

3 DUTCH MAPS

Prof.dr.ir. Taeke M. de Jong 2010-08-26

Downloadable from <http://team.bk.tudelft.nl/> > Publications 2010

3.1 Dutch history	2
3.1.1 Pleistocene	2
3.1.2 Holocene	5
3.2 Earth	17
3.2.1 Soil	17
3.2.2 Landscapes (Dutch)	26
3.3 Water	33
3.3.1 Floodings	33
3.3.2 River management	39
3.3.3 Waterboards	42
3.4 Living	44
3.4.1 Locations	44
3.4.2 Environment	46
3.4.3 Nature	49
3.4.4 Land recovery	61
3.4.5 Agricultural layout	61
3.4.6 Urbanism	62
3.4.7 Inheritance management	64
3.4.8 Nature management	64
3.5 Infrastructure	65
3.5.1 Harbours	65
3.5.2 Water ways	68
3.5.3 Railways	71
3.5.4 Regional networks	72
3.5.5 Highways	74
3.5.6 Traffic	77
3.5.7 Hierarchy of connections	78

Some oparts are still in the Dutch language

3.1 Dutch history

3.1.1 Pleistocene

The soil of the North- and West-Netherlands is laid down by rivers and the sea upon older grounds. The South- and East are above sea-level since 3mln years (see Fig. 1a, Pleistocene starts). That higher grounds are eroded or covered with sand pushed up by ice or fine sand and löss blown up by wind.

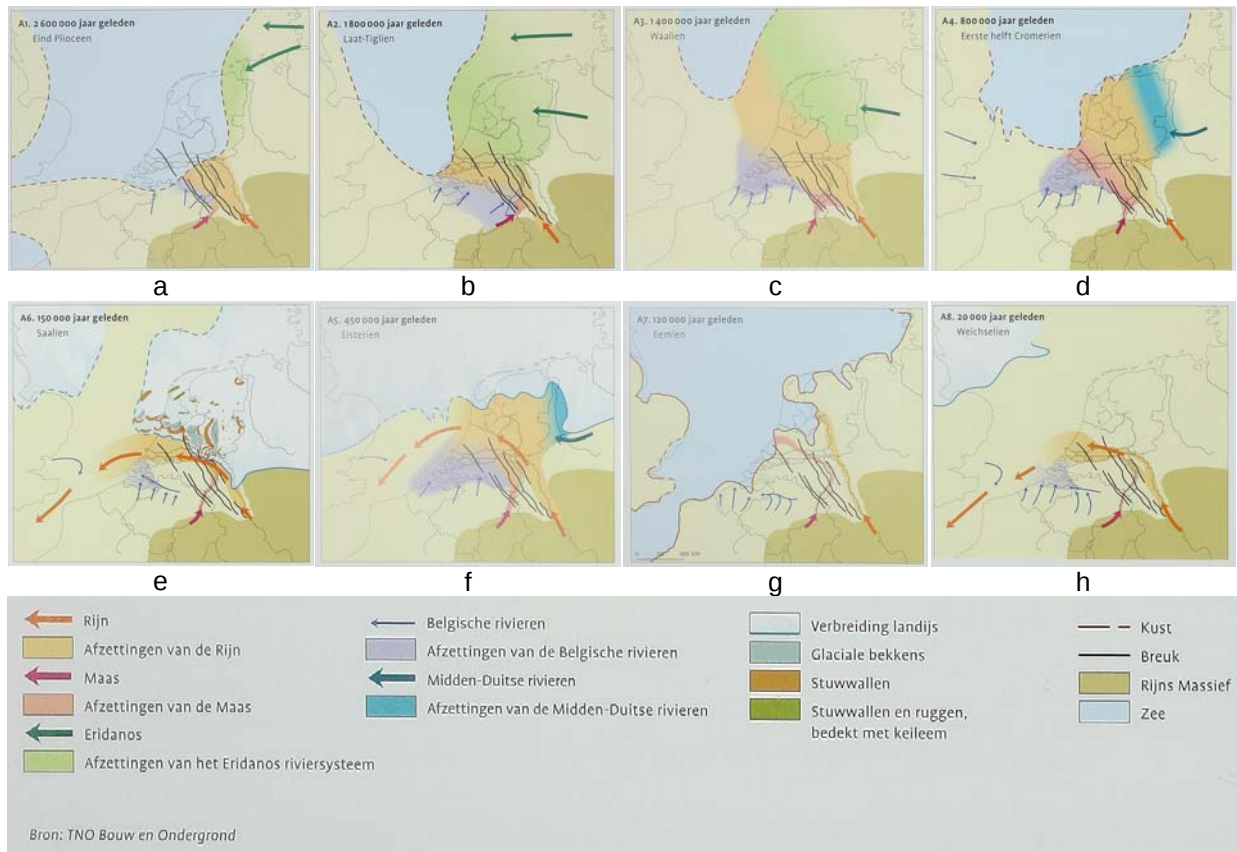


Fig. 1 Moments of Pleistocene from ca. 3 000 000 year ago^a

Approximately 50 glacial eras with a descending sea level have left their tracks (see Fig. 2), alternated by warmer periods as now with advancing coastline (interglacials).

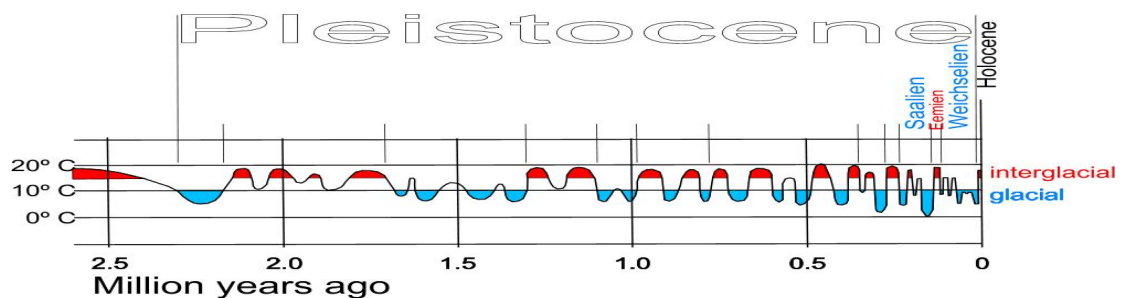


Fig. 2 Some of the 50 glacials and interglacials

It is self-evident that climate changes do have influence on soil and vegetation (see Fig. 3).

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 172 geciteerd uit Ven()Leefbaar Laagland()

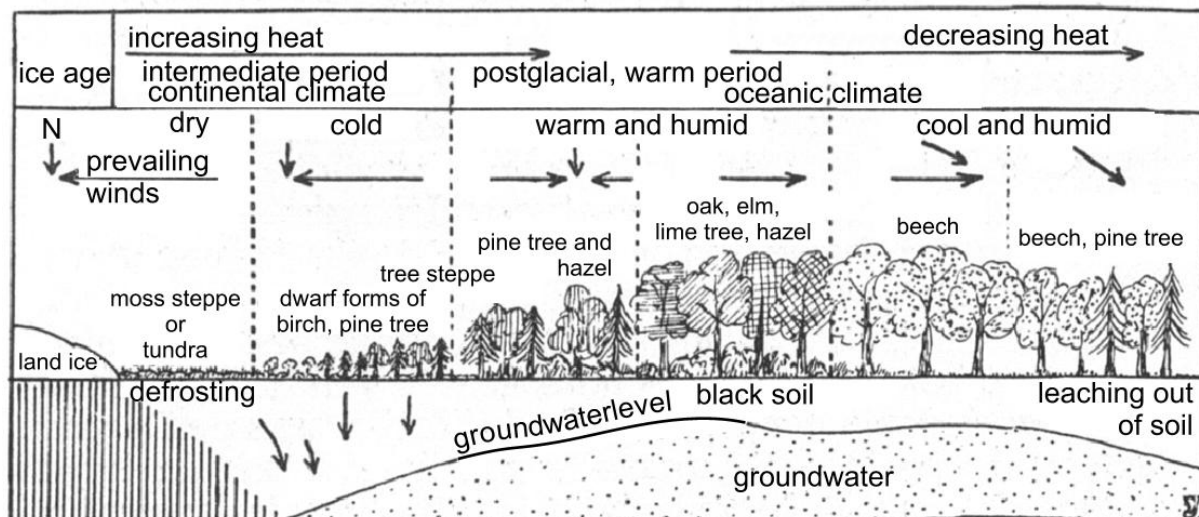
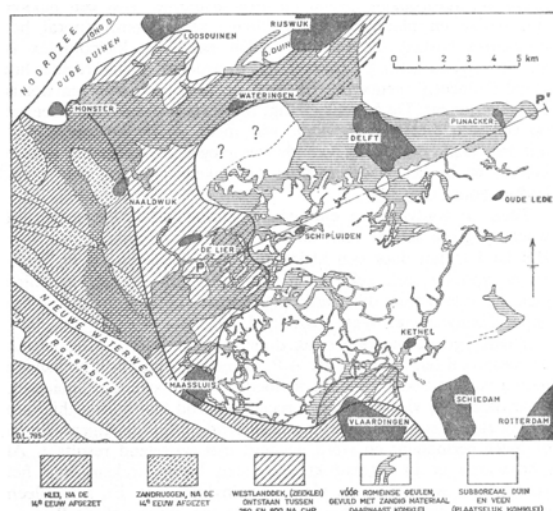
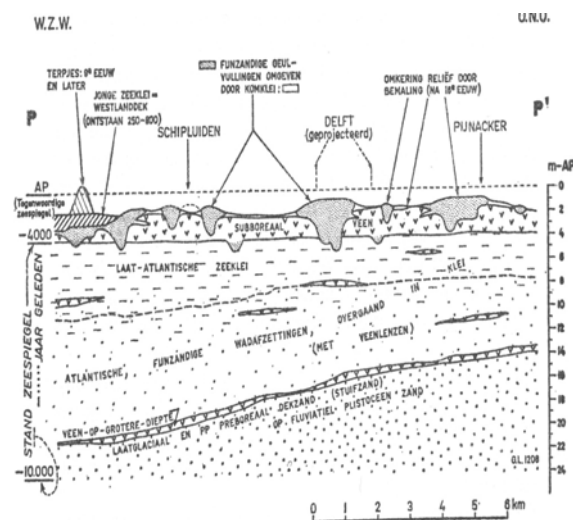


Fig. 3 The influence of climate changes on vegetation^a

The Pleistocene descends into the cost because the Netherlands slowly tilts (see Fig. 5 and Fig. 6). It is 15m deep below Delft after ca. 10000 year (see Fig. 4b) So, it dropped ca. 1,5 mm/year.



a



b

Fig. 4 Successive sediments on Pleistocene grounds^b

The North-West now descends ca. 25mm per century, the South-East becomes some mm higher.

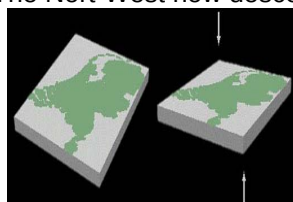


Fig. 5 Tilting

There are five cooperating causes:^c

1. movements of the Earth's crust along fracture lines (tectonics, 3-7 mm per century)
2. ground movement as a reaction on changing loads (isostasy, 10-30 mm per century in the past 2mln year)
3. settling of a thick layers of sedimented clay and growing peat by their own load (compaction, until 5 mm per century)
4. moving of salt in the underground (locally 1-10 mm per century)
5. gaswinning (Groningen until 400mm in the past century)

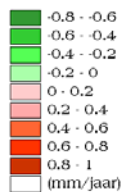
^a Visscher (1949)

^b Faber (1966)

^c <http://home.tiscali.nl/~wr2777/NAP-niveau.htm>

Because the Veluwe is located at the axis of tilt, points at the Veluwe now function as a reference to determine the altitude of ground level. The N.A.P. standards from the 17th century you still can see in the West of the country may be descended 7 cm.

**Vertikale bewegingen Pleistoceen
bepaald uit waterpassingen over
ondergrondse merken van het NAP (.)**



RWS Meetkundige Dienst 1997

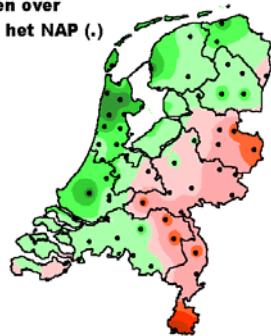


Fig. 6 Altitude change of Pleistocene^a

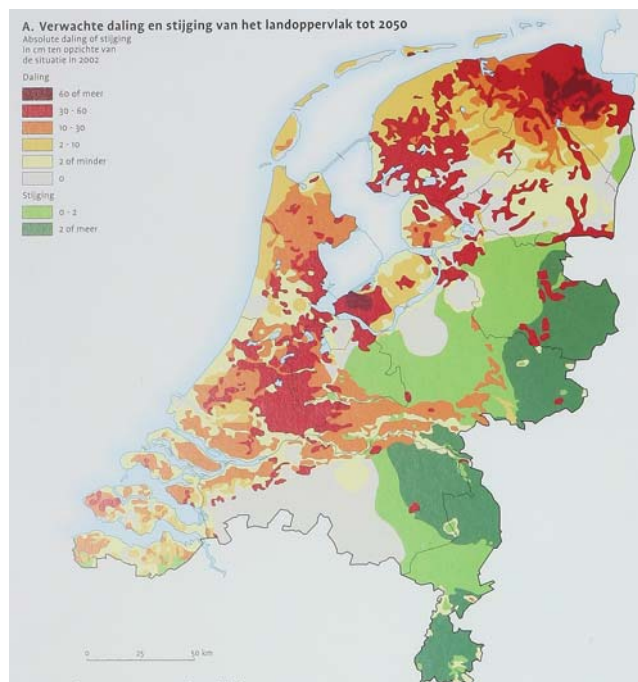


Fig. 7 Descend and rise until 2050 of ground level^b

The substantial local descend of ground level in Groningen by gaswinning from much older layers (Carbone, 354 until 298 mln years ago) is a matter to be discussed separately.



Fig. 8 Prediction of soil descend in Groningen^c



Fig. 9 Groningen Meerstad bird's-eye view^d

It produces urban plans with much water (see Fig. 9).

^a <http://home.tiscali.nl/~wr2777/NAP-niveau.htm>

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 246

^c http://www.noorderzijlvest.nl/waterschapstaken/droge_voeten/bodemdaling/bodemdaling_door

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 236

3.1.2 Holocene

The interglacial period after the last ice age is called 'Holocene'. It covers the past ca. 10 000 year (less than 1% of the Pleistocene, see *Fig. 10*).

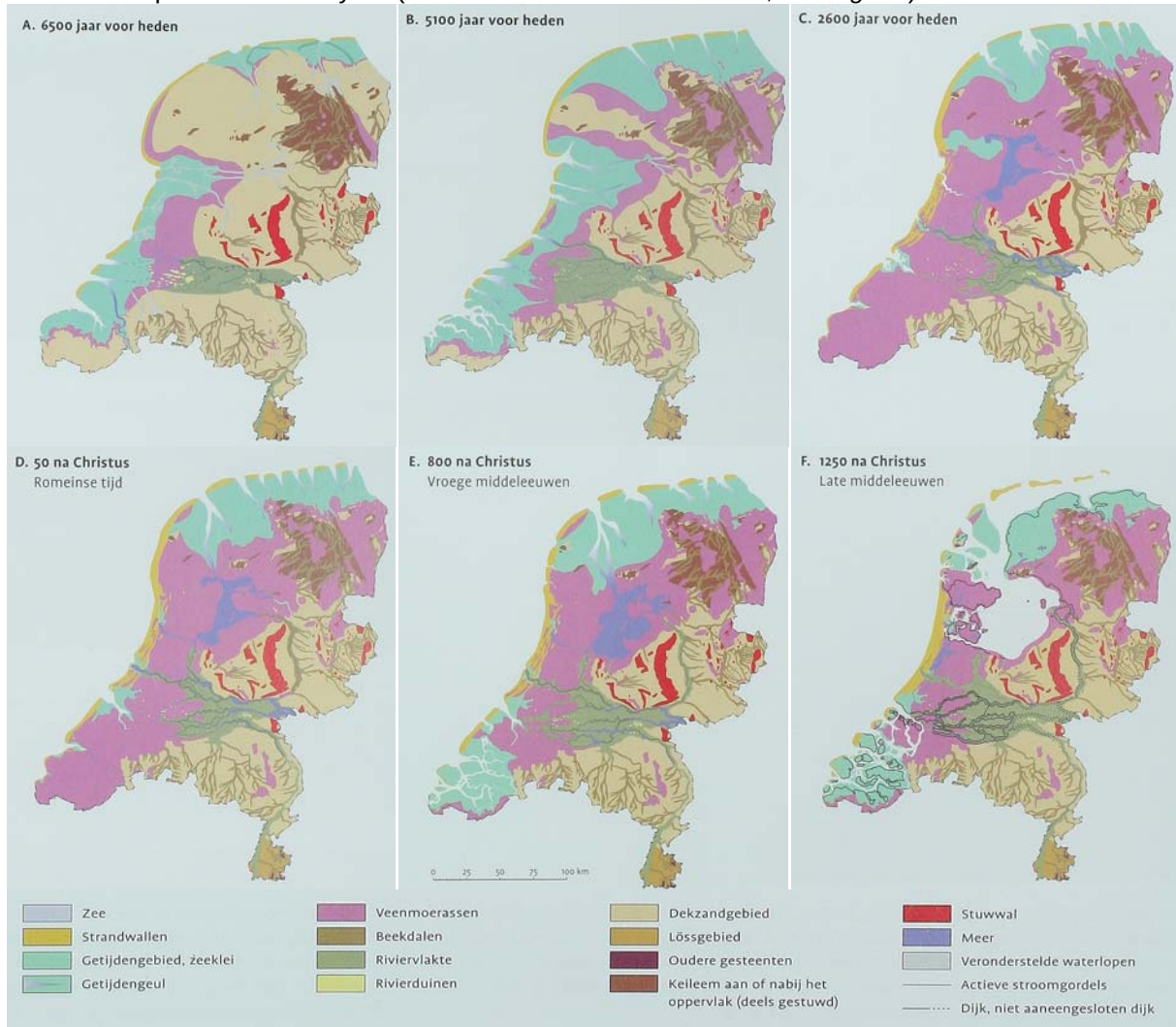


Fig. 10 Moments of the Holocene from ca. 10 000 years ago^a

The rivers had a changing course by their changing runoff from abroad.

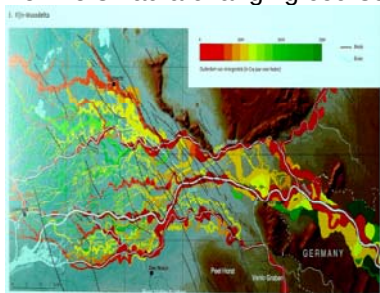


Fig. 11 Rhine-Meuse delta^b



Fig. 12 River forms^c



Fig. 13 Mediaeval dams^d

That old course is often recognisable in the underground, but historically a picture at a given moment. Rivers have been restrained in the Middle Ages in favour of safety and inland navigation (see *Fig. 13*).

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 175

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 176

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 176

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 252

After problems of flooding particularly in Utrecht and Leiden, the Old Rhine (Oude Rijn) was dammed at Wijk bij Duurstede in 1122. The branch earlier starting there as "Lek", became the main stream of the river. Since then the Old Rhine has not burst its banks.^a

In the lower parts the descending pleistocene sand became filled-up by mud (wadzand), clay from sea and rivers. On that basis successively grew extended peat layers. There, buildings still have to be founded on piles until the sandy layers. (see Fig. 14).



Fig. 14 Piles until the sand^b

From 1000 AD the peat areas were diked and drained. It has been cut for fuels until the underlying clay. The descend by tilt, compaction and exploitation of the lowland proceeds until today^c. The coastal defense against the (interglacial) rising sea level has had temporal relief by a 'little ice age' (see Fig. 15).

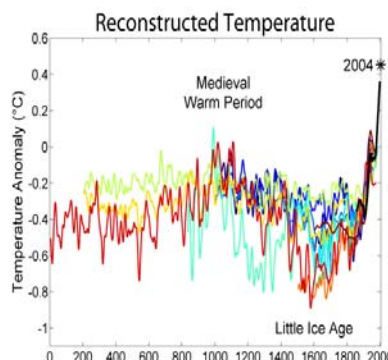


Fig. 15 Temperatures during the 'little ice age'^d

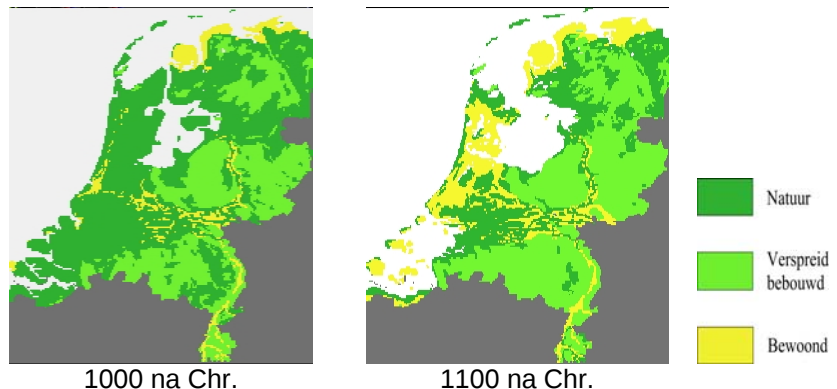


Fig. 16 Occupation in the warm period between AD 1000 and 1100^e

Occupation by drainage (Dutch)

In de warme periode omstreeks het jaar 1000, kreeg de graaf van Holland van zijn feodale leenheer het 'waardeloze' moeras aan de oprukkende zee in eigendom. Dit bleek een keizerlijke misrekening. In de eeuwen die volgden maakten de talrijke inpolderingen (met door latere graven gestimuleerde lokaal-demokratische waterschappen) het land grotendeels bewoonbaar (zie Fig. 16), dicht bevolkt, tot samenwerken bereid en welvarend. Het omringende feodale leenstelsel met zijn pacht werd daarmee in Holland voor het eerst ongeloofwaardig. Men had het land immers zelf 'gemaakt' en dus niet in 'leen': een begin van republikeins denken. Op veel plaatsen is de verkaveling uit die tijd nog herkenbaar. De hoger gelegen kanalen tussen dijken (boezemwateren) die het overtollige water uit de polders bij eb via sluizen naar zee afvoerden werden benut als vaarwegen en handelsroutes. Zij boden de graanhandel vanuit Skandinavië naar Brugge en zijn Bourgondische achterland een veilig alternatief

^a [http://nl.wikipedia.org/wiki/Oude_Rijn_\(Harmelen-Noordzee\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Oude_Rijn_(Harmelen-Noordzee))

^b Huisman, Cramer et al., 1998 page 36 ; Veer

^c Je kunt dit simuleren met <http://team.bk.tudelft.nl/Publications/2007/Territory/Territory%20Onderdelen/03aWater.xls>

^d http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming

^e UvU 1987

voor de Noordzee. Die eiste van deze lucratieve handel een hoge tol door het vergaan van de schepen en hun lading (de helft?). Aan graan was in de lage landen een tekort omdat een hoge grondwaterstand voornamelijk gras en dus veeteelt toelaat (zie Fig. 17).

De beginnende kleine ijstijd verplaatste bovendien de haring vanuit noordelijke breedten naar de Noordzee. Dat kwam de visserij ten goede. Het hier in 1380 uitgevonden haringkaken maakte vishandel naar het binnenland mogelijk. Met overwegend veeteelt ontstond daardoor een eiwit-overschot dat tegen graan (goedkoop zetmeel) van hogere gronden met lagere grondwaterstanden kon worden uitgewisseld. Het verschil in grondwaterstand is nog zichtbaar in de grachten (zie Fig. 18 en Fig. 19).

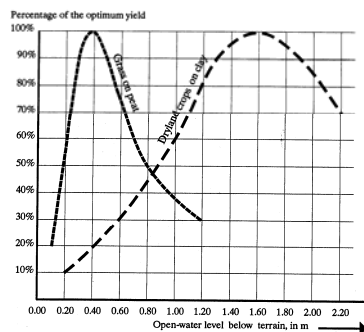


Fig. 17 Agricultural yield related to the groundwater level^a



Fig. 18 High water level at a canal (the Oude Delft) in Delft^b

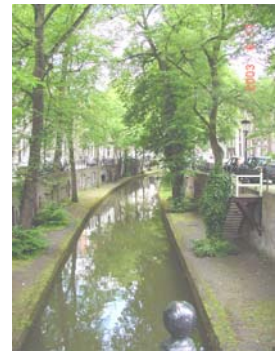


Fig. 19 Canal with shipyards in Utrecht

Towns in the lowland (Dutch)

In de periode die volgde ontstonden dan ook in het lage land de talrijke Hollandse grachtensteden waar de handel zich concentreerde en het ambacht met goedkope energie (turf) en aanvoer van de juiste grondstoffen per schip een hoge vlucht nam (zoals desinfecterend bier uit graan in Delft, lakenhandel in Leiden met wol uit Engeland).



Fig. 20 Town development^c



Fig. 21 Town extensions^d



Fig. 22 Town plans^e

De rijke energievoorziening van Holland (turf uit veenaufgraving aangevuld met wind) wordt wel gezien als grondslag voor zijn economisch opkomst als wereldmacht in de 17^{de} eeuw, zoals kolen dat in de 18^{de} en 19^{de} eeuw voor Groot Brittannië en olie in de 20^{ste} eeuw voor de V.S. waren.

^a Ankum, 2003; page 53

^b Paul van Eijk

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 224

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 224

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 224

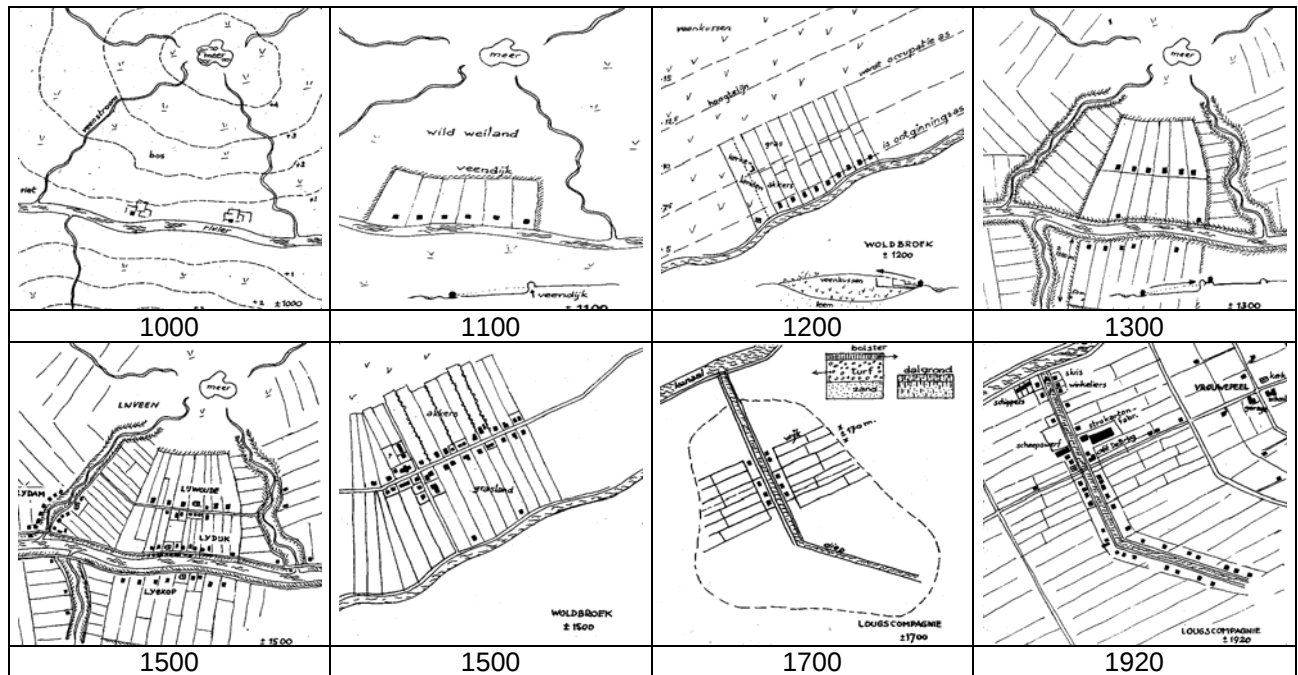


Fig. 23 The ideal typical development of old and new peat exploitations^a

Een voor de steden belangrijke aanvulling op hun achtereenvolgens door de graven verleende stadsrechten (eigen rechtspraak, marktrecht, tolrecht en het recht om stadsmuren te bouwen) was het recht om van voorbijkomende schepen te eisen hun waar uit te stallen (stapelrecht).

De groeiende scheepvaart legde de grondslag voor verder reikende koloniale expansie vanuit de steden en de Gouden Eeuw. Het binnenlandse transport kon ten slotte beschikken over een modern trekvaartensysteem^b (zie Fig. 24). Die binnenvaart (Fig. 25) en overslag (Fig. 26), vooral in Rotterdam, is nog altijd van groot economisch belang.



Fig. 24 Barge canals in the Golden (17th) century^c

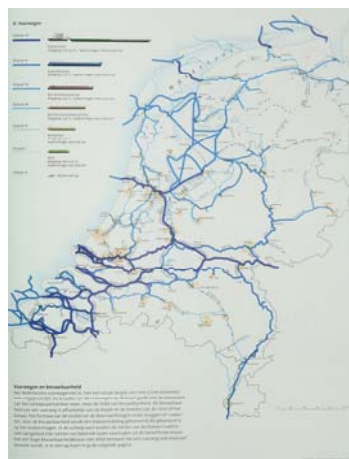


Fig. 25 Barge canals in the 20th century^d



Fig. 26 Inland shipping and transfer points^e

The end of feudalism, the beginning of modernism (Dutch)

De vaarwegen compenseerden de dalende pacht-inkomsten van de graaf met aanzienlijke tol-

^a Steegh (1985)

^b Vries, J. de (1981) Barges and capitalism, passenger transportation in the dutch economy 1632-1839 (Utrecht) HES publishers

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 448

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 449

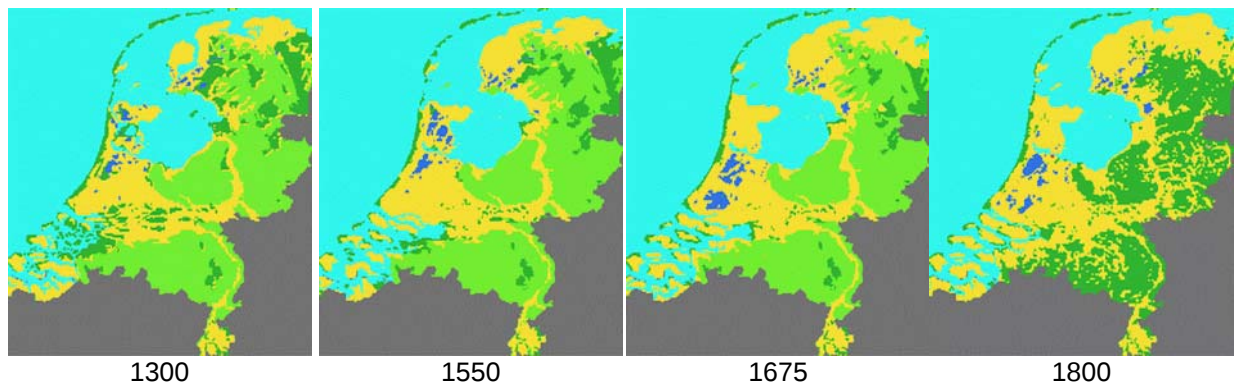
^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 451

inkomsten (met name Dordrecht), zolang de Friezen deze route in het Noorden niet met hun zeeroverrij in gevaar brachten. Dat verklaart de talloze veldtochten van Holland tegen Friesland in die tijd. Het Europese aanzien van de rijke Hollandse graven werd zo groot, dat graaf Willem II Europa's koning werd en zelfs als keizer genomineerd, maar voortijdig stierf op een Friese veldtocht in 1256. Graaf Willem III (zijn neefje) kon aan het einde van die eeuw nog een zus van de Franse koning huwen en zijn dochters Philippine en Margaretha uithuwelijken, respectievelijk aan koning Eduard III van Engeland en keizer Lodewijk van Duitsland. Dat gaf uiteindelijk weer de feodale bemoeienis waarvan Holland zich pas in de Gouden Eeuw definitief vrijvocht.

