metingen kleiner worden, versmalt de staafbreedte. De
27 staafgrafiek gaat meer en meer lijken op de grafiek van figuur 16.

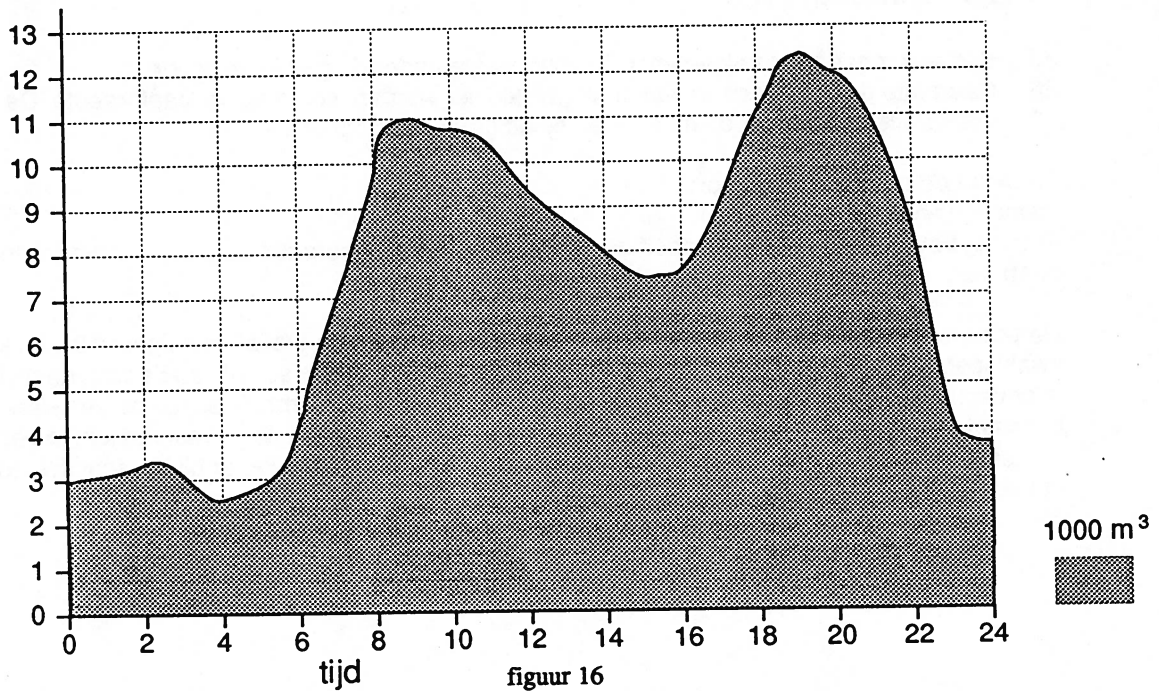
Show op de overheadprojector:

Maak een sheet van werkblad 4.

Knip het bovenste deel los en schuif de staven over het bijbehorende deel van de grafiek tussen 8 en 10 uur.

De opgaven 25, 26 en 27 vormt een kwantitatieve inleiding op de grafiek van figuur 16. Het kan ook kwalitatief. Stel je voor. Bij het waterleidingbedrijf zit iemand bij een schuif van de watertoevoer. Is er veel water nodig, schuif wagenwijd open, is er weinig waterverbruik, schuif op een kier. Het totale waterverbruik komt overeen met de schuifstanden op een dag. Daarvan kun je een grafiek maken. De getallen op de verticale as geven aan hoeveel duizend kuub er bij die schuifstand in een uur door gaat. Dit is slechts een denkmodel om de grafiek te begrijpen.

waterverbruik in een etmaal



- 28 Teken op je werkblad in figuur 16 het stuk van de grafiek dat overeenkomt met jouw staafgrafiek van fig 15c op je werkblad.
- 29 Hoe laat is volgens deze grafiek het waterverbruik het hoogst?
Verklaar de pieken.
- 30 Het verbruik verandert. In welk uur zit de grootste verandering?
Knip het schuifje uit van je werkblad en schuif het over de grafiek.

Op een dag in de zomer speelt het Nederlands voetbalelftal tegen West-Duitsland. De TV-uitzending duurt van 20.00 uur tot 22.00 uur.

- 31 Teken met rood in figuur 16 - op het werkblad - het waterverbruik op de dag van de voetbalwedstrijd. Verklaar waarom jouw grafiek op bepaalde plaatsen afwijkt van de gegeven grafiek.

Kan in figuur 16 de grafiek staan van het waterverbruik op een dag in de zomer in het gebied van de watertoren van Hoogheide? We gaan dat eens onderzoeken.

Jeroen zegt: 'Eerst schatten hoeveel water er in dat etmaal volgens deze grafiek geleverd wordt.'

- 32 Voer Jeroens plan uit.

Petra zegt: 'En dan vergelijken met de levering op een dag in Hoogheide. Maar dan moet je ook rekening houden met de grote verbruikers.'

- 33 Voer het plan van Petra uit.

- 28 Voorbereid in de vorige opdrachten.
- 29 Bedoeld als vervolg van de lijn der globale grafieken.
- 30 Eerst zelf laten doen.
 Gebruik in de nabespreking de sheet van figuur 16 op bijlage 2.
 Een mogelijke werkwijze: laat de leerlingen zeggen waar de grootste verandering in een uur plaats heeft. Elke leerling mag maar één keer 'ja' zeggen terwijl de docent het schuifje van links naar rechts beweegt.
 Daarna streepjes op het schuifje zetten om zekerheid te krijgen. Veel leerlingen zien 'daling' niet als een vorm van 'verandering'.
 Het zelfde schuifje kan ook de daling meten en vergelijken met de grootst gemeten stijging. Schuifje omdraaien.
 Belangrijke keuze: Is met een uur bedoeld de tijd tussen twee gehele uren of kan het ook uitgelegd als van 22.05 uur tot 23.05 uur?
 Extra vraag: Als je het bekijkt over twee uur, moet je het schuifje twee keer zo breed maken. Vind je dan binnen die twee uur de tijd die je al had gevonden?
- Maar er zit nog een adder onder het gras bij vraag 29 en 30. De grafiek sluit niet precies bij 0 en 24 uur. Vraag aan de klas: 'Moet dat?'
 Normaal gesproken hoeft dat niet.
 Hier kan de sheet getoond worden van waterverbruik voor een gemiddelde en een topweek (bijlage 3).
 Er staat nadrukkelijk streekwaterleidingbedrijf. De grafiek verschilt met de grafiek van figuur 16. De piek zit rondom het warme eten.
 Vervolgens de sheet van gemiddeld waterverbruik per etmaal over de week (bijlage 4).
 Daarna de afbeelding met het gemiddeld patroon van het waterverbruik per maand (bijlage 5).
- 31 Dit vraagt ineens een andere manier van redeneren. Van rekenen met grafieken naar globale grafieken. Dit vraagstuk is het scharnier van de waterwinning. Het probleem voor het waterleidingbedrijf is daarbij: hoe vang je grote schommelingen in het waterverbruik op? Op de overheadprojector behandelen onder het motto: 'teken en vertel'.
 Vooral het gebruik van het toilet in de rust en direct na de wedstrijd veroorzaakt de pieken. In totaal wordt er op zo'n dag niet meer water gebruikt.
- 32 Vervorm de grafiek tot een rechte lijn met behoud van de oppervlakte onder de grafiek. Dat leidt tot een schatting van $12 \times 7,5 = 90$ rechthoekjes, elk representerend 1000 kubieke meter water.
- 33 Nu rekenen $500.000 \times 148 \times 1,25 \text{ liter} = 92\,500 \text{ m}^3 = 92,5 \times 1000 \text{ m}^3$.

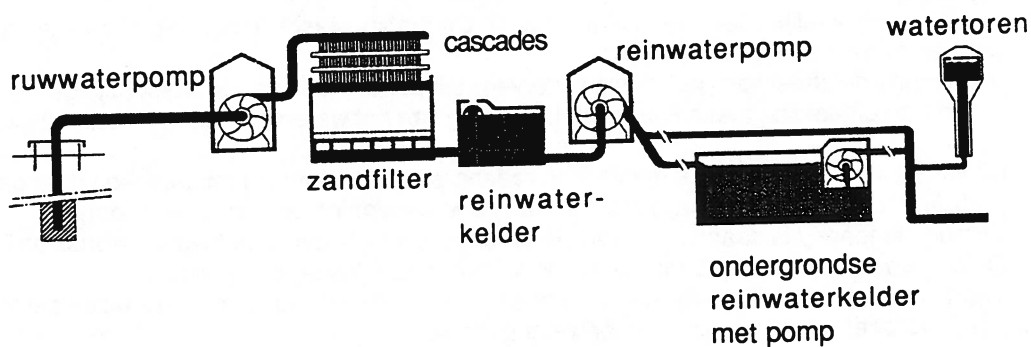
- 34 Kan in figuur 16 de grafiek staan van het waterverbruik op een dag in de zomer in het gebied van de watertoren van Hoogheide?

Stella bekijkt de grafiek van figuur 16 en ze zegt: 'Ik snap niet hoe dat kan. Ook in de nacht om 2 uur is er nog veel verbruik. Dat kan toch niet. Er wordt hier en daar een toilet doorgetrokken, iemand drinkt nog een glaasje water, dat is alles. Dan krijg je toch niet zo'n hoog waterverbruik.'

- 35 Wat vind je van de redenering van Stella?
Kun jij het verklaren?
- 36 Als je gedurende een dag al je waterverbruik noteert en daarvan een grafiek tekent, kun je dan net zo'n grafiek krijgen als in figuur 16?

