

N. Zondag

Bouwmeten

voor het hoger
technisch onderwijs



Noordhoff Uitgevers

Tweede druk

Bouwmeten



Bouwmeten

ing. N. Zondag

Noordhoff Uitgevers Groningen/Houten

Ontwerp omslag: G2K Designers Groningen
Ontwerp binnenwerk: Ebel Kuipers Sappemeer

Eventuele op- en aanmerkingen over deze of andere uitgaven kunt u richten aan: Noordhoff Uitgevers bv, Afdeling Hoger Onderwijs, Antwoordnummer 13, 9700 VB Groningen, e-mail: info@noordhoff.nl

2 3 4 5 / 14 13 12 11 10

© 2010 Noordhoff Uitgevers bv Groningen/Houten, The Netherlands.

Behoudens de in of krachtens de Auteurswet van 1912 gestelde uitzonderingen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. Voor zover het maken van reprografische verveelvoudigingen uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16h Auteurswet 1912 dient men de daarvoor verschuldigde vergoedingen te voldoen aan Stichting Reprorecht (postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.cedar.nl/reprorecht). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) kan men zich wenden tot Stichting PRO (Stichting Publicatie- en Reproductierechten Organisatie, postbus 3060, 2130 KB Hoofddorp, www.cedar.nl/pro).

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

ISBN (ebook) 978-90-01-85202-3
ISBN 978-90-01-98493-9
NUR 173



Woord vooraf

Dit boek *Bouwmeten* is een bewerking van mijn twee delen *Bouwmeten* die verschenen zijn bij Educatieve Partners Nederland. Het is bestemd voor studenten van de Hogescholen en Technische Universiteiten ten behoeve van de studierichtingen Bouwkunde, Bouwtechnische Bedrijfskunde en Civiele Techniek. Van het materiaal dat geschreven is voor de twee delen *Bouwmeten* ten behoeve van het Middelbaar Beroepsonderwijs, destijds aangereikt door de heren ing. H. van 't Hof, J. Kok, W. Ligtermoet en P. Wolthaus, is ook nu weer dankbaar gebruikgemaakt. De auteur is bijzonder veel dank verschuldigd aan dhr. P. Wolthaus die zorg heeft gedragen voor bijna alle illustraties en maatvoeringstekeningen.

De student maakt in deze herziene uitgave uitvoerig kennis met de maatvoeringsinstrumenten zoals prisma, waterpasinstrument, digitaal waterpasinstrument, laser, theodoliet, total station met veldgeheugen en GPS. Er wordt in deze uitgave kennisgemaakt met de opzet van een maatvoeringsplan, moderne maatvoeringsmethoden, maatbeheersing, controleplan en bouwmeetsoftware. De theorie wordt aan de hand van tekenwerk, foto's en voorbeelden toegespitst op vijf projecten namelijk een garage, een woonhuis, een kantoorgebouw, een school en een bedrijfsruimte met kantoor.

In verband met de latere bouwpraktijk is het voor studenten van de Hogescholen en Technische Universiteiten van groot belang dat ze kennis nemen van de passingsleer, daarom is er in dit boek uitvoerig geschreven over de wijze waarop de maakwaliteit, de uitvoeringsmethode en maatvoering op elkaar worden afgestemd en de maatnauwkeurigheid van het casco en van de afbouwelementen door middel van controlemetingen beheerst worden. Ook worden de normen en richtlijnen behandeld die nodig zijn om de maakwaliteit van het bouwproject te bewaken.

De ervaring die ingenieursbureau Zondag heeft opgedaan met het verzorgen van cursussen maatvoering, uitzetten, landmeten en waterpassen in samenwerking met BOB Opleiding, Training en Advies te Waddinxveen en de begeleiding van de maatvoering van bouwprojecten, zijn in dit boek verwerkt.

