

Cursus Kust Navigatie

Les 2: Satelliet systemen, Getij, Stroom en drift

Boek: H4-H6, pag. 57-105



Global Positioning System (GPS)

Het principe en gebruik GPS

- Werking GPS
- GPS als navigatieapparaat
- Combineren van instrumenten



We gebruiken de term GPS, maar eigenlijk is het GNSS (Global Navigation Satellite System).

Global Positioning System (GPS) (2)

- Sinds december 2016 Europese systeem actief: Galileo
- Sinds 2011 Chinese systeem: Beidou
- Sinds december 2007 Russische systeem: Glonass

Deze systemen werken met eigen satellieten en in basis hetzelfde als GPS. Dus minder afhankelijk van Amerikanen.

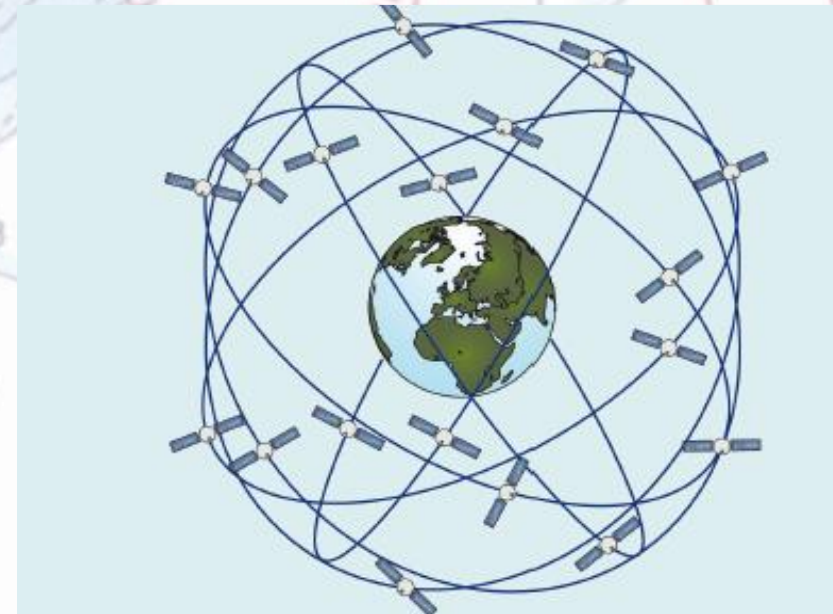
Alle mobiele telefoons/tablets zien GPS en Glonass. In beperkte mate ook Beidou en Galileo.



Global Positioning System (GPS) (3)

Werking GPS

- Ca. 24 satellieten, 3 reserve
- Omlooptijd is 12 uur in 6 banen
- Afstand > 20.000 km
- 3D: 24 sat., minimaal 4 beschikbare sat.
- 2D: 12 sat., minimaal 3 beschikbare sat., in de praktijk ook hier 4



Global Positioning System (GPS) (4)

Werking GPS

De satellieten sturen informatie naar de aarde.

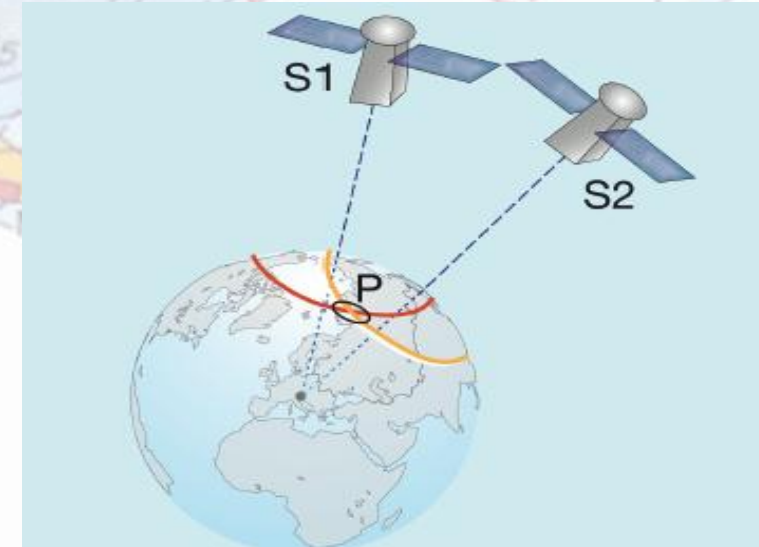
Het signaal bevat informatie:

- De positie van de satelliet en van de andere satellieten
- Klokinformatie, nl. op welke tijdstip werd het signaal weg gestuurd

Tijd wordt afgegeven door een atoomklok in elke satelliet. Deze atoomklokken lopen gelijk. Indien nodig vanaf de aarde bijgesteld.

De GPS ontvanger aan boord stelt vast hoe laat een signaal is binnen gekomen, berekent verschil in tijd en daarmee afstand tot satellieten.

Afstand = tijd x snelheid (snelheid is 300.000 km/s)



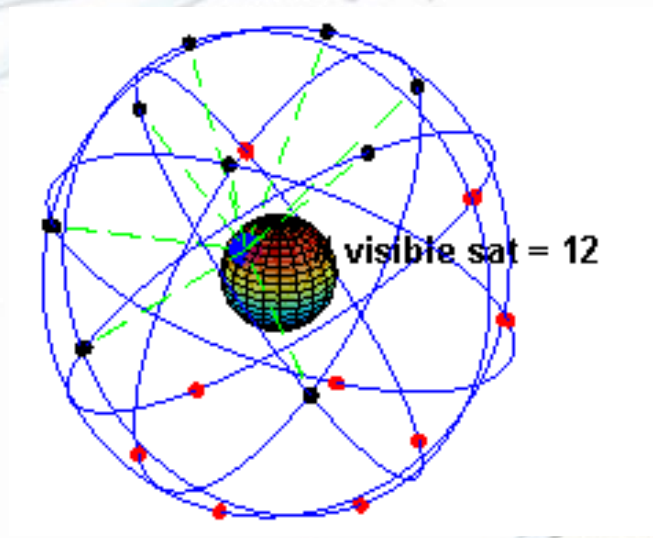
Global Positioning System (GPS) (5)

Werking GPS

Van drie, bij voorkeur vier satellieten kennen we de afstand tussen de satelliet en het schip.

Elk van deze vier afstanden wordt de straal van een bol.

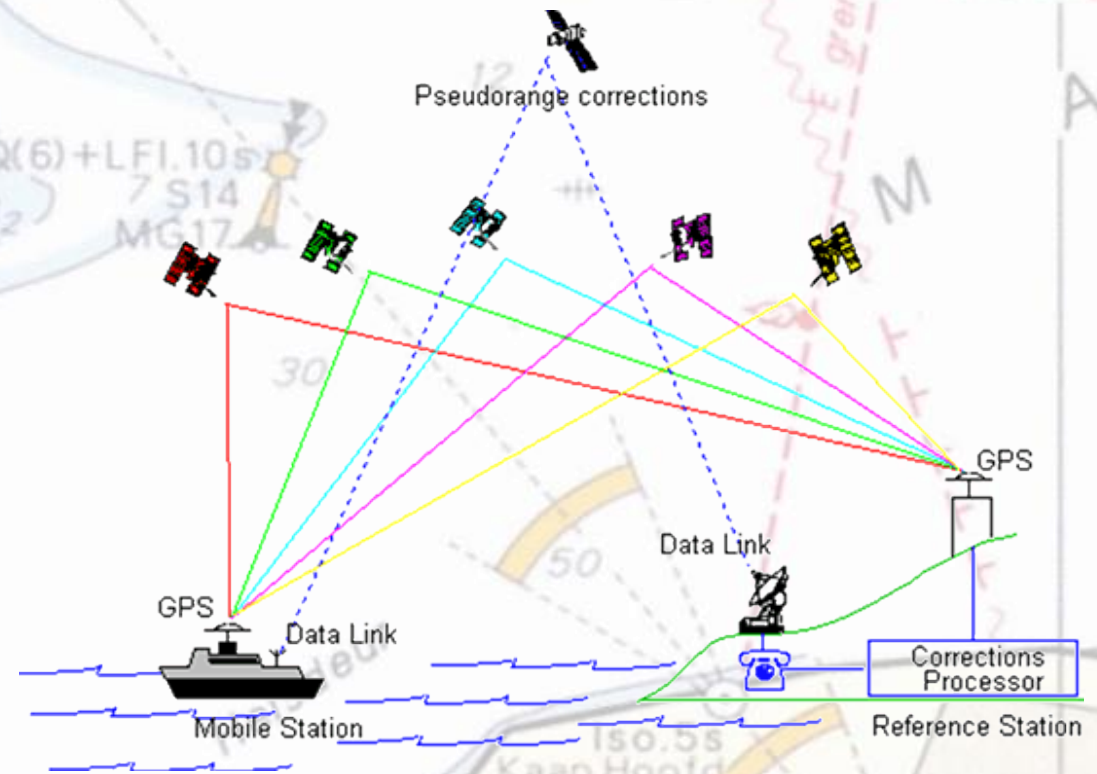
Vier bollen leveren vier cirkels op het aardoppervlak op.
Deze vier cirkels leveren een gezamenlijk snijpunt op.