De pachtderiving bracht de lagere adel echter in geldnood. Dat was de grondslag voor langdurige laat-middeleeuwse conflicten tussen Hoeken (feodalen) en Kabeljauwen (vrijgevochten leenmannen) die door de vishaak (hoek) niet meer aan het feodale lijntje gehouden konden worden. De edelman Gijbrecht van Aemstel, later vereeuwigd door Vondel, vermoordde daarom met zijn vrienden graaf Floris V, de vriend van de boeren, 'der keerlen God'.

Toen Alva in naam van de Spaanse Koning Filips II weer feodale belastingen (tienden) ging heffen sloeg dan ook de vlam in de pan, zodat de Verenigde Nederlanden in Europa tot schrik van alle Europese monarchieën de eerste republiek sinds het Romeinse Rijk kon worden (als men de middeleeuwse dogenstaat Venetië geen republiek noemt).

De opkomst van Holland (zie Fig. 27) bracht geld voor drooglegging van ontveende en onder water gelopen gronden zoals Purmer, Schermer en Beemster. De turfwinning voor verwarming en stedelijke industrieën werd voortgezet in Zuid-Holland.^a



Legend see Fig. 16
Fig. 27 Rise and fall of the first modern Republic, the former Seven United States of the Netherlands^b

De neergang is vervolgens in de kaart van 1800 herkenbaar uit de ontvolking van hogere zandgronden, waardoor nieuwe natuurgebieden ontstonden die pas in de 19^{de} eeuw opnieuw ontgonnen werden (oprichting Heidemij en Grontmij). Na de uitvinding van kunstmest omstreeks 1900 werden zij behalve voor natuur en recreatie geschikt voor het huidige agrarische gebruik.

Industrial revolution (Dutch)

De uitvinding van de stoommachine maakte het mogelijk ook de grotere plassen zoals de Haarlemmermeer droog te leggen (Cruquius).

Dit zich uitbreidende binnenmeer werd bij overwegend Zuidwestenwind een gevaar voor Amsterdam. De drooggelegde vlakke bleek later een geschikte plaats voor de luchthaven Schiphol.

^a Velde, Jan van der (2007) Turf Uit Zoetermeer (Delft) Eburon

^b UvU 1987

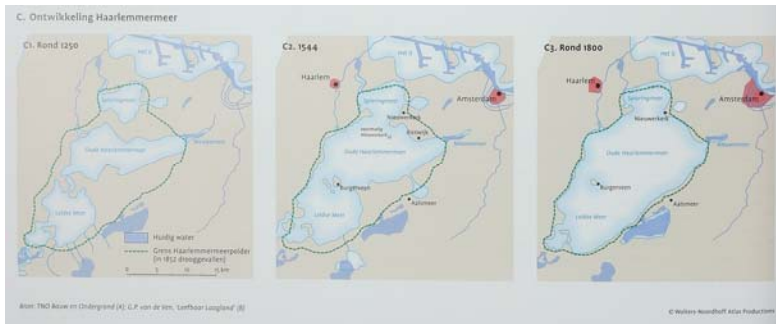


Fig. 28 Development Haarlemmermeer^a



Fig. 29 Pumping stations^b

De steden groeiden uit boven het kilometerraster van de tekening (zie Fig. 30).

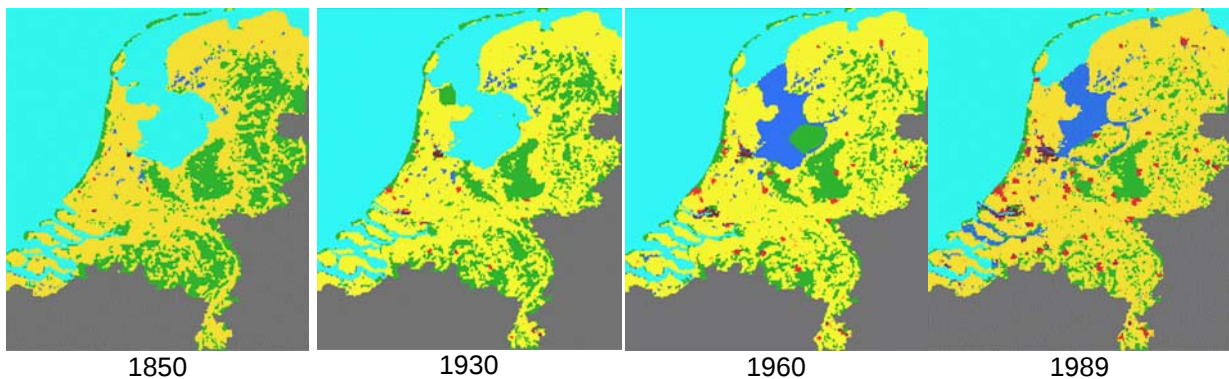


Fig. 30 Industrial Revolution: draining, exploitation and urbanisation^c

Use of energy (Dutch)

Na de stoommachine en de uitvinding van de benzinemotor is het energieverbruik en daarmee de menselijke invloed op het aardoppervlak, het water en de atmosfeer sneller dan ooit toegenomen. Het energieverbruik in Nederland is na de Tweede Wereldoorlog gestegen van ca. 10GW tot 100 GW (zie Fig. 31).

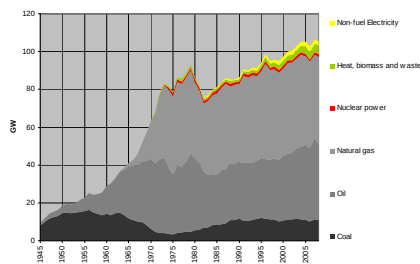


Fig. 31 Dutch use of energy since World War II^d

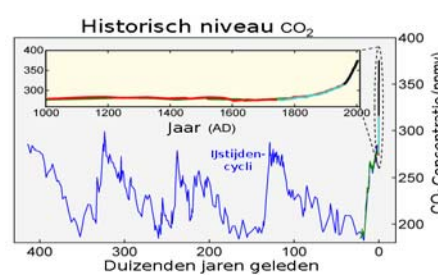


Fig. 32 Increasing CO₂ in the atmosphere^e

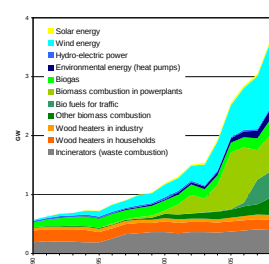


Fig. 33 Contributions of 'sustainable' energy

De gevolgen voor de uitstoot van (opnieuw) geoxideerde koolstof (CO₂) uit langdurig door de natuur in de bodem opgeslagen koolwaterstoffen (CH_x) zijn bekend (zie Fig. 32).

De bijdragen van 'duurzame' energiebronnen is sinds 1990 gestegen van ca. 0,5 tot 3,5 GW (zie Fig. 33). Daaraan hebben biomassa en wind elk 1GW bijgedragen.

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 246

^b Ankum, 2003, page 78

^c UvU 1987

^d <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/default.aspx?DM=SLNL&PA=37281&D1=6-7%2c16-18%2c25&D2=1%2c4%2c7-10&D3=0-52%2c57%2c62%2c67%2c72%2c77%2c82%2c87%2c92%2c97%2c1&HDR=G2&STB=G1%2cT&VW=D>

^e <http://nl.wikipedia.org/wiki/Koolstofdioxide>

Een echt duurzame bron is echter de zon. Die biedt ons land dag in dag uit 4000 GW. Met de huidige technologie kan daarvan 500 GW gewonnen worden. Eenvijfde van ons oppervlak zou dus genoeg zijn. Dat kan ook in de Sahara.^a

Biomassa zou ons totale oppervlak eisen en wind vijfmaal ons oppervlak. Wind is overigens te danken aan 2% van de wereldwijd ingestraalde zonne-energie. Zon zou ons zonder CO₂ en warmteverliezen ook direct electriciteit kunnen leveren.

Nu gebruiken we bij de electriciteitsproductie 1/3 van onze energie (zie Fig. 34 en Fig. 31).

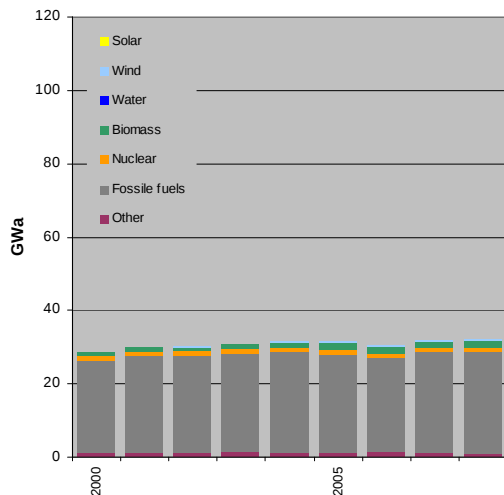


Fig. 34 A third of our energy sources are used for electricity ...

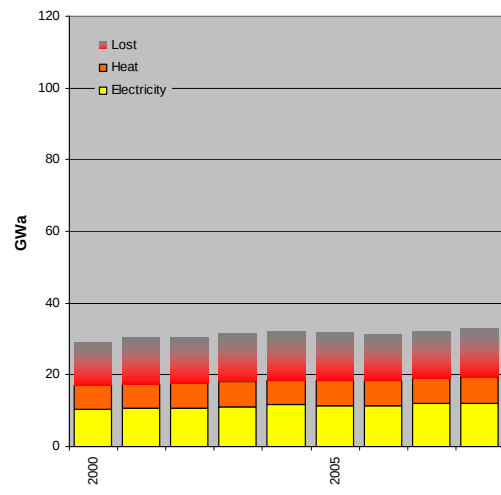


Fig. 35 ... with an efficiency of ca. 30%.

We verliezen daarvan vervolgens 2/3 aan warmte. Een deel daarvan wordt nuttig gebruikt (zie Fig. 35).

^a Vaart(2009)Zonnestroom voor Europa uit de Sahara(NRC)0714

Peat (Dutch)

De veenproductie, met een opleving na 1650 in de veenkolonieën (zie Fig. 23) kwam tot stilstand.

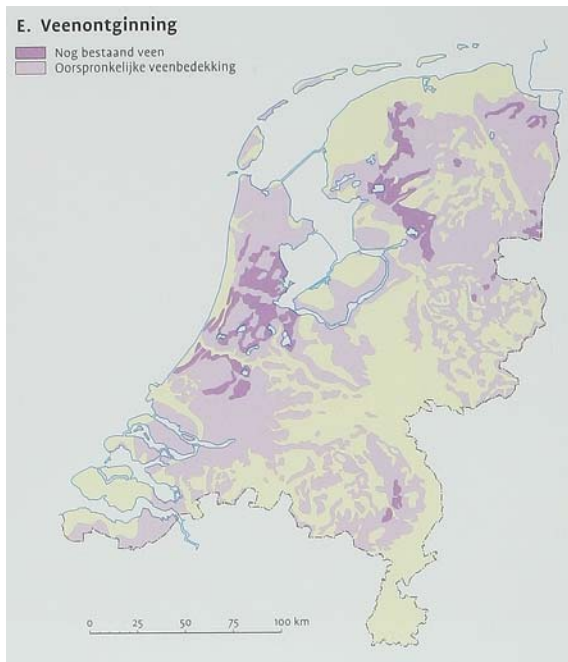


Fig. 36 Peat exploitation^a

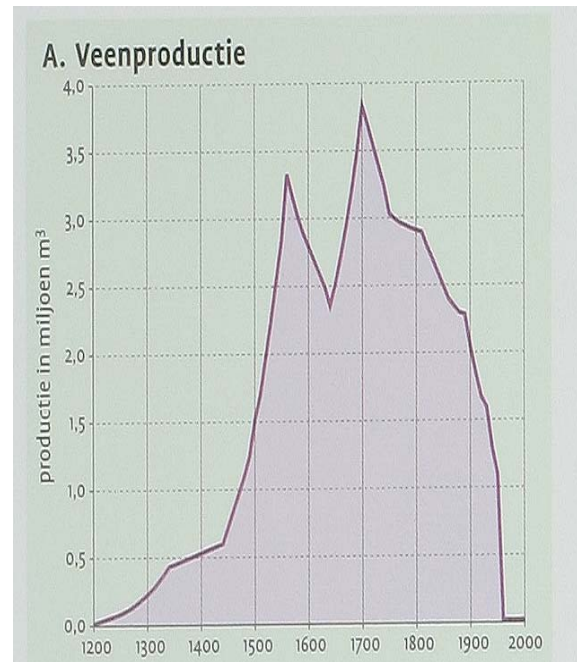


Fig. 37 Peat production^b

Ruilverkavelingen verhoogden de agrarische efficiency van het door vererving gefragmenteerde land en gaf ruimte aan nieuwe, aan de aard van de bodem aangepaste bestemmingen .



Fig. 38 Vinkeveen 1850^c

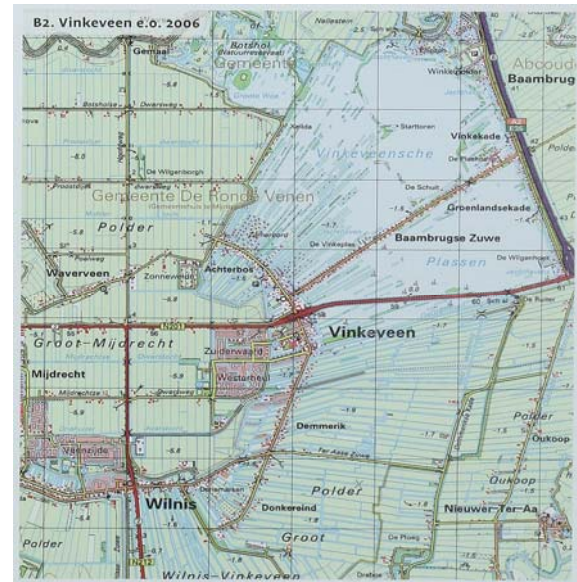


Fig. 39 Vinkeveen 2006^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 192

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 192

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 177

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 177

Coal, petrol and gas (Dutch)

De steenkoolproductie legde het af tegen olie en aardgas.

De laatste steenkoolmijn in Nederland werd in 1974 gesloten wegens te hoge arbeidskosten.

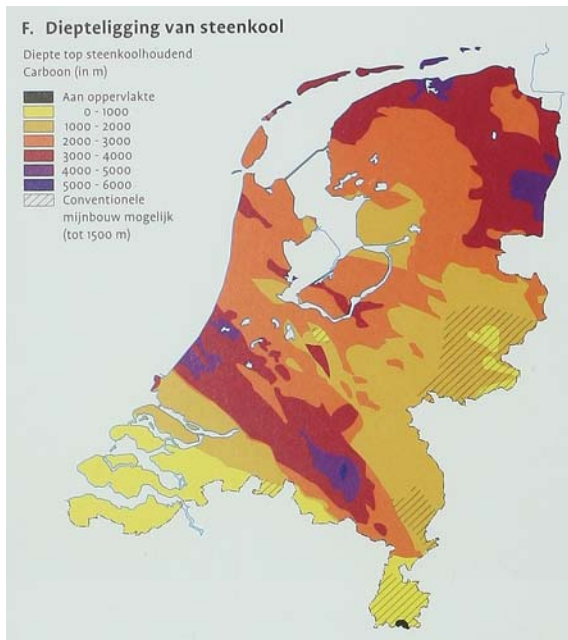


Fig. 40 Locations of coal^a

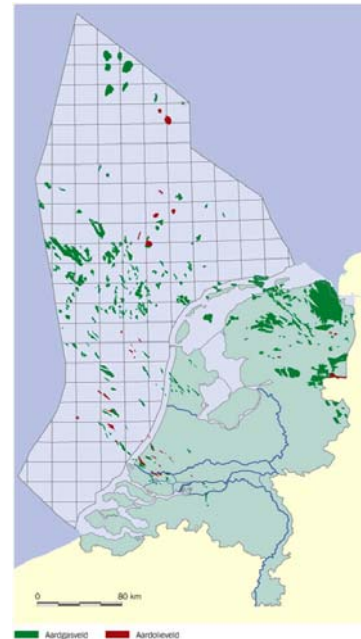


Fig. 41 Locations of petrol and gas^b

De energie-inhoud van een kg steenkool, een m³ aardgas en een liter olie zijn ongeveer gelijk, zodat hun bijdrage aan de energievoorziening met elkaar vergeleken kunnen worden (zie Fig. 42 - Fig. 44). Zij komen ongeveer overeen met 1 watt gedurende een jaar (1 watt-annum of 1 Wa).

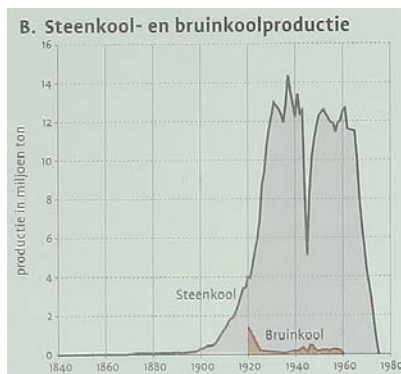


Fig. 42 Coal production^c

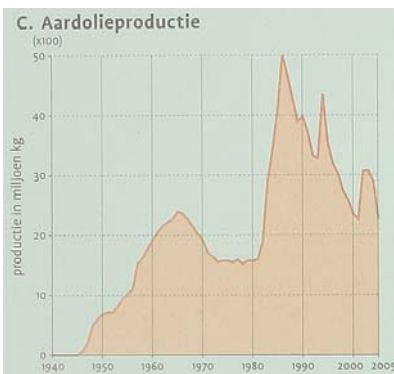


Fig. 43 Petrol production^d

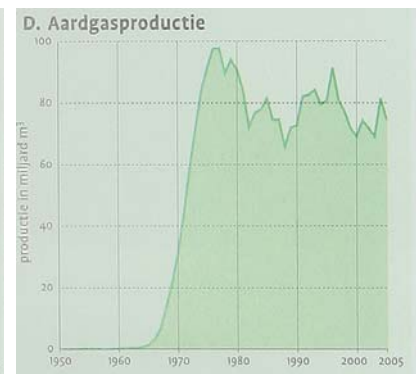


Fig. 44 Gas production^e

Een m³ turf leverde ca. 100 Wa.^f

Dat is de hoeveelheid energie die een menselijk lichaam gebruikt om een jaar te leven, al heeft hij daarnaast in onze cultuur nog ca. 60 'energieslaven' in dienst.

Het is ook de hoeveelheid energie die een kaarsvlam in een jaar gebruikt of wat de zon in ons land per m² in een jaar levert.

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 192

^b <http://www.geologievannederland.nl/ondergrond/afzettingen-en-delfstoffen/aardgas-en-aardolie> TNO-NITG

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 192

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 192

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 192

^f [http://nl.wikipedia.org/wiki/Turf_\(brandstof\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Turf_(brandstof))

Sand and limestone (Dutch)

Voor de bouw zijn zand- kalksteen- en kleivoorkomens nog steeds van grote betekenis.

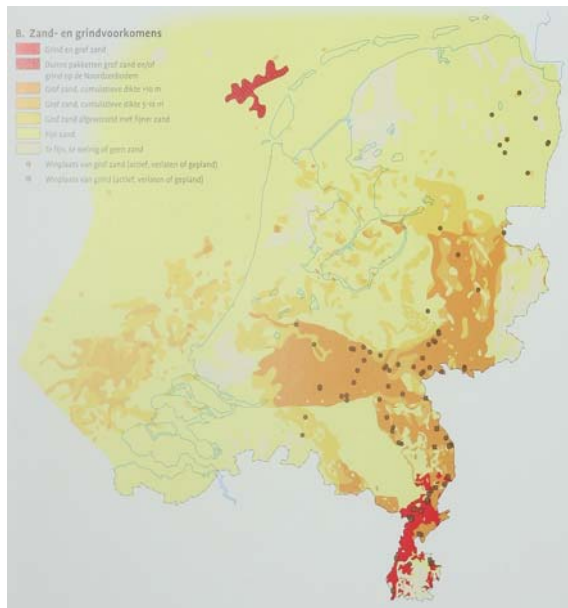


Fig. 45 Potential sources of sand ...^a



Fig. 46 ... limestone and silver sand^b

Kalksteen uit oudere gronden dan het Pleistoceen is van cruciaal belang voor de cement- en betonindustrie.

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 196

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 196

Clay (Dutch)

Baksteen drijft op kleiwinning.

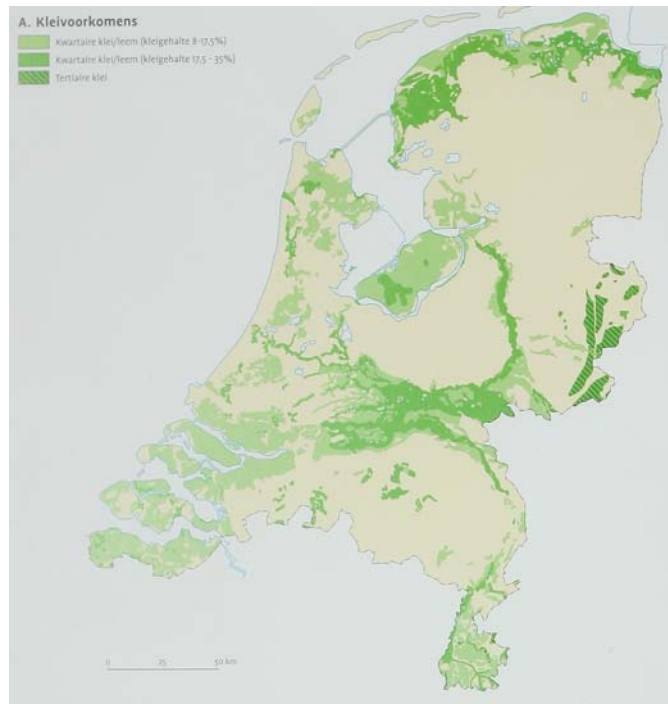


Fig. 47 Locations of clay^a



Fig. 48 Winning of raw material^b

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 196

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 197

Water and salt (Dutch)

Door droogmaking, wateronttrekking en doorboring van ondoordringbare lagen komt in het westen zout water aan het oppervlak (verzilting, zie Fig. 49).

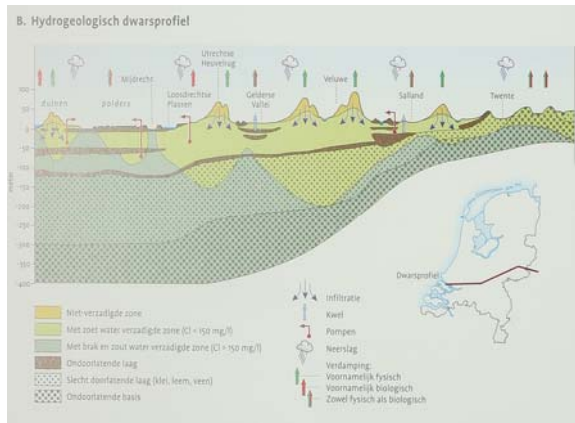


Fig. 49 Hydrogeological cross section^a

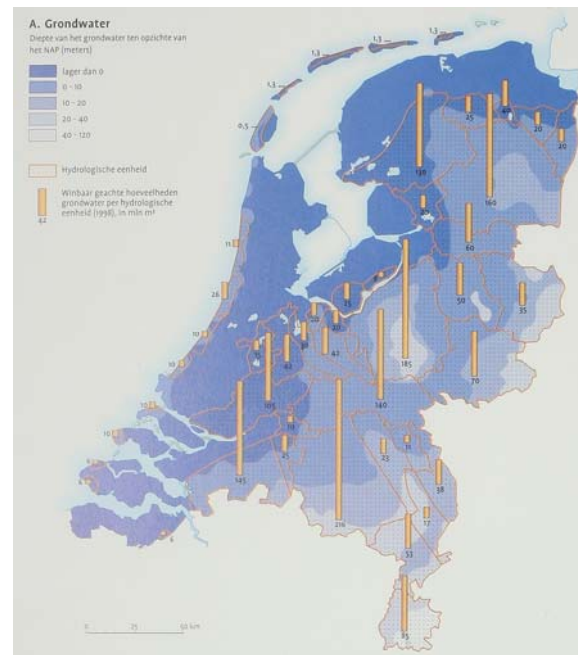


Fig. 50 Groundwater^b

Drinkwater kan daar dan ook behalve in de duinen (zoetwaterreservoir, aangevuld met oppervlaktewater) niet aan het grondwater onttrokken worden. Rijnwater wordt in de Biesbosch opgeslagen. In het hoge land kan het grondwater worden benut.



Fig. 51 Locations of water winning^c

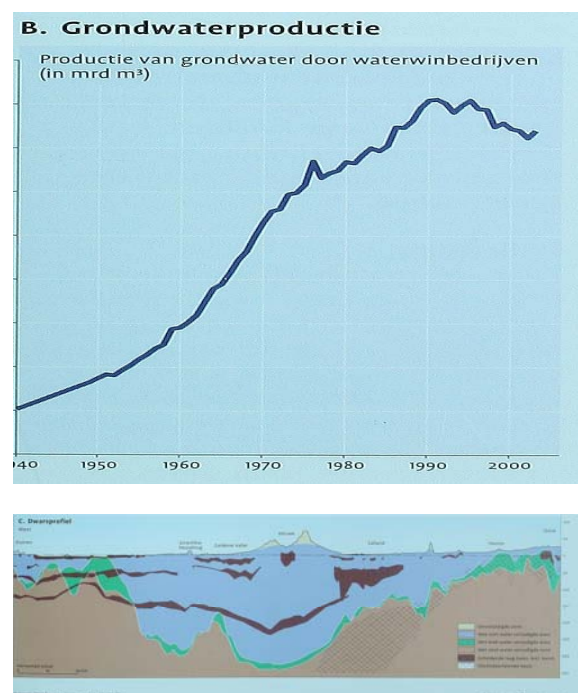


Fig. 52 Groundwater production^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 244

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 244

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 195

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 195

3.2 Earth

3.2.1 Soil

Geological and geomorphological maps (Dutch)

De geologische kaart (zie Fig. 53) beschrijft de ontstaansgeschiedenis op lange termijn voor zover herkenbaar aan de oppervlakte, zoals beschreven in paragraaf 3.1, blz. 2 en verder. De legenda bestaat uit een onderverdeling van Holoceen, Pleistoceen en oudere gronden zoals Tertiair, Krijt, Trias en Carboon. Er bestaan tal van doorsneden loodrecht op het kaartoppervlak (profielen) die deze geschiedenis tot op grote diepte verklaren.^a



Fig. 53 Geological map of the Netherlands^b

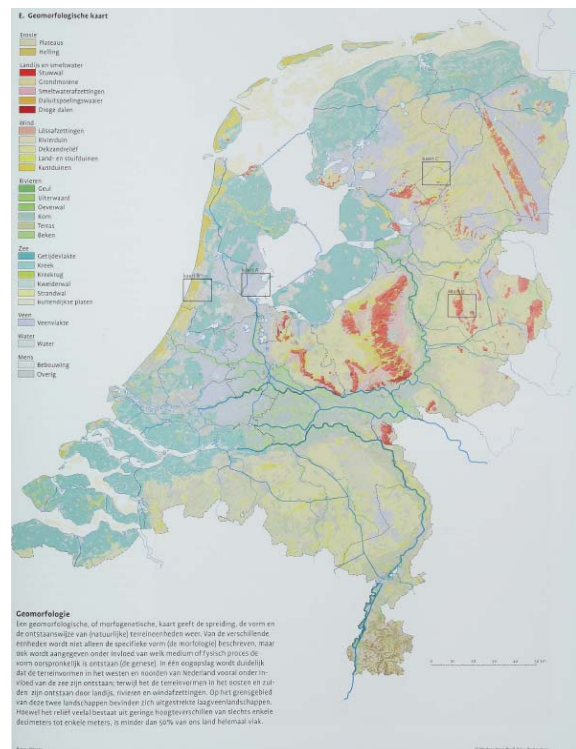


Fig. 54 Geomorphological map^c

De geomorfologische kaart (zie Fig. 54) beschrijft de vorm van het oppervlak als gevolg van erosie, landijs, smeltwater, wind, rivieren, veenvorming, water, zee en menselijke bebouwing op kortere termijn.

Altitude map (Dutch)

De hoogtekaart van Nederland (zie Fig. 55) is gebaseerd op metingen om de 5 meter vanuit de lucht, zodat zelfs gebouwen grof herkenbaar zijn. Het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN) heeft een hoogtenauwkeurigheid van 7 cm en beslaat ca. 50 Gb aan x, y en z-coördinaten.

Onderdelen van het bestand kunnen voor studiedoeleinden worden geleend bij de kaartenkamer TUD. Met een downloadable Excelprogramma^d kan een gebied van 200x200m worden gekozen en 3D gevisualiseerd (zie Fig. 56). Dit programma geeft de code aan van het kaartfragment dat moet worden opgevraagd. Je kunt ook een gebied van 1x1 km 3D visualiseren. Daarvoor is een kleinere serie bestanden nodig waarin de hoogtes om de 25 meter zijn gemiddeld. In beide gevallen kun je een grondwaterpeil instellen om te zien welke delen bij dat peil onder water lopen.