Verder wil ik op deze wijze mijn dank uitspreken aan mijn vrouw, die mij in alles terzijde heeft gestaan om deze uitgave voor het Hoger Beroeps- en het Universitair onderwijs te realiseren.

ing. N. Zondag, Gameren

maart 2004



Inhoud

- 1** **Geschiedenis van het meten** 15
 - 1.1 De wereld 16
 - 1.2 Nederland 16
 - 1.3 De gemeente 17
 - 1.4 Stedelijke gebieden 17
 - 1.5 Gebouwen, kavels 18
 - Vragen en opdrachten 20

- 2** **Het Kadaster** 27
 - 2.1 Dienstverlening 22
 - 2.1.1 Volgorde bij overdracht van een geheel perceel 22
 - 2.1.2 Volgorde bij overdracht van een gedeelte uit een perceel 22
 - 2.1.3 Kadaster-on-line 22
 - 2.1.4 Kadata internet 23
 - 2.2 Automatische kadastrale registratie (AKR) 25
 - 2.2.1 De gegevensstructuur van AKR 25
 - 2.2.2 Opslag van de gegevens 26
 - 2.2.3 Toegang 26
 - 2.2.4 Opname in het terrein 27
 - 2.3 Eigendomsoverdracht 29
 - 2.4 Grootschalige basiskaart Nederland (GBKN) 30
 - 2.5 Landinrichting 32
 - 2.6 Planning en uitgifte van terreinen 34
 - Vragen en opdrachten 36

- 3** **Lengtemeting** 37
 - 3.1 Maatvoering 38
 - 3.1.1 Traditionele maatvoering 38
 - 3.1.2 Moderne maatvoering 38
 - 3.2 Hulpmiddelen bij de lengtemeting 39
 - 3.2.1 Het meten met jalons 39
 - 3.2.2 Piketten 39
 - 3.2.3 Meetpennen 40
 - 3.3 Meetmateriaal voor kleine afstanden 41
 - 3.3.1 De kaliberwig 41
 - 3.3.2 De duimstok 42
 - 3.3.3 De meet- en de bouwlat 42
 - 3.3.4 De telescopische meetlat 43
 - 3.3.5 Rolmaat 44
 - 3.4 Meetmateriaal voor grote afstanden 44
 - 3.4.1 Het meten met een meetveer 44
 - 3.4.2 Handlasermeter 45
 - 3.4.3 Het meetwiel 46
 - 3.4.4 De elektro-optische afstandsmeting 36
 - 3.5 Lengtemeting met behulp van meetband 48
 - 3.5.1 Factoren, in acht te nemen bij het meten met de meetband 48
 - 3.5.2 Temperatuur 48
 - 3.5.3 De trekkracht 50

- 3.5.4 Doorhanging 50
- 3.5.5 Helling 51
- 3.5.6 Meten in een rechte lijn 51
- 3.5.7 Aanleg- en afstreepfouten 51
- Vragen en opdrachten 52

4 Het uitzetten van rechte en willekeurige hoeken 53

- 4.1 Hoeken in de ontwerpfase 54
- 4.2 Rechte hoeken 55
 - 4.2.1 Een rechte hoek uitzetten met behulp van de 3 – 4 – 5-steek 55
 - 4.2.2 De winkelhaak of schrijfhaak 55
 - 4.2.3 De bouwhaak 56
 - 4.2.4 Het prisma 57
 - 4.2.5 De loodstaaf 58
 - 4.2.6 Het uitzetten van loodlijnen 59
 - 4.2.7 Toepassingsmogelijkheden 60
- 4.3 Willekeurige hoeken 61
 - 4.3.1 De zwaai- of zweihook 61
 - 4.3.2 Het waterpasinstrument 61
 - 4.3.3 De theodoliet 62
 - 4.3.4 De laser 64
- Vragen en opdrachten 66