Waterwinning

Bekijk het schema van de waterwinning en waterzuivering.



figuur 17

De ruwwaterpomp zorgt ervoor dat het water naar de waterzuivering gaat.
Via cascades en zandfilter gaat het gezuiverde water - reinwater noemen ze dat - naar de reinwaterkelder of regelrecht naar het gebruikersnet.
De grote pomp die het water naar de gebruikers perst, heet de reinwaterpomp.

De ruwwaterpomp kan men per dag zo afstellen dat deze daarna nauwelijks bijgesteld hoeft te worden.

Overdag produceert de ruwwaterpomp minder dan er gebruikt wordt maar dat wordt aangevuld uit de reinwaterkelder. 's Nachts produceert de ruwwaterpomp meer dan op dat moment verbruikt wordt en daarmee wordt de reinwaterkelder weer aangevuld.

Het vrijwel constant laten draaien van de reinwaterpomp is ook mogelijk. Door handig gebruik te maken van de reinwaterkelder en de pomp bij die ruimte kan dat aardig lukken.

- 37 Leg dat eens uit.

- 34 Gelet op het totaalverbruik kan het wel kloppen.
- 35 De redenering van Stella is een voorbeeld van gewenst gedrag: kritisch kijken naar grafieken en je kennis confronteren met wat daar getoond wordt.
Het relatief hoge waterverbruik in de kleine uurtjes komt voor een belangrijk deel op rekening van groot-verbruikers.
De tarieven voor grootverbruik zijn zo gemaakt dat gelijkmatige afname over het etmaal veel goedkoper is dan onregelmatige afname van water.
Dit tarief is zelfs zo interessant voor grootverbruikers dat er bedrijven zijn met een eigen reinwateropslag om de eigen schommelingen op te kunnen vangen bij de constante toevoer volgens laag tarief.
- 36 De docent vroeg aan een leerling: 'Als ik een etmaal met je meeloop en noteer wanneer je water verbruikt en hoeveel, kan ik dan zo'n grafiek krijgen?' Hij wees op de grafiek van figuur 16.
De leerling zei: 'Ik zit nu op school, nu gebruik ik geen water.'

Iemand met een verbruik als in figuur 16 zou de hele dag de kraan hebben openstaan. Hij zou om te douchen een paar uur onder een heel dun straaltje staan en een half liter water tappen voor de thee zou wel vijf minuten duren. Immers de totale hoeveelheid per etmaal zou 148 water zijn.

- 37 De kleine reinwaterpomp in de reinwaterkelder vangt de klappen op van onregelmatig gebruik. Met kranen kan men de toevoer naar gebruikersnet en kelder regelen. De reinwaterkelder zit in de grond vanwege de noodzaak van koel bewaren.

Een leerling schreef:

's Nachts wordt minder water verbruikt dan overdag. Daardoor kan het water in de nacht worden opgeslagen in de reinwaterkelder.

's Middags wordt veel water verbruikt en dat kan niet zo snel vervaardigd worden. Daarom gebruiken ze het water wat in de reinwaterkelder is opgeslagen.

Dus de pomp van de reinwaterkelder wordt niet de hele dag en nacht in gebruik genomen. Hij staat ook enige tijd stil.

Als het werkstukje bij 38 niet gedaan wordt, hoort er nog bij:

Bespreking met de overheadprojector met behulp van het schema op bijlage 6 en vragen als: wanneer moet de pomp in de reinwaterkelder worden aangezet?

Diverse mogelijke grafieken van het dagverbruik ter plaatse tekenen.

Eentje met een zeer grote fluctuatie is er één met bij voorbeeld 12 uur geen en 12 uur dubbel gebruik. Dan zou de reinwaterkelder een inhoud van het halve dagverbruik moeten hebben.

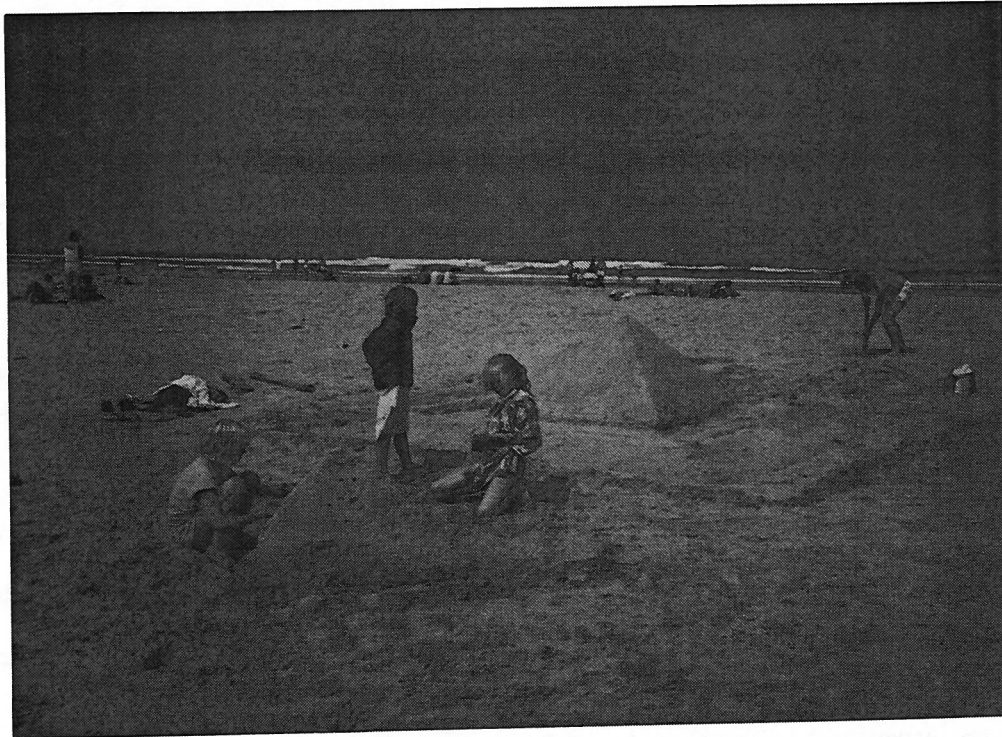
Kan het theoretisch nog erger schommelen? Kun je een grafiek tekenen waarbij de reinwaterkelder bijna net zo groot moet zijn als het hele dagverbruik?

De reinwaterkelder zou bij constant gebruik door de gebruikers de inhoud 0 kunnen hebben.

De PWN houdt als veilige maat aan een reinwaterkelder ter grootte van een volledig *gemiddeld* dagverbruik.

De machinist van het pompstation kijkt 's morgens naar de lucht en stelt dan de ruwwaterpomp in voor de volgende 24 uur. Af en toe zal hij nog wel eens iets moeten bijstellen, maar zo min mogelijk. Dat is beter voor de pomp.

Als de pomp steeds verschillende capaciteit moet leveren, geeft dat extra slijtage aan de pomp. Het wordt een stralende dag. Jammer dat hij moet werken, hij gaat ook liever naar het strand. De mensen gaan natuurlijk ook weer hun tuintjes sproeien. Als we het maar nat kunnen houden vandaag.



- 38 Maak een klein werkstukje waarin je de verwachte grafiek van het waterverbruik voor deze dag maakt.

Je kunt dan ingaan op vragen als:

De juiste instelling van de verschillende pompen voor de komende 24 uur (afleiden uit je grafiek).

Op welke uren wordt er water gebruikt uit de reinwaterkelder?

Hoe groot moet de reinwaterkelder ongeveer zijn?

Waarvoor hebben we de watertoren nog nodig?

- 39 Gebruiken de Nederlanders meer water dan er neerslag valt?
Zoek zelf je gegevens op.

- 40 In Budapest lekken alle kranen.
Bij de PWN zeggen ze: 'Een lekkende kraan is per etmaal een emmer vol.'
Dat is een waterverlies van 1, 10, 20, 40% ? van het verbruik.
Per etmaal lekt er in Budapest weg ...

- 38 Voor een bespreking van de werkstukjes kan de grafiek gebruikt worden van figuur 16, mooier nog die van één van de leerlingen.
 Zie de tekst van deze docentenhandleiding na vraag 37.
 De watertoren doet alleen nog dienst als de stroom uitvalt. Maar dat mag dan niet te lang duren. Ook goed rekenen: het bijstaan van de reinwaterpompen in tijden van extreem hoog waterverbruik.
 Zie ook het krantartikel onder aan deze bladzijde.
 De laatste zin klopt niet. Er moet staan: tot de levering van stroom wordt overgenomen door de generatoren.

- 39 Deze zeer open vraag moet leiden tot enig onderzoek in de atlas.
 Belangrijk is dat de leerlingen bedenken *wat* ze moeten opzoeken.

Gemiddelde regenval in Nederland:	750 mm/jaar
Oppervlakte van Nederland:	36842 km ²
Schatting van het deel van Nederland dat zich leent tot waterwinning uit neerslag, zeg (veel water loopt weg in het riool, veel valt op vervuilde grond)	20 %.
Een schatting van de hoeveelheid water - op de juiste plek gevallen- die ook weer bij het grondwater of geschikte oppervlaktewater terecht komt, zeg (veel water verdampt via de begroeiing)	50%
Door de PWN wordt 50% gehanteerd.	
Het aantal gebruikers in Nederland	15.000.000
Gemiddeld gebruik,	148 liter
daar bovenop komt nog groot verbruik met factor	1,25

Handig rekenen helpt:

Bereken eerst het gemiddeld aantal bewoners per km².
 Dat zijn er circa 407.