^a TNO Bouw en Ondergrond

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 179

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 185

^d <http://team.bk.tudelft.nl/Publications/2007/Territory/Territory%20Onderdelen/04Earth.xls>

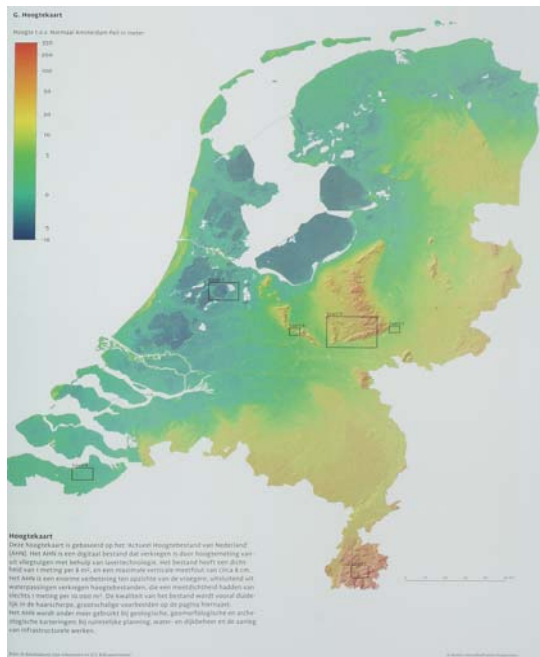


Fig. 55 Altitude map of the Netherlands^a

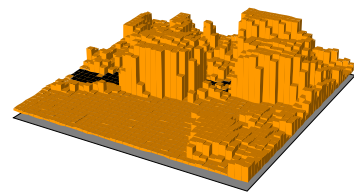


Fig. 56 AHN section 200x200m 3D
x=85,248 – 85,558; y=445,698 – 446,003

Lithological map and water storage potential map (Dutch)

De grondsoortenkaart (Lithologische kaart, zie Fig. 57) gaat tot 2m diepte en geeft de gemiddelde korrelgrootte (zand of klei) en het organisch gehalte (veen) weer, eventueel in lagen.

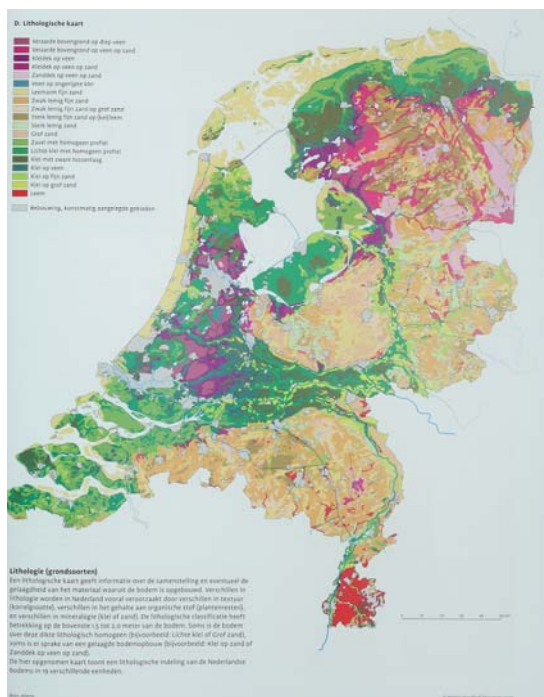


Fig. 57 Lithographic map^b

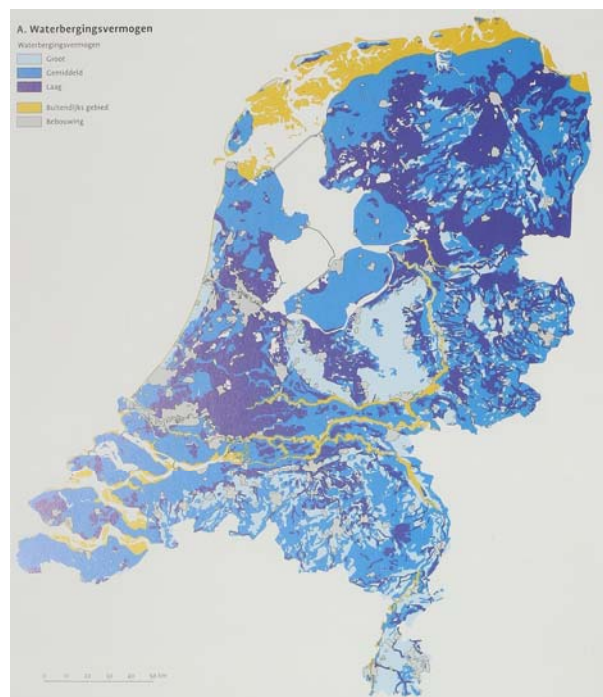


Fig. 58 Water storage potential map^c

Een voor de stedenbouw toenemend belangrijke eigenschap van de ondergrond is het waterbergend vermogen (zie Fig. 58: hoe lichter, desto groter het waterbergend vermogen, maximaal in zandgrond).

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 183

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 187

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 186

Het waterbergend vermogen van de bodem buffert de neerslag door inzijging en voorkomt daarmee afstroming en overstrooming. Het regenwater kan dan in stedelijke gebieden worden vastgehouden door beperking van het verharde oppervlak.

Soil map (Dutch)

De bodemkaart (zie Fig. 59) gaat tot ca. 80 cm diepte en heeft een meer gedetailleerde samenstelling van de bodem in uitlogingslagen weer (zie Fig. 60). Dit is van belang voor de vegetatie.

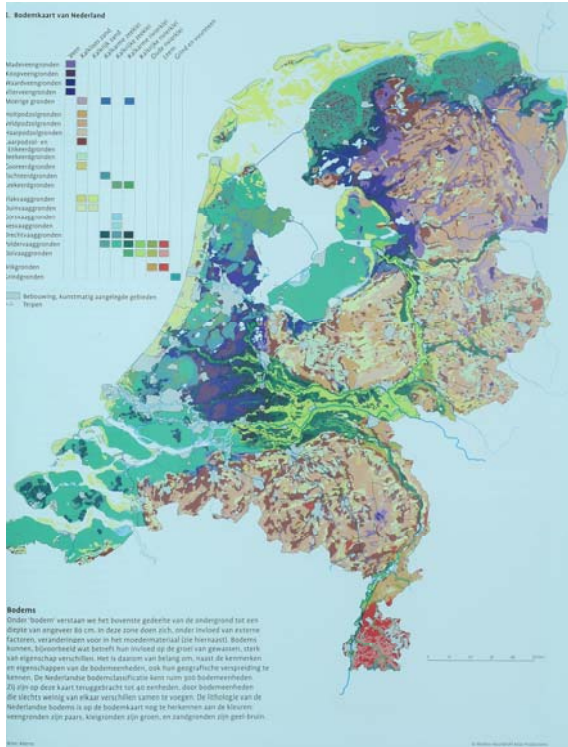


Fig. 59 Soil map^a



Fig. 60 Soils in Ommen^b

Topographic map

Topographic maps add a layer of human artifacts to the altitude map (see Fig. 62).

Dutch topographic maps are based on the military original 1850 scale of 1:50,000 (see Fig. 1): from map 1 in north-western part of the country to map 62 in the south-eastern part of the country. These 1:50,000 maps are subdivided into Western (W) and Eastern (O) maps, for example : in Amsterdam no 25 O, the O stands for east. The same system is used for larger scales and is further subdivided (see Fig. 61).

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 189

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 188

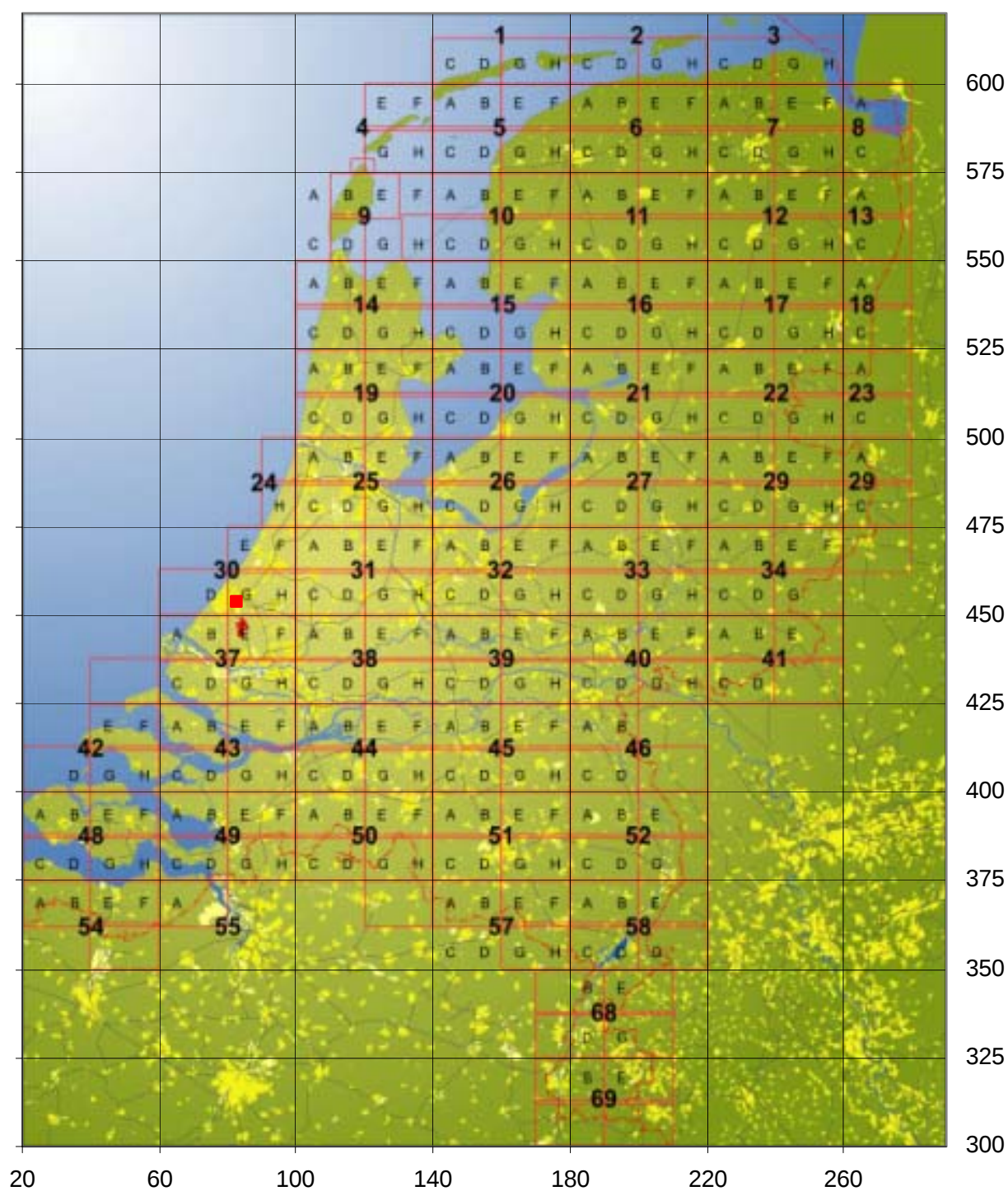


Fig. 61 Subdivision of topographical maps 1:50,000

25

Original military map nr. 25

25 west	25 oost
---------	---------

Divided in West and East

1:50,000

25 A	25 B	25 E	25 F
25 C	25 D	25 G	25 H

Divided in 8 maps A-H

1:25,000

25 AN	25 BN	25 EN	25 FN
25 AZ	25 BZ	25 EZ	25 FZ
25 CN	25 DN	25 GN	25 HN
25 CZ	25 DZ	25 GZ	25 HZ

Divided in N=North and Z=South

1:10,000

Fig. 62 Coding of Dutch topographical maps on different scales

Map reading; from form to content.

Reading maps is for a great deal a matter of pattern recognition and being able to see structure. A map is in some or another way a model of reality that is reduced to the structure of that reality that is represented. Map reading includes the capability to read: longitude and latitude, relief or elevation, land use, hydrological system, administrative boundaries etc. Map reading, therefore, means the interpretation of various symbols, colours or grayscales, type of lines.

Legend

You cannot 'read' a map without legend and scale. Sometimes the legend is also called the 'key'. You can distinguish three types of legends on topographic maps:

1. Labels; e.g. a colour green means 'forest'
2. Symbols or icons; e.g. a pumping station is represented by a symbol that is identical anywhere on Dutch topographic maps even though all pumping stations have a different form.
3. Scale representations; e.g. parcels do have the same form as they have in reality, but are scaled down.

Legenda	Legend	getrianguleerde punten	triangulation points
bebouwd gebied	built-up area	a GPS Kernnetpunt	GPS point
a huizenblok	residential block	b toren, hoge koepel	tower, high dome
b huizen	houses	c kerk, moskee met toren	church, mosque w. tower
c straat/overige weg	street/other road	d markant object	landmark
d wandelgebied	walk territory	e watertoren	water tower
e muur	wall	f vuurtoren	lighthouse
f hoogbouw	high-rise building		
g kassen	greenhouses		
wegen	roads	overige symbolen	other symbols
autosnelweg	motorway	a kerk, moskee	church, mosque
hoofdweg met gescheiden rijbanen	main road: dual carriageway	b toren, hoge koepel	tower, high dome
hoofdweg	main road	c kerk, moskee met toren	church, mosque w. tower
regionale weg met gescheiden rijbanen	regional road: dual carriageway	d markant object	landmark
regionale weg	regional road	e watertoren	water tower
lokale weg	local road	f vuurtoren	lighthouse
weg met losse of slechte verharding	loose or light surface road	a gemeentehuis	town hall
onverharde weg	unmetalled road	b postkantoor	post office
fietspad	cycle-track	c politiebureau	police-station
pad, voetpad	path, footpath	d wegwijzer	signpost
weg in aanleg	rd under construction	a kapel	chapel
weg in ontwerp	planned road	b kruis	cross
viaduct	viaduct	c vlampijp	flare pipe
tunnel	tunnel	d telescoop	telescope
vaste brug	fixed bridge	a windmolen	windmill
beweegbare brug	movable bridge	b watermolen	watermill
brug op pijlers	bridge on piers	c windmolen	windmill
spoorwegen	railways	d windturbine	windturbine
spoorweg: enkelspoor	railway: single track	a oliepompijnstallatie	oil-pumping unit
spoorweg: dubbelspoor	railway: double track	b seinmast	signalpost
spoorweg: driesporig	railway: three tracks	c zendmast	wireless mast
spoorweg: viersporig	railway: four tracks	a hunebed b monument	cairn monument
a station b laadperron	a station b loading-bay	c poldergemaal	pumping-station
tram	tramway	a begraafplaats	cemetery
metro a station	underground a station	b boom c paal	tree pole
hydrografie	hydrography	d opslagtank	tank
waterloop:	watercourse:	a kampeertrein	camp-site
smaller dan 3 m	less than 3 m wide	b sportcomplex	sports ground or hall
3-6 m breed	3-6 m wide	c ziekenhuis	hospital
breder dan 6 m	6 m wide or over	schietbaan	firing range
kanaal met schutsluis	canal with lock	afstering	wire fence
a brug	bridge	hoogspanningsleiding	high tension line
b vonder	foot-bridge	geluidswering	sound-proof barrier
c koedam	dam	wegen-informatie	road-information
a grondduiker	culvert siphon	wegnummering	road numbering
b duiker	culvert	a parkeerplaats	parking
c stuw	weir	b tankstation	filling-station
a pontveer	ferry	c afritnummer	number of exit
b voetveer	ferry for pedestrians	a aantal rijstroken	lane-information
c peilschaal	water-level gauge	b kilometerpaal	kilometre post
d kilometerraai bord	kilometre sign	c wegafsluiting	road closing
e stroomrichting	direction of flow	grenzen	boundaries
f baak	beacon	rijksgrans	national boundary
g dok	dock	provinciegrens	provincial boundary
h lichtopstand	light beacon	gemeentegrens	municipal boundary
i aanlegsteigers	landing-stages	reliëf	relief
j versterkt talud	reinforced slope	dijk: 2,5 m of hoger	dike: 2.5 m high or over
k eb/vloed aanduiding	indication of tides	dijk: 1 - 2,5 m hoog	dike: 1 - 2.5 m high
l dieptegetal	sounding	kade, wal: 0,5 - 1 m hoog	earth bank: 0.5 - 1 m high
m hoogwaterlijn	high water mark	berijdbare dijk; ingraving	dike with road; cutting
n laagwaterlijn	low water mark	hoogtelijnen	contours
o dieptelijnen	bathymetric contours	hoogtepunt	spot height
p droogvallende grond	tidal flat	a steile rand	escarpment
q krib, golfbreker	jetty, breakwater	b helling	slope
		bodemgebruik	vegetation
		a weide met sloten	meadow with ditches
		b bouwland met greppels	arable land with trenches
		c boomgaard	orchard
		d fruitkwekerij	orchard (low)
		e boomkwekerij	tree nursery
		f weide met populieren	meadow with poplar
		g loofbos	deciduous forest
		h naaldbos	coniferous forest
		i gemengd bos	mixed forest
		j griend	osier
		k heide	heath
		l zand	sand
		m dras en riet	marsh and reed
		n heg en houtwal	hedge and hedge-bank

Fig. 63 Different legend units in a Dutch topographic map

Scale

Scale is relative size. A map or relief model, to be most useful, must accurately show locations, distances and elevations on a given base of convenient size. This means that everything featured on the map or model (land area, distances, rivers, lakes, roads, and so on) must be shown proportionately to its actual size. The proportion chosen for a particular map is its scale.

The scale of a map can be defined simply as the relationship between distance on the map and the distance on the ground, expressed as a proportion, or representative ratio.

Different scales

- 1:50.000 scale
- 1:25.000 scale
- 1:10.000 scale
- 1:5.000 scale

Scale means relative size; for instance on a 50.000 scale, 1 cm represents 50.000 cm or 500 m.

Different scales of the same area

Fig. 64 - Fig. 67 show the former building of the Faculty of Architecture (now destroyed by fire) and its surroundings at a topographical map. A circle with a radius $R=300\text{m}$ is added.



Fig. 64 1:50.000 (2x2 cm= 1km²)

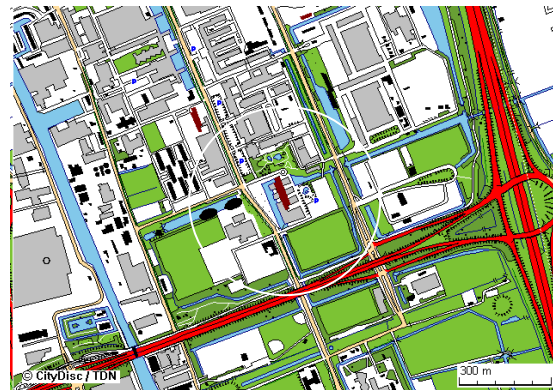


Fig. 65 1:25.000 (4x4 cm= 1km²)^a

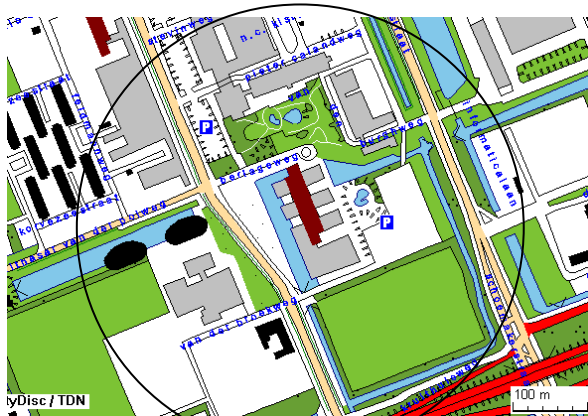


Fig. 66 1:10.000 (10x10 cm= 1km²)

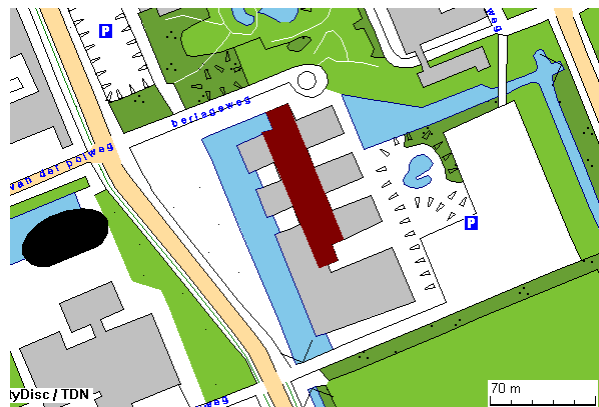


Fig. 67 1:5000 (20x20 cm= 1 km²)^b

Importing images from an electronic source at the appropriate scale

Importing the image of an area from an electronic source with a yardstick at the appropriate scale into a word processor similar to Fig. 64 – Fig. 67 could be done as follows. Make the image in the window of the electronic source exactly 15 cm wide (and for example 10 cm high). Copy the map to the clipboard

^a CDROM 'The Dutch national street guide with maps of the National Topographic Map Service, Emmen' (The Hague) Citydisc

^b CDROM 'The Dutch national street guide with maps of the National Topographic Map Service, Emmen' (The Hague) Citydisc

(Ctrl+C). Note the name of the place, district and street. Note the nominal size of the yardstick in m (for example 70m like Fig. 67) and the size on the screen in cm (for example 2.50 cm.) measuring it with a real ruler from screen. Put these measures and the desired scale in an Excelsheet with formulas as given in Fig. 68.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
2	yardstick	70	m	, on screen	2.5	cm, i.e.	schale 1: =B2*100/E2		
3				in Word	=B2*100/H3	cm, i.e.	schale 1: 5000	desired	
4							15cm on CD must be	=15*H2/H3	cm wide in Word.

result:

70 m	, on screen	2.50 cm, i.e.	schale 1:	2,800
	in Word	1.4 cm, i.e.	schale 1:	5,000 desired
		15cm on CD must be		8.40 cm wide in Word.

Fig. 68 Calculations to import an image at the appropriate scale in a word processor

Put the map in the wordprocessor using Ctrl+V. Keep the image selected. Select 'lay-out', 'image', 'width' and enter at 'width' according to 'cm wide in Word' (8.40 in Fig. 68). Press ENTER. The figure has the desired scale when you print it. Don't forget to quote the source under each map used because of copy rights. Don't make more than one hard copy and only for personal study purposes.

Screensize and printsize

However, the screen you are looking at right now is often not A4. To check that you can adjust the zoom percentage of the screen until you have an A4 of 21,1cm width (for example 95%, dependent on the type of screen). Click 'Image' and 'Ruler'. Check the number of centimetres above the text on screen with a real ruler. Measure from the centre line of the surrounding streets the size of an urban island. Check with the yardstick in the image whether you have done it properly! Note attributes such as in this example: there is a public space at the rear and a park on the edge of the urban island. Add photographs if you have.

Why do we need to adjust the planimetric scale?

The smaller the scale of a map is, the fewer the features that can be accommodated. Obviously, therefore, the larger the scale the more comprehensive the map.

Conversion table

0.001 km =	1 m =	100 cm
0.1 km =	100 m =	10.000 cm
1 km =	1000 m =	100.000 cm
1 km ² =	100 ha =	1.000.000 m ²
	1 ha =	10.000 m ²

Land use (Dutch)

Het grondgebruik in 1900 (zie Fig. 69) weerspiegelde in belangrijke mate de bodemkaart en de grondwaterstand: grasland op natte klei- en veengronden, akkerbouw op iets drogere kleigronden (zie ook Fig. 17). Stuifduinen, rietmoeras, heide, hoogveen, loofbos, naaldbos bedekte de overige gronden.

De uitvinding van de kunstmest omstreeks 1900 maakte deze gronden grotendeels voor agrarisch gebruik geschikt. Natuurgebieden werden door cultuurmaatschappijen zoals Heidemij en Grontmij in cultuur gebracht. Met name in de crisisjaren '30 verdwenen in het kader van de werkverschaffing veel

natuurgebieden.

Versnipperde arme of natte gronden zijn natuurgebied gebleven en moeten nu met ecologische verbindingen (Ecologische Hoofdstructuur EHS) de overgebleven faunapopulaties voldoende aaneengesloten oppervlak voor overleving bieden. Voor zeldzame flora zijn armere gronden vaak juist waardevol omdat daar de specialisten overleven. De kunstmatige westelijke natte gebieden zijn in Europa ecologisch vrij uniek. De klimaatverandering verandert langzamerhand de samenstelling van flora en fauna: bekende soorten verdwijnen, nieuwe soorten (exoten) verschijnen.

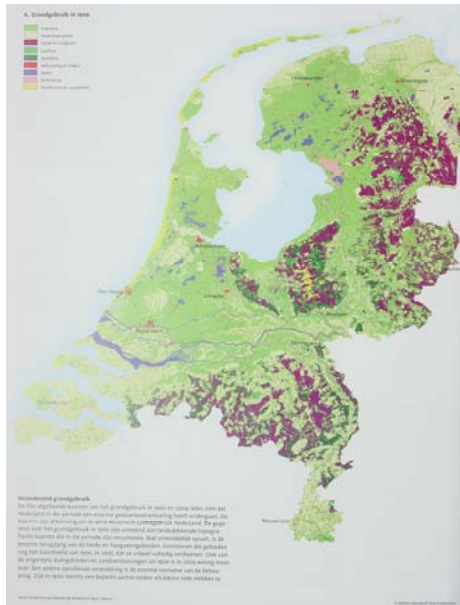


Fig. 69 Land use map 1900^a



Fig. 70 Land use map 2004^b

Bij de vergelijking van Fig. 69 en Fig. 70 valt verder de enorme groei van het verstedelijkte oppervlak op. Het beslaat nu 14% van de ca. 42 000 km² (zie Fig. 71).

Dat is niet alleen te wijten aan de bevolkingsgroei (van 5mln tot 16mln), maar ook aan het ruimtegebruik per inwoner. De woningbezetting was in 1950 ca. 5 personen per woning, nu ca. 2,5.

Dat betekent al een verdubbeling van het aantal benodigde woningen voor een gelijk aantal mensen.

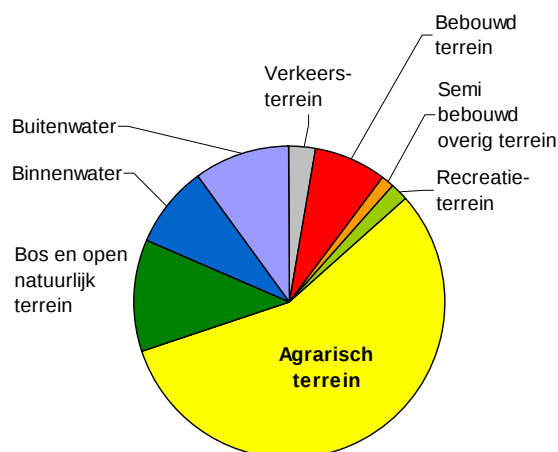


Fig. 71 Land use of the Netherlands 2000^a

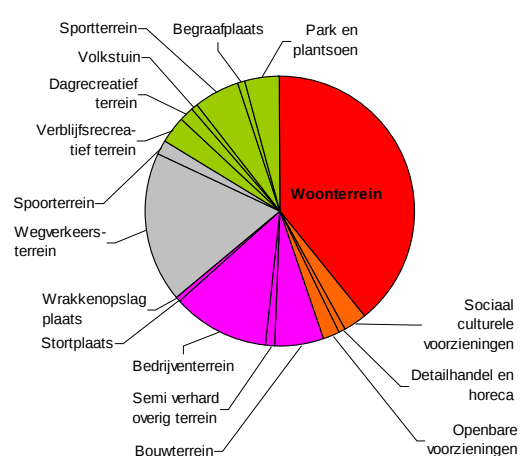


Fig. 72 Land use urban area 2000

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 230

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 231

Het stedelijke gebied (ca. 350m²/inwoner) is echter slechts voor de helft woongebied met bijbehorende voorzieningen. De andere helft wordt in beslag genomen door bedrijven, verkeer en groen (zie Fig. 72). Hun ruimtegebruik krijgt echter een steeds groter aandeel in de grafiek van Fig. 72.

Het stedelijke gebied als geheel (5630 km² in 2000) groeide tot 2003 per jaar 64 km². Dat is ruim 1%.

Het netto woongebied (2211km² in 2000) groeide slechts 9 km² per jaar (0,4% van 2211 km²).

Dat is 0,163% per jaar (logaritmisch weergegeven in Fig. 73, de bovenste balk) van het totaal (5630km² in 2000). De rest van de groei kwam dus uit de andere stedelijke grondgebruikstypen.

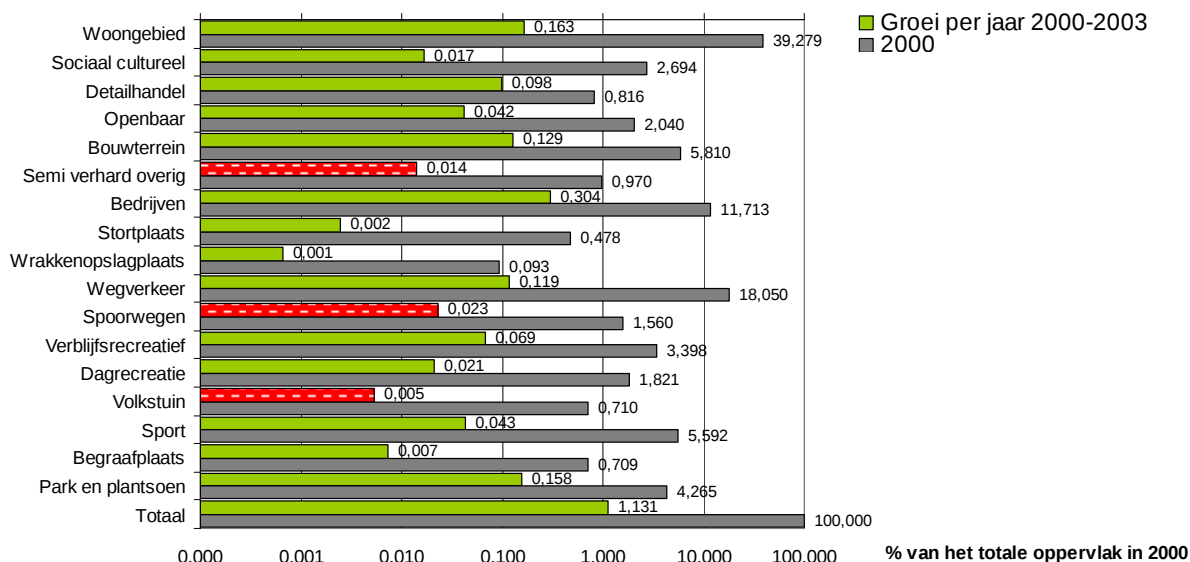


Fig. 73 1,131% stedelijke groei per jaar tussen 2000 en 2003 verdeeld over de grondgebruikstypen.

Fig. 73 toont procenten van het totaal, maar ten opzichte van het eigen oppervlak in 2000 (telkens de tweede balk in Fig. 73) groeide het oppervlak bedrijventerreinen per jaar 3% (van ca. 650 km²), parken en plantsoenen 4% (van ca. 250 km² in 2000).

Bouwtterreinen, verblijfsrecreatieve terreinen en openbare voorzieningen groeiden elk 2% (van respectievelijk ca. 300, 200 en 100 km²) per jaar, detailhandel en horeca zelfs 12% (van ca. 50 km²). Spoorwegen, volkstuinten en overig semi verhard terrein (samen ca. 180 km²) verloren elk per jaar ca. 1% van de eigen oppervlakte (in Fig. 73 met mintekens aangegeven).

De andere grondgebruikstypen (sociaal-culturele voorzieningen, stortplaatsen, wrakkenopslagplaatsen, wegverkeer, dagrecreatieve voorzieningen, sportterreinen en begraafplaatsen), groeiden elk evenredig met het totale stedelijke oppervlak ongeveer 1%.