5 Waterpassen 67

- 5.1 Bouwhoogte 68
- 5.2 Hoogteverkenning 68
- 5.3 Waterpasapparaten 69
 - 5.3.1 De flesjeswaterpas 69
 - 5.3.2 Het timmermanswaterpas 70
- 5.4 Toepassing van waterpasapparaten 72
 - 5.4.1 Het op hoogte stellen van prefab-elementen 72
 - 5.4.2 De flesjeswaterpas 73
 - 5.4.3 Het timmermanswaterpas 73
- 5.5 Waterpasinstrumenten 76
 - 5.5.1 Indirecte hoogtemetingen met behulp van het waterpasinstrument 76
 - 5.5.2 Hoogte-overbrenging met het waterpasinstrument 76
 - 5.5.3 Hoogtemeting met het waterpasinstrument 77
 - 5.5.4 De opbouw van het waterpasinstrument 77
 - 5.5.5 De kijker 79
 - 5.5.6 De verticale as 81
 - 5.5.7 Het doosniveau 81
 - 5.5.8 De stelschroeven 82
 - 5.5.9 Het horizontaal stellen van de vizierlijn 82
- 5.6 Het waterpasinstrument met hellingschroef 83
- 5.7 Het automatische waterpasinstrument 85
- 5.8 De roterende laser 86
- 5.9 Overige benodigheden bij een waterpassing 86
- 5.10 De uitvoering van een waterpassing 88
- 5.11 De kruisdraden 89
- 5.12 Nauwkeurigheidseisen voor waterpasinstrumenten 91
- 5.13 Controle van het waterpasinstrument op de hoofdvoorwaarde 91
- 5.14 Opstellingseisen 94
- 5.15 Doorgaande waterpassing 94

- 5.16 De waterpasstaat 97**
- 5.17 Controle van metingen 97
- 5.18 De ondersteuning van bakken 97
- 5.19 Toepassing van waterpasinstrumenten 100
- 5.19.1 Het plaatsen van een bouwraam 100
- 5.19.2 Uitvoering van het bouwwerk 104
- 5.19.3 Overige bouwkundige toepassingen 104
- Vragen en opdrachten 107

- 6 De theodoliet 109**
- 6.1 Het principe van de theodoliet 110
- 6.1.1 Het uitdrukken van een hoekmaat in een lengtemaat 111
- 6.1.2 Maatstelsels 111
- 6.2 De constructie van de theodoliet 112
- 6.3 De opstelling van de theodoliet 114
- 6.3.1 Handelingen bij het opstellen 115
- 6.3.2 Centrering 115
- 6.4 Regelingseisen van de theodoliet 117
- 6.5 Randverdeling 119
- 6.5.1 De analoge randverdeling 119
- 6.5.2 Afleessystemen van de randverdeling 119
- 6.6 Verticale-hoekmeting 123
- 6.7 Toepassingsmogelijkheden van de theodoliet 124
- 6.7.1 Het uitzetten in een rechte lijn 124
- 6.7.2 Het uitzetten van horizontale hoeken 125
- 6.7.3 Het overbrengen van gevellijnen op het bouwraam 126
- 6.7.4 Het uitzetten met behulp van de voerstraalmethode 126
- Vragen en opdrachten 128

- 7 Te lood stellen 129**
- 7.1 Verticaal maatvoeren 129
- 7.2 Te lood stellen met behulp van schietlood 129
- 7.3 Te lood stellen met behulp van timmermanswaterpas 131
- 7.4 Te lood stellen met de onloodheidmeter/stelwaterpas 133
- 7.5 Te lood stellen van prefab-elementen met behulp van een theodoliet 134
- 7.6 Te lood stellen van kolommen met behulp van een theodoliet 134
- 7.7 Te lood stellen van een kolomribbe met behulp van een theodoliet 136
- 7.8 Te lood stellen met behulp van een laser 137
- Vragen en opdrachten 138

- 8 Laser en digitaal waterpasinstrument 139**
- 8.1 Laser 140
- 8.2 Soorten lasers (verdeling naar medium) 141
- 8.2.1 Laser-instrumenten 141
- 8.2.2 Richtlaser 144
- 8.2.3 Roterende laser 145
- 8.2.4 Laser-detector 146
- 8.2.5 Meetnauwkeurigheid 147
- 8.2.6 Opstellen roterende laser 147
- 8.2.7 Meten met de roterende laser 148
- 8.3 Digitaal waterpasinstrument 150
- 8.3.1 Het meten met een digitaal waterpasinstrument 150

- 8.3.2 De reken- en opslaanfuncties 151
- 8.3.3 Toepassingen van het instrument 152
- 8.3.4 Nauwkeurigheid 156
- Vragen en opdrachten 157