Global Positioning System (GPS) (6)

Componenten

- Satellieten
- Monitorstations: baan satellieten, stand satellietklokken
- Controlecentra: controleren de gegevens van de monitorstations, gecorrigeerde gegevens terug naar satellieten.
- Gebruikers



Global Positioning System (GPS) (7)

Werking GPS

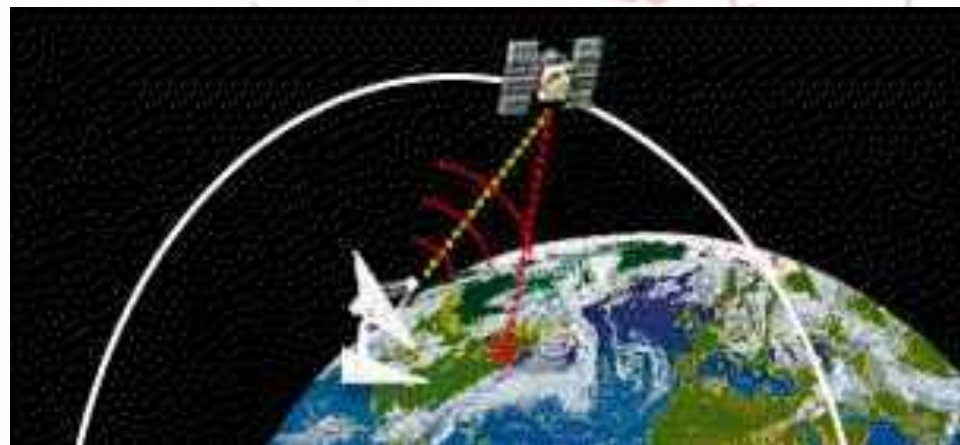
Klokfout

Klok in GPS ontvanger aan boord loopt niet gelijk met de atoomklokken.
1 miljoenste sec maal de lichtsnelheid= 300 meter verschil!

Gevolg: Pseudoafstanden

Oplossing:

Rekenprogramma en minstens één satelliet meer dan aantal dimensies. Hoe meer, hoe nauwkeuriger.



Global Positioning System (GPS) (8)

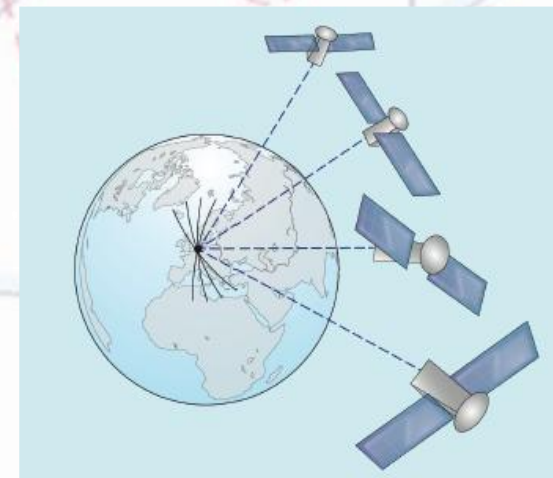
Betrouwbaarheid, nauwkeurigheid

Fouten in de afstandsberekening als gevolg van:

- onregelmatigheden in de looptijd van de signalen
- onnauwkeurigheden in de bepaling van de banen
- atmosferische buigingsverschijnselen

Fouten als gevolg van minder gunstige onderlinge posities van de satellieten:

- 'peilingslijnen' maken een te grote hoek
- hoek t.o.v. de horizon te klein: lange weg door de atmosfeer, grote kans op atmosferische storingen



Global Positioning System (GPS) (9)

Betrouwbaarheid, nauwkeurigheid

Differential GPS (DGPS)

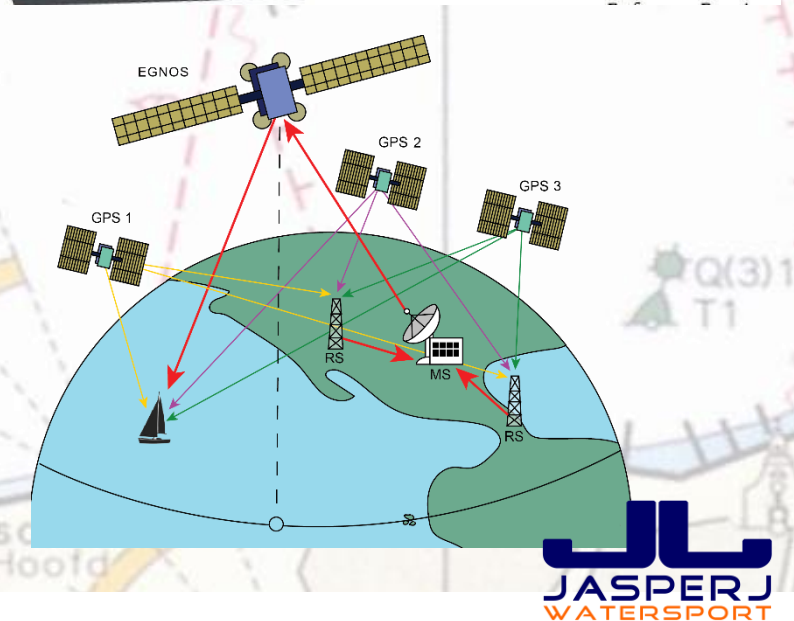
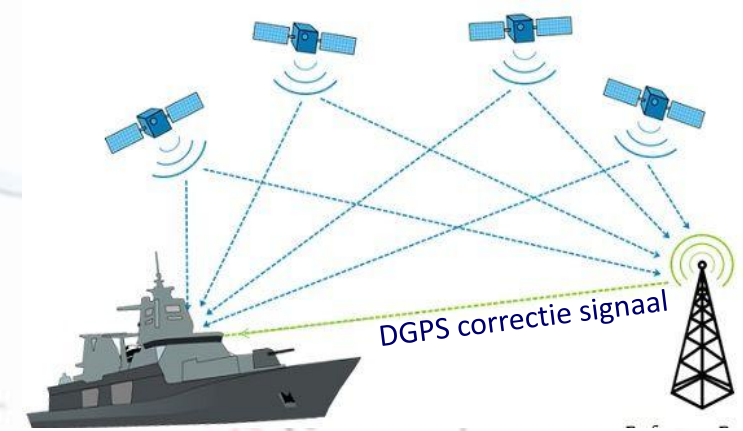
Positie wordt gecorrigeerd op basis van vergelijking met vaste referentiestations. Die meten continue hun eigen positie en verschillen tussen theoretische en gemeten afstanden worden naar de gebruiker gestuurd.

Die kan deze data verrekenen om tot nauwkeuriger informatie te komen: positie op 5-10 meter en snelheid op 0,1 knoop nauwkeurig.

Dit kan tot maximaal 300 km afstand van het referentiestation!