3.2.2 Landscapes (Dutch)

Het onderscheid in landschapstypen van Fig. 74 (veenlandschap, rivierkleilandschap, zeeleilandschap, zandlandschap, duinlandschap en lösslandschap) vertoont veel overeenkomst met het onderscheid in grondsoorten van Fig. 57 maar de eenheden zijn over het algemeen groter ('nominale' straal R=30 km, dat wil zeggen met een tolerantie van 10 tot 100 km). Zij kunnen dus verschillende grondsoorten omvatten en hun karakter ook aan overgangen en grensrijkdom danken.

De cultuurhistorie van zijn bewoners heeft dan met verschillend gespecialiseerd grondgebruik rondom lokaal centrale marktplaatsen over deze bodemkundige grenzen heen van het landschap een cultureel herkenbare eenheid gemaakt. Op die centrale marktplaatsen konden de produkten van lokale specialisaties worden uitgewisseld. Zo heeft een landschap behalve een bodemkundige achtergrond ook een bestuurlijke, culturele en economische component. De cultuurhistorische component komt het meest opvallend tot uitdrukking in kerktorens. Een centrale kerktoren van 70 m hoogte overziet bijvoorbeeld een landschap met 30 km straal en kan vanaf 30 km rondom de toren gezien worden als baken rondom de centrale plaats. Een lokale kerktoren van 30 m hoogte heeft een zicht van 20 km, het

^a <http://www.cbs.nl/NR/rdonlyres/E6CE9282-72E9-4254-9032-DD67489833B9/0/2003bodengebruiknederland20002003art.pdf>

dak van een woonhuis met twee verdiepingen een een zolder (8 m) heeft een zicht van 10 km en een mens van 1,75 m 5 km.

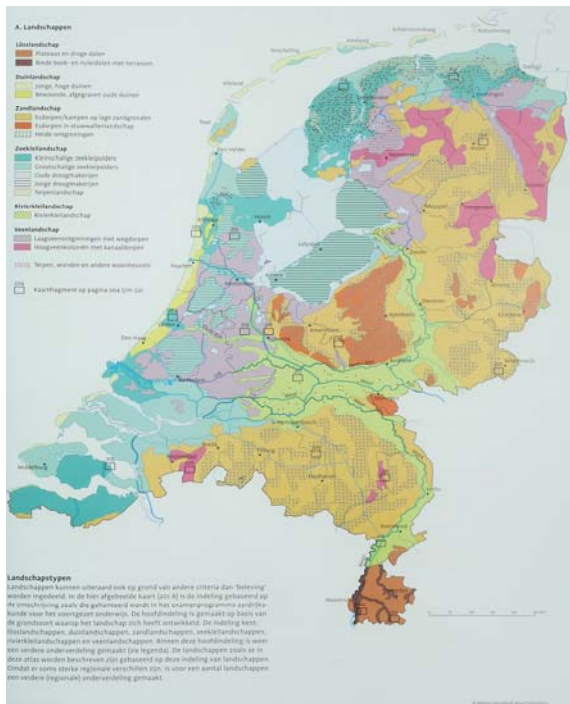


Fig. 74 Landscape map^a



Fig. 75 Sandy beach walls^b

Van oudsher weinig bevolkte of geaccidenteerde landschappen zoals de zand- en hoogveenlandschappen kunnen kleiner of langwerpiger zijn dan de hiervoor genoemde maat (30 km straal) van het landschap. Het zijn 'enclaves' in het grotere landschap waarvan zij deel uitmaken zoals de strandwallen met de zee (het oudste 'landschap') aan de ene kant en de 'geestgronden' aan de andere kant.

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 201

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 204

Coast

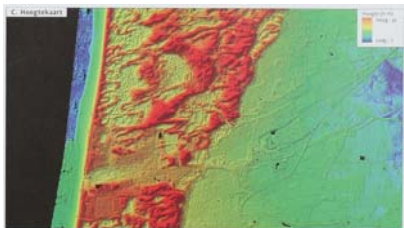


Fig. 76 Young dunes altitude map^a



Fig. 77 Young dunes AD1900^b



Fig. 78 Young dunes AD 2006^c



Fig. 79 Elgeesterpolder^d



Fig. 80 Elgeesterpolder 1900^e



Fig. 81 Elgeesterpolder 2006^f

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 205

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 205

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 205

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 204

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 204

^f Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 204

Terpen landscape



Fig. 82 Terpen landscape altitude map^a



Fig. 83 Terpen landscape 1900^b



Fig. 84 Terpen landscape 2006^c

Sea clay landscape

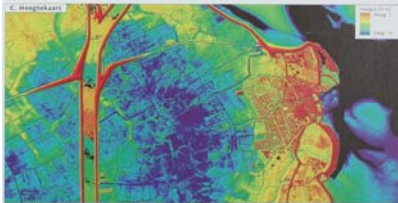


Fig. 85 Zeeland hoogtekaart^d



Fig. 86 Zeeland 1900^e



Fig. 87 Zeeland 2006^f



Fig. 88 Young polders altitude map^g



Fig. 89 Young polders 1930^h



Fig. 90 Young polders 2006ⁱ

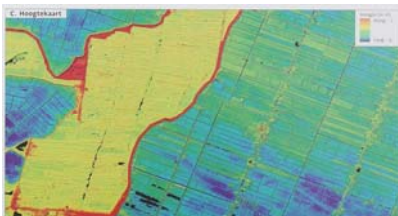


Fig. 91 Older polders (droogmakerijen) altitude map^j



Fig. 92 Older polders 1900^k



Fig. 93 Older polders 2006^l

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 212

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 212

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 212

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 213

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 213

^f Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 213

^g Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 214

^h Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 214

ⁱ Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 214

^j Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 215

^k Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 215

^l Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 215

Peat landscape

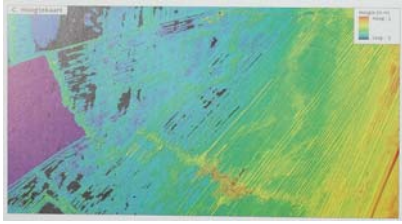


Fig. 94 Peat moss pillows altitude map^a



Fig. 95 Peat moss pillows 1900^b



Fig. 96 Peat moss pillows 2005^c



Fig. 97 Low fen altitude map^d



Fig. 98 Low fen 1900^e



Fig. 99 Low fen 2005^f

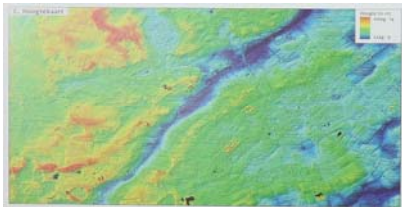


Fig. 100 Fen cutting communities (veenkoloniën) altitude map^g



Fig. 101 Fen cutting communities Moeren 1900^h



Fig. 102 Fen cutting communities Moeren 2005ⁱ

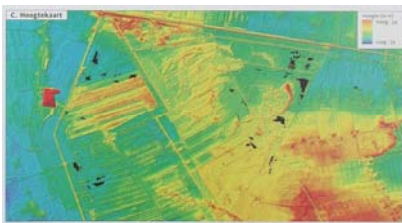


Fig. 103 Fen cutting communities Peel altitude map^j



Fig. 104 Fen cutting communities Peel 1900^k



Fig. 105 Fen cutting communities Peel 2005^l

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 218

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 218

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 218

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 219

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 219

^f Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 219

^g Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 220

^h Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 220

ⁱ Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 220

^j Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 221

^k Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 221

^l Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 221

River clay landscape

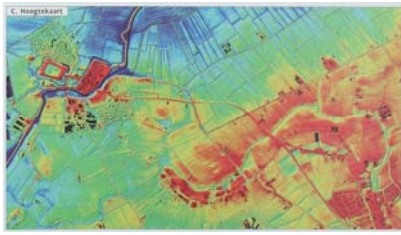


Fig. 106 Central altitude map^a



Fig. 107 Centraal 1900^b



Fig. 108 Centraal 2005^c

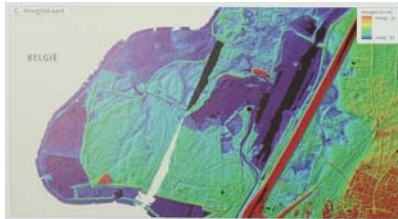


Fig. 109 Maasdal altitude map^d



Fig. 110 Maasdal 1900^e



Fig. 111 Maasdal 2005^f

Sandy landscapes

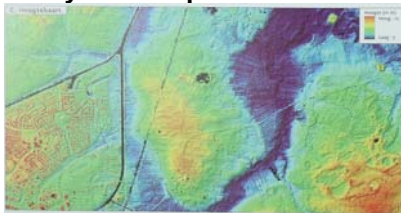


Fig. 112 Drents Plateau altitude map^g



Fig. 113 Drents Plateau 1900^h



Fig. 114 Drents Plateau 2005ⁱ

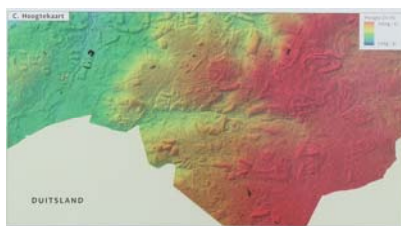


Fig. 115 East sandy grounds altitude map^j



Fig. 116 East sandy grounds 1900^k

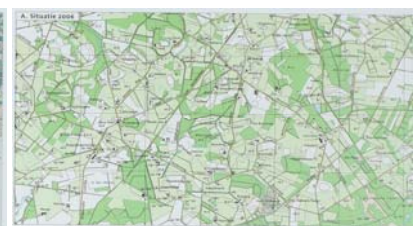


Fig. 117 East sandy grounds 2005^l

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 216

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 216

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 216

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 216

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 216

^f Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 216

^g Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 205

^h Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 206

ⁱ Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 206

^j Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 207

^k Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 207

^l Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 207

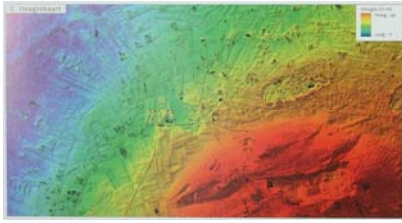


Fig. 118 Lateral morains altitude map^a



Fig. 119 Lateral morains 1900^b



Fig. 120 Lateral morains 2005^c

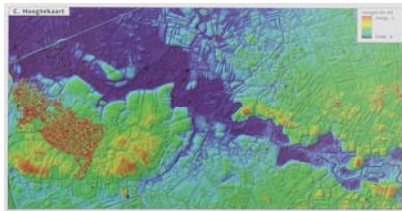


Fig. 121 Southern sandy grounds altitude map^d



Fig. 122 Southern sandy grounds 1900^e



Fig. 123 Southern sandy grounds 2005^f

Chalk-löss landscapes

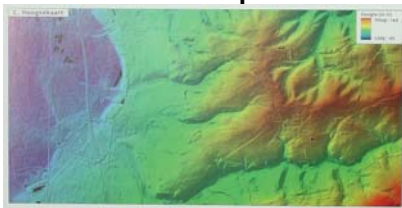


Fig. 124 Meuse valley altitude map^g



Fig. 125 Meuse valley 1900^h



Fig. 126 Meuse valley 2005ⁱ

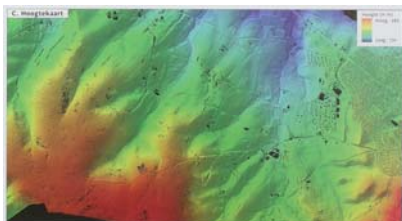


Fig. 127 Vaals altitude map^j



Fig. 128 Vaals 1900^k



Fig. 129 Vaals 2006^l

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 207

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 207

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 207

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 209

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 209

^f Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 209

^g Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 210

^h Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 210

ⁱ Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 210

^j Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 211

^k Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 211

^l Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 211

3.3 Water

3.3.1 Floodings

History

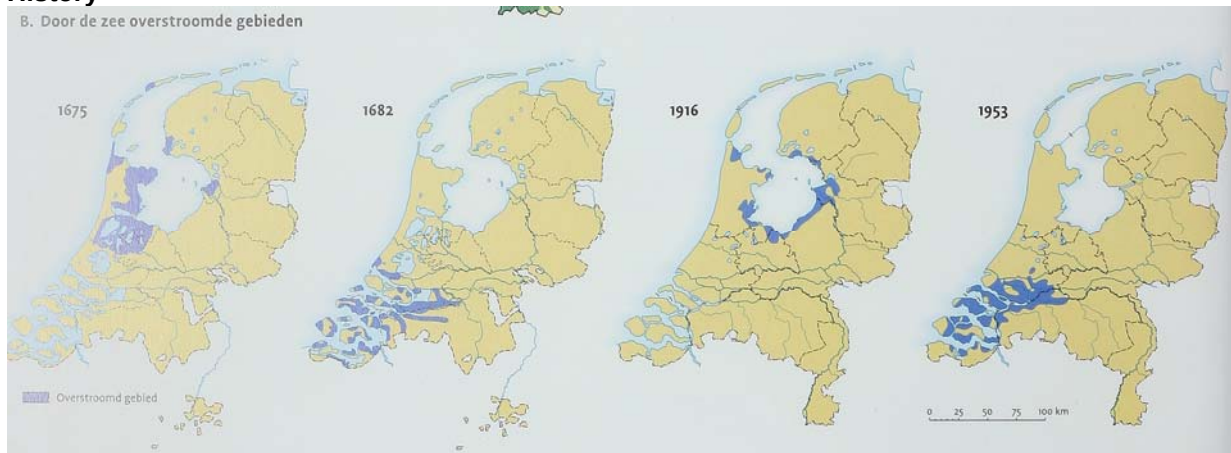


Fig. 130 Areas flooded by the sea^a

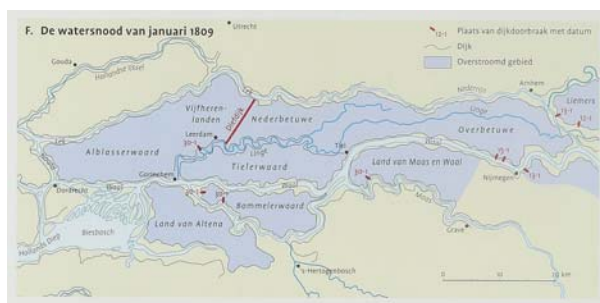


Fig. 131 Flood disaster 1809^b



Fig. 132 Actual burstings from the big rivers^c

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 246

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 247

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 247

Hydrology

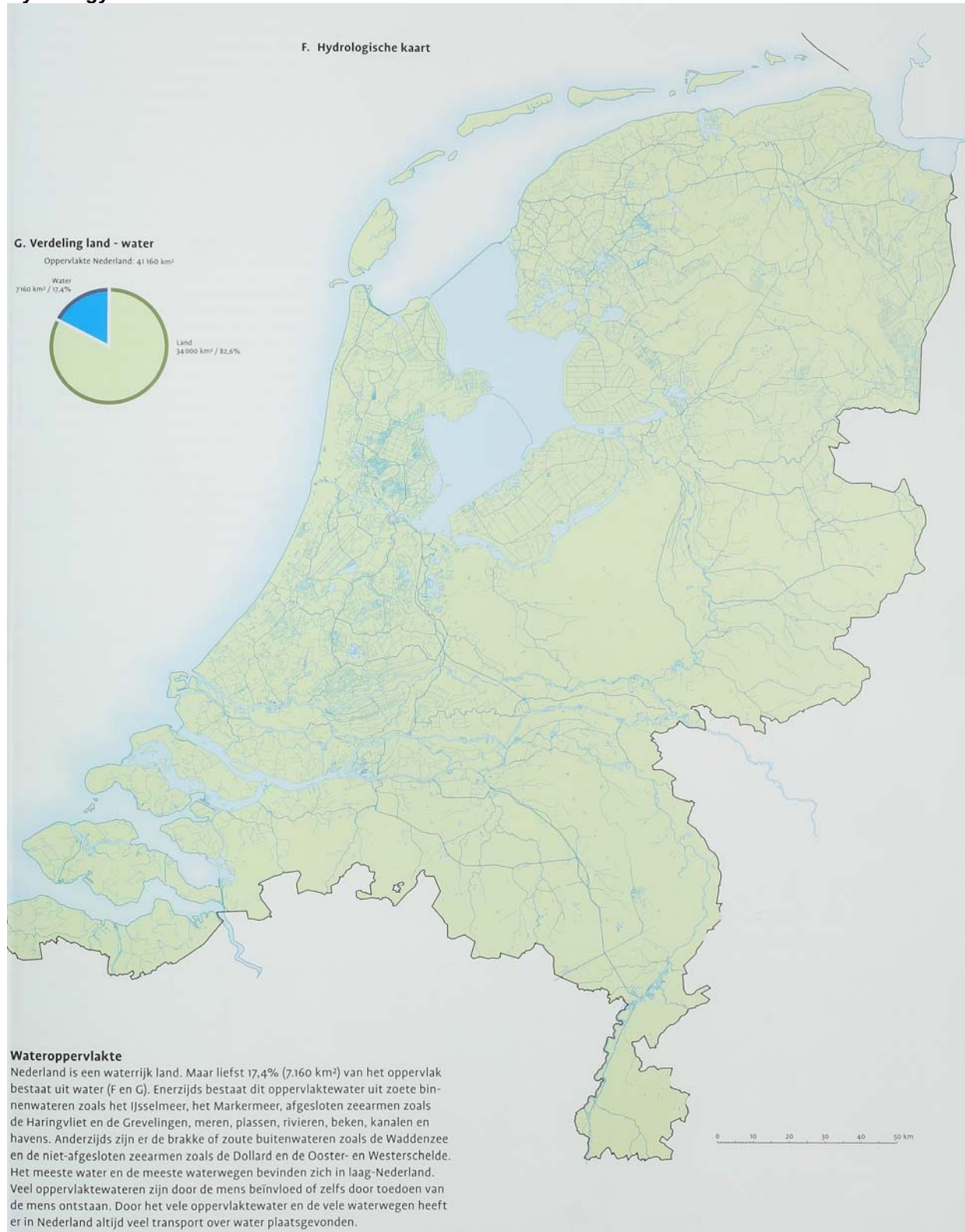


Fig. 133 Hydrological map^a

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 245

Precipitation, evaporation, runoff

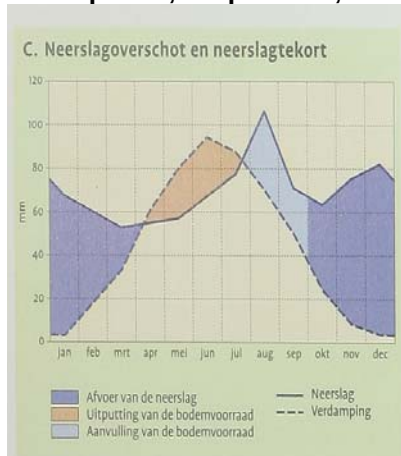


Fig. 134 Precipitation surplus and -shortage^a



Fig. 135 Batchment areas of international rivers^b

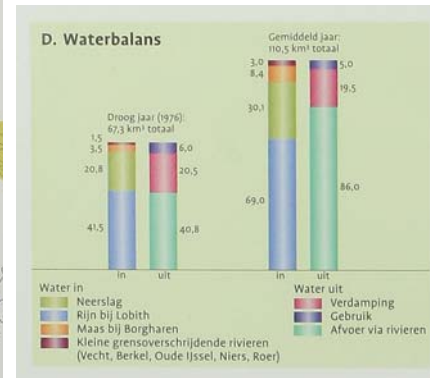


Fig. 136 Water balance^c

Coast line shortening

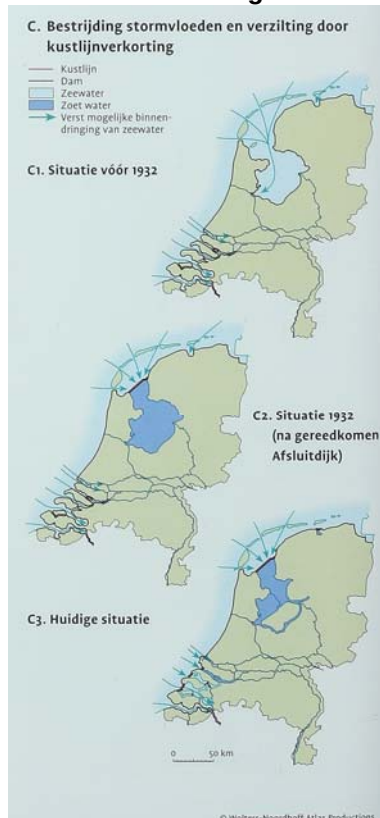


Fig. 137 Coast line shortening^d

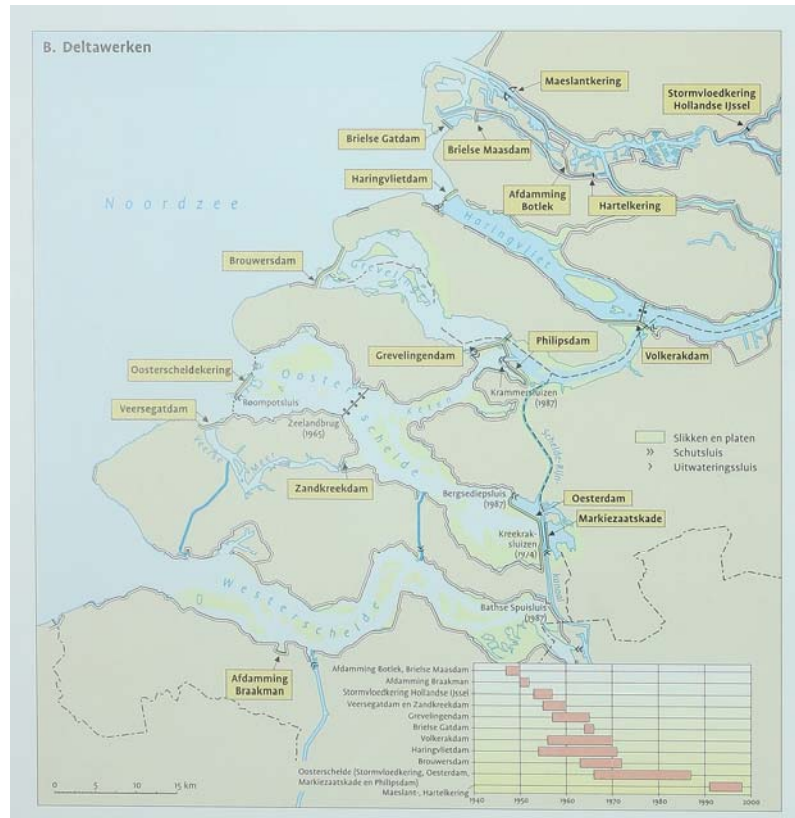


Fig. 138 Delta works^e

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 244
^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 244
^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 244
^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 248
^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 248



Fig. 139 Delta works^a

Dikes

D. Nederland zonder dijken

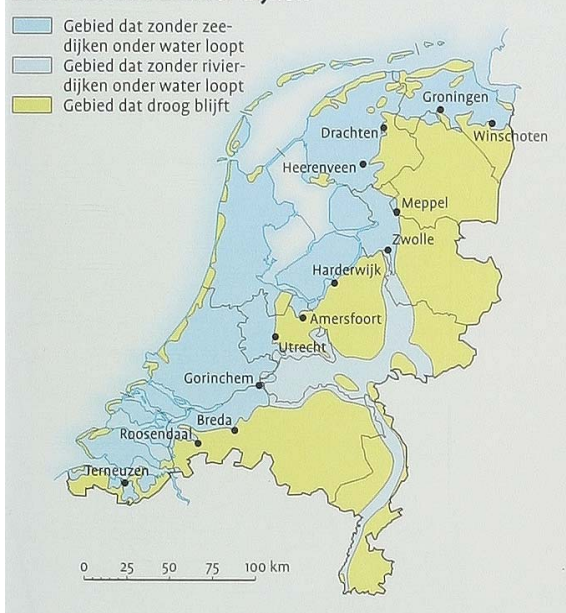


Fig. 140 The Netherlands without dikes^b

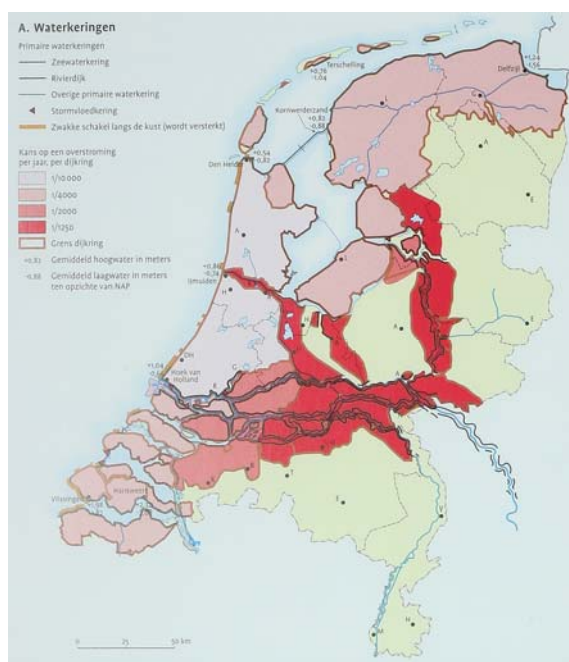


Fig. 141 Dikes and probability of flooding^c

^a Hettema en Horneijer (1986)