Ze gebruiken per jaar $407 \times 148 \times 365 \times 1,25 \text{ liter} = 27.480 \text{ m}^3$

Er valt per jaar op een km²

aan winbaar water $0.1 \times 1000 \times 1000 \times 0,75 \text{ m}^3 = 75.000 \text{ m}^3$.

- 40 Handig rekenen.
 Neem aan evenveel kranen als inwoners.
 Neem aan per etmaal per inwoner 120 liter.
 Daarvan lekt 10 liter weg.
 Met 10% zit je er het dichtst bij.

Totaal 10.000.000 liter per etmaal.

Een zwembad van 50 bij 20 meter met een gemiddelde diepte van 2 meter is slechts 2.000.000 liter.

Nieuw reservoir geplaatst in watertoren van Scheveningen.

Scheveningen (ANP)- In de watertoren in de duinen bij Scheveningen is maandag een nieuw reservoir geplaatst met een capaciteit van duizend kubieke meter. Dat heeft de Duinwaterleiding van Den Haag bekendgemaakt. De plaatsing van het veertig ton zware reservoir is een van de laatste fasen van de restauratie van de toren. Die stamt uit 1874.

Vandaag krijgt de watertoren ook een nieuwe koperen kap. De restauratie van de toren moet

in de tweede helft van 1990 zijn voltooid. Het werk kost bijna zeven miljoen gulden. Volgens DWL zou de bouw van een nieuwe toren even duur geweest zijn als restauratie. De veertig meter hoge monumentale watertoren is nog steeds van belang voor de plaatselijke watervoorziening. Het reservoir wordt gebruikt als de stroom uitvalt van de pompen die het water de leiding in stuwten. Het met water gevulde reservoir in de toren moet dan het leidingnet op druk houden tot de levering van stroom wordt overgenomen door de generatoren van het waterleidingbedrijf.

Tot slot nog wat mogelijkheden om aandacht te besteden aan diverse representaties van dezelfde gegevens.

Zie de bijlagen achterin waarvan sheets voor de overheadprojector kunnen worden gemaakt.

Wat je (opnieuw) geleerd hebt

Bij waarnemingen in een landschap zien we afstanden tussen punten. We weten uit ervaring dat we niet kunnen vertrouwen op de lengte van deze waargenomen afstanden. Wat we zien zijn eigenlijk hoeken tussen punt, oog en punt.

Als je tegen de horizon een punt M precies midden tussen A en B ziet vanuit O dan is de lijn OM deellijn van de hoek AOB en in het algemeen geen zwaartelijn uit O in de driehoek OAB.

We zien de zon en de maan even groot, omdat de hoeken waaronder we deze hemellichamen zien gelijk zijn. De grootte van deze hoek is ongeveer een halve graad.

Een goede manier van hoeken schatten is kijken langs gestrekte arm naar vingers van de hand. Een centimeter van de hand komt overeen met een hoek van een graad.

In dit boekje kwam veel schatten voor. Je moet daarbij zo goed mogelijk gebruik maken van wat je al weet, zoals bij de treden van de toren.

Je kunt ook verder rekenen met eerder gevonden schattingen zoals het percentage grootverbruik bij het waterverbruik in opgave 33.

Je kunt formules opstellen voor het waterverbruik. Als je in werkelijkheid gaat meten, vind je een puntenwolk. De grafiek van het gevonden functievoorschrift zal dan wel 'netjes' door de wolk moeten gaan.

Een voorbeeld van wat je verder in de wiskunde - bijvoorbeeld op een volgende school - kunt tegen komen is preciezer vastleggen wat 'netjes' hier betekent.

Je hebt gezien hoe een grafiek als in figuur 16 kan ontstaan uit diverse staafgrafieken.

In de grafiek van het waterverbruik in een etmaal vind je de grootste verandering in een uur door te kijken door het schuifje.

Je zoekt het grootste verticale verschil.

De oppervlakte onder de grafiek van figuur 16 geeft het totaalverbruik weer in een etmaal. Bij constant gebruik was de grafiek een rechte lijn. Deze kunnen we vinden door de oppervlakte onder de grafiek te vervormen tot een rechthoek waarbij de oppervlakte gelijk blijft.

Zijn er dingen die jij geleerd hebt en die niet in dit overzicht staan?

In ieder geval heb je veel oude kennis weer eens opgehaald zoals: rekenen met schaal, inhoudsmaten, inhoud van een cilinder, grafieken bij formules, handig rekenen, lezen van statistische gegevens in diverse grafische voorstellingen.

De bedoelingen met de Watertoren

De Watertoren is een voorbeeld van een stukje vlecht van de vier leerstoflijnen van het raamplan. Vanuit één context worden de leerstoflijnen vervlochten tot een geheel. Op het examen zullen mavo/lbo/C/D-leerlingen ook opgaven tegen komen rondom één context waarbij diverse onderwerpen uit het wiskundeprogramma aan bod komen. Uitgerafeld naar de vier leerstoflijnen:

algebra

Een voortzetting van de globale grafieken van de SLO-pakketten van de grafiekenlijn.
Bouwen van formules vanuit een betekenis. Oprissen van oude kennis.
De zelf gevonden lineaire functie toetsen aan een puntenwolk.
Kwalitatief bekeken zoals het effect van een voetbalwedstrijd op het waterverbruik maar ook kwantitatief: de oppervlakte onder de grafiek vervormen tot een rechthoek om tot een schatting van het totaalverbruik te komen.
Ervaringen opdoen in het zien van veranderingen in de grafiek en een poging om veranderingen te vergelijken.

meetkunde

Sluit aan op de pakketten 'Zie je wel' of 'Goed gezien', 'Kubus make-up', 'Schaduw en Diepte', 'Doorsneden 2', 'The Drongs' en 'De langste dag'.
De leerlingen maken opnieuw kennis met een meetkundige notie van hoeken zien bij het kijken naar punten in de verte.
Onderzoeken van diverse meetkundige figuren met vaste en variabele punten. Dit is iets heel wezenlijks voor wiskundig bezig zijn: onderscheid maken tussen diverse gevallen onder vaste voorwaarden.
Het is ook weer het oude thema van 'Zie je wel', maar nu op een hoger niveau: wat zie je en hoe ziet het eruit? Ditmaal uit 'wat je ziet' diverse mogelijkheden voor 'hoe het eruitziet' bedenken.
Veel oude kennis wordt opgerakeld over oppervlakte, inhoud en metriek stelsel.

rekenen

Sluit aan op de pakketten 'Praktisch rekenen'.
Op diverse plaatsen wordt gerekend, soms uit het hoofd, soms met de rekenmachine en met het zelf opzoeken van relevante gegevens. Er wordt regelmatig een beroep gedaan op maatkennis.

Informatie en modellen

Sluit aan op het pakket 'Statistiek'.
Grafieken van gemiddeld waterverbruik spelen een belangrijke rol. Bewust wordt het conflict opgeroepen van de individuele modale waterverbruiker die helemaal niet past in de grafiek van het gemiddeld waterverbruik op een dag. Het schema van de waterwinning geeft nader inzicht in het afstellen van de pompen. Diverse representaties van dezelfde gegevens.

Er zijn ook onderdelen van wiskunde die in alle vier de leerstoflijnen zitten. Bijvoorbeeld redeneren en verwoorden. Met name geldt dit voor redeneren in het dagelijks leven waarbij begrippen die voor meerdere uitleg vatbaar zijn vaak tot diametraal staande mogelijkheden leiden. Leerlingen ervaren verschil met redeneringen zoals ze die binnen de wiskunde tegenkomen.

Oefentoets bij de Watertoren

1. Je staat in een weiland en je ziet in de verte een schoorsteen, een kerktoren en een hooiberg.



Je meet de hoek waaronder je kerktoren en hooiberg ziet. Die hoek is 12° .

Teken een kaartje met:
de plek waar je staat
de schoorsteen
de kerktoren
de hooiberg.

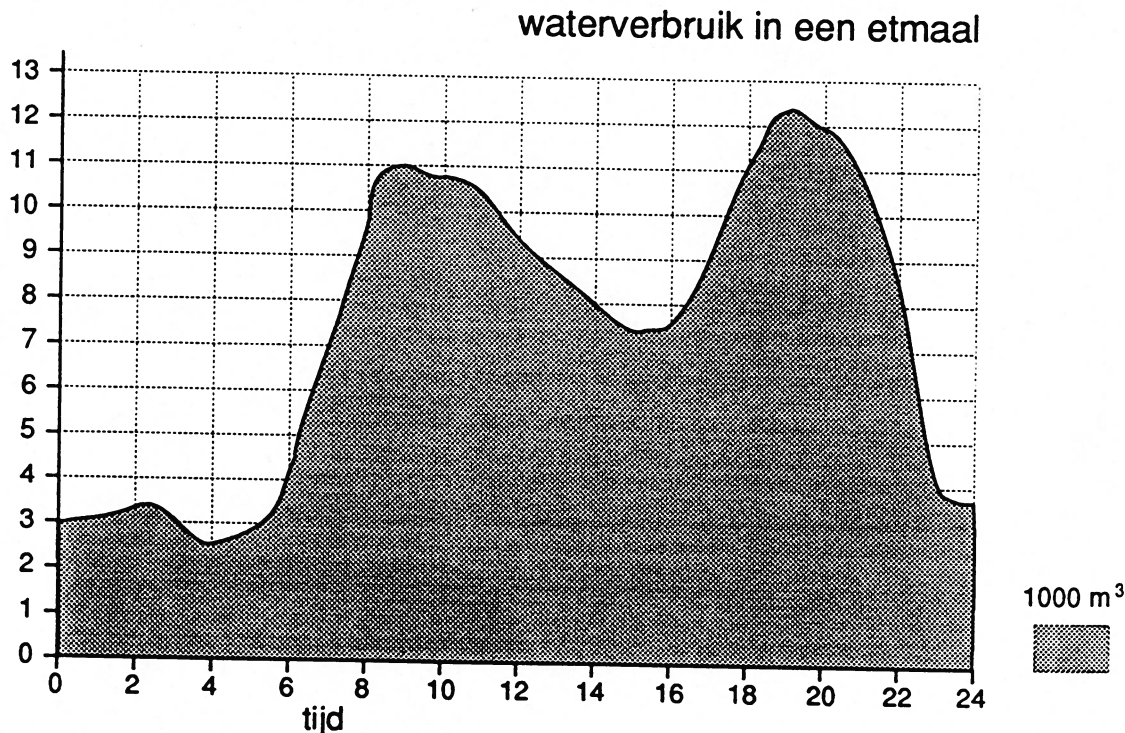
Op het kaartje ligt de schoorsteen verder van de kerktoren dan de hooiberg.