EGNOS (WAAS)

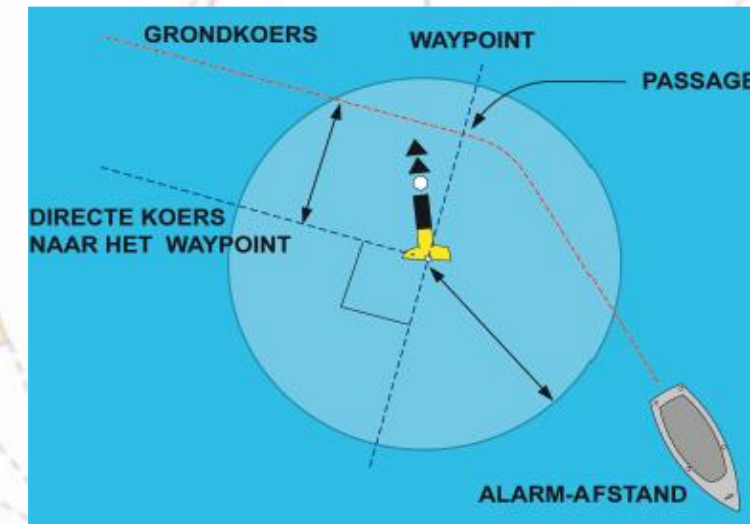
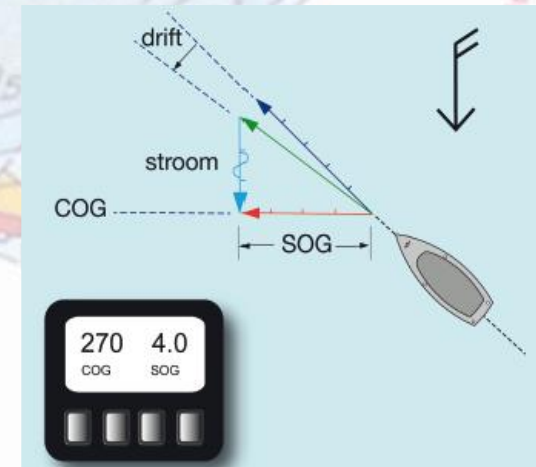
In Europa is het EGNOS, in de USA WAAS en in ZO Azië MSAS. Maar ze werken hetzelfde: door data van grondstations en extra satellieten te gebruiken, kunnen deze satellieten de fouten doorgeven aan de gebruiker (ontvanger). Hiermee wordt de nauwkeurigheid minder dan 3 meter.



Global Positioning System (GPS) (10)

Functies GPS-ontvanger

- SET UP: (Horizontal) Chart Datum
- POS: Position
- COG/Track: Course Over Ground
- SOG: Speed Over Ground
- WPT: Waypoint (met alarm: nadering, anker)
- BRG: Bearing
- DST: Distance
- DMG: Distance Made Good
- VMG: Velocity Made Good (snelheid waarmee we kruisend ons doel naderen; component bootsnelheid tegen de wind in/voor de wind)
- ETA: Estimated Time of Arrival
- TTG: Time To Go
- XTE: Cross Track Error (afwijking ideale koerslijn tussen 2 waypoints)



Global Positioning System (GPS) (11)

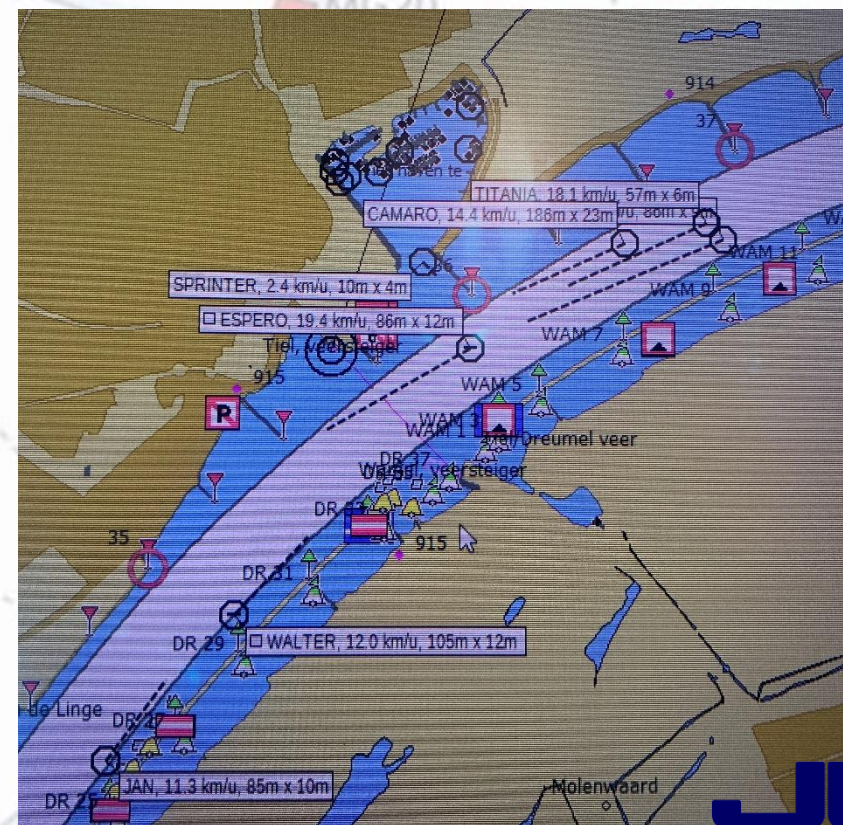
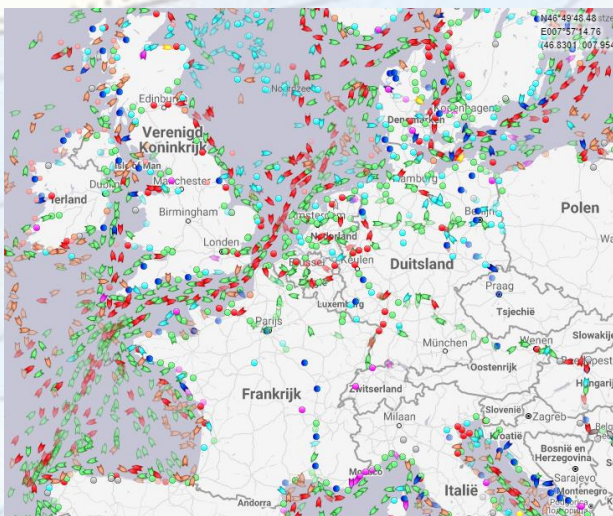
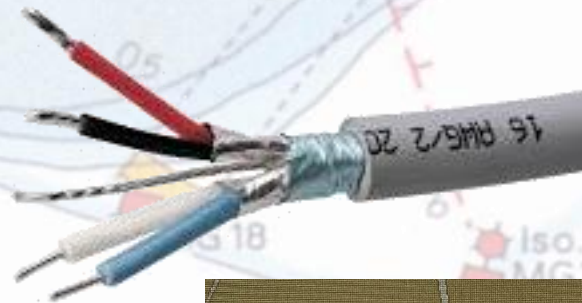
Zet nooit een waypoint op de boei...



Global Positioning System (GPS) (12)

GPS combineren met andere instrumenten:

- Log
- Windmeter: schijnbare wind
- Marifoon: positie
- Elektronische zeekaart: positie (let op zoomniveau!)
- Radarinstallatie
- AIS-ontvanger: koppeling GPS en marifoon, scheepvaart op digitale kaart



Global Positioning System (GPS) (13)

Risico digitale kaarten en AIS: onvolledig beeld werkelijkheid en dus schijnveiligheid!