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 248

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 248

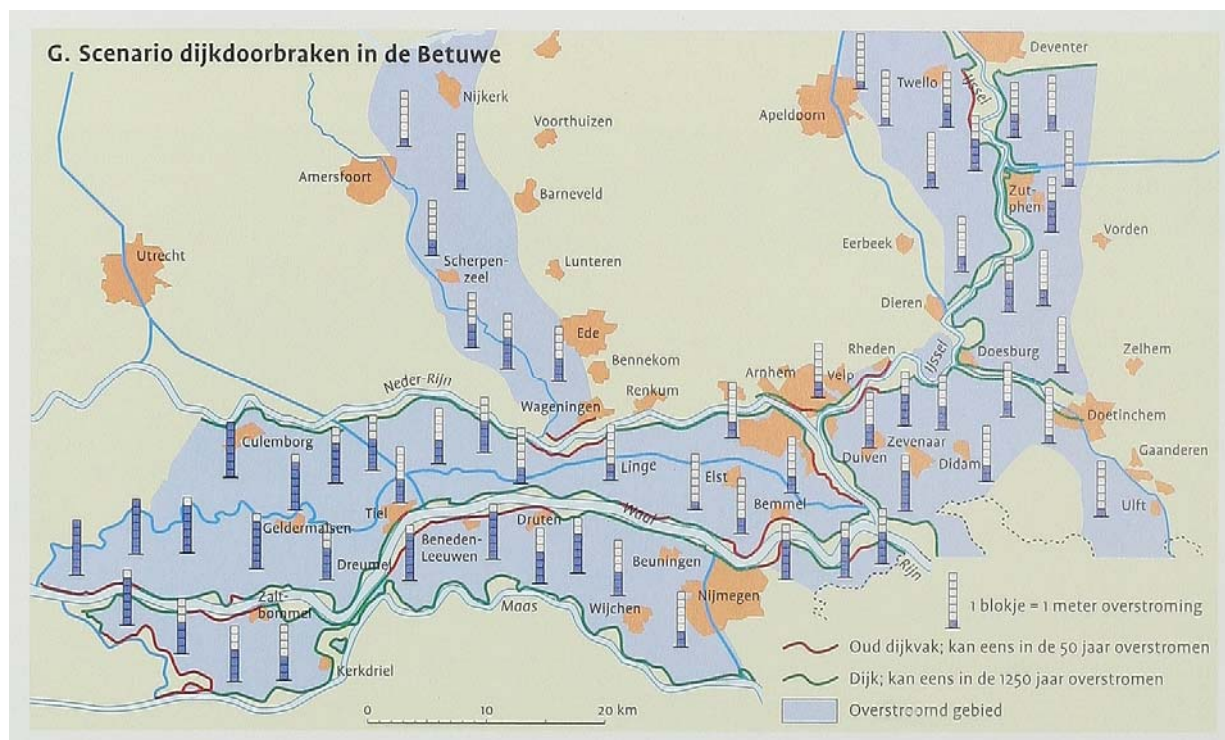


Fig. 142 Scenario of bursting dikes in the Betuwe^a

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 247

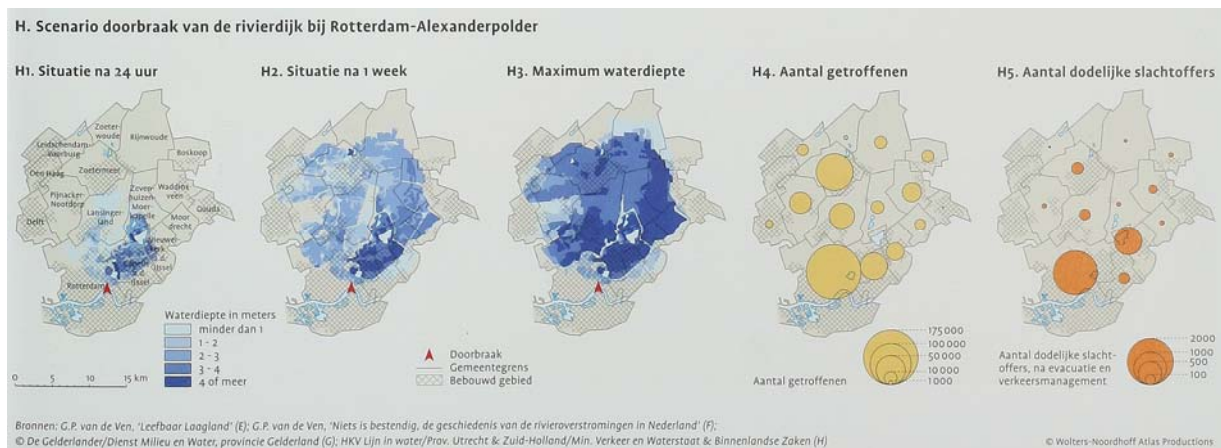


Fig. 143 Scenario of bursting riverdike near Rotteram-Alexanderpolder^a

Artworks



Fig. 144 Haringvlietdam^b



Fig. 145 Maeslantkering^c



Fig. 146 Barrage near Driel^d



Fig. 147 Bottle neck near Nijmegen^e

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 247

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 256

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 256

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 256

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 257

3.3.2 River management

History

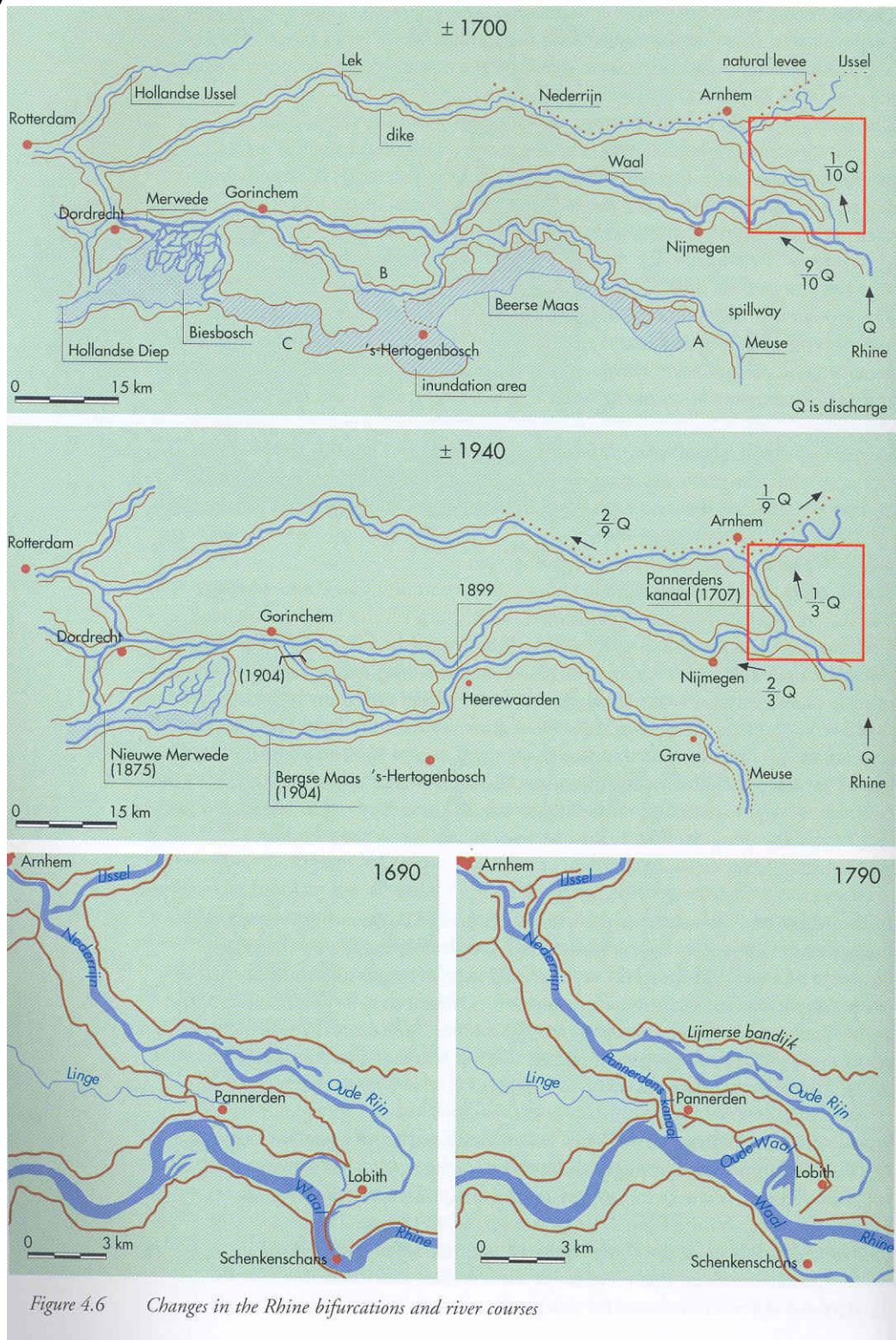


Figure 4.6 Changes in the Rhine bifurcations and river courses

Fig. 148 Rivers 1700-1940^a

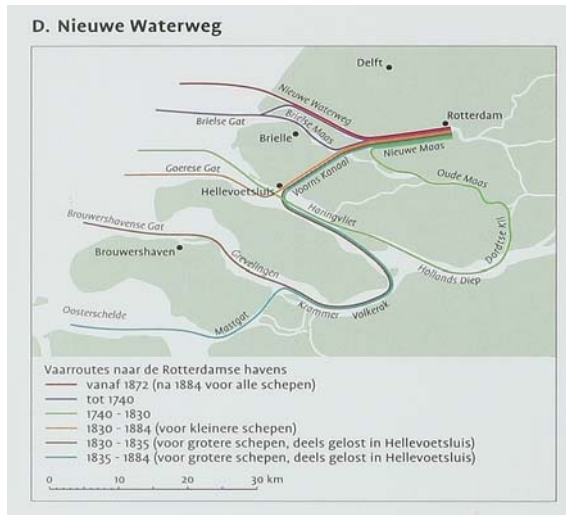


Fig. 149 Nieuwe Waterweg^a



Fig. 150 Improvement of rivermouths^b

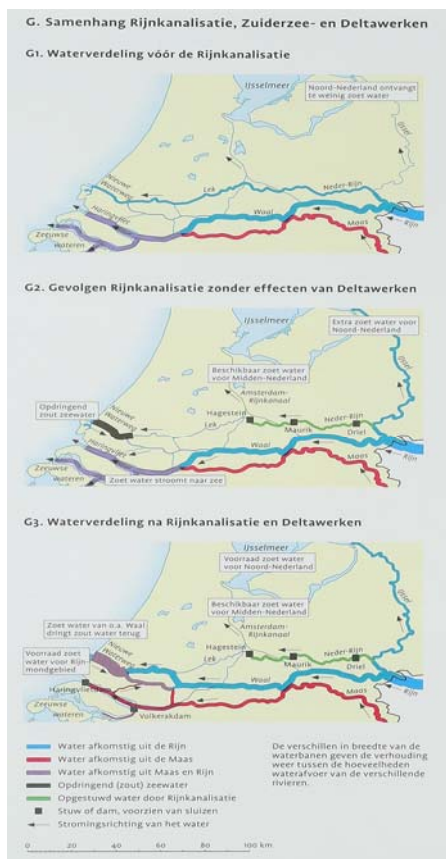


Fig. 151 Coordination of Rhine channelling^c



Fig. 152 Meuse after channelling^d

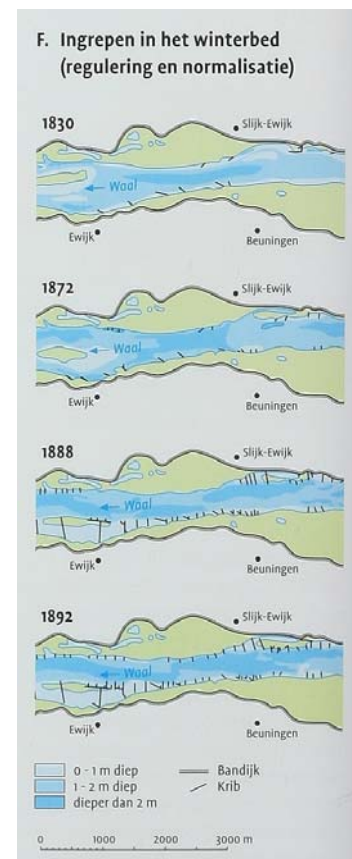


Fig. 153 Interventions in the winterbed^e

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 241

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 241

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 253

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 253

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 252

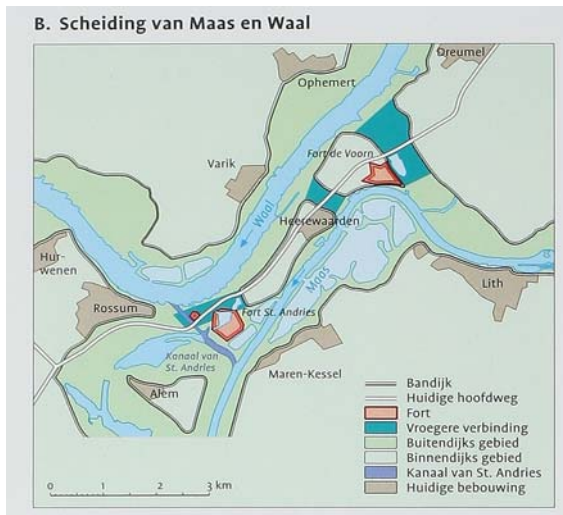


Fig. 154 Separation of Meuse and Waal^a

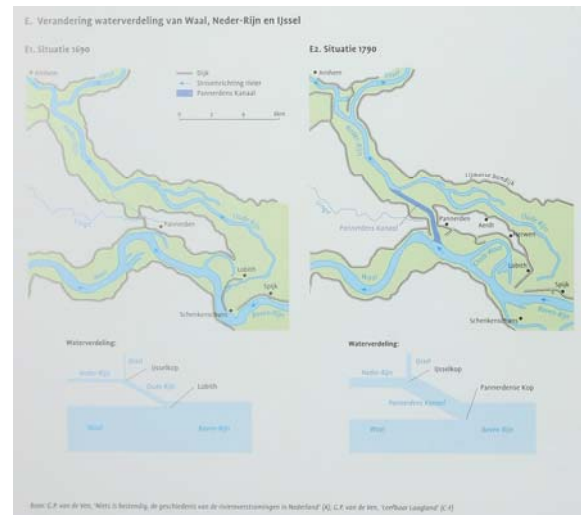


Fig. 155 Change of water distribution Waal, Lower Rhine and IJssel^b

Waal and Meuse works

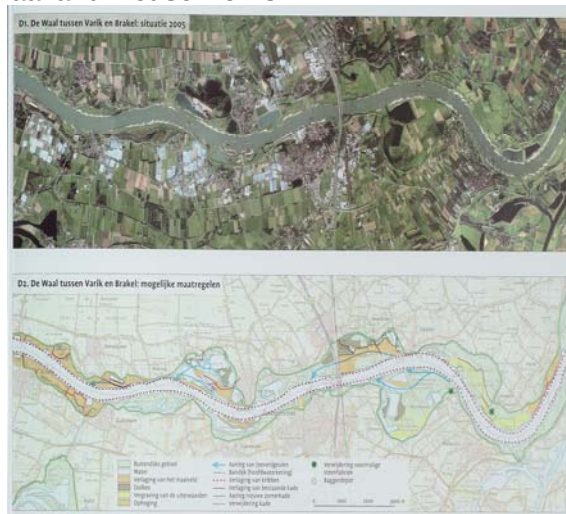


Fig. 156 Waal interventions^c

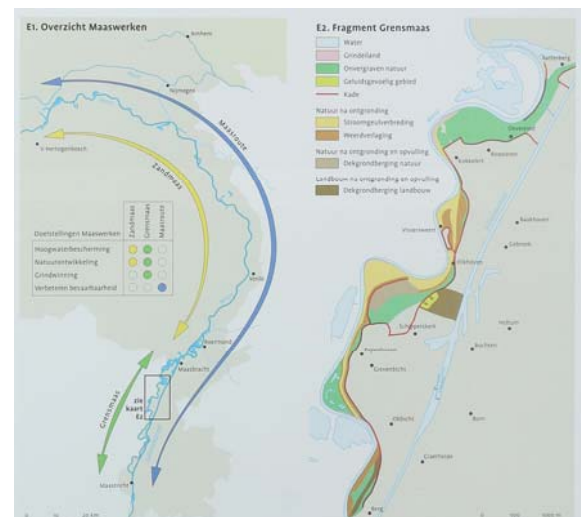


Fig. 157 Maasworks^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 252

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 252

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 255

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 255

Space for the river



Fig. 158 Space for the river^a

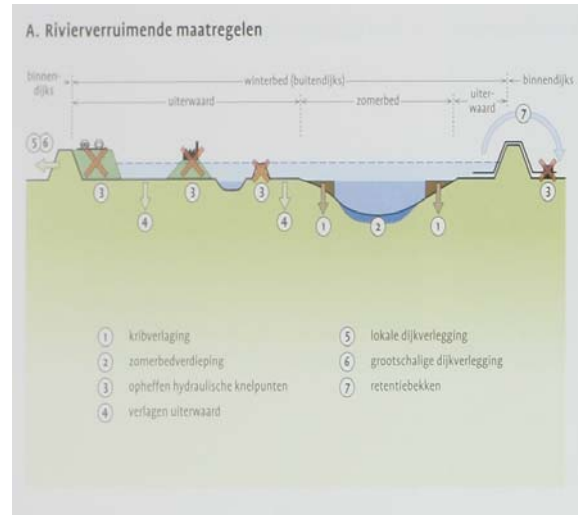


Fig. 159 River widening interventions^b

3.3.3 Waterboards



Fig. 160 Water boards^c

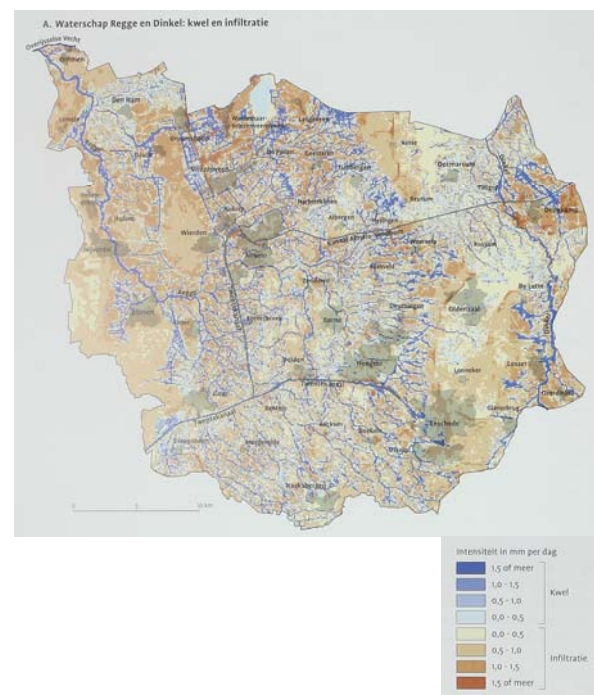


Fig. 161 Water board Regge en Dinkel seepage and infiltration^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 254

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 254

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 251

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 250

Unpoldering

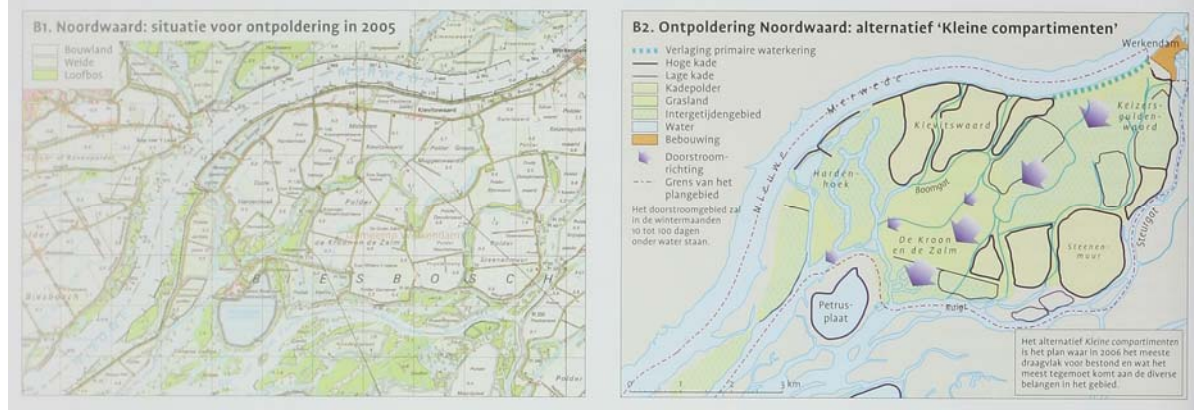


Fig. 162 Unpoldering Noordwaard^a

Creek recovery

I. Drentse Aa: extra waterberging, beekherstel en natuurontwikkeling

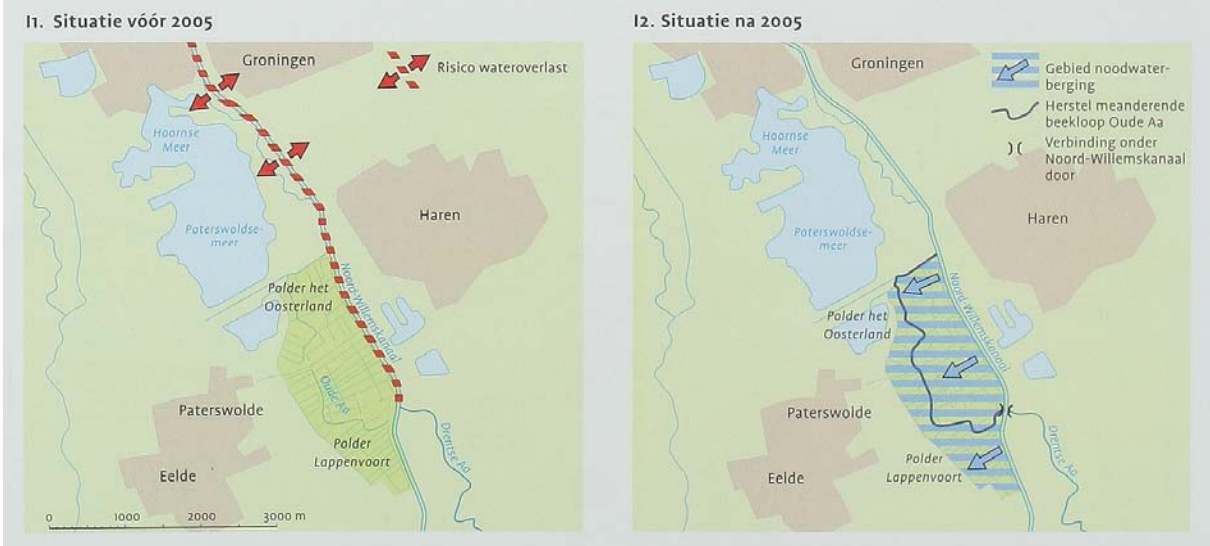


Fig. 163 Drentse Aa, extra water storage and nature development^b

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 254

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 253

3.4 Living

3.4.1 Locations

High and dry



Fig. 164 Living at sandy beach walls at the coast



Fig. 165 Living at sandy river boards between water, peat and clay^a



Fig. 166 Living between higher sand and wet brook valleys (esdorpen)

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 217

Villages

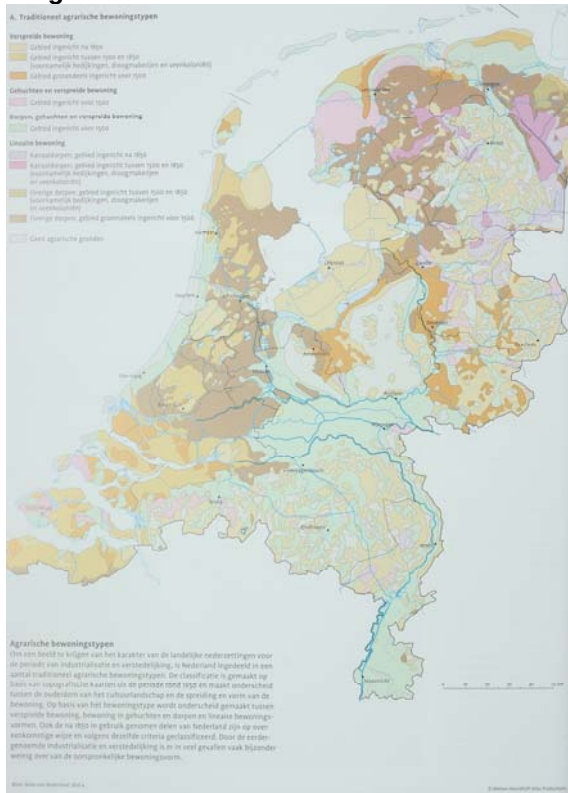


Fig. 167 Traditional agricultural occupation^a

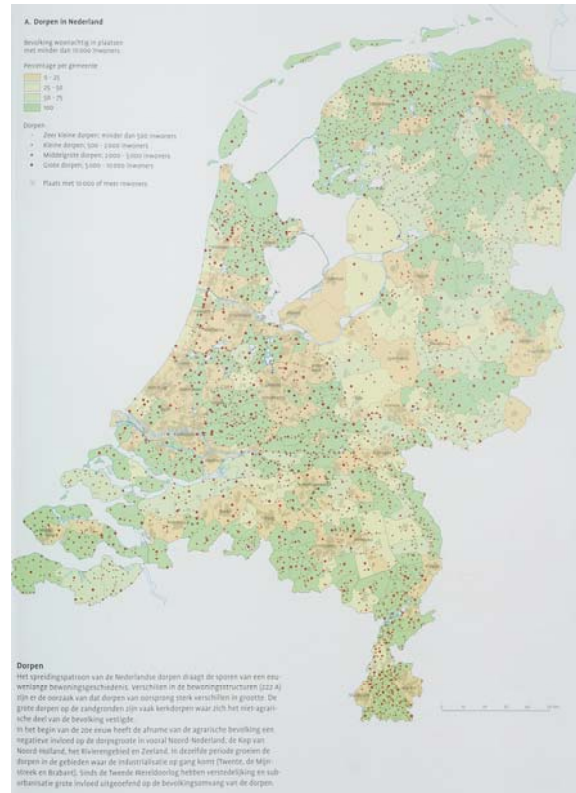


Fig. 168 Villages^b

Towns

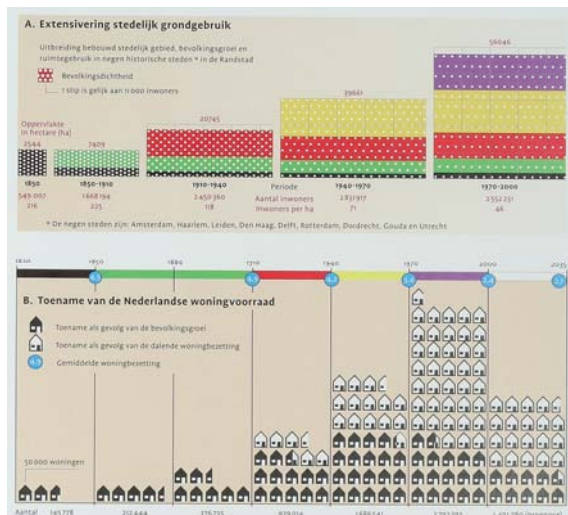


Fig. 169 Extensifying urban land use^c



Fig. 170 Growth map Randstad 1850-2000^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 222