Teken de kijklijnen erbij.

2. Bereken de inhoud van een cilinder die precies past in een kubus met een ribbe van 8 meter.

3. In november 1990 was op het TV-journaal:
'In 1989 gebruikten we in Nederland in totaal meer dan duizend miljard liter water.'
(een miljard is 1000.000.000)
Kan dat kloppen?

4. Deze grafiek geeft in een bepaald gebied het gebruik van water in een etmaal aan.



Het waterleidingbedrijf gebruikt een watermeter die het verbruik gedurende het etmaal aangeeft.

De teller staat om 0 uur op 0.

Uit de grafiek kun je aflezen dat de watermeter om 2 uur ongeveer op 3200 m³ staat.

Om 4 uur staat de meter op ongeveer 6300 m³.

- a. Wat is de meterstand om 10 uur in de morgen?

De grootverbruikers in dat gebied nemen met z'n allen 12.000 m³ af. Ze nemen het water gelijkmatig af. Dat betekent ieder uur evenveel.

- b. Teken het waterverbruik van de grootverbruikers in de grafiek hierboven met rood.
- c. Hoeveel water verbruikte men tussen 12 uur en 15 uur?

5. Een moeilijke opgave:



Je ziet hier een afbeelding van een bekend schilderij van Vincent van Gogh.

- a. Over hoeveel tijd is de zon achter de horizon verdwenen?

Jaap beweert: 'Die Van Gogh deed maar wat.

De zon is veel te groot geschilderd. Dat zie je toch zo. Ik zal het es even narekenen. De zon zie je onder een halve graad. Dat heb ik in 'de watertoren' geleerd.

Het hoofd van de zaaier is net zo lang als de halve middellijn van de zon op het schilderij. Dat hoofd zie je dus onder een hoek van een kwart graad.

Het hoofd van de zaaier is in werkelijkheid 25 cm hoog. Nu de rekenmachine erbij. Dan moet de zaaier op een afstand van 57 meter staan.'

- b. Hoe komt Jaap aan die 57 meter?
- c. Maak Jaap z'n redenering af.
- d. Maak ook zo'n redenering voor het huis.
- e. Wat is nu jouw mening over de grootte van de zon op het schilderij?

Toets bij 'de Watertoren'

1. Kun je in een cilinder met een diameter van 20 meter en een hoogte van 10 meter 3.000 m³ water opslaan?
2. In het landschap zie je in de verte drie schoorstenen van fabrieken.

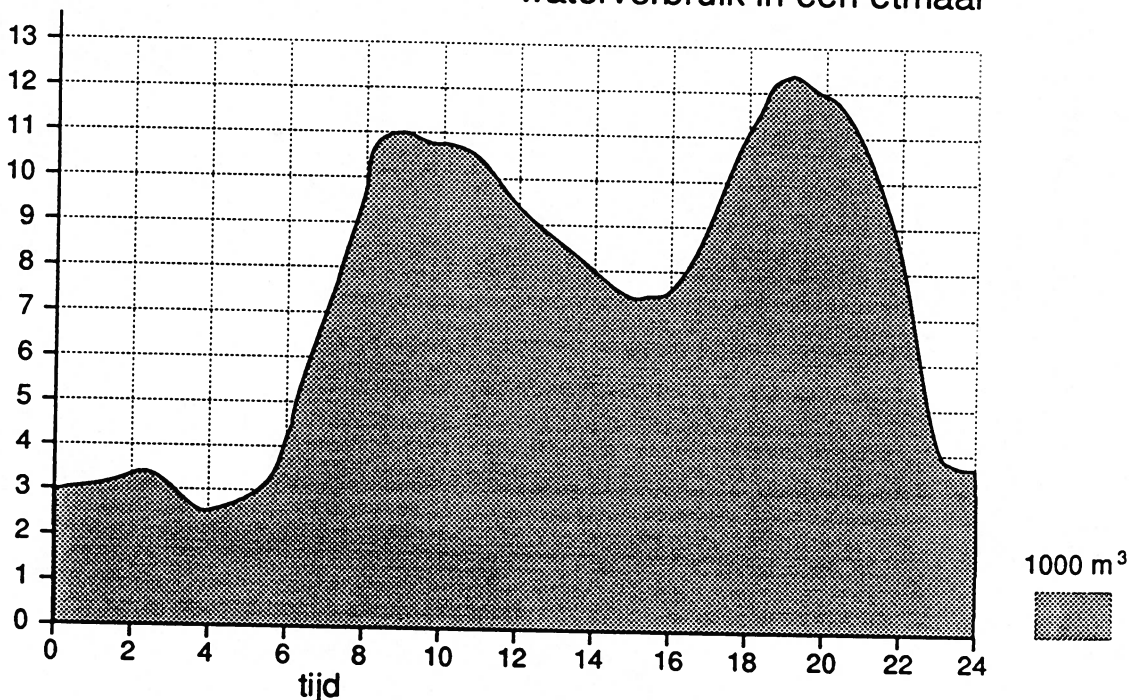


De afstanden tussen de fabriekstorens zijn gelijk.

Teken een kaartje met de drie fabriekstorens en daarop een mogelijke plaats waar je zelf staat.

3. Je ziet hier de grafiek van het watergebruik in een etmaal in een bepaald gebied.

waterverbruik in een etmaal

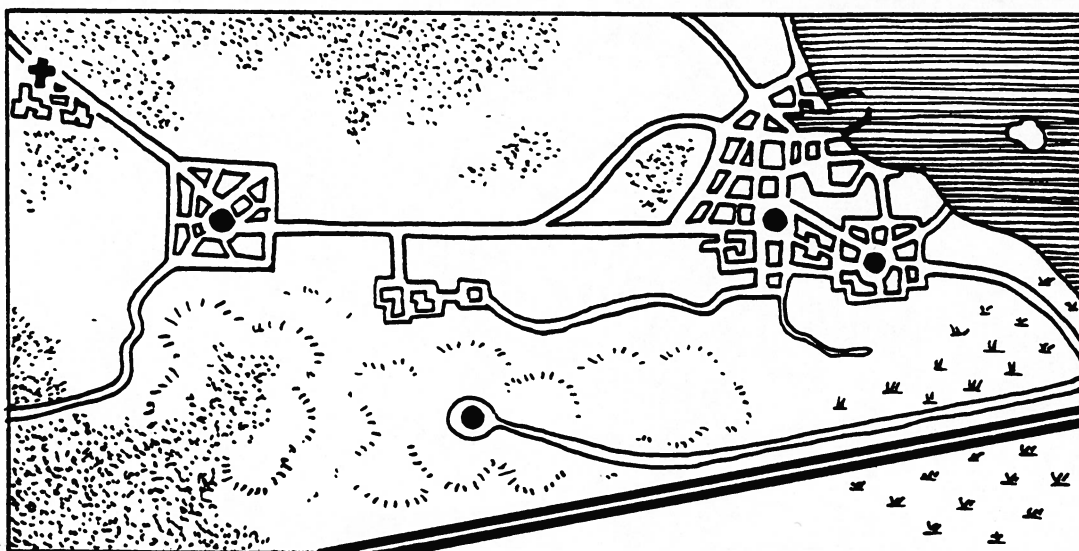


Op een dag ontstaat er een lek, waaruit gedurende het etmaal ieder uur 500 m³ water lekt.

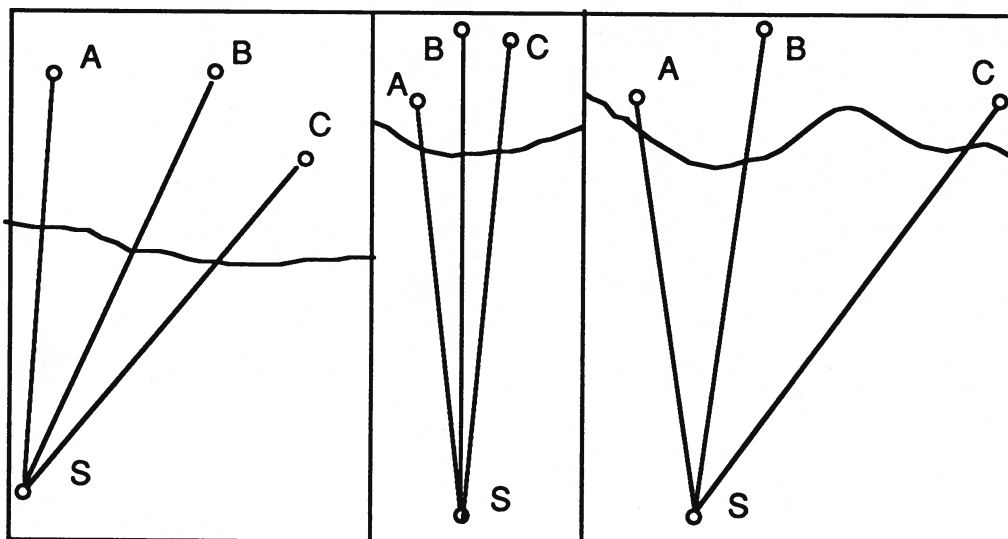
- a. Teken in de bovenstaande grafiek het waterverbruik van die dag met rood. Leg uit hoe je gedacht hebt.