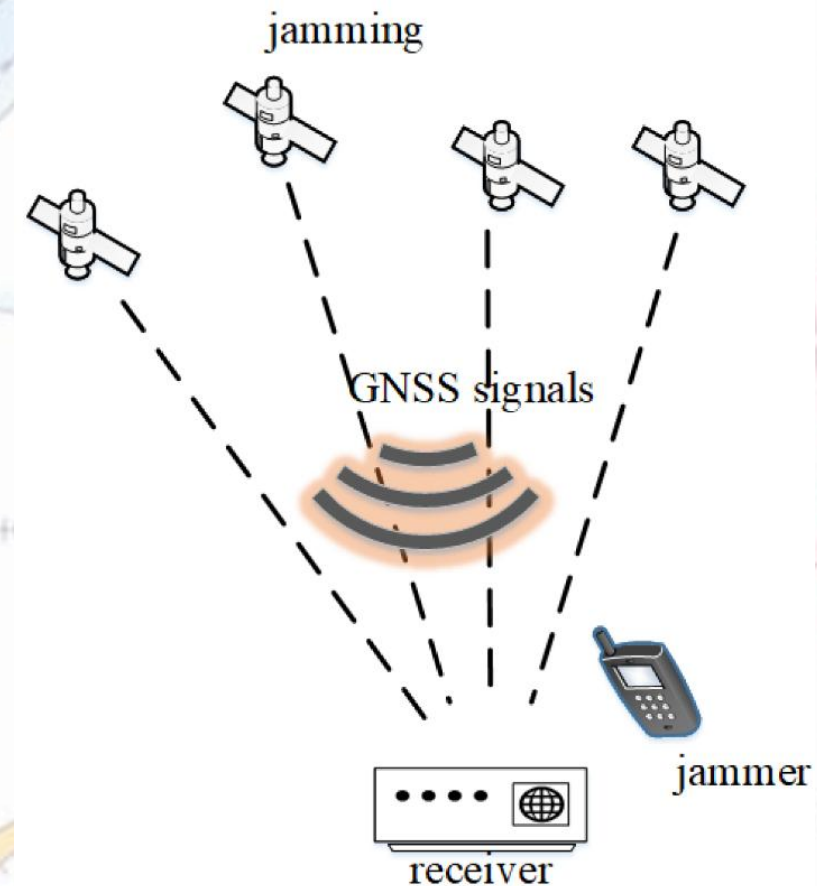
Global Positioning System (GPS) (14)

Risico jamming en spoofing

- Jamming

Door de zeer grote afstand van de geostationaire baan is het ontvangtsignaal op aarde erg zwak. Omdat het GPS-signaal zo zwak is, is er maar heel weinig zendvermogen nodig om de ontvangst te verstoren – dit staat bekend als jamming.

Bij jamming wordt een breedbandig stoorsignaal in de buurt van de GNSS-ontvanger uitgezonden. Hierdoor kan de ontvanger (bijvoorbeeld in een navigatiesysteem van een vliegtuig, schip of (vracht)auto) het benodigde satellietsignaal niet meer vinden en zijn er geen navigatiegegevens beschikbaar. Deze verstoring is relatief eenvoudig te herkennen: je kunt geen positie bepalen.



Global Positioning System (GPS) (15)

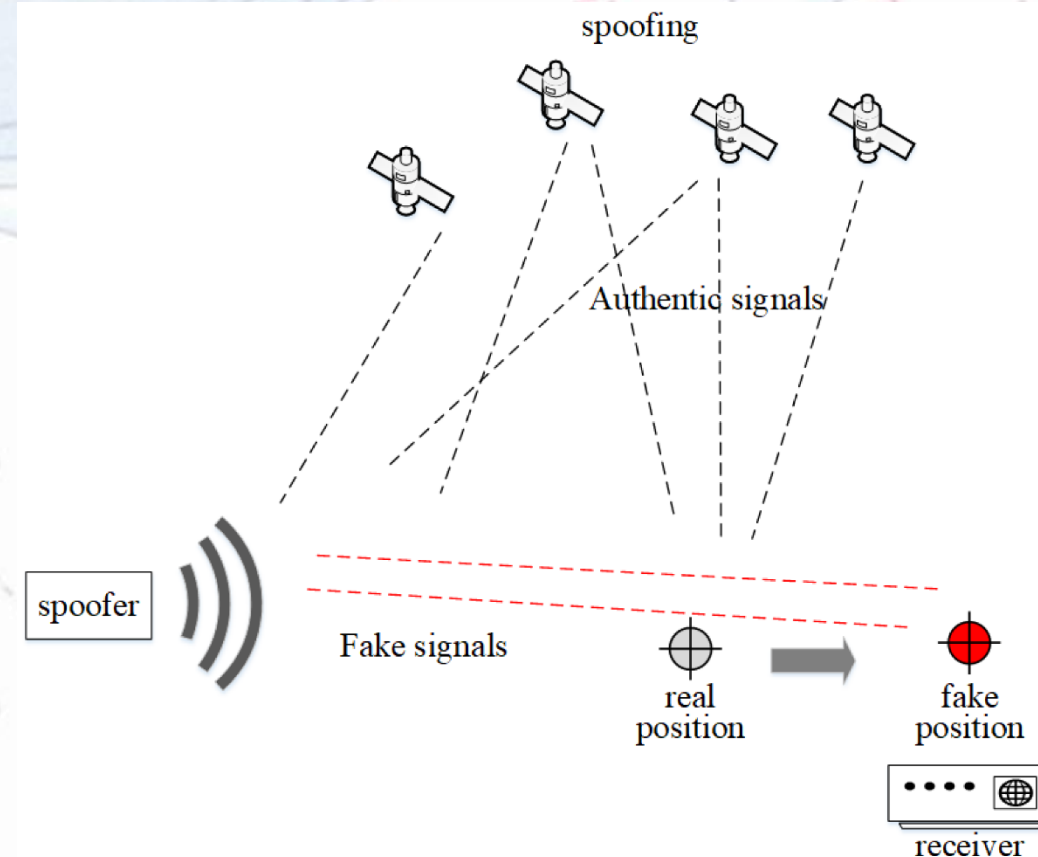
Risico jamming en spoofing

- Spoofing

Bij spoofing wordt opzettelijk een foutief GNSS-signaal uitgezonden. Hierbij wordt gemanipuleerde tijden en navigatie data doorgegeven. Het gevolg daarvan is dat het navigatiesysteem een foutieve locatie aangeeft.

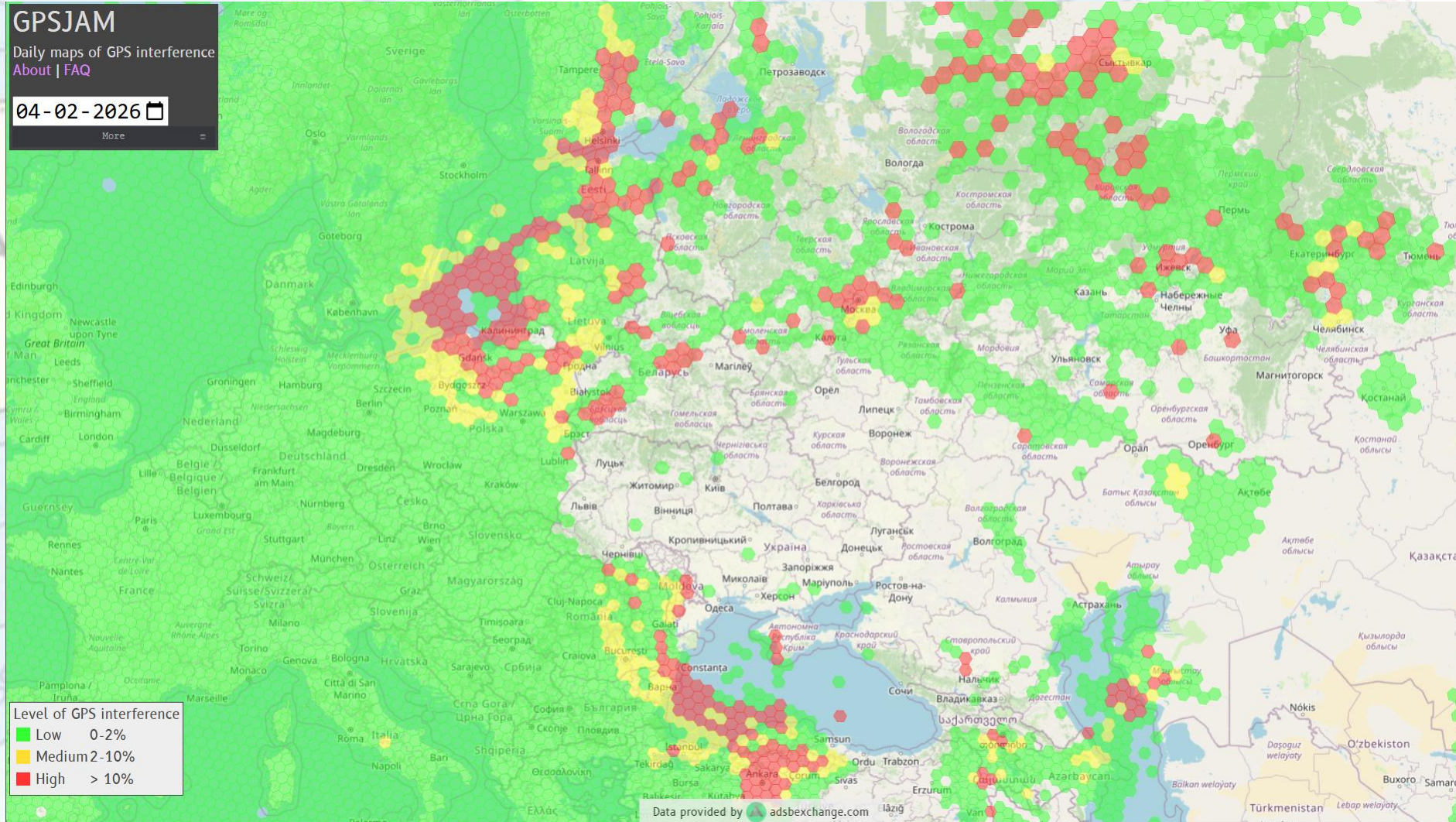
Als deze foutieve locatie overduidelijk is (bijvoorbeeld navigeren in Nederland terwijl de GPS navigatie als locatie Duitsland aangeeft), is dit eenvoudig te herkennen.