9 Elektronische afstands- en richtingsmeting, total station en veldgeheugen 159

- 9.1 Elektronische afstandsmeting 160
 - 9.1.1 Het meetprincipe 160
 - 9.1.2 Correcties 161
 - 9.1.3 Nauwkeurigheid 163
 - 9.1.4 Instrumentarium 163
- 9.2 Elektronische digitale theodoliet 166
 - 9.2.1 Richtingsmeting met behulp van de digitale theodoliet 166
 - 9.2.2 Instrument-specificaties 169
- 9.3 Total station 170
 - 9.3.1 Digitale theodoliet met afstandsmeter en veldboek 170
 - 9.3.2 Veldgeheugen 171
- 9.4 Enkele specifieke mogelijkheden van een total station 176
 - 9.4.1 Argument instellen 176
 - 9.4.2 Vrije standplaats 176
 - 9.4.3 Driedimensionale coördinatenberekening 176
 - 9.4.4 Hoek- hoogte meting 176
 - 9.4.5 Oppervlakteberekening 178
 - 9.4.6 Voetmaat en loodlijn meting 178
 - 9.4.7 Hoekherhaling 179
 - 9.4.8 Excentrische dubbele afstandmeting 179
 - 9.4.9 De stroomvoorziening 180
 - Vragen en opdrachten 181

10 GPS 183

- 10.1 Afstandsmeting tot de satelliet 184
- 10.2 Vierde satelliet en tijdsmeting 185
- 10.3 Nauwkeurigheid van de meting 185
- 10.4 Voorbereiding en verkenning 186
- 10.5 Statisch meten 187
- 10.6 Rapid Static 188
- 10.7 Stop & go-meting 188
- 10.8 Pseudo-kinematisch meten 189
- 10.9 Kinematisch meten 190
- 10.10 Hoogtemeting met GPS 190
- 10.11 Hoogtebepaling 192
- 10.12 Real Time Kinematic On The Fly (RTK-OTF) 193
- 10.13 Differential GPS 194
- Vragen en opdrachten 196

11 Maatvoeringsberekeningen voor rechthoekige en gebogen gebouwen 197

- 11.1 Kwadranten 198
- 11.2 Argumentenberekening 198
- 11.3 Argumentenberekening vanuit een willekeurig punt 200
- 11.4 Coördinatenstelsel op de bouwtekening 201
- 11.5 Moderne meetmethoden 202

- 11.6 Loodlijnenmethode 204
- 11.7 Voerstraalmethode 206
- 11.8 Voorwaartse insnijding 206
- 11.9 Achterwaartse insnijding 208
- 11.10 Boogberekeningen 211
- 11.10.1 Maatvoeren van bogen 211
- 11.10.2 Maatvoeren van cirkelbogen met de abcis-ordinaatmethode 211
- 11.10.3 Abcis-ordinaatmethode gelijke booglengten 212
- 11.10.4 Voerstraalmethode voor het maatvoeren van bogen 212
- Vragen en opdrachten 215

12 Meetkundige grondslag 217

- 12.1 Inleiding 217
- 12.2 Veelhoeksmeting 220
- 12.2.1 Eisen 221
- 12.2.2 Centreerafwijking 221
- 12.2.3 Hoofdhoekmeting 221
- 12.3 Veelhoeksmeting (tweezijdig aaneengesloten veelhoek) 222
- 12.3.1 De meting 222
- 12.3.2 Vereffening en berekening 222
- 12.3.3 Berekening veelhoek 223
- 12.4 Voorwaartse insnijding 226
- 12.4.1 Berekening voorwaartse insnijding 227
- 12.5 Driehoeksmeting 228
- 12.5.1 Driehoeksnet om één centraal punt 231
- 12.6 Achterwaartse insnijding 236
- 12.6.1 Berekening achterwaartse insnijding 237
- 12.7 Kringnetten 239
- 12.7.1 Uitvoering 240
- 12.8 Meetpuntenberekening 240
- Vragen en opdrachten 242

13 Automatisering van de maatvoering 243

- 13.1 Inleiding 244
- 13.2 Programmatuur 244
- 13.2.1 Maatvoeringstekening 246
- 13.2.2 Coördinaten palenplan 246
- 13.2.3 Bouwmeetcad 246
- 13.2.4 Liscad 248
- 13.2.5 Mouscad 253
- 13.3 De praktijk 253
- Vragen en opdrachten 254