Een andere keer ontstaat er een klein lek om 0 uur dat steeds groter wordt. Het laatste uur van het etmaal lekt er 1000 m³ water weg.

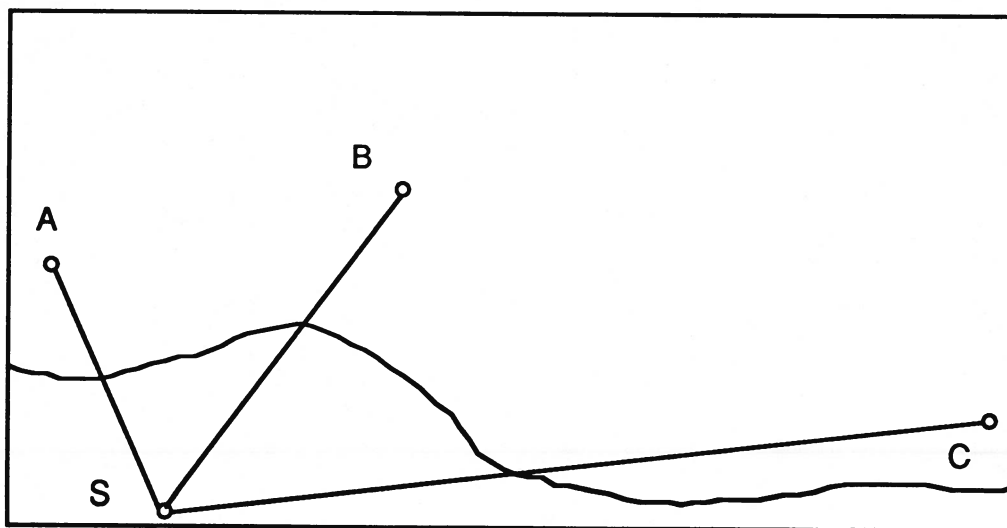
- b. Hoeveel water is er in dit etmaal weggelekt?
Teken het weggelekte water in de bovenstaande grafiek met blauw.