Moeilijker is het als de fout slechts enkele honderden meters of kilometers betreft. Spoofing is een stuk moeilijker te realiseren dan jamming en wordt voornamelijk voor militaire doeleinden ingezet.



Global Positioning System (GPS) (16)

Risico jamming en spoofing



Ontstaan van getij



Ontstaan van getij (2)

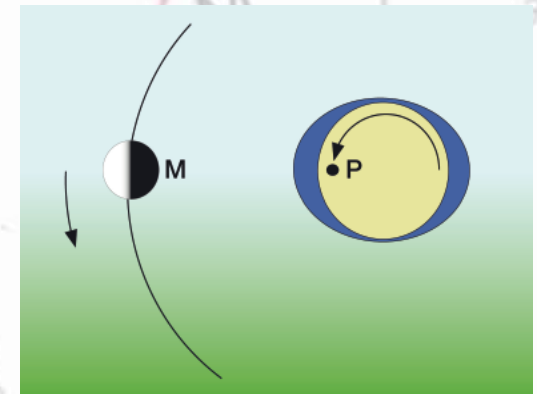
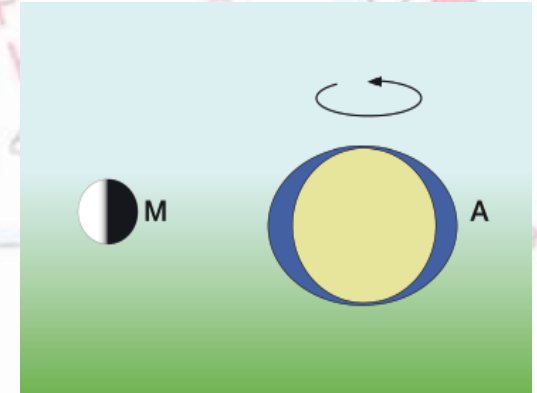
Ontstaan van het getij

- Zon, maan en aarde trekken elkaar aan.
 - De maan staat veel dichterbij de aarde dan de zon, daardoor is de invloed op het getij groter.
- 
- Aarde draait om zijn eigen as
 - De maan draait om de aarde
 - De aarde en de maan slingeren om een gezamenlijk draaipunt (4600 km van middelpunt aarde)

Ontstaan van getij (3)

Ontstaan van het (astronomische) getij

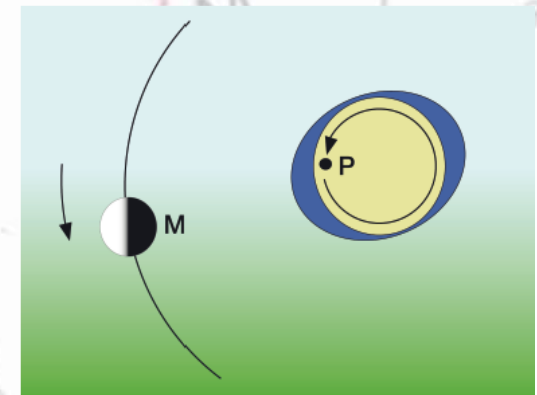
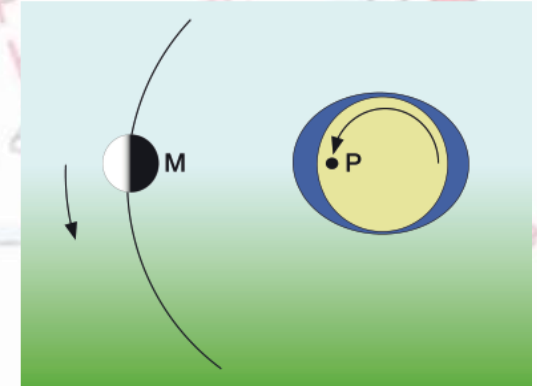
- De maan trekt aan de aarde, linker bult
- De aarde draait om zijn eigen as. Gezamenlijk draaien zij om een gemeenschappelijk zwaartepunt. Gevolg is middelpunt vliedende kracht, rechter bult.
- Gevolg: punt P komt 2 keer per dag hoog water tegen en 2 keer per dag laag water.
- Dit noemen we ook wel het maangetij.



Ontstaan van getij (4)

Niet helemaal 2 keer per dag...
Het tij verschuift elke dag een stukje.

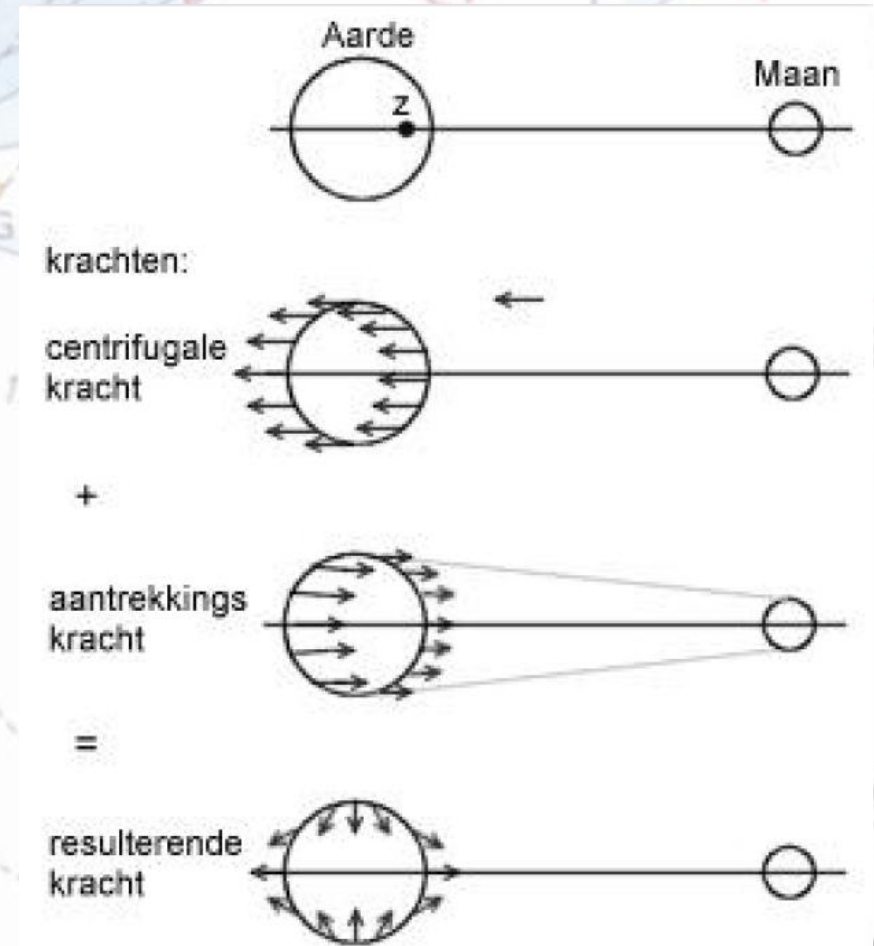
- Punt P draait in één dag één rondje.
- De maan is na één dag iets verder door gedraaid (in 27,5 dag rond). Punt P zal dus ook iets verder door moeten draaien om weer precies op dezelfde plek ten opzichte van de maan te komen.
- Dat iets duurt ca. 50 minuten.