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 223

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 225

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 225



Fig. 171 Travel time into the centre^a

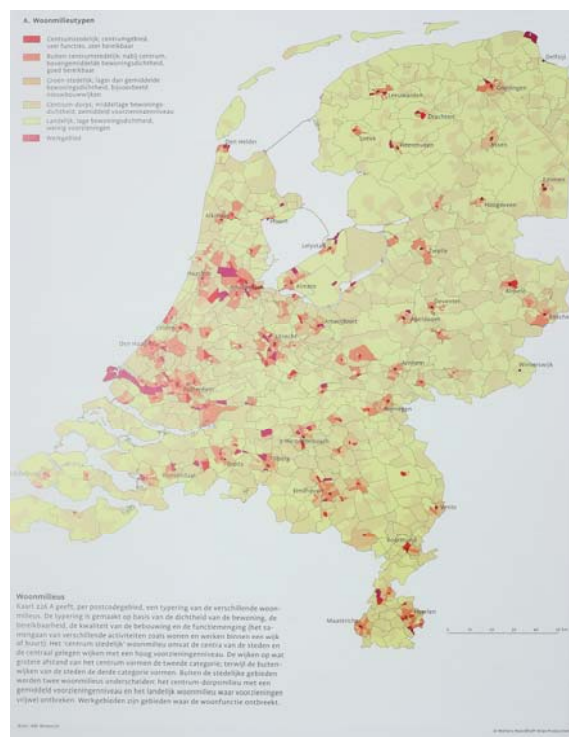


Fig. 172 Living environment types^b

3.4.2 Environment

Noise

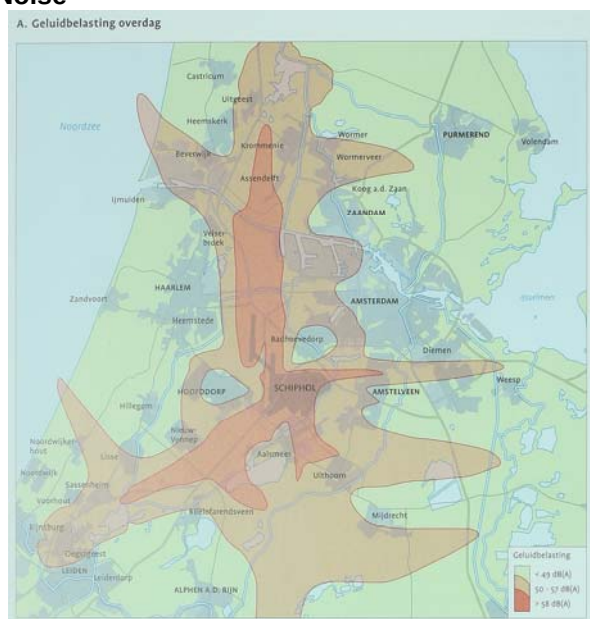


Fig. 173 Schiphol noise load^c

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 227

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 226

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 278

Air

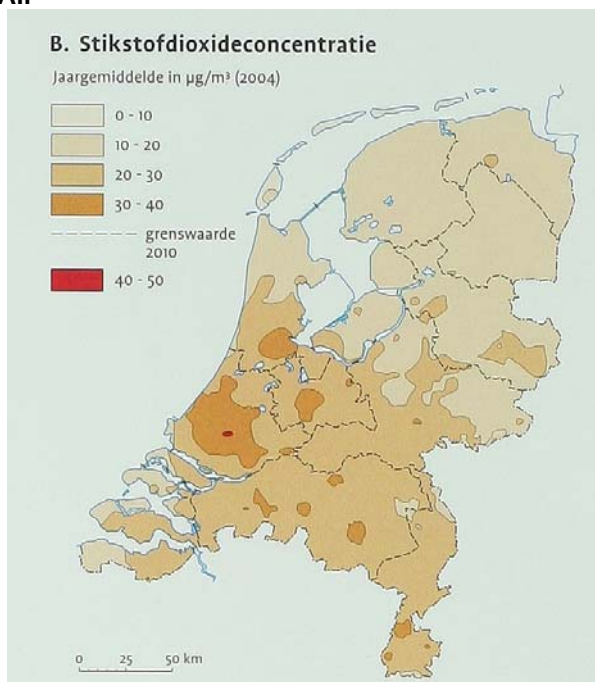


Fig. 174 Nitrogendioxide Concentration^a

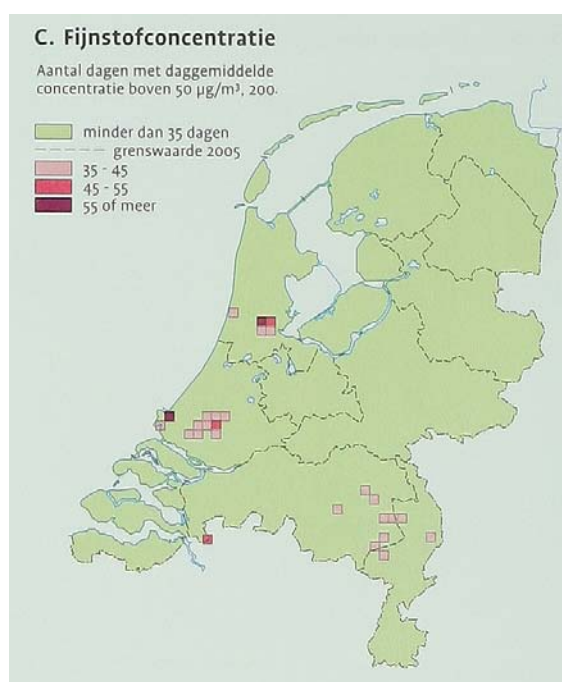


Fig. 175 Fine dust concentratiion^b

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 275

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 275

Water

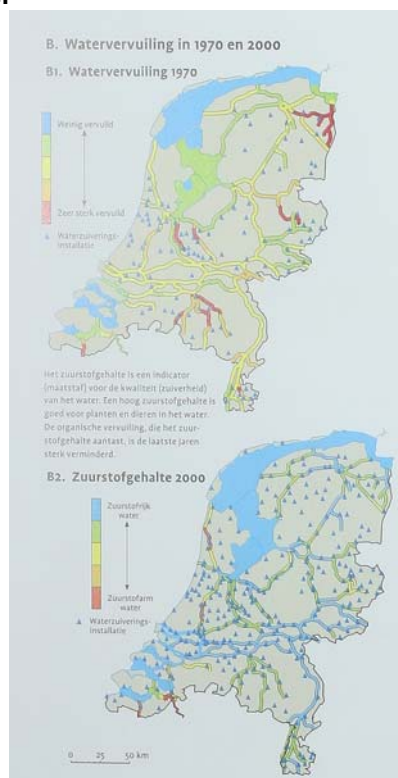


Fig. 176 Water contamination 1970 2000^a

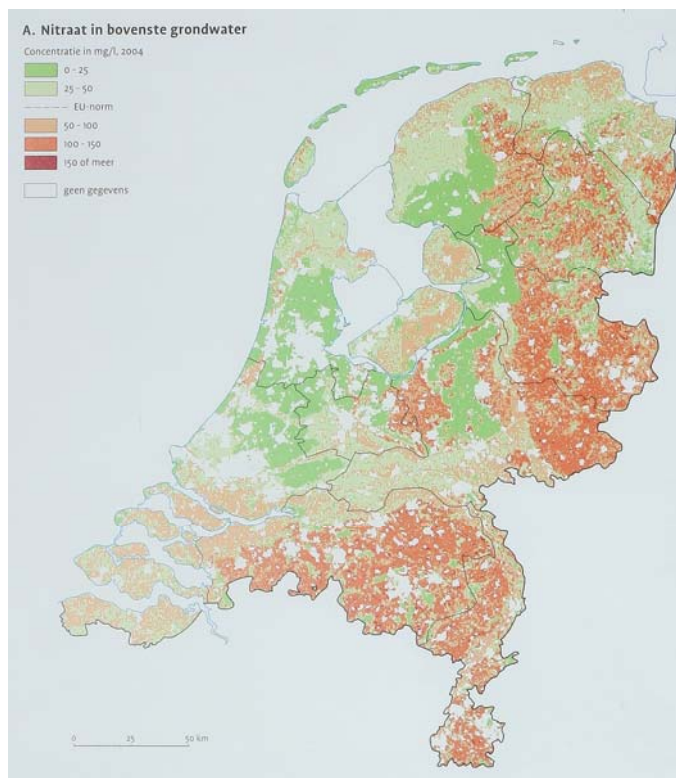


Fig. 177 Nitrate Water^b

Soil

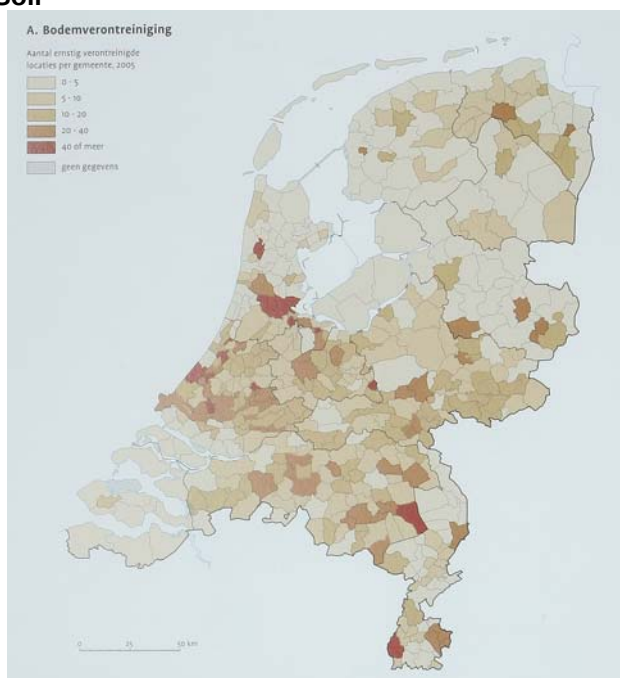


Fig. 178 Soil contamination^c

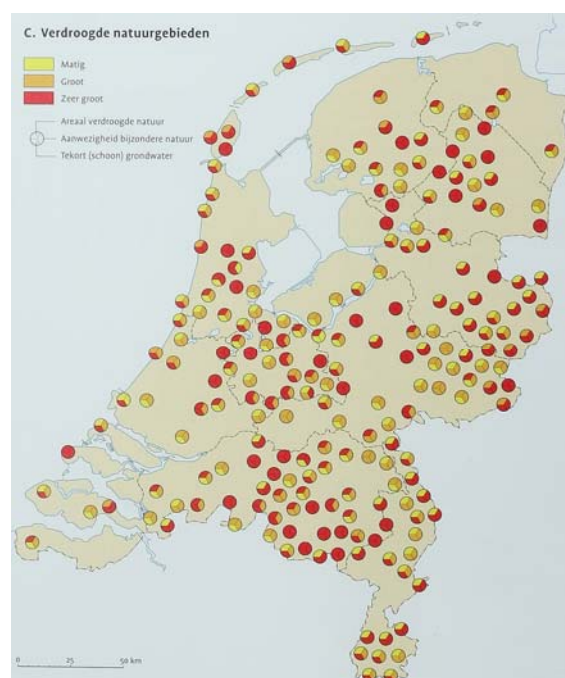


Fig. 179 Dehydration^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 276

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 276

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 274

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 276

Environmental costs

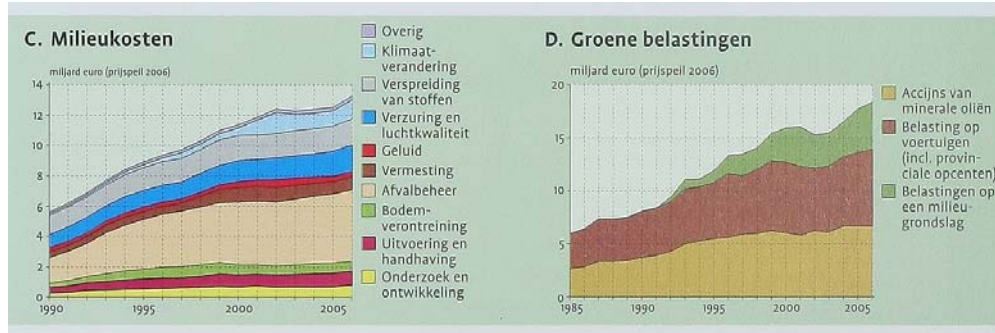


Fig. 180 Environmental costs and taxes^a

3.4.3 Nature

Environmental pressure

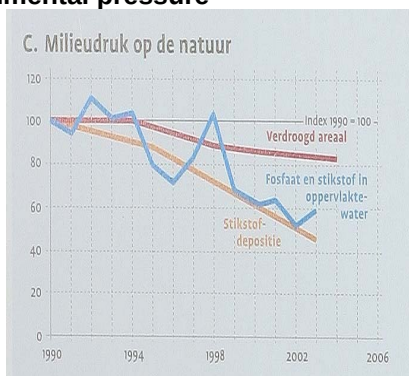


Fig. 181 Environmental pressure^b

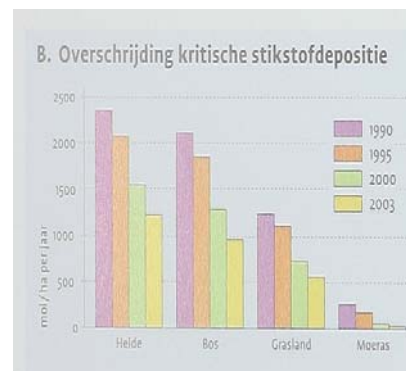


Fig. 182 Nitrogen^c



Fig. 183 Increase built-up area (Randstad)^d

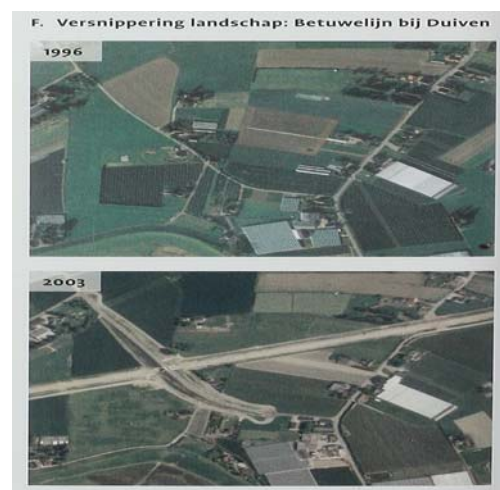


Fig. 184 Fragmentation (Betuwe)^e

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 279

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 260

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 260

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 261

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 260

Vegetation

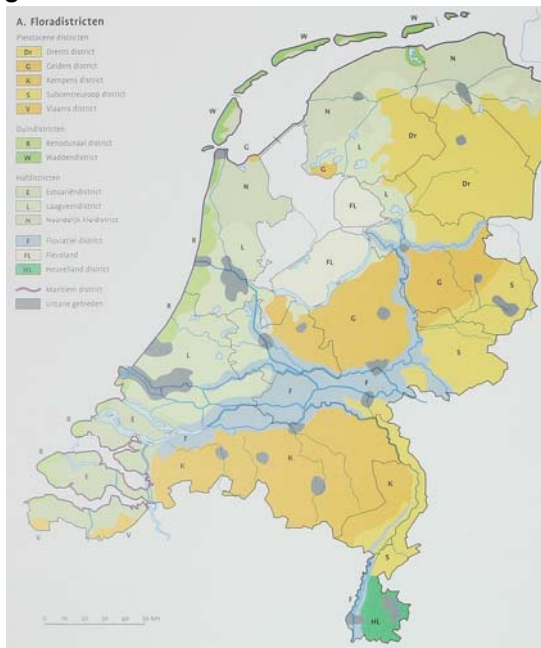


Fig. 185 Flora districts^a

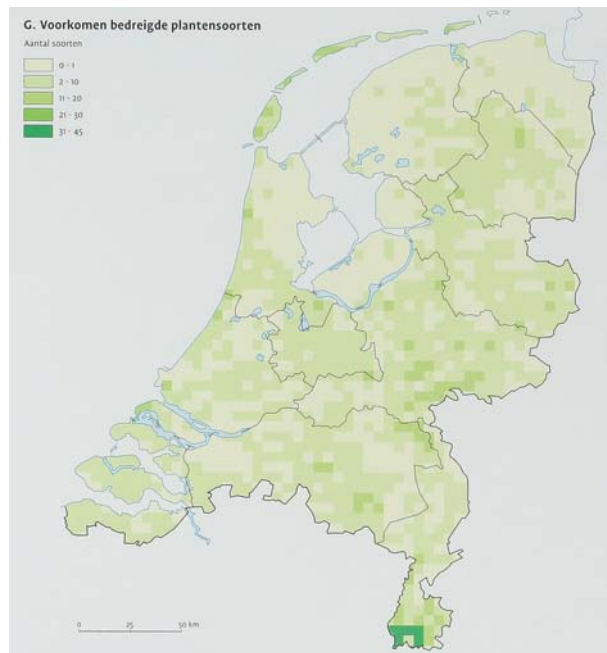


Fig. 186 Presence of threatened plants^b

Threads

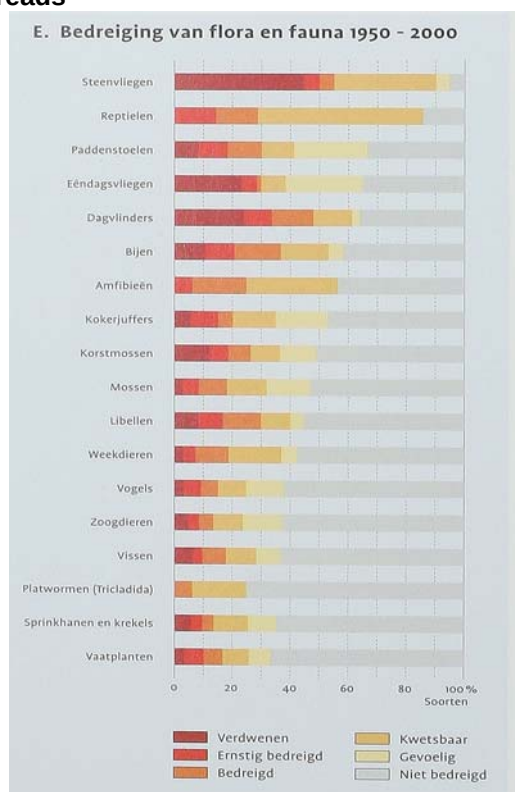


Fig. 187 Threads of flora en fauna^c

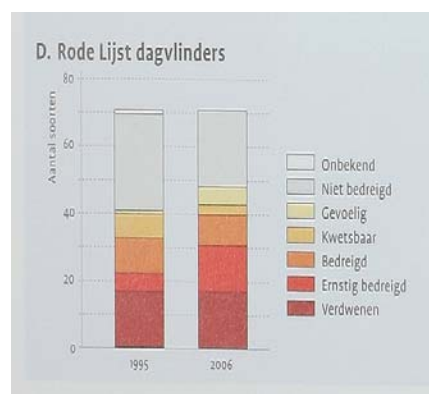


Fig. 188 Change of Fauna 1990-2005^d
Fig. 189 Red List threatened butterflies^e

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 260

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 261

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 260

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 261

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 260

Water

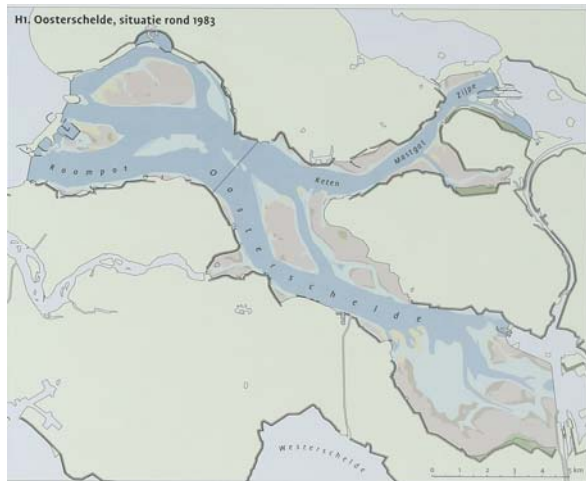


Fig. 190 Oosterschelde 1983^a

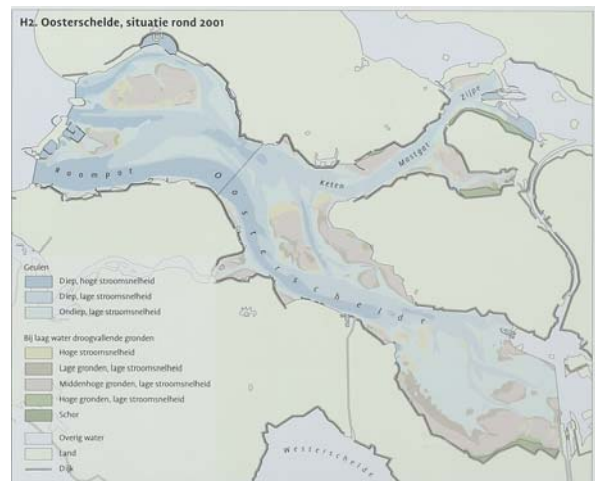


Fig. 191 Oosterschelde 2001^b

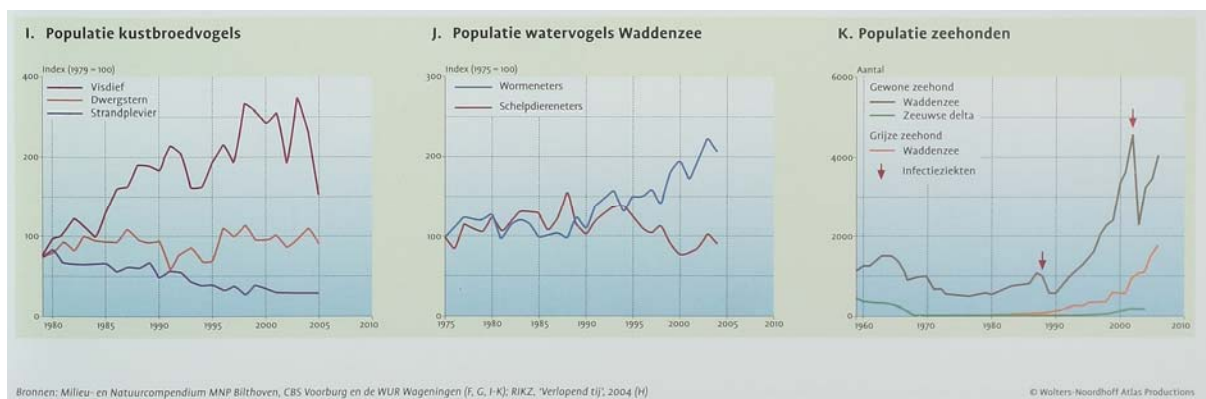


Fig. 192 Development sea animals^c

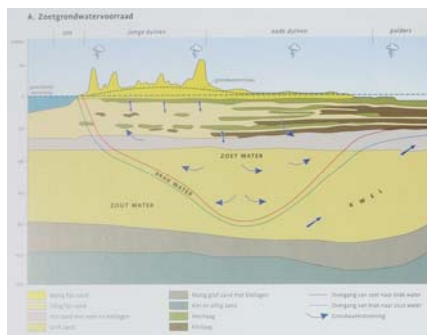


Fig. 193 Freshwater storage in dunes^d

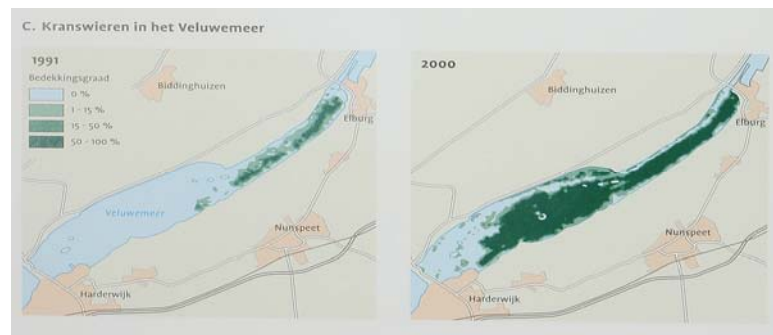


Fig. 194 Charales in the Veluwemeer^e

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 271

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 271

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 271

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 268

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 268

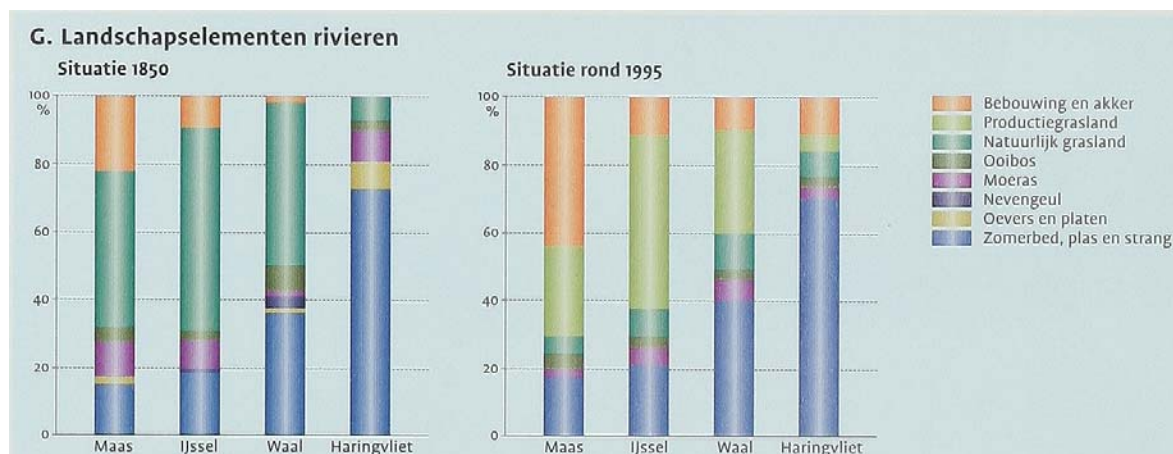


Fig. 195 Landscape elements of rivers^a



Fig. 196 Fresh water areas^b

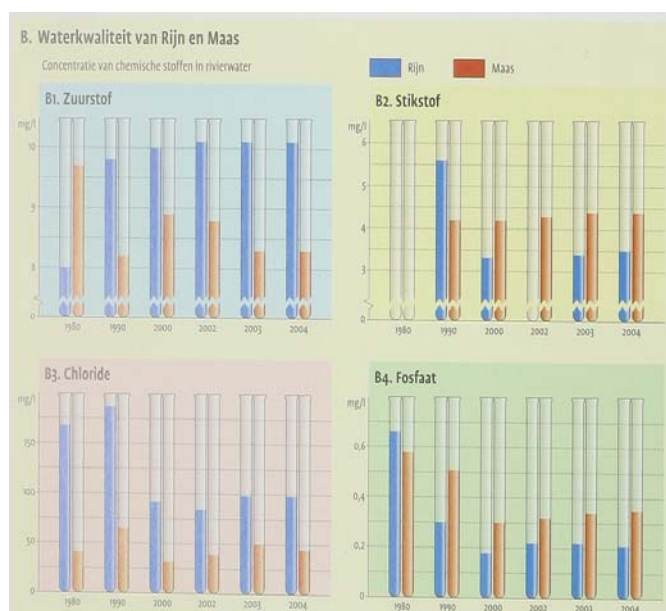


Fig. 197 Water quality of Rhine and Meuse^c

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 269

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 268

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 268

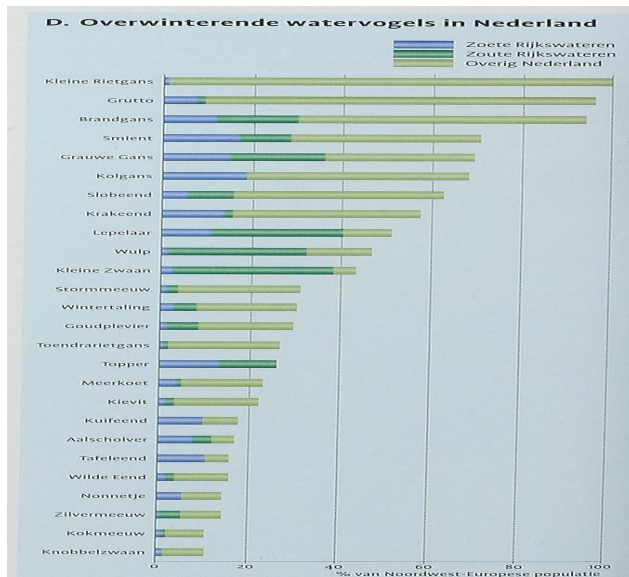


Fig. 198 Wintering water birds in the Netherlands^a

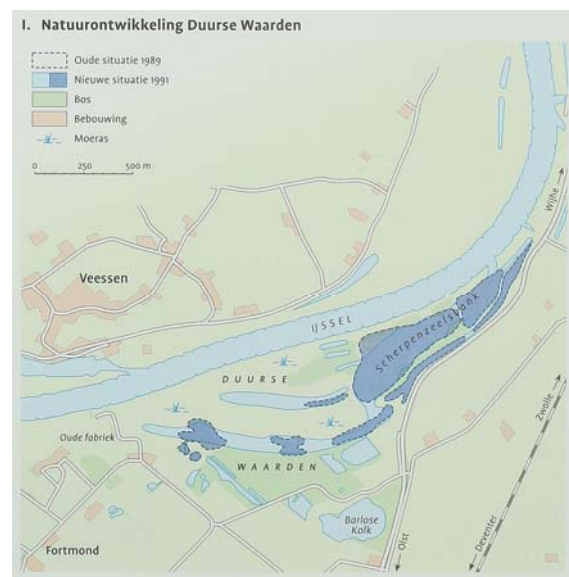


Fig. 199 Nature development Duurse Waarden^b

Koast

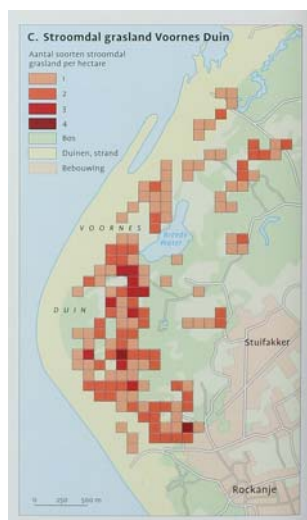


Fig. 200 'Stroomdalgrasland' Voornes Duin^c

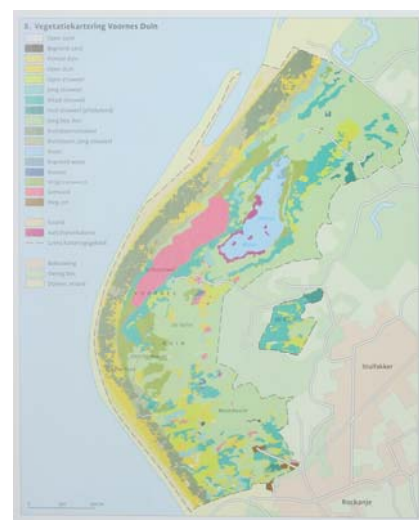


Fig. 201 Vegetation mapping Voornes Duin^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 268

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 269

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 264

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 264

Peat

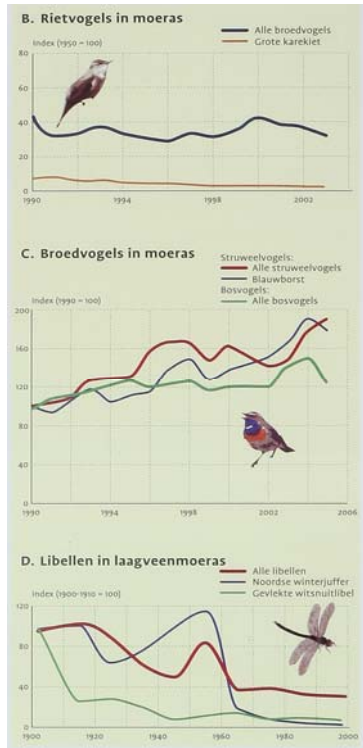


Fig. 202 Swamp fauna development^a

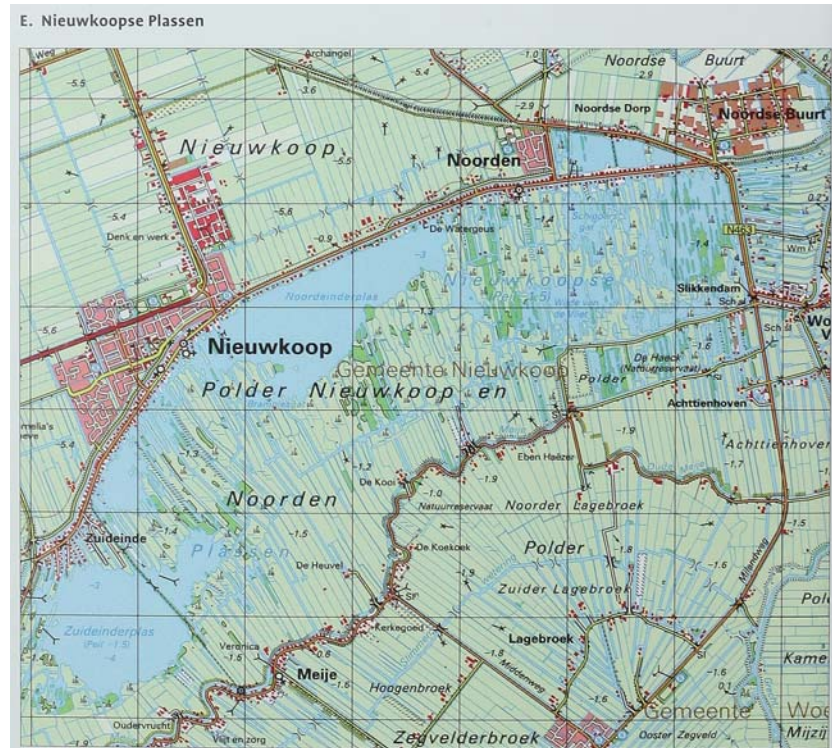


Fig. 203 Nieuwkoopse Plassen^b

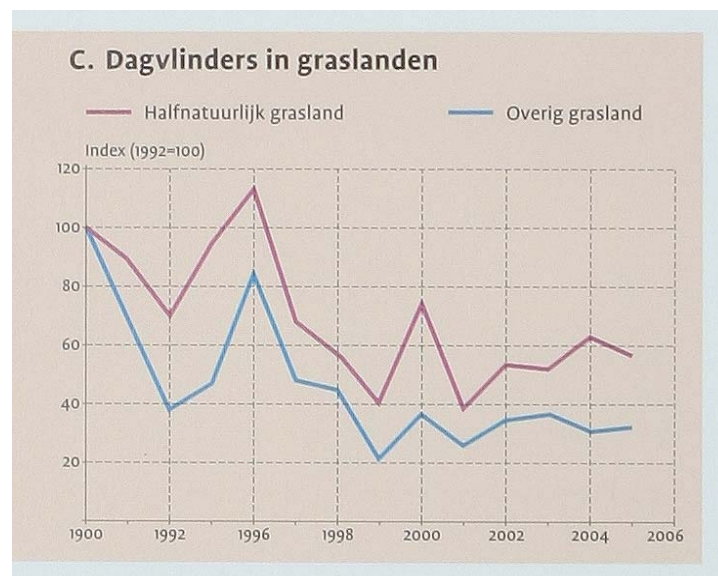


Fig. 204 Day butterflies in grasslands^c

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 266

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 266

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 272

Forest



Fig. 205 Development of forest surface^a

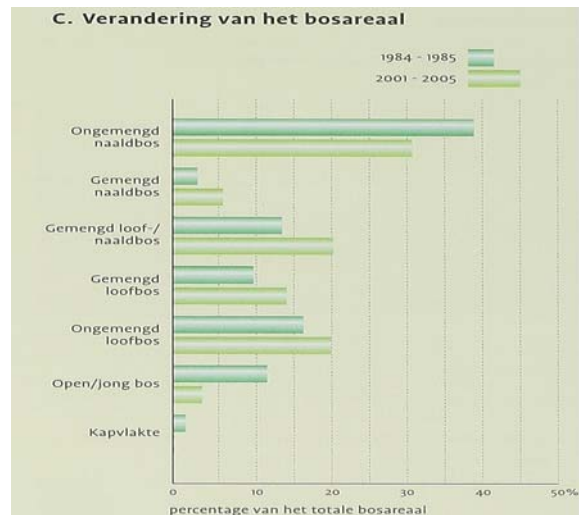


Fig. 206 Changing area of forest^b



Fig. 207 Birds in old forests^c



Fig. 208 Birds eye perspective of the source area Vledder Aa (future image)^d



Fig. 209 Day butterflies of forest and sand^e



Fig. 210 Forest transformation Drents-Friese Wold^f

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 265

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 265

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 265

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 265

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 265

^f Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 265

Heather

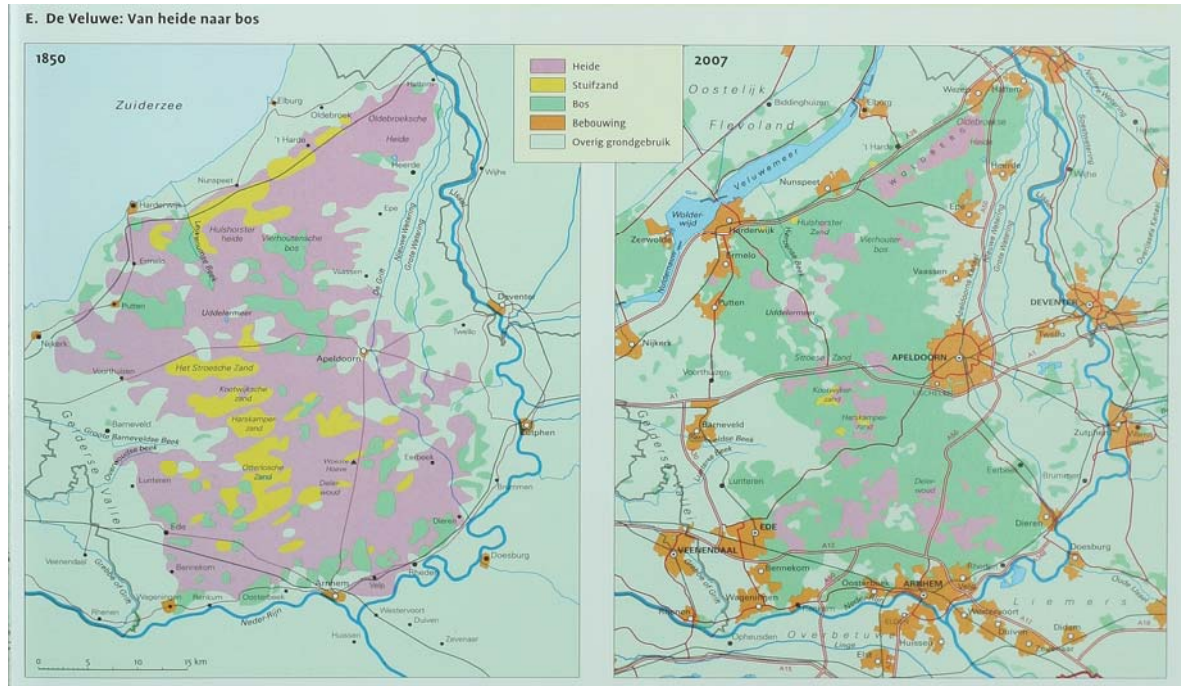


Fig. 211 De Veluwe from heather into forest^a

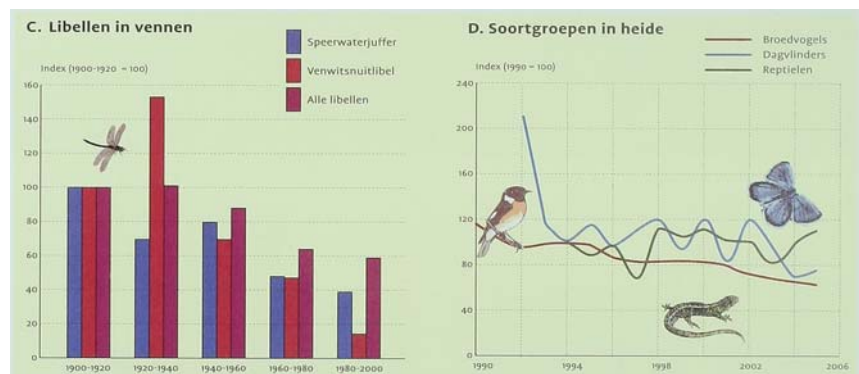


Fig. 212 Development of species groups of pools and heath^b

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 267

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 267

Brook valleys

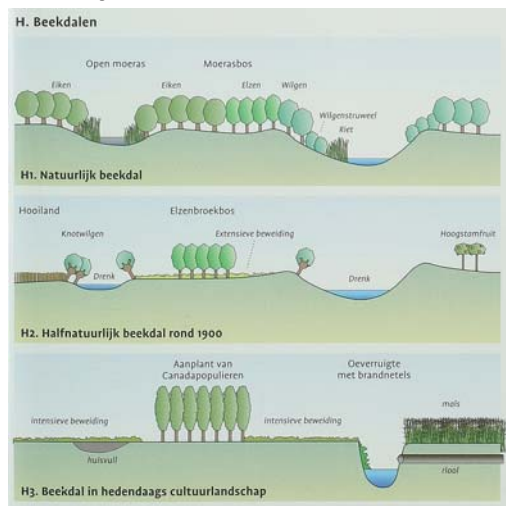


Fig. 213 Brook valleys^a

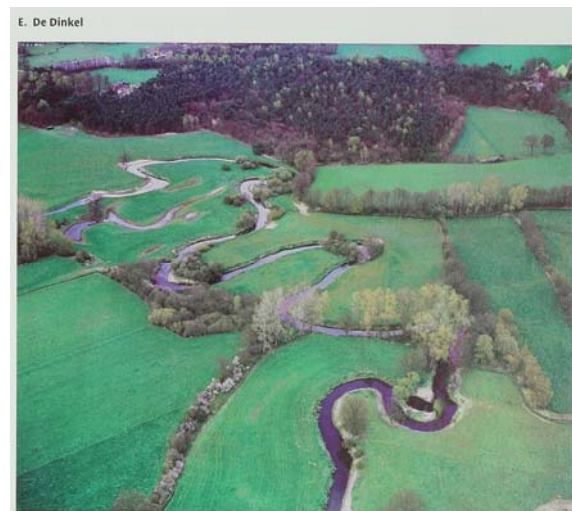


Fig. 214 De Dinkel^b



Fig. 215 Brooks becoming land ('verlanding')^c

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 269

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 269

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 266

Nature protection



Fig. 216 National parks and landscapes^a



Fig. 217 Ecological main structure (EHS)^b

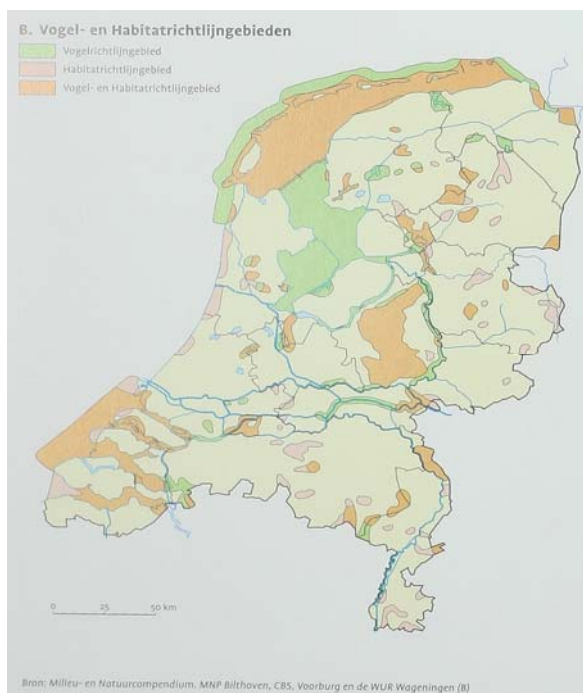


Fig. 218 Birds- en Habitat directive areas^c

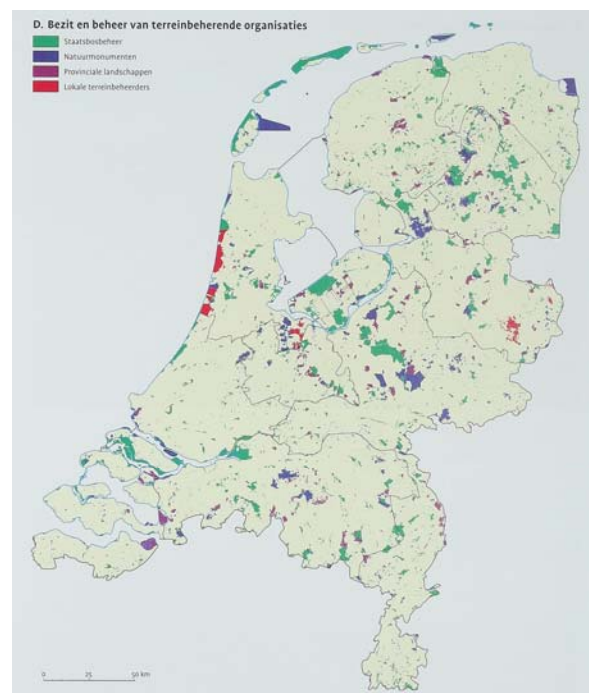


Fig. 219 Property and management nature-organisations^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 262