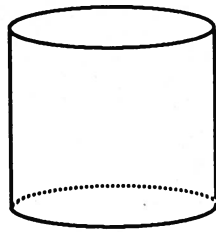
figuur 1



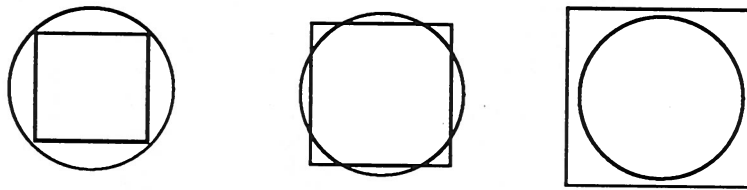
figuur 4



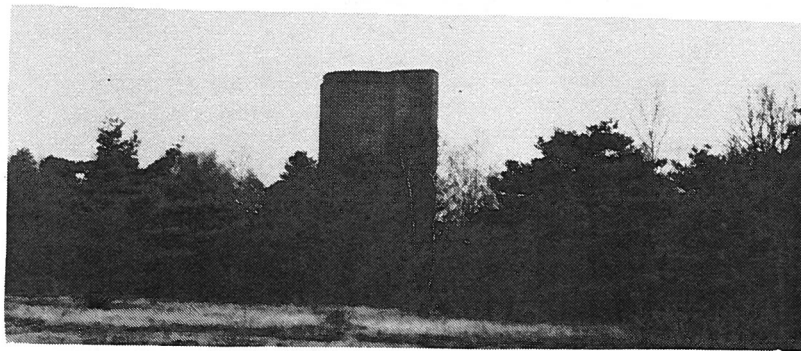
figuur 5



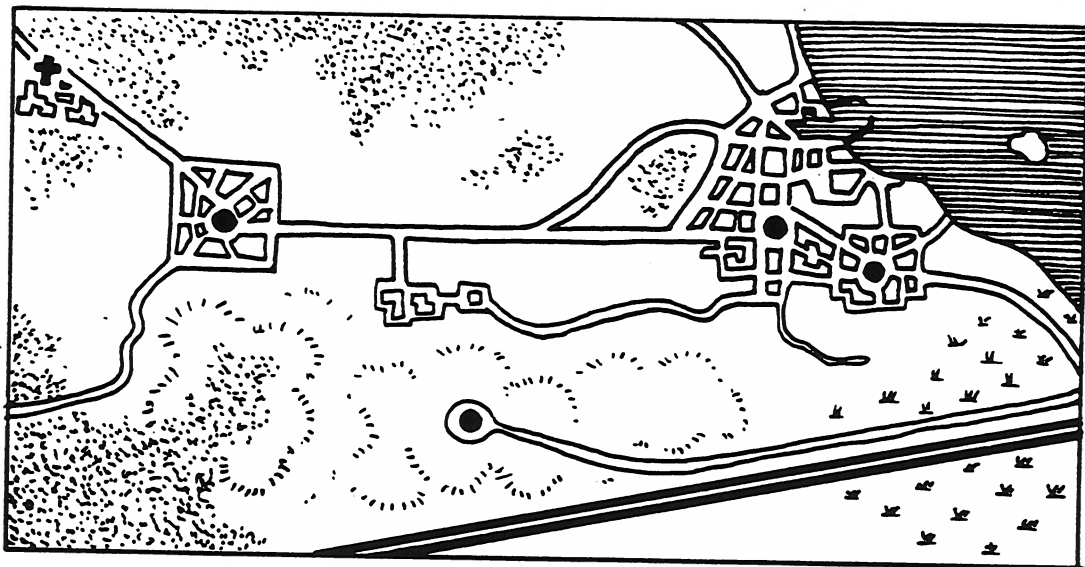
figuur 8



figuur 9

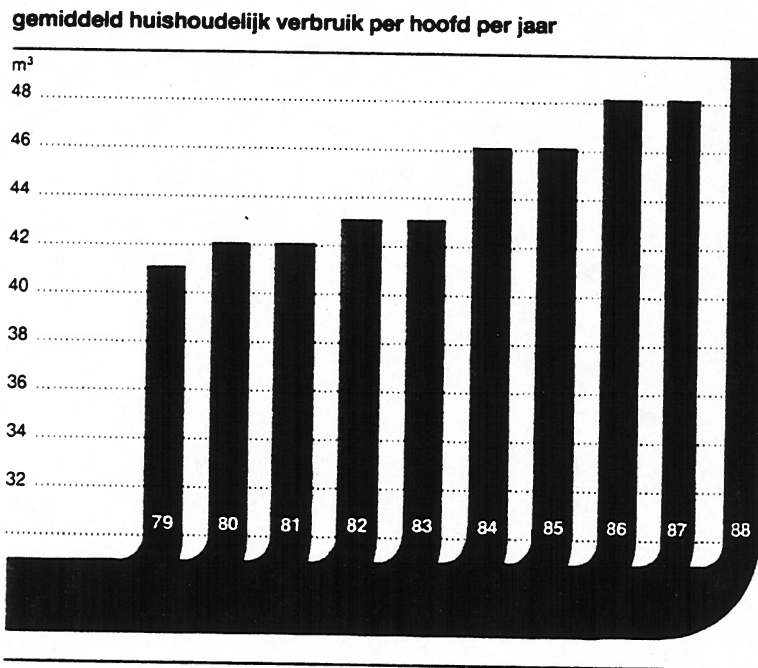


figuur 10

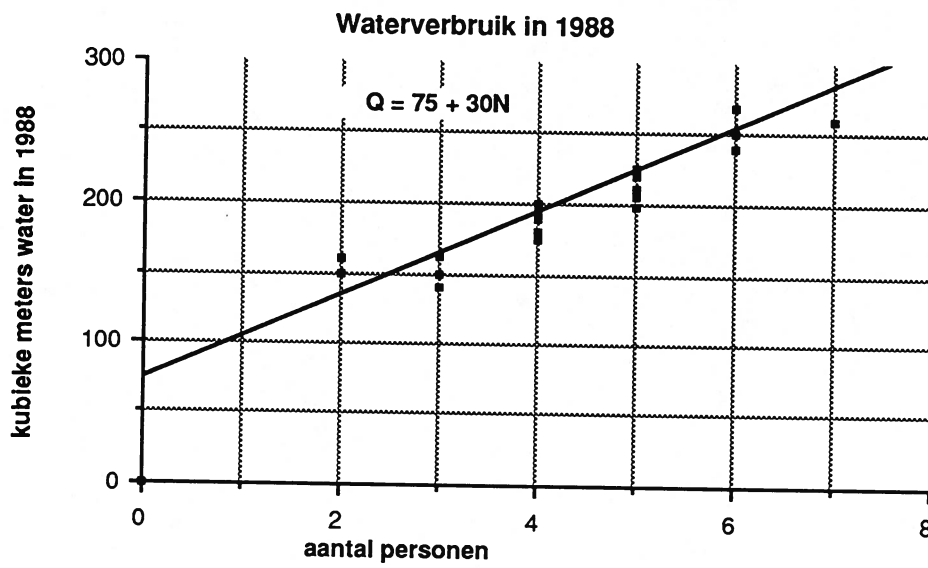


schaal 0 1 2 3 km

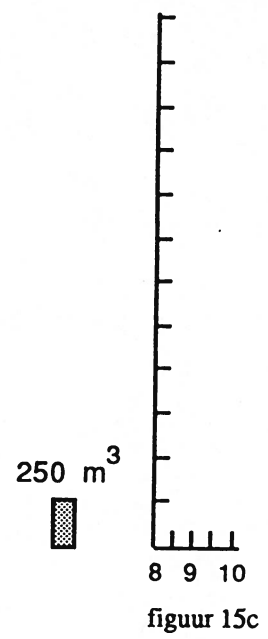
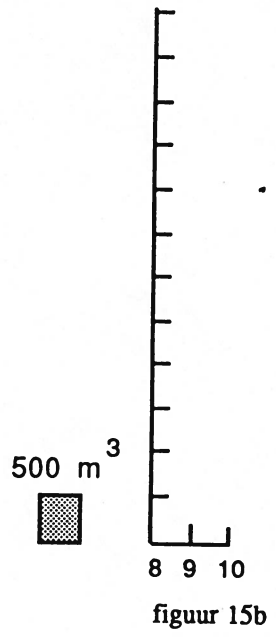
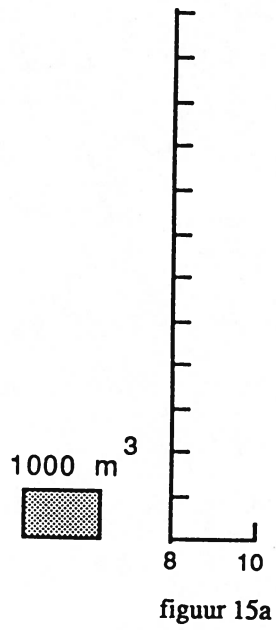
figuur 11



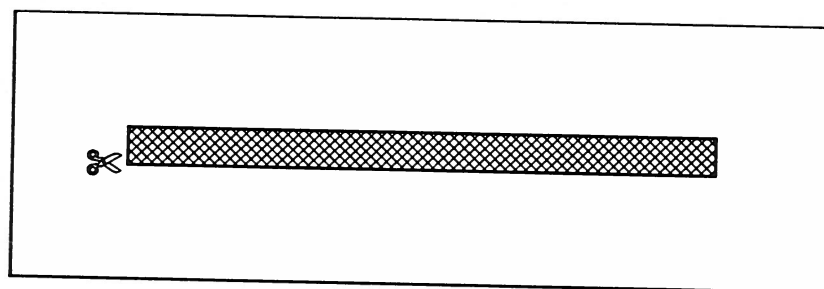
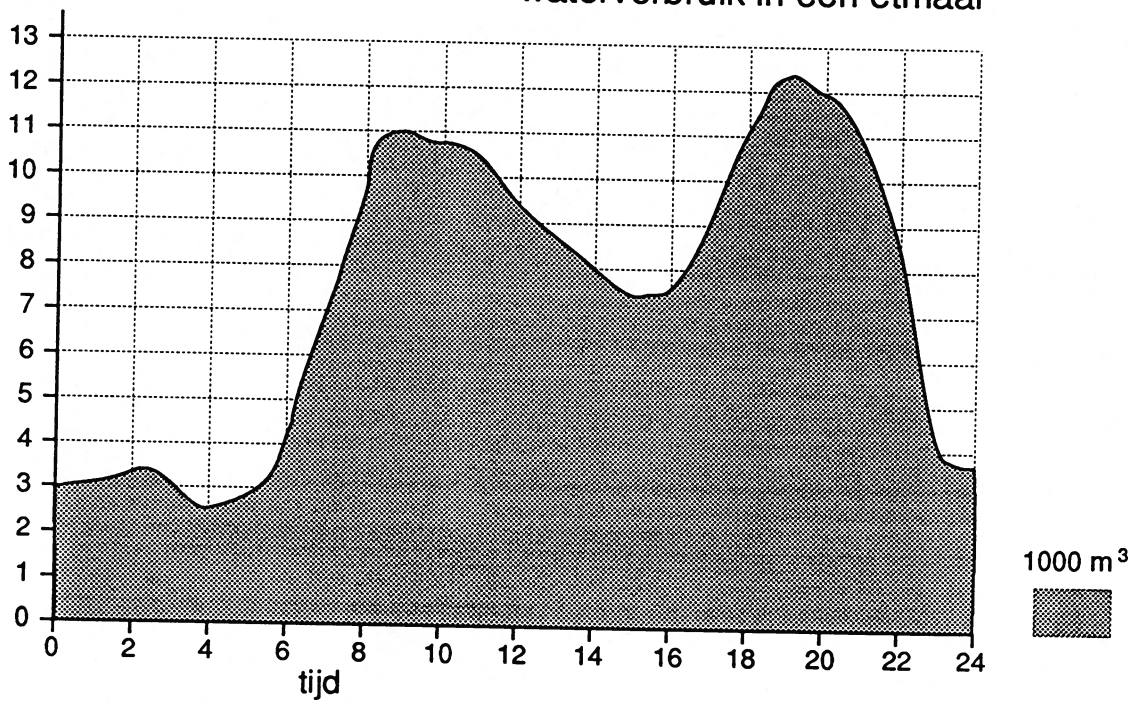
figuur 12a



figuur 14

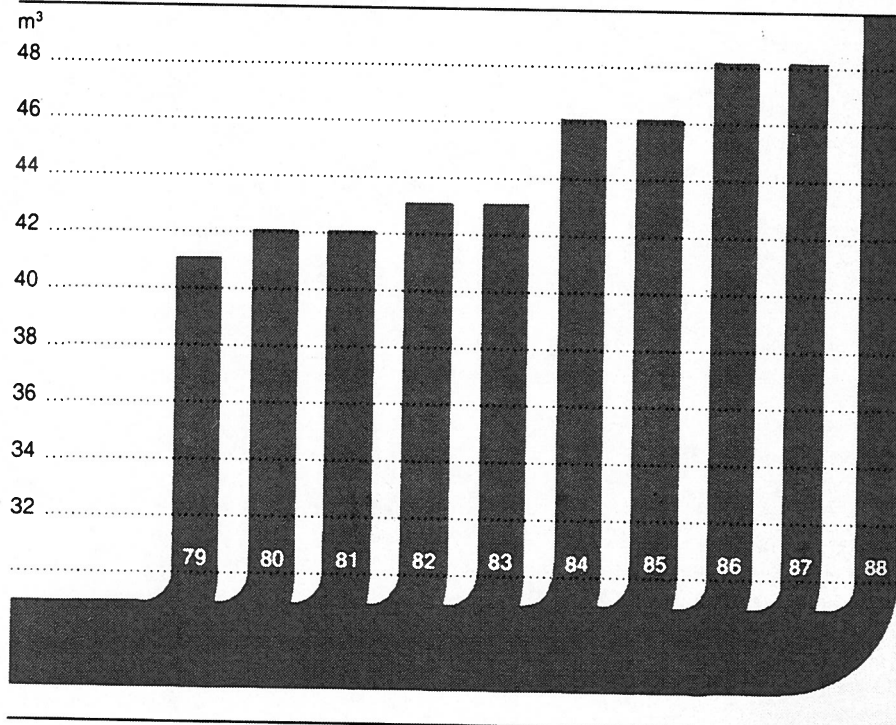


waterverbruik in een etmaal



figuur 16

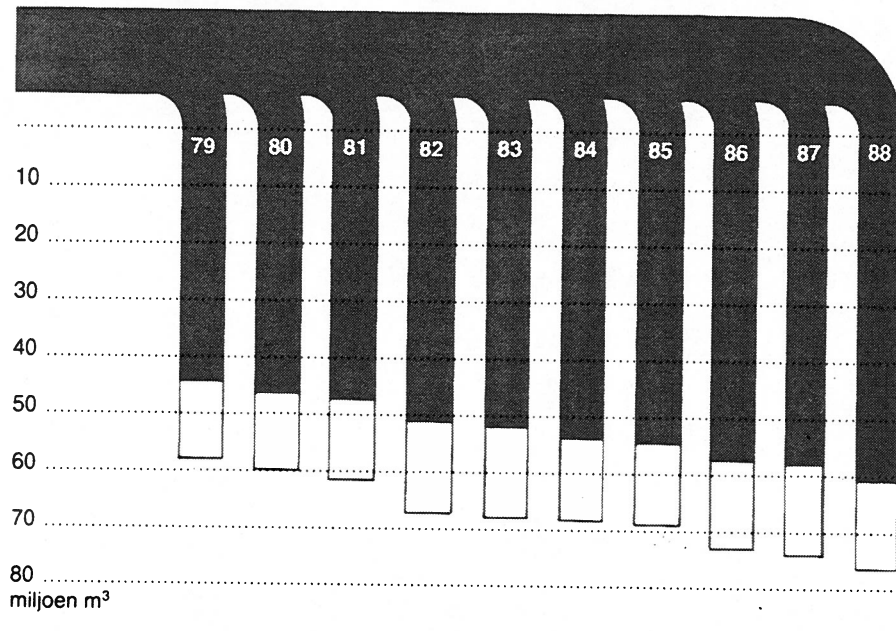
gemiddeld huishoudelijk verbruik per hoofd per jaar