Ontstaan van getij (5)

Ontstaan van het (astronomische) getij

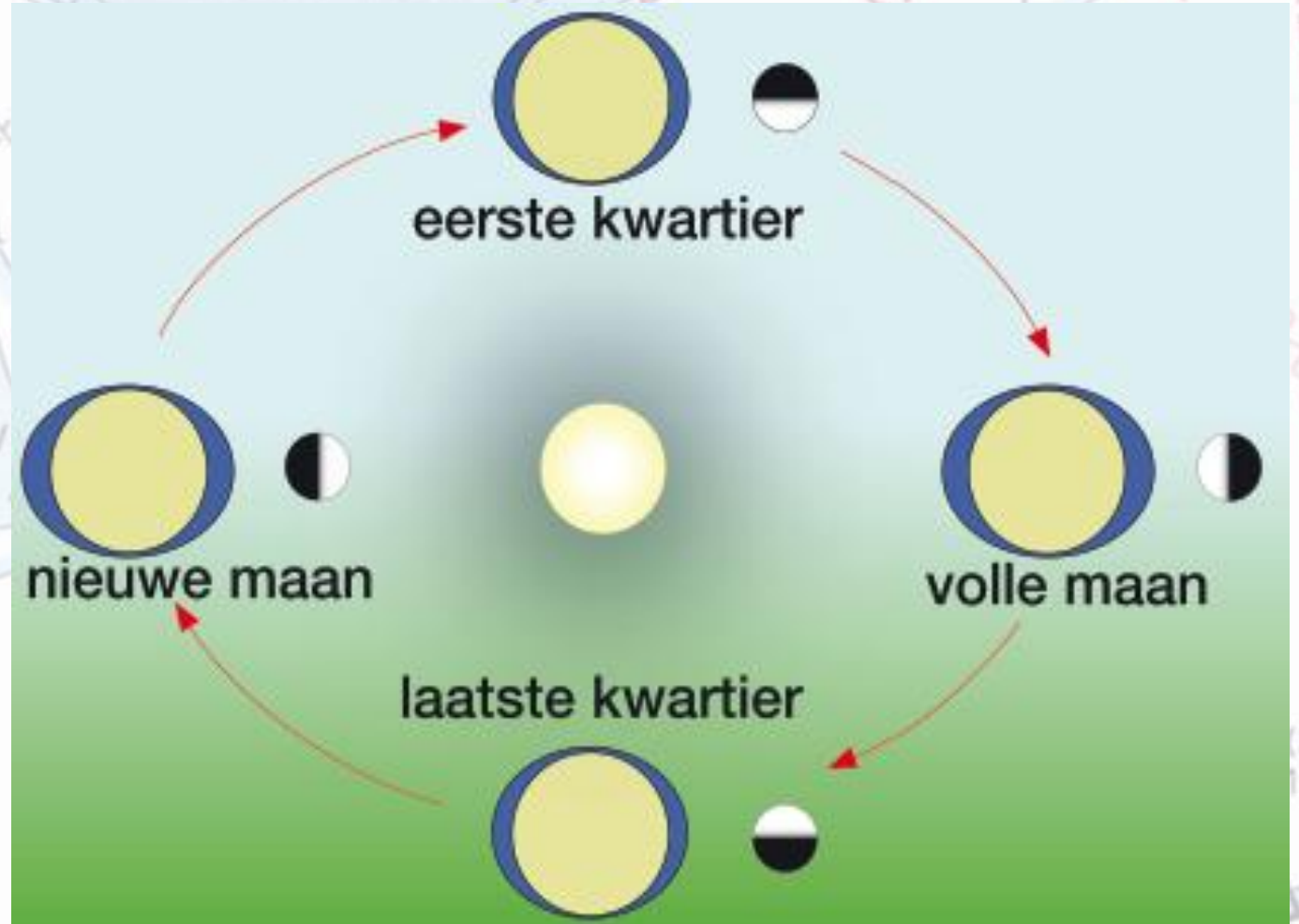
- In krachten:
- De aarde en de maan slingeren om een gemeenschappelijk zwaartepunt. Gevolg is centrifugale kracht, ook wel middelpunt vliedende kracht, in deze tekening naar links.
- Maan staat dichterbij dan de zon en trekt ook aan het water: de aantrekkingskracht, in deze tekening naar rechts.
- Resultaat is het 'plat trekken' van het water boven en onder en naar buiten trekken aan beide zijden.



Ontstaan van getij (6)

Schijngestalten van de maan t.o.v. zon en aarde

- Nieuwe maan
- Eerste kwartier
- Volle maan
- Laatste kwartier



Ontstaan van getij (7)

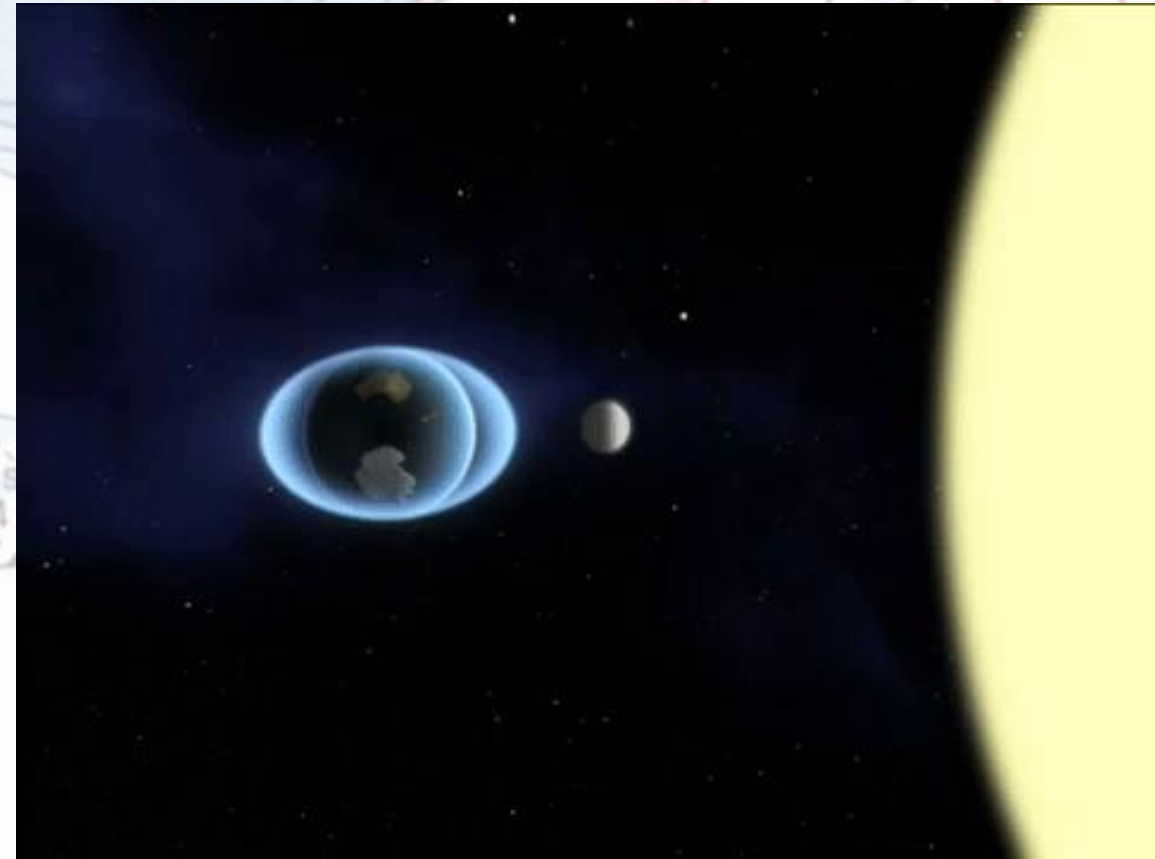
Er is nog meer aan de hand: de zon doet ook mee.

De zon trekt aan de naar de zon toegekeerde kant van de aarde een bult.