14 Maatbeheersing, toleranties, normen en richtlijnen 255

- 14.1 Maatafwijkingen 256
- 14.2 Maatbeheersing 256
- 14.2.1 Toleranties 258
- 14.2.2 Toleranties en normen 259
- 14.2.3 Maatafwijkingen 261
- 14.2.4 Voortplanting van maatafwijkingen 264
- 14.2.5 Herhaling van processen; histogrammen 265
- 14.3 Berekenen van toleranties voor draagconstructies 268
- 14.3.1 Toleranties voor draagconstructies 268

- 14.3.2 Tolerantieberekeningen 269
- 14.3.3 Tolerantieberekening van kolom tot meetlijn 271
- 14.3.4 Tolerantieberekening van wand- en kolomafstanden zoals deze op de bouwplaats tot stand komen 271
- 14.3.5 Tolerantieberekening vloerafstand 273
- 14.3.6 Tolerantieberekeningen van de vloerafstand in het midden gemeten 274
Vragen en opdrachten 276

15 Bepaling voegafwijkingen en tolerantie van de voeg 277

- 15.1 Voegvariatie (afwijkingen) 278
- 15.2 Berekeningsmethode voegvariatie 278
- 15.3 Montagesysteem 279
- 15.3.1 Stellen ten opzichte van een ander element en berekening voegvariatie 280
- 15.3.2 Stellen ten opzichte van het midden en berekening van de voegvariatie 280
- 15.3.3 Stellen ten opzichte van een maatvoeringsreferentie en berekening van de voegvariatie 281
- 15.4 Bepaling voegbreedte met bijbehorende voegtolerantie 282
- 15.4.1 Gebruiksgrenzen 283
- 15.4.2 Voorbeeld bepaling toelaatbare voegbreedte met voegtolerantie van aansluiting kolom met paneel van prefab-beton 284
- 15.5 Naschrift 286
Vragen en opdrachten 287

16 Maatvoeringsplan, -symbolen en -tekeningen 289

- 16.1 Maatvoeringsplan 290
- 16.1.1 Maatvoeringstekeningen 290
- 16.1.2 Maatvoeringssymbolen 290
- 16.2 Begripsomschrijvingen NEN 2572 290
- 16.2.1 Aanduidingen 291
- 16.2.2 Uit te zetten maten en hoeken 291
- 16.2.3 Symbolen voor meetpunten 292
- 16.2.4 Te controleren maten en hoeken 292
- 16.3 Te hanteren symbolen volgens NEN 2572 293
- 16.3.1 Begrippen van de symbolen 293
- 16.3.2 Symbolen op maatvoeringstekeningen volgens Research-rapport nr. 18 293
- 16.3.3 Aanduidingen 296
Vragen en opdrachten 297

17 Uitgangsgegevens en hoofdreferentielijnen 209

- 17.1 Grootte en karakter van het project 300
- 17.1.1 Grootte en karakter van het project 300
- 17.1.2 Terreinomstandigheden 300
- 17.1.3 Uitvoering en plaats van de gemeentelijke uitgangspunten 300
- 17.1.4 Vereiste nauwkeurigheid 303
- 17.1.5 Maatvoeringsteam en maatvoeringsploeg 303
- 17.1.6 Beschikbare instrumenten 303
- 17.2 Hoofdreferentielijnen en -punten 303
- 17.2.1 Uitgangspunten 303
- 17.2.2 Verklaring van de hoofdreferentielijnen 305
Vragen en opdrachten 306

- 18** **Maatvoering bouwput en bouwraam** 307
 - 18.1 Het uitzetten van de bouwput 308
 - 18.2 Berekening van de insteek 309
 - 18.3 Bouwraam 309
 - 18.4 Loodlijnenmethode 310
 - 18.5 Voerstraalmethode 310
 - Vragen en opdrachten 313