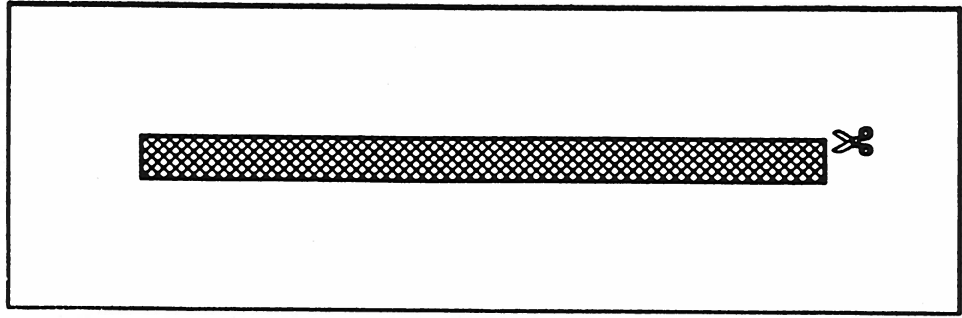
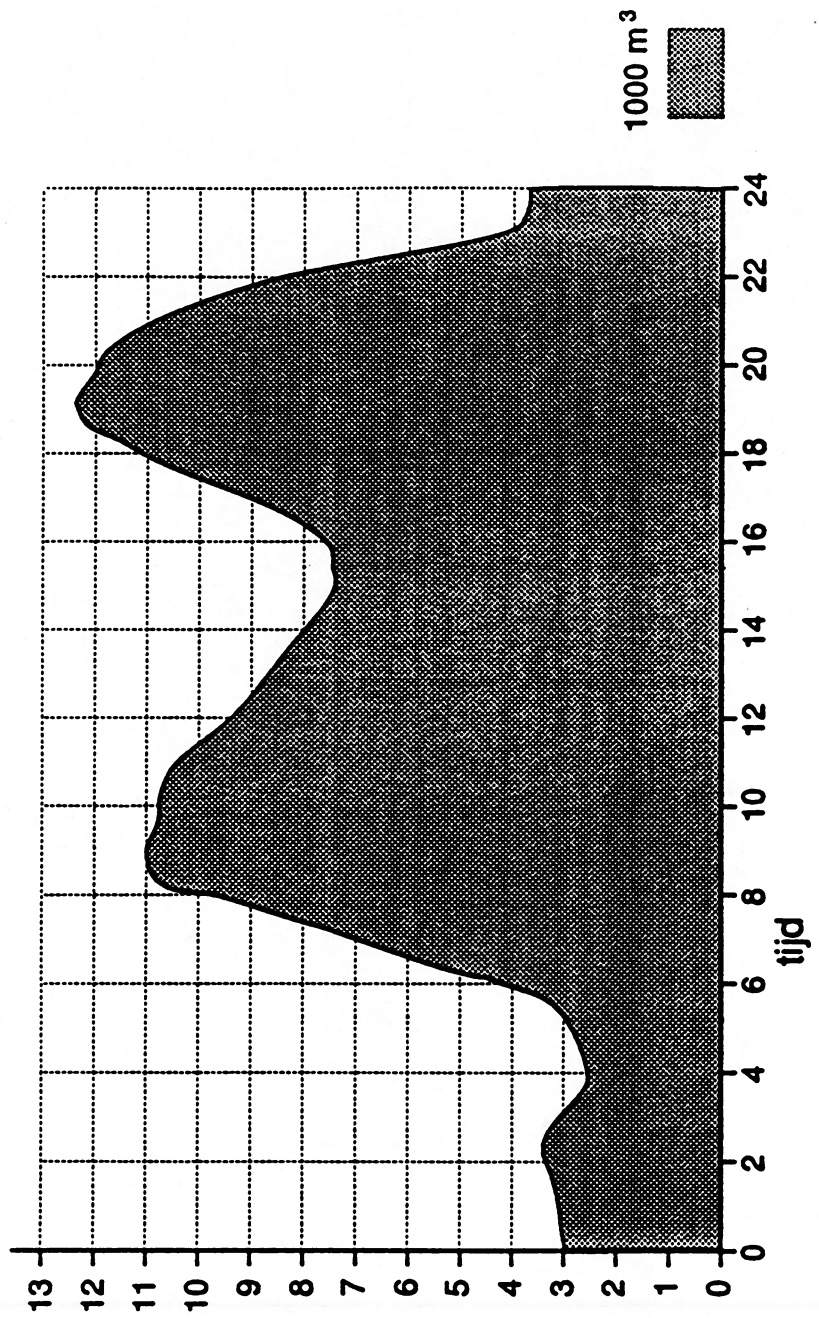
waterleveringen