Door de middelpunt vliedende kracht t.g.v. het draaien van de aarde om de zon, is er een bult aan de andere kant die afgekeerd is van de aarde.

Dit noemen we het zonsgetij.

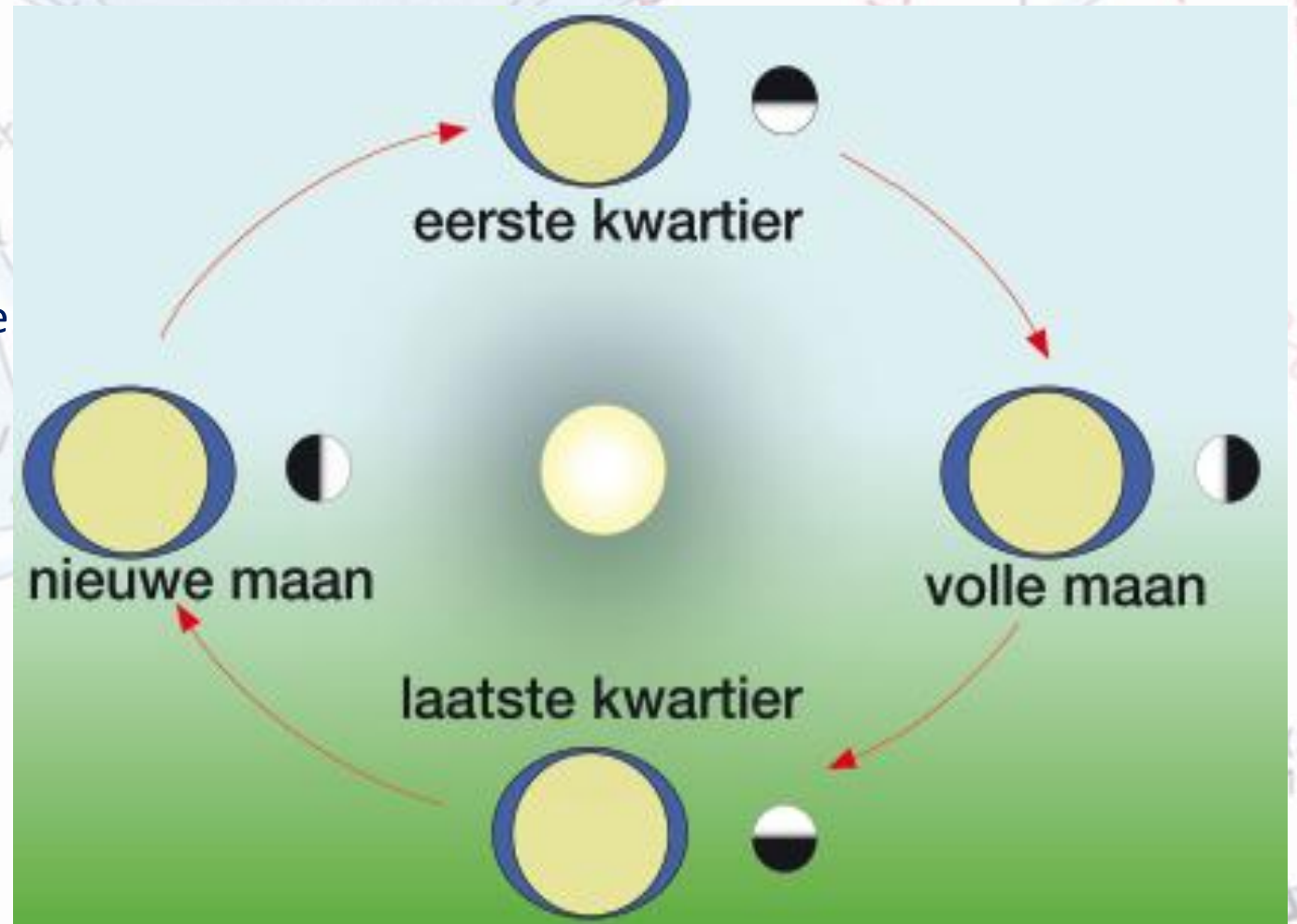
- Hoe ziet het er uit als maan- en zonsgetij samenvallen?



Ontstaan van getij (8)

Samenwerking zon en maan

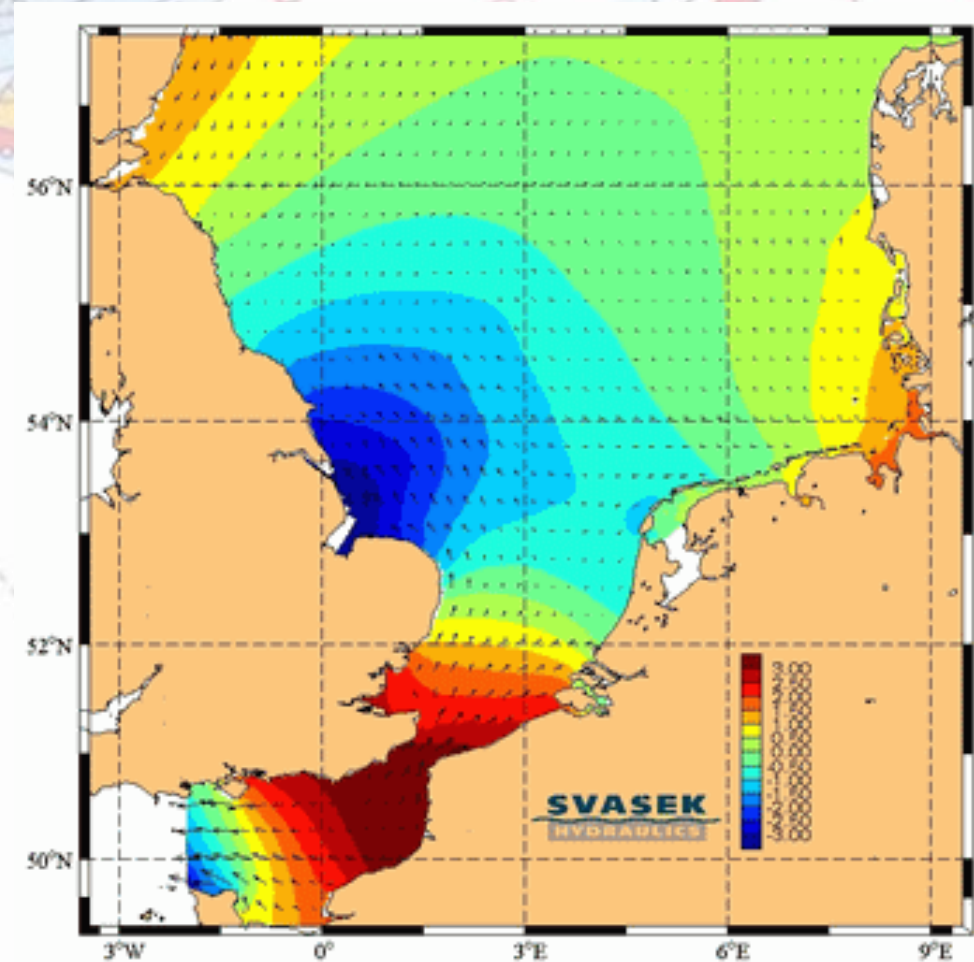
- Zon en maan in dezelfde lijn versterken elkaar: springtij (nieuwe en volle maan)
- Zon en maan haaks op elkaar: doodtij (eerste en laatste kwartier)
- Tij valt ongeveer 2 dagen na maanstand!
- Grootste getijgolf ontstaat daar waar het ongestoord rond kan gaan: de Zuidelijke Oceaan. Die golf is 2 dagen later op de Noordzee.