- 19** **Maatvoering palen en fundering met behulp van bouwraam** 315
 - 19.1 Bouwraam 316
 - 19.2 Het plaatsen van het bouwraam 317
 - 19.3 Maatvoering van de palen en fundering 318
 - 19.4 Werkvloer 322
 - 19.5 Het plaatsen van de bekisting voor de fundering en kelderwanden 323
 - Vragen en opdrachten 324

- 20** **Maatvoering palen en fundering zonder bouwraam** 325
 - 20.1 Maatvoeringstekening 326
 - 20.2 Loodlijnenmethode voor de maatvoering van de palen 326
 - 20.2.1 Maatvoeren van de palen 326
 - 20.2.2 Controle 329
 - 20.3 Voerstraalmethode 329
 - 20.4 Combinatiemethode 329
 - 20.5 Maatvoering van de fundering 331
 - 20.6 Maatvoering fundering zonder palen 334
 - 20.6.1 Het maatvoeren van de fundering met brugjes 334
 - 20.6.2 Controle 338
 - Vragen en opdrachten 339

- 21** **Maatvoering op begane-grond- en verdiepingsvloeren met prefab-elementen en -bekistingen** 341
 - 21.1 Maatvoering 341
 - 21.1.1 Afhankelijke methode 342
 - 21.1.2 Onafhankelijke methode 342
 - 21.2 Het MOUS-systeem 345
 - 21.2.1 Overige hulpmiddelen 346
 - 21.2.2 Verticale maatvoering 348
 - 21.2.3 Controle 249
 - 21.3 Keuze van de hoofdreferentielijnen (geboortepunten) 249
 - 21.4 Maatvoering op de begane-grondvloer 249
 - 21.5 Maatvoering op de verdiepingsvloeren 352
 - 21.6 Maatvoeren van prefab-elementen 352
 - 21.6.1 Stellen in de dwars-, langsrichting en hoogte 355
 - 21.6.2 Te lood stellen 358
 - 21.7 Stellen van prefab-kolommen 358
 - 21.7.1 Stellen in dwars- en langsrichting 358
 - 21.7.2 Op hoogte stellen 361
 - 21.8 Maatvoering van bekistingen en breedplaatvloeren 361
 - 21.8.1 Uitvoering en gietbouw 361
 - 21.8.2 Maatvoering van de wandbekisting 363
 - 21.9 Stellen van vloerbekistingen en breedplaatvloeren 367
 - 21.9.1 Breedplaatvloer 367
 - 21.9.2 Tafelbekistingen 368

21.10	Stellen van een tunnelbekisting	368
21.11	Stellen van ankerbouten en stalen kolommen	369
21.12	Stellen van kolombekistingen	372
21.13	Stelnormen	375
	Vragen en opdrachten	377
22	Controleplan, normen en richtlijnen	379
22.1	Controleplan	380
20.2	Maatkwaliteit	380
22.3	Voorbereiding	381
22.4	Maatcontroles	382
22.5	Controleplan	384
22.6	Normen en richtlijnen voor maatafwijkingen	384
	Vragen en opdrachten	386
23	Controlemetingen en evaluatie van meetuitkomsten	387
23.1	Controlemetingen	388
23.2	Uitvoering van de voortgangscontroles	388
23.3	Nauwkeurigheid van controlemetingen	390
23.4	Nauwkeurigheid van nametingen en de relatie hiervan tot toleranties	392
23.4.1	Algemeen	392
23.4.2	Kromming van wandvlakken, wandkoppen, vloeren enzovoorts	393
23.4.3	Verdiepingshoogte, ruimtehoogte en vloerdikte	393
23.5	Uitvoering van metingen	394
23.6	Tijdstip van de controlemetingen	396
23.7	Registratie van de controlemetingen	396
23.8	Evaluatie van de meetuitkomsten	400
23.8.1	Gemiddelden	400
23.8.2	Spreiding	401
23.8.3	Meetonnauwkeurigheid	402
23.8.4	Productonnauwkeurigheid	402
	Vragen en opdrachten	405
	Register	407

Geschiedenis van het meten

1

- 1.1 De wereld
- 1.2 Nederland
- 1.3 De gemeente
- 1.4 Stedelijke gebieden
- 1.5 Gebouwen, kavels