verbruikers < 1000 m³

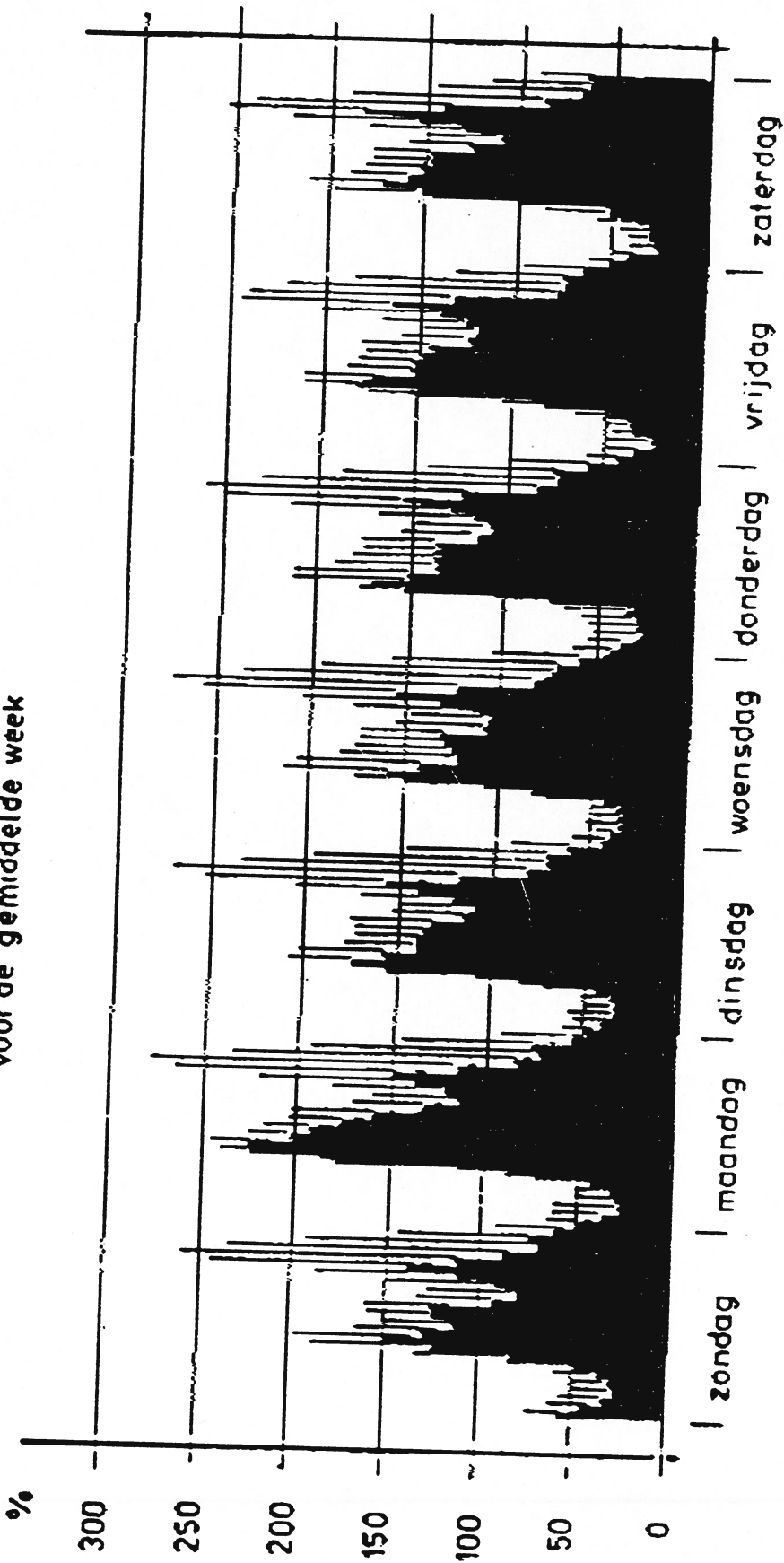
overige verbruikers



waterverbruik in een etmaal

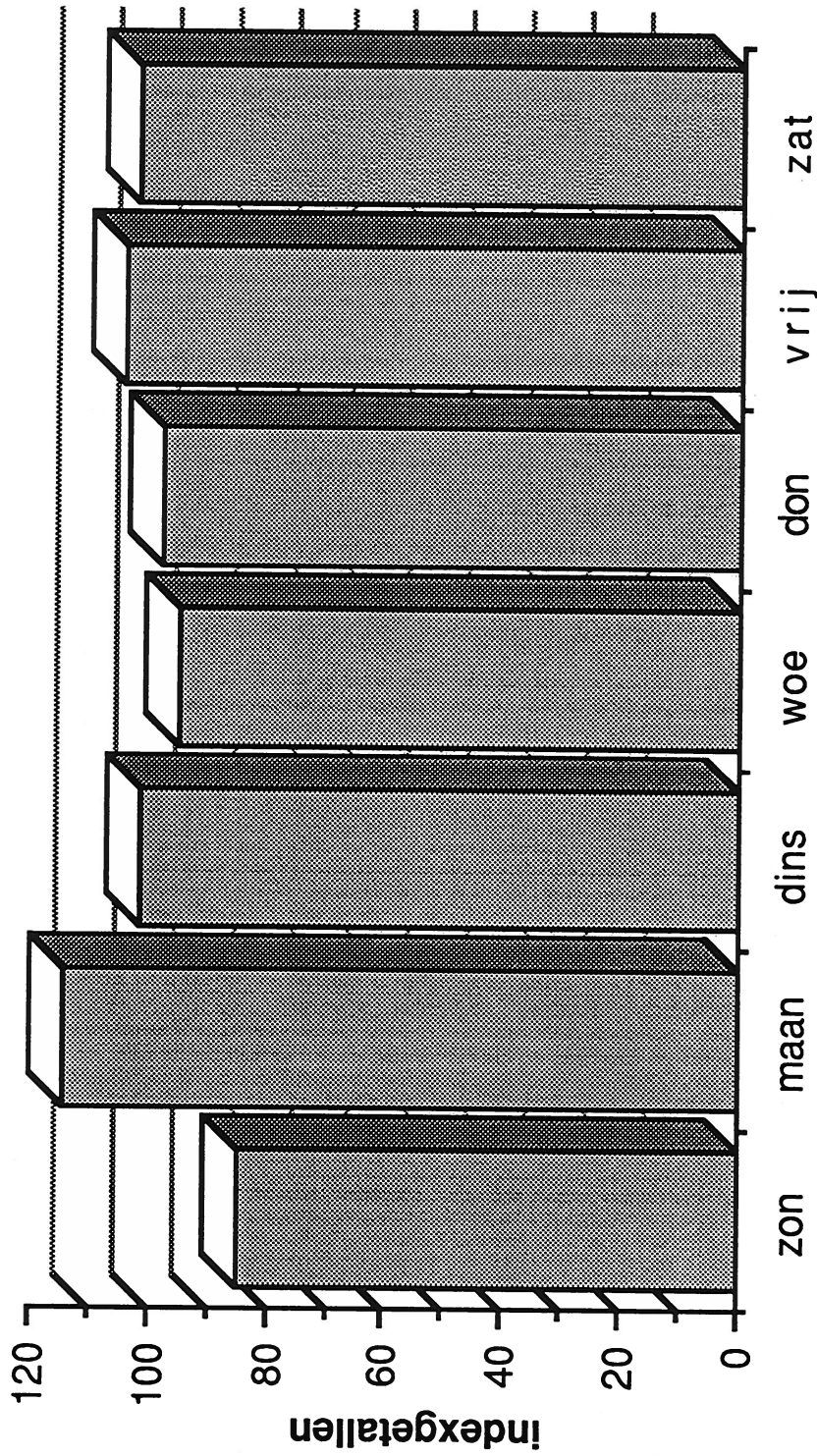


100% = gemiddelde volumestroom per uur
voor de gemiddelde week



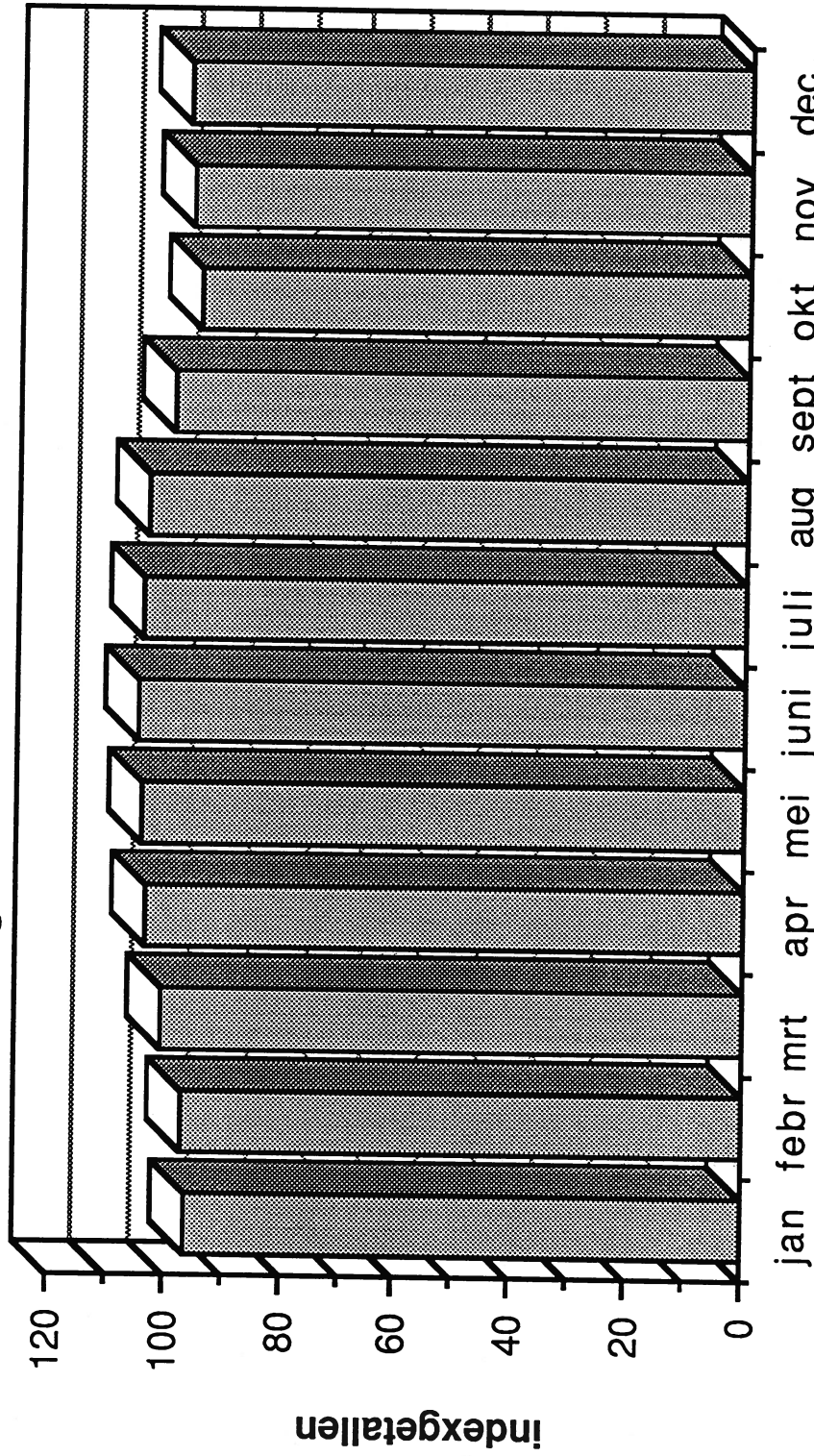
Patronen van de volumestromen van het
waterverbruik bij een streekwaterlel-
dingbedrijf voor een gemiddelde en een
topweek

100 is gemiddeld etmaalverbruik



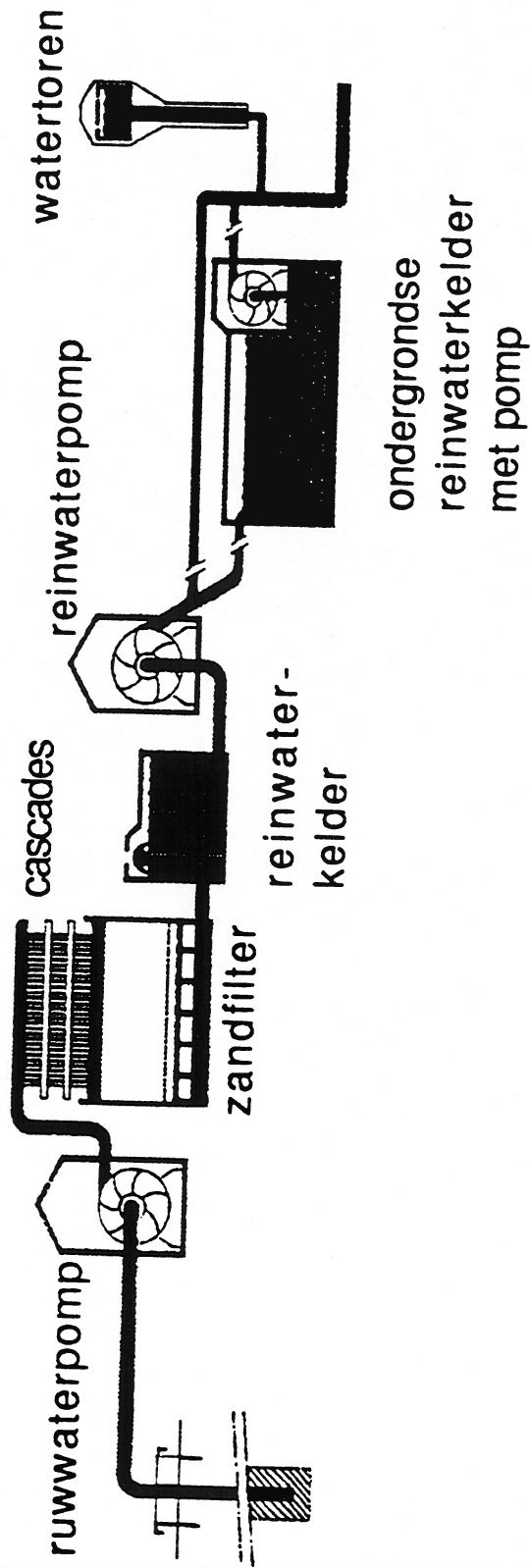
Gemiddeld patroon van waterverbruik per etmaal over de week

100 is gemiddeld maandverbruik



Gemiddeld patroon van waterverbruik per maand gecorrigeerd op 30 dagen

Winning en zuivering van grondwater



archief FI

02.01.33

De Watertoren

Docentenhandleiding met leerlingtekst
Schoemaker, G.