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 262

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 262

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 263

Nature organisations

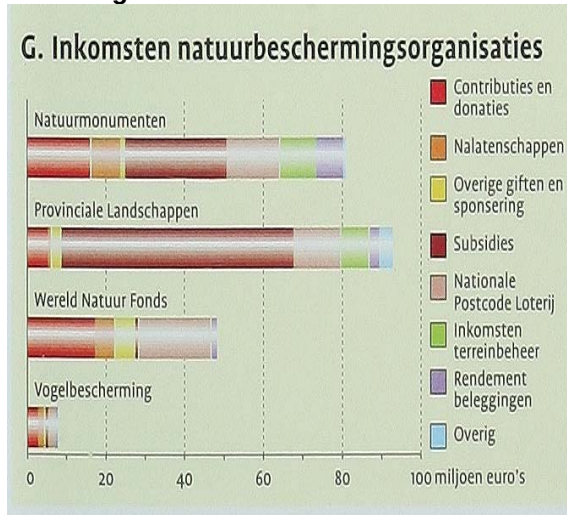


Fig. 220 Income Nature protection organisations^a

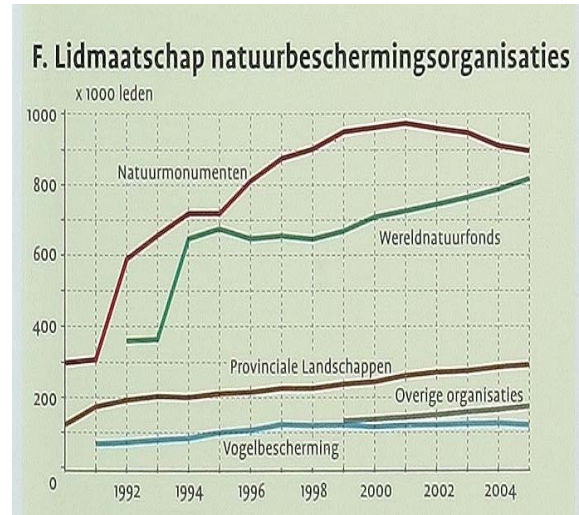


Fig. 221 Membership Nature protection organisations^b

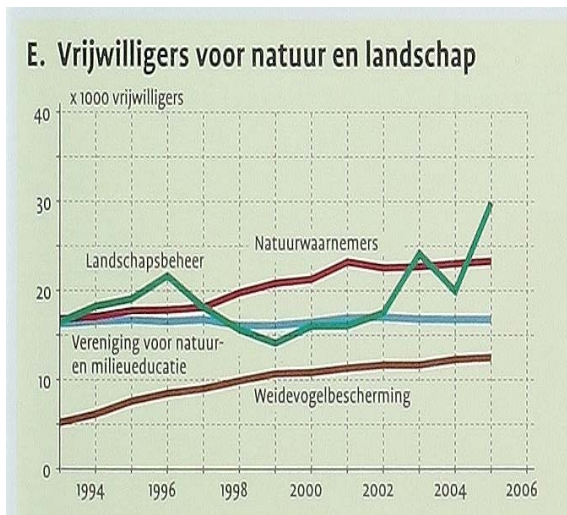


Fig. 222 Volunteers^c

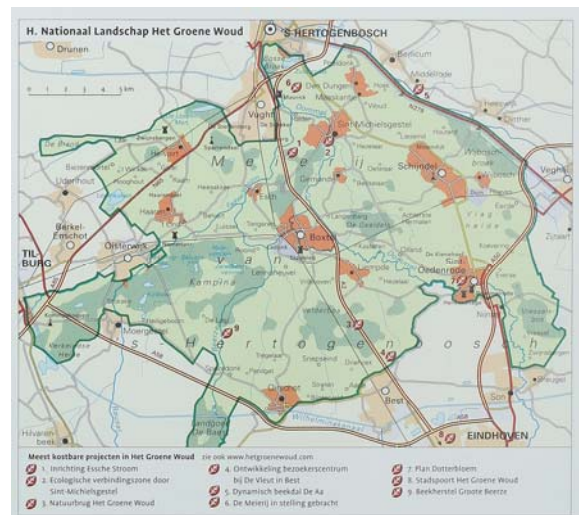


Fig. 223 National Landscape Het Groene Woud^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 263

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 263

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 263

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 263

Public greenery

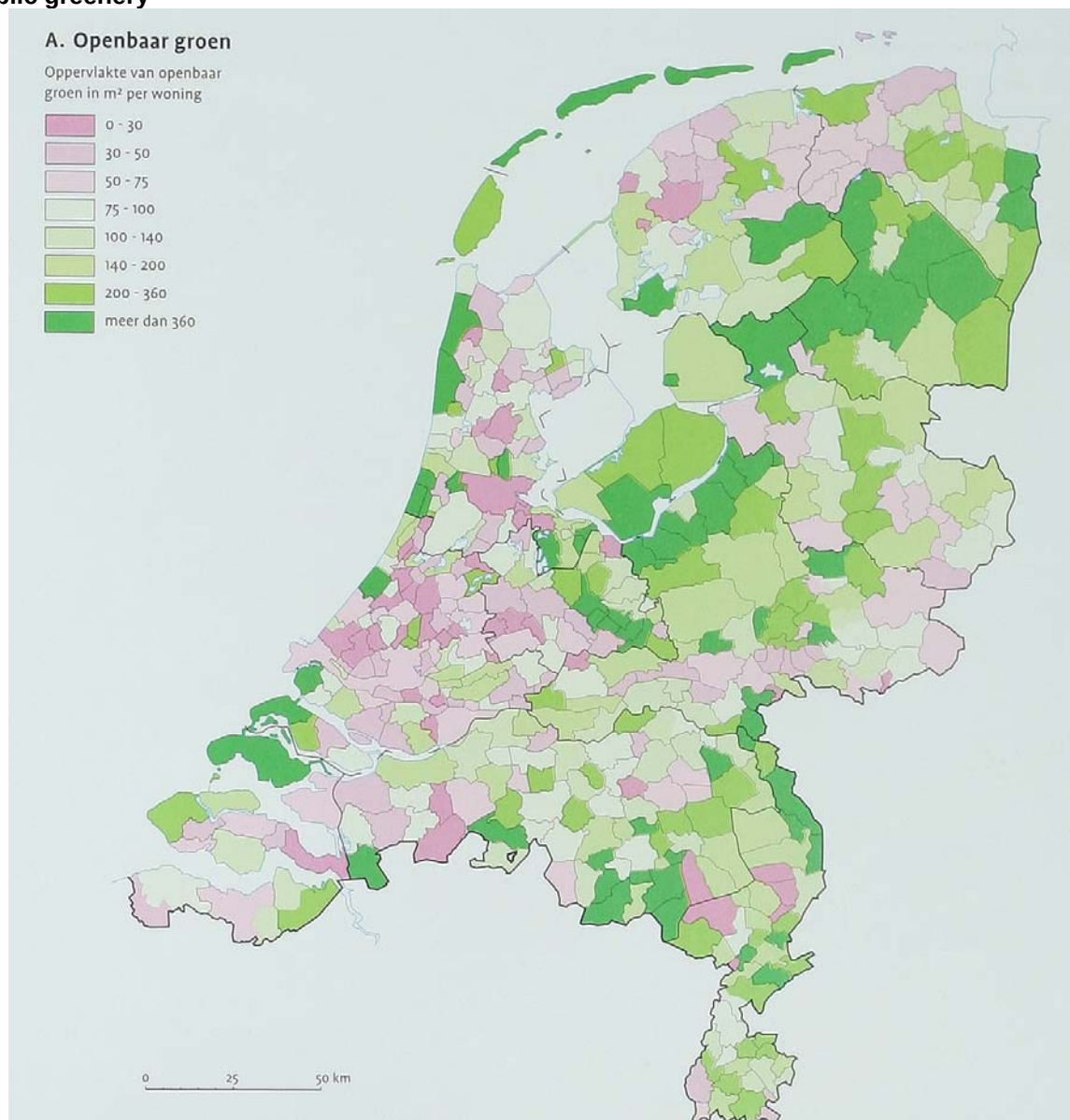


Fig. 224 Public green per dwelling^a

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 273

3.4.6 Urbanism

Examples



Fig. 230 Urban renewal Bijlmermeer^a



Fig. 231 Leidsche Rijn areal photograph^b



Fig. 232 Leidsche Rijn 1992^c



Fig. 233 Leidsche Rijn 2004^d



Fig. 234 Heerenveen Areal photograph^e



Fig. 235 Heerenveen 1982^f



Fig. 236 Heerenveen 2005^g

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 233

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 234

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 234

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 234

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 234

^f Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 234

^g Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 234



Fig. 237 Groningen Meerstad 1850^a



Fig. 238 Groningen Meerstad 2006^b



Fig. 239 Groningen Meerstad birds eye perspective^c

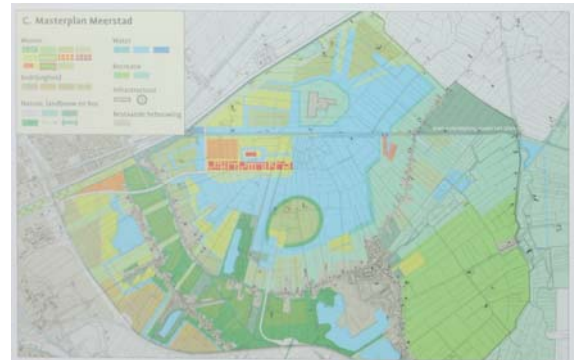


Fig. 240 Groningen Meerstad Masterplan^d



Fig. 241 Groningen Meerstad Water^e



Fig. 242 Groningen Meerstad ecology^f



Fig. 243 Groningen Meerstad Identity^g



Fig. 244 Groningen Meerstad Infrastructure^h

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 236
^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 236
^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 236
^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 236
^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz.
^f Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz.
^g Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz.
^h Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz.

3.4.7 Inheritance management



Fig. 245 Fort Steurgat 1930^a



Fig. 246 Fort Steurgat 2004^b



Fig. 247 Fort Steurgat Plan^c



Fig. 248 Wieringen 1850^d



Fig. 249 Wieringen 2003^e



Fig. 250 Wieringen Plan
Randmeer^f

3.4.8 Nature management



Fig. 251 Tiengemetten Areal
photograph^g



Fig. 252 Tiengemetten 2002^h



Fig. 253 Tiengemetten master
planⁱ

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 239

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 239

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 239

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 240

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 240

^f Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 240

^g Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 241

^h Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 241

ⁱ Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 241

3.5 Infrastructure

3.5.1 Harbours

History

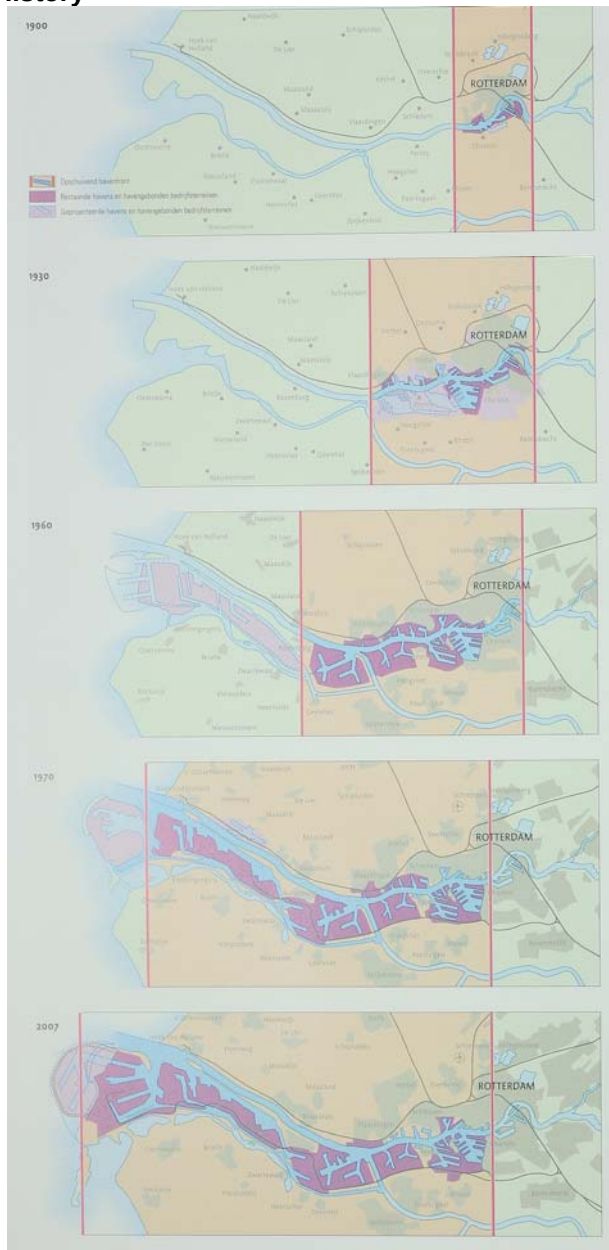


Fig. 254 Harbour Rotterdam 1900-2007^a

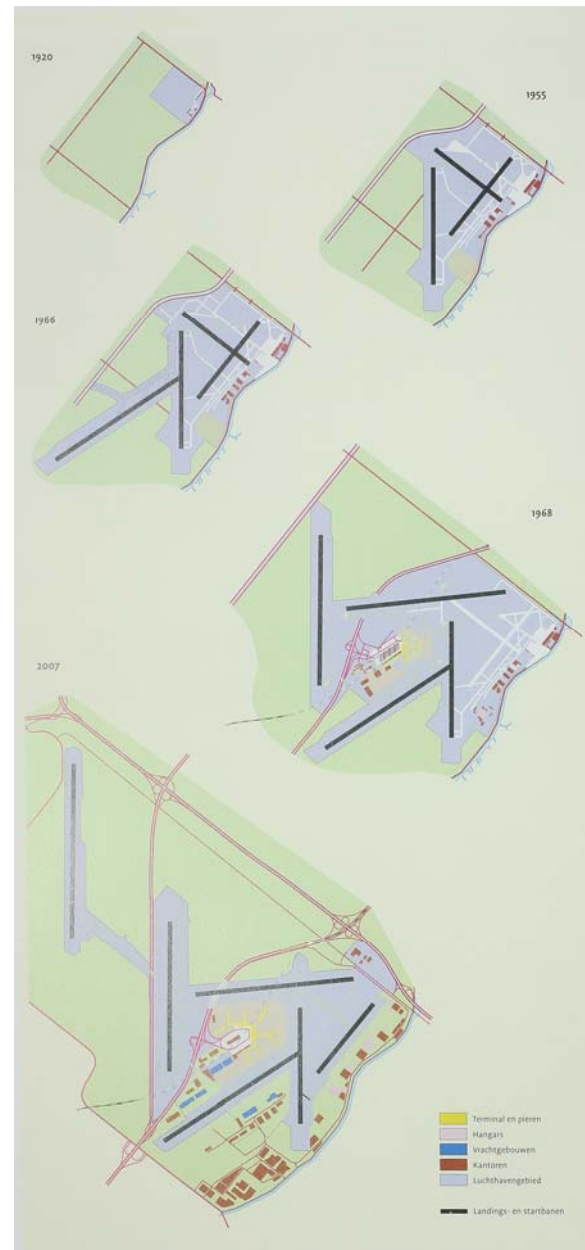


Fig. 255 Airport Schiphol 1920-2007^b

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 466

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 474

Functions



Fig. 256 Harbour Rotterdam West^a



Fig. 257 Harbour Rotterdam Oost^b

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 464

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 465

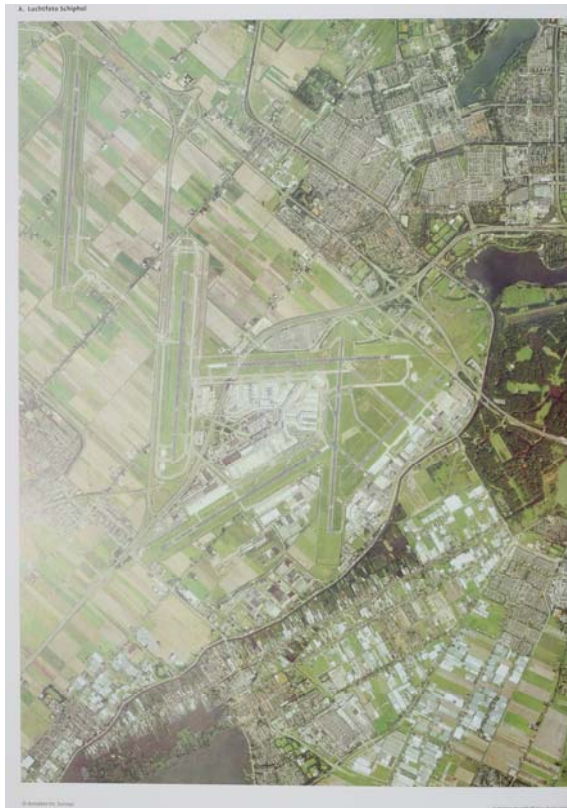


Fig. 258 Areal photograph Schiphol^a

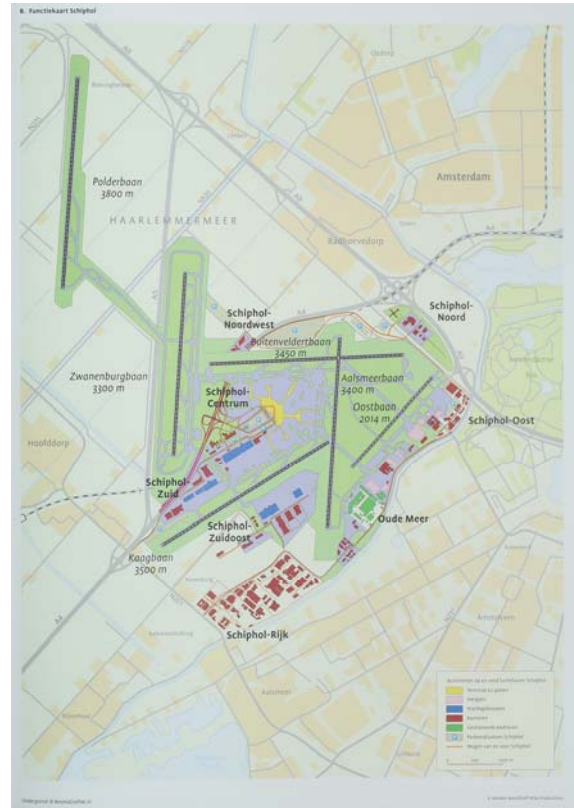


Fig. 259 Function map Schiphol^b



Fig. 260 Schiphol departure hall^c



Fig. 261 Schiphol arrival hall^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 472

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 472

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 475

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 475

3.5.2 Water ways

History



Fig. 262 Barge canals (17th) Gloden Century^a



Fig. 263 Water ways 1800-2007^b



Fig. 264 Regional water ways 1875-2007 Veendam^c

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 448

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 448

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 448

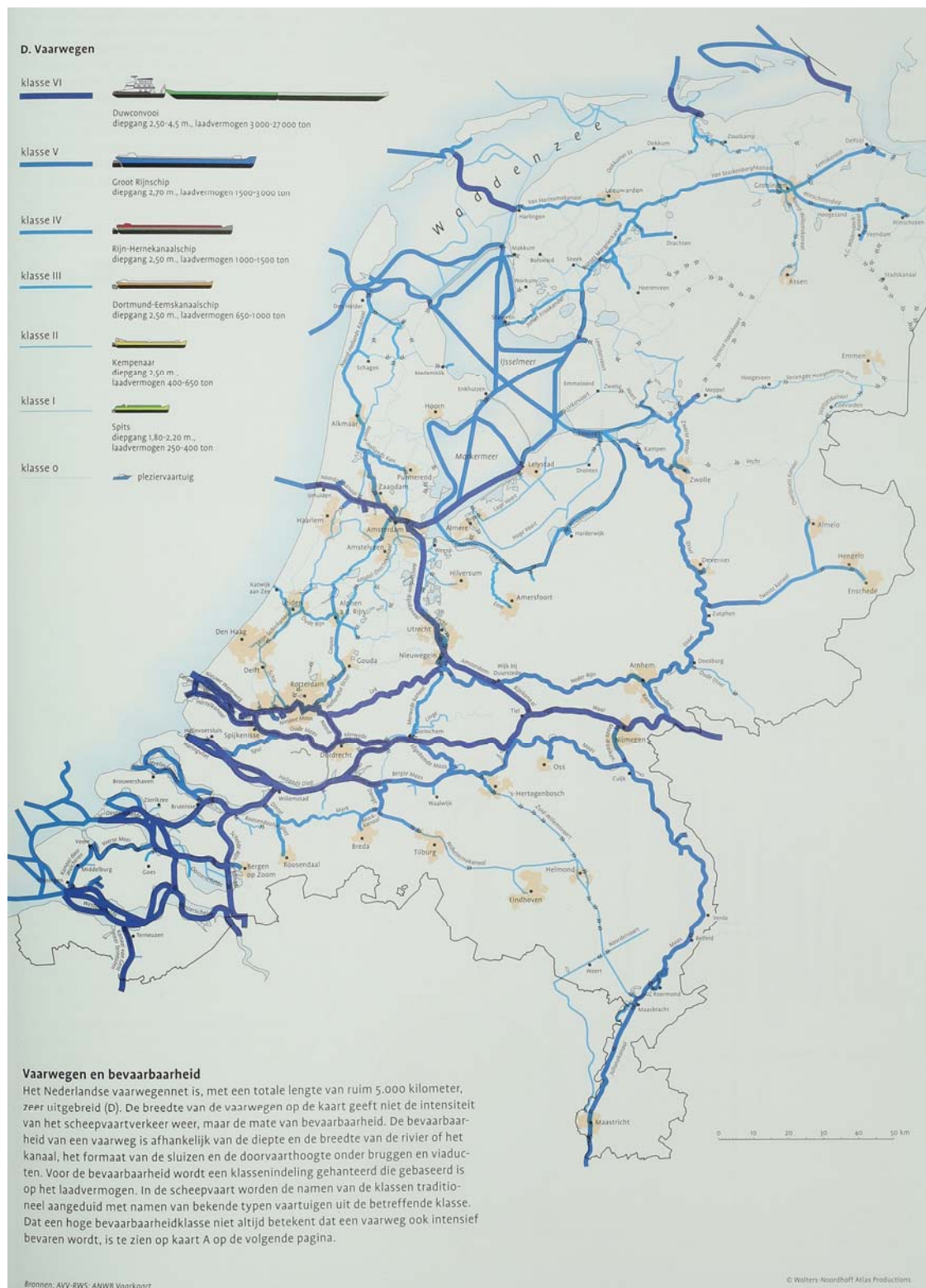


Fig. 265 Water ways^a

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 449

Transportation of goods

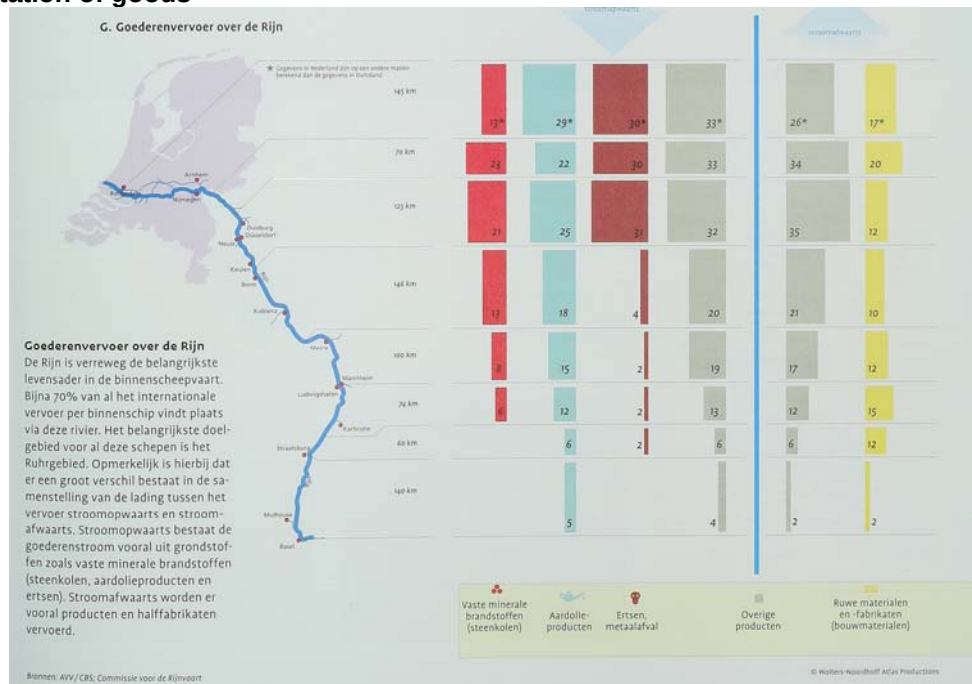


Fig. 266 Shipment of goods at the river Rhine^a

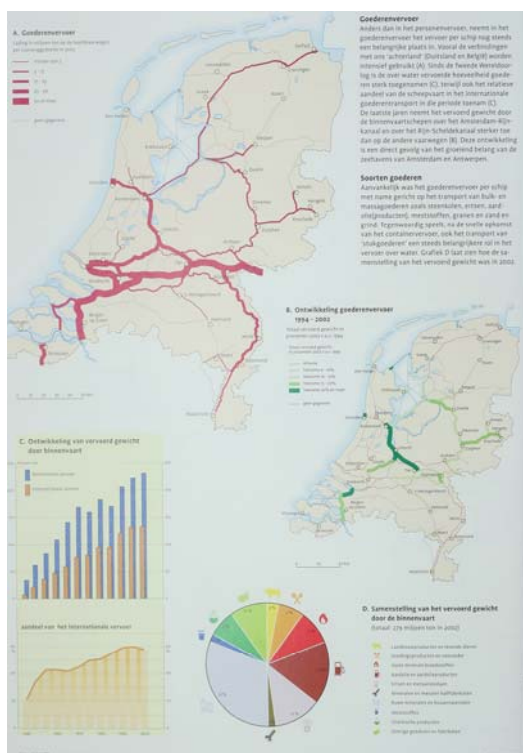


Fig. 267 Shipment^b



Fig. 268 Inland navigation transfer points^c

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 451

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 450

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 451

3.5.3 Railways

History



Fig. 269 Railways 1860-2007^a



Fig. 270 Railways 1860-2007 graph^b

Transportation of persons and goods



Fig. 271 Railways 2007^c

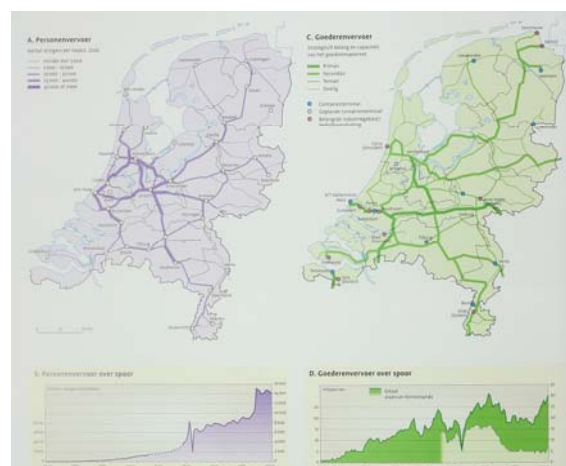


Fig. 272 Railway transport of persons and goods^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 452