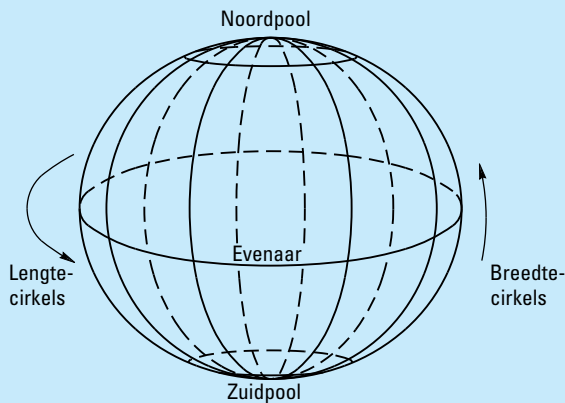
Zolang de mensheid bestaat, is men op de een of andere wijze bezig geweest met meten. Immers, de mens heeft ruimte nodig om in en van te leven. Naarmate meer mensen gebruik moeten maken van minder ruimte is het nodig nauwkeuriger te meten: daarom komt het bij 'bouwmeten' op een millimeter aan!

1.1 De wereld

In de grijze oudheid dachten de mensen dat de aarde een plat vlak was. Die gedachte lag voor de hand, omdat men slechts over kleine afstanden met het blote oog kon waarnemen en hulpmiddelen als (verre)kijkers en dergelijke nog niet bestonden. Men zag een 'plat stuk' van de aarde en geloofde dat de rest van de wereld er ook zo uitzag. Reizen was een gevaarlijke bezigheid, want je kon te ver gaan en eraf vallen ... en wat dan?

De oudste afbeeldingen die we over metingen kennen, komen uit Egypte. Jaarlijks moesten de vruchtbare gronden langs de Nijl worden gemeten en verdeeld en er moest zelfs een soort belasting over worden betaald aan de farao. Omdat zo langzamerhand over grotere afstanden werd gemeten en ook de kennis van de wiskunde toenam (Pythagoras), ontdekte men, dat de aarde niet plat kon zijn en men kon al bij het begin van onze jaartelling berekenen, dat de aarde ongeveer een bol was. Daar is het vele eeuwen bij gebleven. Pas rond 1600 kon worden berekend dat die bol aan de polen is afgeplat en dus op een ellips lijkt. Daarom spreken we over lengte- en breedtecirkels van de aarde. De grootste lengtecirkel loopt over het midden van de bol en is de welbekende evenaar (figuur 1.1).

Figuur 1.1 De wereldbol

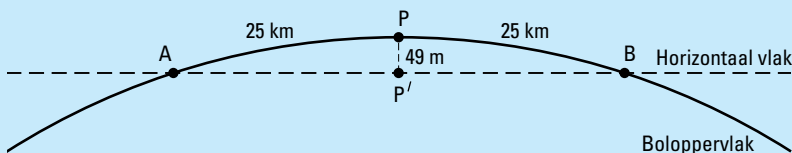


1.2 Nederland

Uit onze vaderlandse geschiedenis weten we dat voor het behoud van ons land al snel metingen nodig waren. Die metingen hadden we nodig om met goed gevolg oorlog te kunnen voeren, dus voor het bouwen van vestingwerken en ook om vijandelijke stellingen in kaart te brengen. Zo bestaan er van oude vestingsteden als Naarden en Willemstad zeer oude kaarten. Ook voor de strijd tegen onze 'aartsvijand-de-zee' waren metingen nodig voor de aanleg van dijken en polders. Omdat deze metingen slechts van beperkte omvang waren kon de aarde als een plat vlak worden beschouwd.

In de tijd van Napoleon – omstreeks het jaar 1800 – wilde men naar Frans voorbeeld in Nederland grondbelasting gaan innen. Daarvoor was een meting nodig van het gehele land. Om geen last te hebben van het bolle aard-

Figuur 1.2 Invloed van de kromming van de aarde op hoogtemetingen



oppervlak is toen over geheel Nederland een driehoeksnet gelegd. Door toepassing van bepaalde wiskundige berekeningen konden van ieder driehoekspunt de onderlinge afstand en de ligging worden bepaald, waarbij rekening was gehouden met de bolvorm van de aarde (figuur 1.2).

Binnen afstanden van ongeveer $50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$ kan voor de lengtemeting de aarde als een praktisch plat vlak worden gezien. Dat geldt echter niet voor de hoogtemeting, zoals uit figuur 1.2 blijkt.

Als we meten, willen wij de afstand A B weten, gemeten langs de cirkelboog A P B. Wanneer nu A P en P B ieder 25 km lang zijn, blijkt het verschil met de rechte lijn A P' B slechts 13 cm te zijn, een verschil dat over die afstand in de praktijk te verwaarlozen is.

Omdat in dit voorbeeld de afstand tussen P en P' wel 49 m(!) bedraagt, is het duidelijk dat bij *waterpassing* de invloed van de aardkromming veel groter is.

1.3 De gemeente

Nu we gezien hebben dat we voor de lengtemeting afstanden kleiner dan 50 km als lijnen in een plat vlak mogen beschouwen, kunnen metingen en berekeningen voor onze directe omgeving veel eenvoudiger zijn dan wanneer we ons bezighouden met de aardbol. Die bolmetingen aan de aarde noemen we *geodesie*. In het platte vlak spreken we van *landmeetkunde*, een vak dat we gebruiken voor de inrichting van onze directe omgeving, dus ook bij bouwmeten. Zo kon Nederland worden opgemeten als een reeks van platte vlakken, voor elke gemeente één, opgehangen in de driehoeken van het nationale driehoeksnet (figuur 1.3).

1.4 Stedelijke gebieden

In het begin van dit hoofdstuk zagen we dat er in een situatie met weinig mensen en veel ruimte niet zoveel meetwerk nodig is. Bovendien hoeft de meting dan niet zo nauwkeurig te zijn. Omgekeerd kun je je voorstellen dat bij meer menselijke bedrijvigheid zaken uitgebreider geregeld moeten worden. Dan zijn nauwkeurigere metingen en kaarten nodig.

Niet alleen fabrieken, werkplaatsen en winkels moeten de juiste plaats krijgen, maar ook de mensen die daarbij nodig zijn moeten onderdak krijgen; dat vergt veel studie en overleg en daarbij zijn meetgegevens en uitzetwerk onontbeerlijk.

Figuur 1.3 Driehoeksnet van Nederland



1.5 Gebouwen, kavels

Kortom: wanneer mensen samen bezig zijn (wonen, werken, vrije tijd besteden) hebben ze op die grote wereldbol een 'eigen plek' nodig. Er moet dus bestuurd worden. Dat doet een stads- en gemeentebestuur via een bestemmingsplan (figuur 1.4), waarin is vastgelegd waar en op welke wijze gebouwd zal worden, waar wegen worden aangelegd, wie dat betaalt en voor wie dat gaat worden. Anders gezegd: er komen rechten zoals eigendom van huizen, erfpacht voor kavels en dergelijke. Zakelijke rechten noemen we die.






Om de samenleving te ordenen en zo'n rechtsstaat te kunnen handhaven moet bekend zijn:



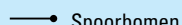
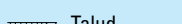
- welke rechten er zijn;
- van wie ze zijn;
- waarop ze betrekking hebben.

De zakelijke rechten ten aanzien van gronden zijn in Nederland per gemeente te boek gesteld en voor iedereen ter inzage. Die openbare grondboekhouding heet *Kadaster* (zie hoofdstuk 2).

Figuur 1.4 Bestemmingsplan



-  Autosnelweg
-  Verkeersweg
-  Fiets- en voetpad
-  Beek
-  Kanaal

-  Spoorweg
-  Viaduct
-  Spoorbomen
-  Talud

BEBOUWING

- | | |
|----------------|---|
| 1 Station | W Winkels |
| 2 Gemeentehuis | B Boerderij |
| 3 Kerk | M Molen |
| 4 Industrie |  Bomen |

0 100 200 300 meter



Vragen en opdrachten

- 1 Wanneer spreken we van landmeetkunde en wanneer van geodesie?
- 2 Geef een korte omschrijving van de taken van de geodesie.
- 3 Moeten we bij het meten over lange afstanden rekening houden met de aardkromming? Waarom wel of waarom niet?