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 452

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 453

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 454



Fig. 273 Betuwe railway^a



Fig. 274 Direct railway connections into foreign countries^b

3.5.4 Regional networks

Trams

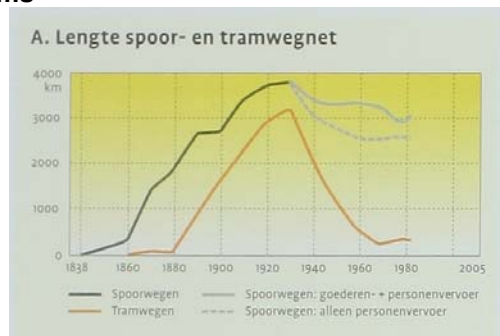


Fig. 275 Length of rail- and tramways^c



Fig. 276 Tramways 1934^d

Lightrail



Fig. 277 Lightrail- and regional networks^e

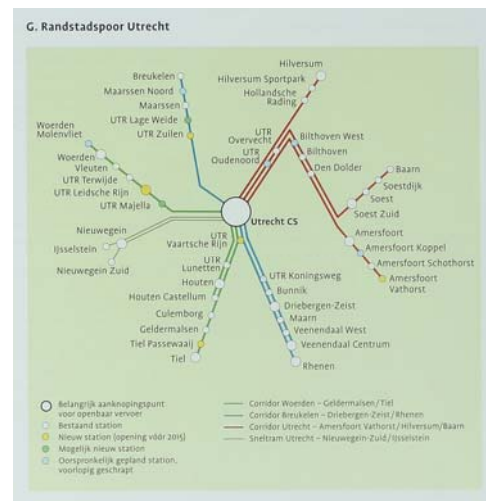


Fig. 278 Randstadspoor Utrecht^f

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 454

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 455

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 456

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 456

^e Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 455

^f Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 455

Busses

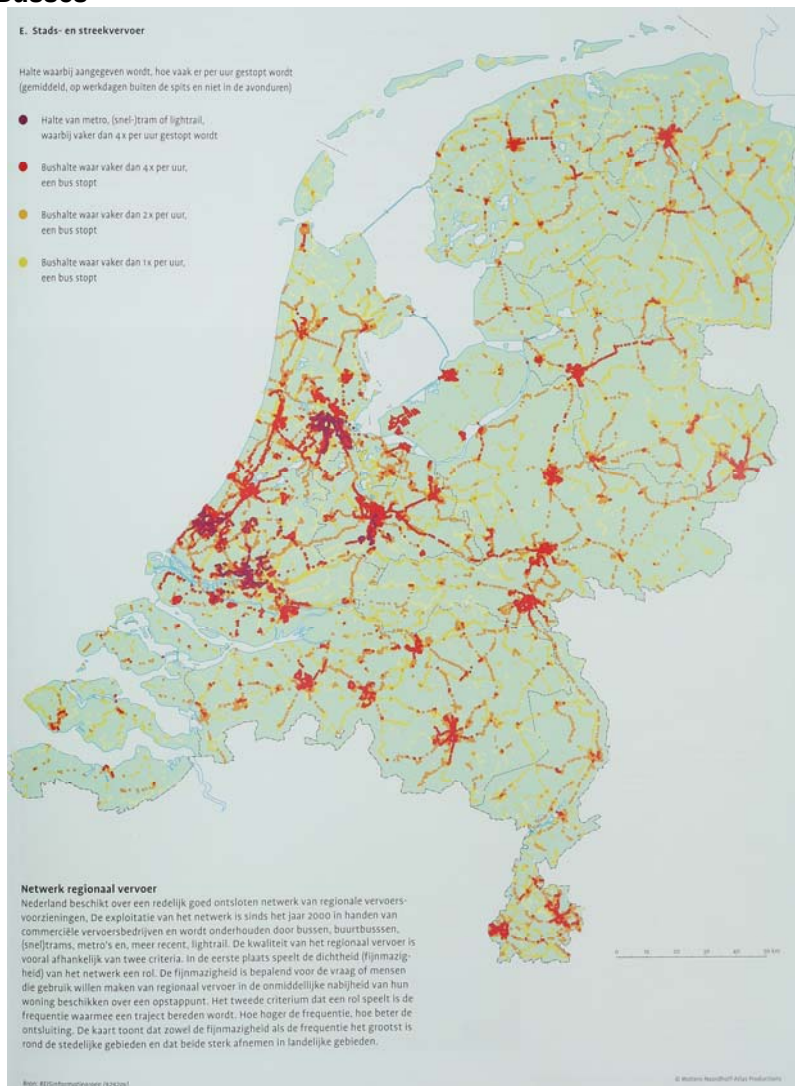


Fig. 279 Urban and regional public transport^a



Fig. 280 Bus enterprises and regional public transport 1953-2007^b

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 457

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 456

3.5.5 Highways

History

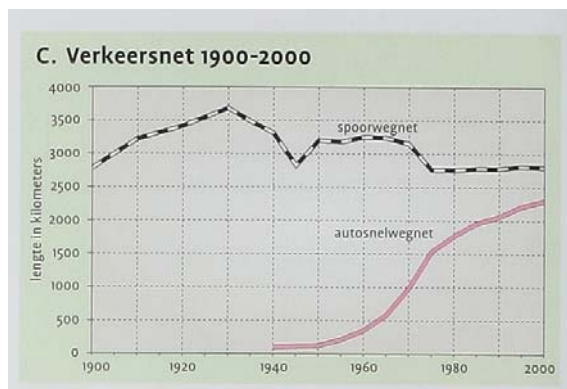


Fig. 281 Length rail- and highway network^a

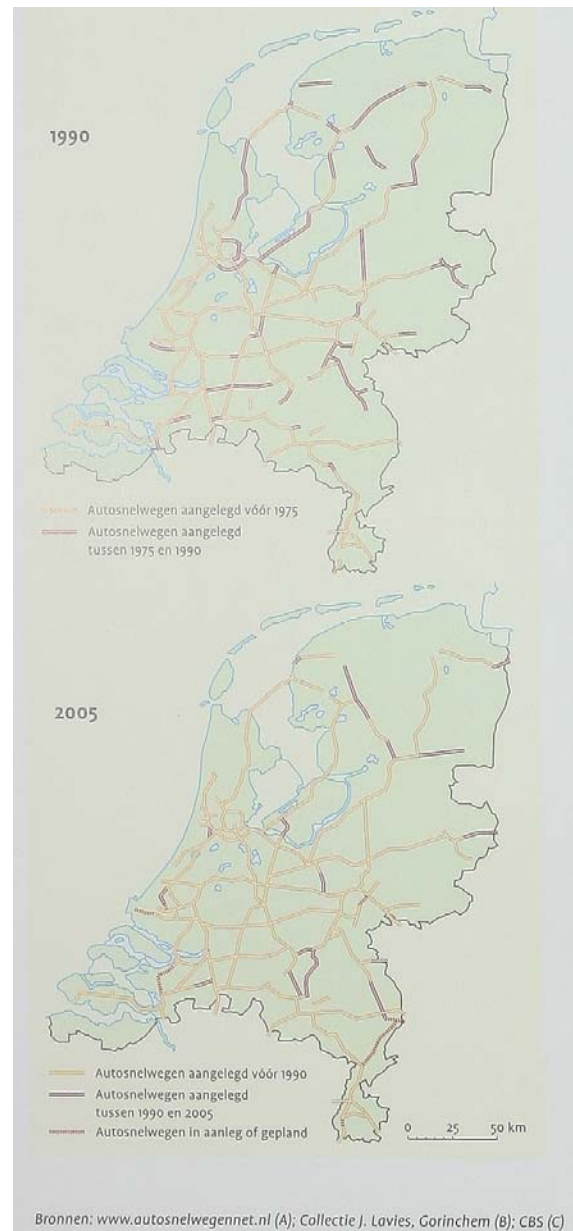


Fig. 282 Highways 1960-2005^b

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 458

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 458

Main roadnetwork



Fig. 283 Main road network^a

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 459

Intensity



Fig. 284 Intensity road traffic (motorvehicles per working day 1999)^a



Fig. 285 Intensity cargo transport (trucks per working day 1999)^b

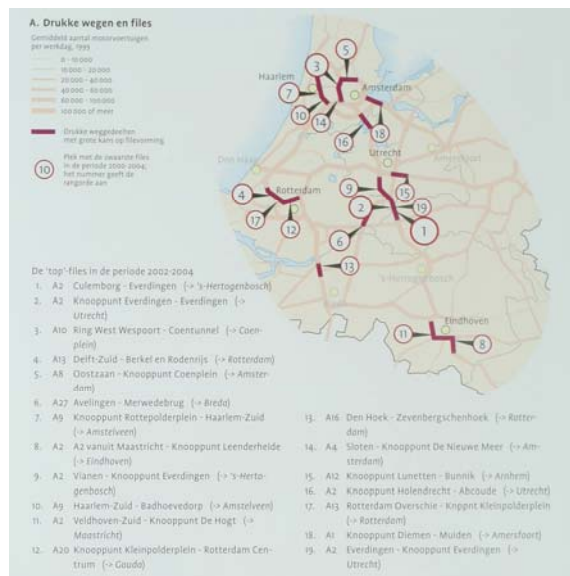


Fig. 286 Traffic jams^c



Fig. 287 Capacity increasing interventions^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 460

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 460

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 461

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 461

Traffic safety



Fig. 288 Lanes^a

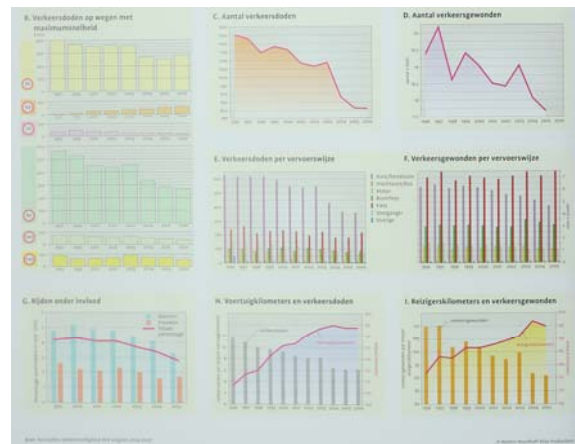


Fig. 289 Traffic safety^b

3.5.6 Traffic

Travel motives and ways of travel

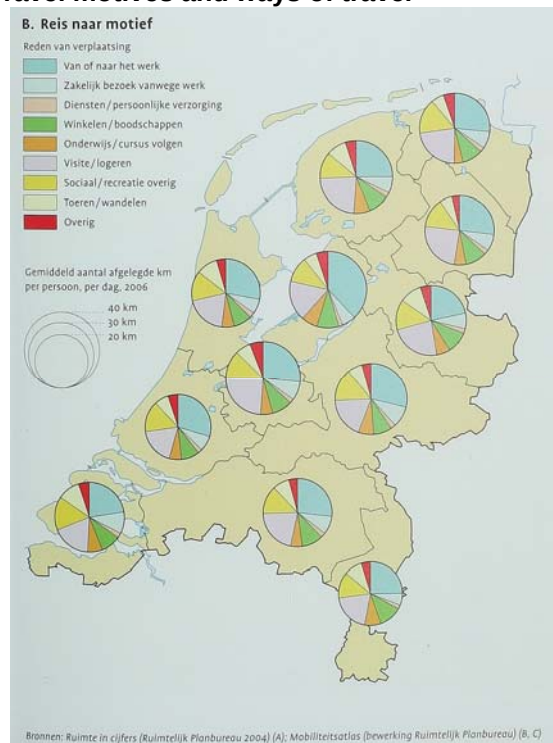


Fig. 290 Trips according to motive^c

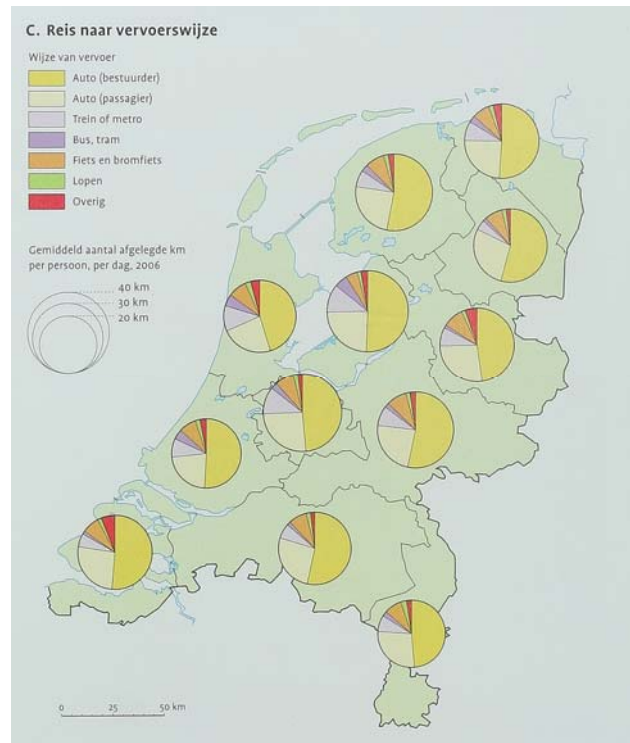


Fig. 291 Trips according to ways of travel 2006^d

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 461

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 462

^c Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 463

^d Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 463

Actual modal split

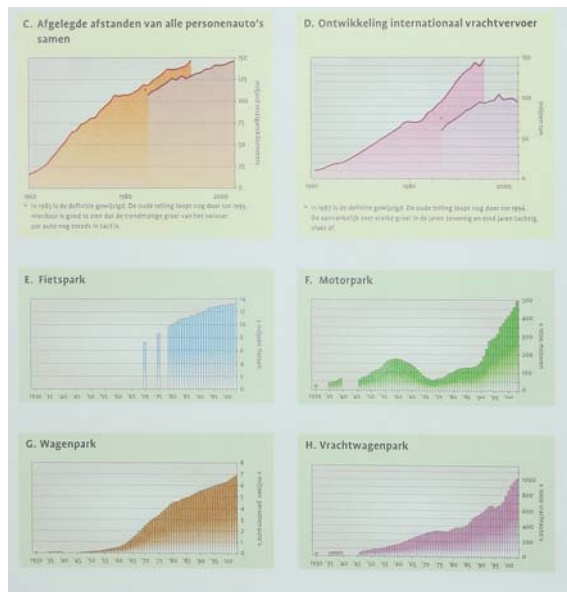


Fig. 292 Means of transport^a

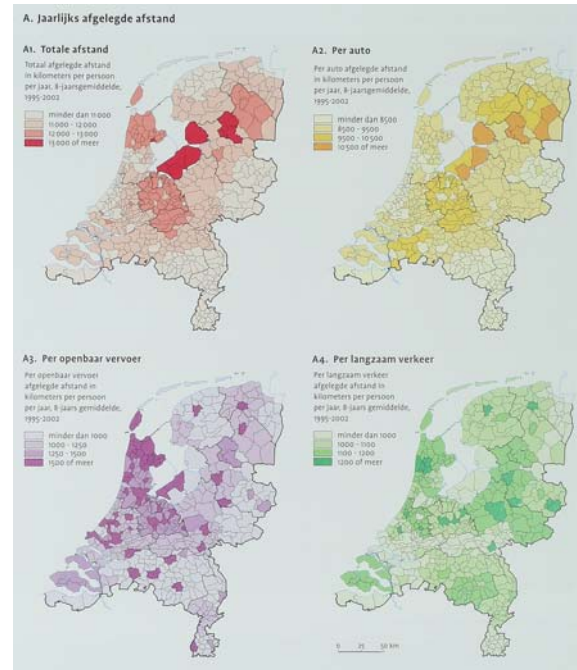


Fig. 293 Yearly covered distance 1995-2002^b

3.5.7 Hierarchy of connections

Dry and wet connections

Everybody knows many names of wet and dry connections, regardless of their function (Fig. 294). They seem to fit nearly logarithmically at a constant difference of scale multiplying the mesh width each time approximately by 3. That rather precise scale articulation has practical backgrounds.^c

NETWORK		BLUE LEGEND		BLACK LEGEND	
density	mesh/ exit interval		NAME	nominal width	NAME
km/km ²	km nominally	width 1%		m	
0.002	1000	≥10000	sea		
0.007	300	3000	lake	120	continental highway
0.02	100	1000	stream/pond	100	national highway
0.07	30	300	river/waterway	80	regional highway
0.2	10	100	brook/canal	70	local highway
0.7	3	30	race	60	urban highway
2	1	10	watercourse	40	district road
7	0.3	3	ditch	30	main street
20	0.1	1	small ditch	20	street
70	0.03	0.3	trench	10	path

Fig. 294 Names of networks on the higher levels of scale¹

However, in reality it is sometimes more, seldom less than 3 and often the highest and lowest orders are missing. For example clay grounds do not need trenches and sandy grounds start their drainage by brooks. In the same way rural areas do not need streets every 300m. In The Netherlands they start with roads every 1km as you can check on topographic maps.

^a Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 460

^b Wolters (2007) Bosatlas van Nederland (Groningen) Wolters Noordhoff blz. 463

^c Nes, R.v. and Zijpp, N.J.v.d. (2000) Scale-factor 3 for hierarchical road networks: a natural phenomenon? (Delft) Trail Research School Delft University of Technology.

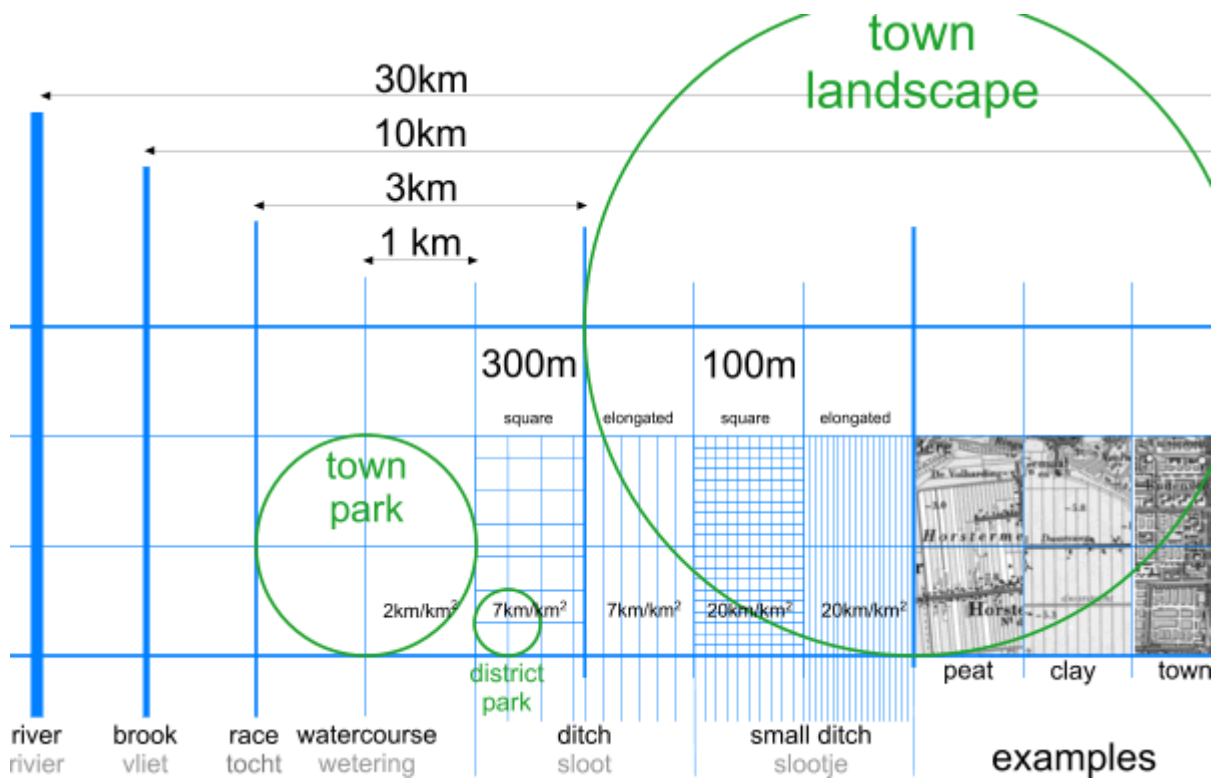


Fig. 295 The styling of wet connections

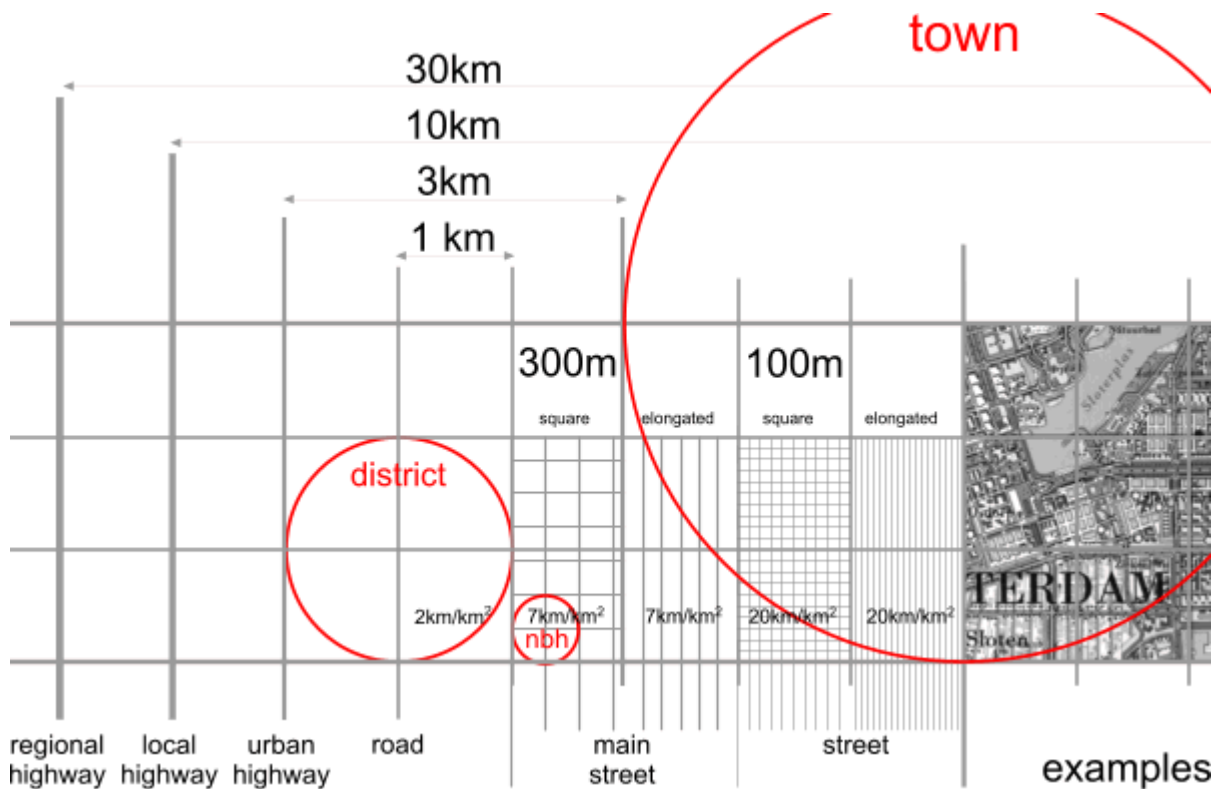


Fig. 296 The styling of dry connections²

Functional charge of networks

These neutral names get their time-bound character by changing function. Dry and wet networks get their contemporary meaning by 'functional charge' in Fig. 297. Their density implicates the level of investment.³

Nominal mesh width	30m	100m	300m	1km	3km	10km	30km	100km
Density (km/km ²)	70	20	7	2	0.7	0.2	0.07	0.02
wet connections								
name	trench	small flooded ditch	a flooded ditch	watercourse	race	brook	river	lake
indicative width 1%		1m	3m	10m	30m	100m	300m	1000m
other names			stream	stream	stream	stream		
functions		urban canal	urban canal	urban canal	urban canal	industrial canal/waterway	canal	canal
			draining			drainage pool (from polders)		
Nominal mesh width	30m	100m	300m	1km	3km	10km	30km	100km
dry connections								
name	path	street	main street	road	urban highway	local highway	regional highway	national highway
an exit every ...km	10m	30m	100m	300m	1km	3km	10km	30km
indicative width	10m	20m	30m	40m	60m	70m	80m	100m
functions	pavement	opening to a hamlet	neighbourhood street	district road, village road, country road	urban highway, main road	urban highway	provincial highway	national highway
	footpath	residential walk	walking route	cycle route	cycle ride			
Duurzaam Veilig (long-term safety)	Woonpad, free of cars	Woonstraat, restricted entry for cars	Erftoegangsweg, sojourn function	Gebieds-Onsluitings-Weg, opening to an area	Stroomweg, throughway			
public					bus	express	fast bus	Interliner
Nominal mesh width	30m	100m	300m	1km	3km	10km	30km	100km
railway line								
a supportive base					tram	lightrail	regional	national
functions					300m	1km	3km	10km
						the underground/metro	local train	intercity train, Argus
					hybrid systems	hybrid systems	hybrid systems	

Fig. 297 The time-related functional charge of networks

Rectangularity forced by connections of a higher level

The most efficient enclosure is made by surrounding the enclosed area with a minimum length of road. As well known, the result is a circle. But in a continuous network, it is approximated by a hexagonal system.⁴ This minimal ratio between periphery and area is demonstrated 3D by many natural phenomena^a (cells in a tissue) where preference is given to a minimal ratio between outer area and inner content.

Soap bubbles

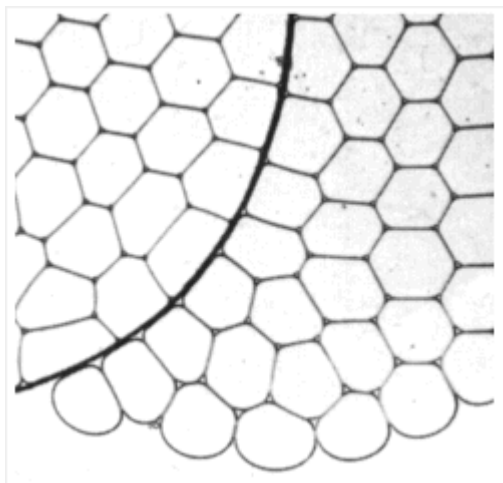
A good example is a cluster of soap bubbles. A cluster of soap bubbles forced into a thin layer produces a two-dimensional variant. The bubbles arrange themselves in polygons with an average of six angles. However, if one pulls a thread through them, the nearest bubbles will re-arrange themselves again into

^a d'Arcy Thomson, W. (1961). *On growth and form*. (Cambridge UK) Cambridge University Press.

an orthogonal pattern (Fig. 298). Urban developments from radial to tangential can also be interpreted against this background. The interlocal connections pull the radial system straight, as it were. The additional demand for straight connections over a distance longer than that between two side roads (here called a 'stretch') introduces rectangularity. Every deflection from the orthogonal system then is less efficient.⁵

Marbles in a framework

This can be clarified by engaging in a thought experiment: Imagine a rectangular framework with hinged corners that is completely filled with marbles. If one re-shapes this framework into an ever narrower parallelogram, then there will be space for fewer and fewer marbles, so, in every case, the rectangular shape proves to be optimal, in this respect. The only network that could compete with this, which has lines running from a rectangular grid, is a triangular grid, but it is immediately clear that it is inferior because of its unfavourable periphery/area ratio. For instance, the parallelogram in the thought experiment that became ever more skew, matches an angle of 60° in an equilateral triangular grid. Apart from the disadvantage caused by deviating from the right angle, an extra connecting line is needed to cut the parallelogram into two equilateral triangles.



Hildebrandt and Tromba (1989)^a

Fig. 298 The formation of right angles

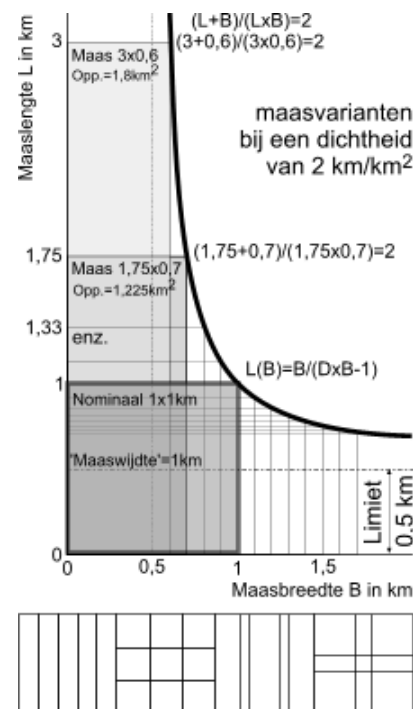


Fig. 299 Length (L) and width (W) of the mesh for a given net density of $(D=2)^6$

Mesh width and mesh length

Fig. 299 shows a sequence of relationships between mesh width and length in rectangular meshes with a net density of 2 km per km² (the same density means the same investment!).

Length and width of *squares* are 2/density. The same density also occurs in a pattern of roads that go infinitely in one direction every 0.5 km. Thus, when the length and width of the mesh $1/d = 0.5$ km, the ratio between length and width is at its limit.⁷ In that case, where the net density is 2 km per km² there can be no 'crossroads' any more.⁸ This consideration only applies to an orthogonal system.

^a This figure is taken from: Stefan Hildebrandt and Anthony Tromba, *Architectuur in de natuur, de weg naar de optimale vorm* (Mathematics and optimal form), Wetenschappelijke Bibliotheek Natuur en Techniek, Maastricht/Brussel, 1989, ISBN 90 70157 81 0.

¹ Suppose the hierarchy of roads would follow a semi logarithmic sequence of meshwidths. Which nominal meshwidths (exit intervals) and widths (form facade to facade) would then approximately fit best residential streets, main streets, district roads, urban, local, regional and national highways on a Dutch topographic map?

² If a network with square meshes has a density of 2 km/km², what is then the mesh width?

³ What is a normal network density of neighbourhood streets?

⁴ The most efficient enclosure is made by surrounding the enclosed area with a minimum length of road.
Which pattern of continuous network, fits that requirement best?

⁵ Why is an orthogonal network pattern so often applied in an urban road network?

⁶ If a rectangular network with square meshes is elongated into different widths and lengths keeping the same density (road investment), what happens to length of enclosing roads and the surface of the enclosed area?

⁷ If a rectangular network with square meshes is elongated into different widths and lengths keeping the same density (road investment), which ratio of width and length is then the limit?

⁸ If a rectangular network with square meshes is elongated into different widths and lengths keeping the same density (road investment), what happens to number of crossings per km²?