Ontstaan van getij (9)

Samenvatting

- Het getij ontstaat door de aantrekkingskracht van maan en zon op de aarde en het rond draaien van de aarde;
- Globaal is er in ons gebied per dag 2x HW en 2x LW met ongeveer 6 uur daar tussen. Het moment van HW en LW verschuift per dag ca. 50 minuten.
HW – 6 – LW – 6 – HW
- Er is 2x per maand springtij en 2x doortij;
- Spring- en doortij vallen ca. 2 dagen na respectievelijk nieuwe/volle maan en eerste/laatste kwartier.
S – 7 dgn – D – 7 dgn – S



Begrippen

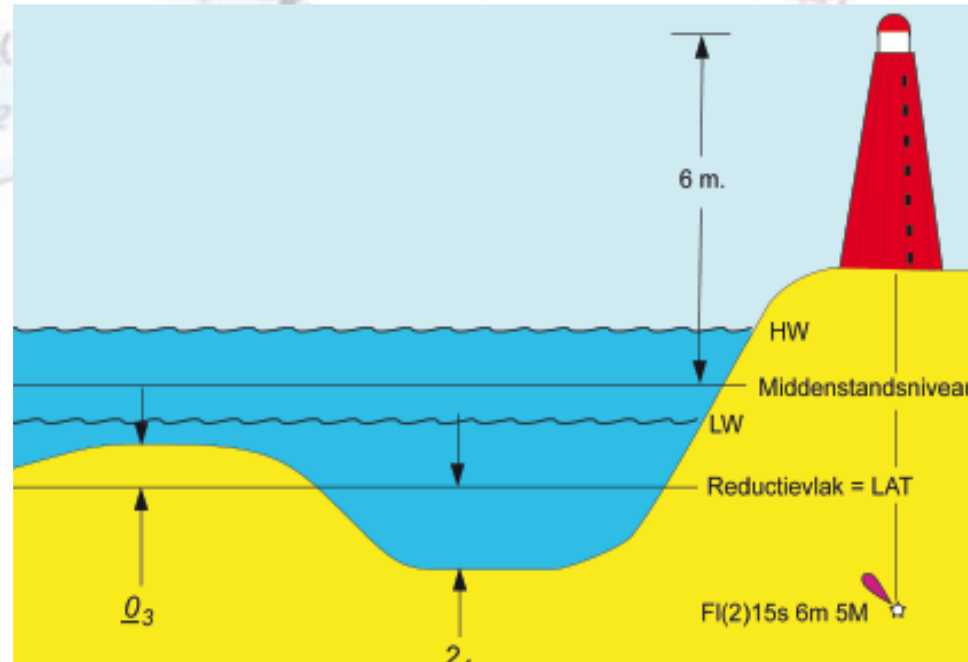
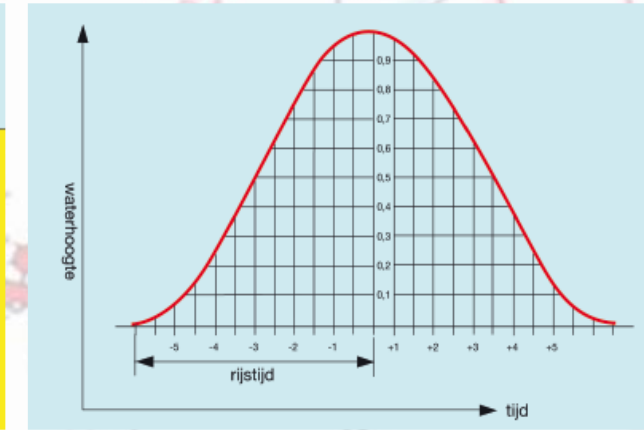
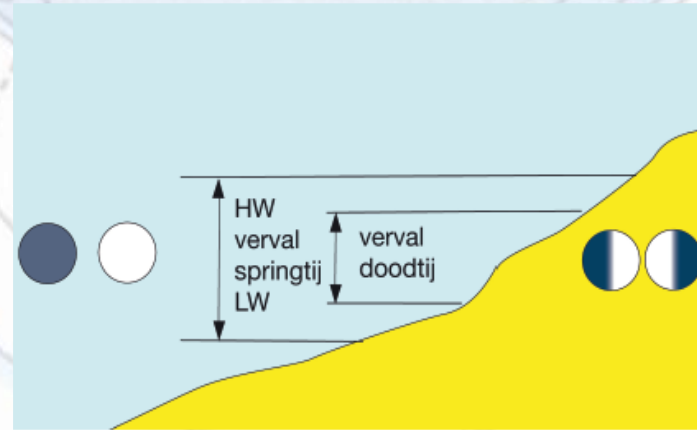
- **Astronomisch getij**
Het getij dat ontstaat onder invloed van de aantrekkingskrachten van zon en maan.
De effecten zijn te voorspellen en kunnen worden weergegeven in getijtafels.
- **Meteorologisch getij**
Verandering van de waterstand uitsluitend onder invloed van de atmosfeer, met name wind (storm) en luchtdruk.
- **Hoogwater (HW)**
Als het water niet meer stijgt, maar ook nog niet is gaan dalen.
- **Laagwater (LW)**
Als het water niet meer daalt, maar ook nog niet is gaan stijgen.
- **Kentering**
De overgang van vloedstroom naar ebstroom of omgekeerd.

Begrippen

- Verval
- Springtij
- Doodtij
- Getijkromme

- Reductievlak ((A)LAT, HAT, NAP, GLLWS, etc.)
- LAT (Lowest Astronomical Tide)
- NAP
- Rijzing
- Wantij

- Waterdiepte zoals aangegeven in de kaart
- Waterdiepte zoals waargenomen
- Dieptestaat
- Lijst met laatst gelode minste diepten



Berekenen waterhoogte



Berekenen waterhoogte (2)

Informatiebronnen

- Getijtafels in de vorm van almanakken
 - HP33
 - Getijtafels NL
 - Reeds
- Websites/apps
 - QuickTide (Nautin)
 - NLTides
 - Tide-forecast
- Zeekaarten
 - Papieren kaarten
 - Digitale kaarten



Berekenen waterhoogte (3)

Getijtafels

- HP33 (Hydrografische dienst)

Harlingen		Tijden in MET+1h		Uurstanden in dm. t.o.v. LAT.																									
Dag	Tijd	Hoogwater		Laagwater																									
		Tijd	Hght	Tijd	Hght	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
V 1	09:00 21:15	20 27	82:28 18:01	2		12	8	5	3	2	6	12	17	19	20	20	17	14	10	7	4	3	5	12	18	21	22	22	19
Z 2	09:59 22:08	21 27	84:26 18:49	2		15	12	8	5	2	2	5	14	19	20	21	20	17	13	10	7	4	2	7	14	19	21	22	21
Z 3	10:29 22:49	22 27	85:88 19:23	1		18	14	11	7	4	1	4	11	15	20	21	21	19	15	12	9	6	2	3	10	17	20	22	22
M 4	11:05 23:04	22 28	85:48 19:05	1		20	16	12	8	5	3	1	6	14	18	21	22	21	18	14	11	8	4	2	5	12	19	21	22
M 18	10:46 22:18	22 27	85:38 18:58	1		19	16	12	8	6	2	2	8	15	19	21	22	20	16	12	9	7	4	1	6	13	19	22	22
D 19	11:20 22:48	23 27	86:20 19:40	2		22	18	15	11	8	5	2	3	11	16	20	22	22	20	16	12	9	6	3	1	7	14	19	22
W 20	12:18 00:20	23 22	87:20 20:00	1		23	21	17	14	10	7	4	2	6	12	18	22	23	22	19	16	12	8	5	1	2	9	15	19
D 21	12:48 01:20	23 22	87:30 20:00	1		22	22	20	16	13	9	6	3	2	8	15	20	23	22	21	18	14	11	7	4	1	4	11	16
Z 30	07:54 20:14	20 22	82:47 14:28	3		8	9	3	3	6	13	19	19	20	18	12	14	11	8	5	4	5	11	17	20	21	21	18	14
Z 31	08:05 21:10	21 22	82:30 13:08	3		12	9	5	3	2	7	13	18	20	21	20	17	14	11	8	5	3	6	12	19	21	22	21	18
Day	Time	Height	Time	Height	Hourly heights in dm. referred to LAT.																								
		High water	Low water																										

Let op:

- Welk reductievlak (ALAT, NAP of LLWS)?
- Welke tijd (UTC, MET, Lokale tijd of Zomertijd)?

- Getijtafels NL (Rijkswaterstaat)

Harlingen							
Hoog- en laagwaterstanden en -tijdstippen							
Augustus 2010							
datum	uu:mm	HW	LW	datum	uu:mm	HW	LW
		cm	NAP			cm	NAP
1 zo	1:34 8:56 13:54 21:20	76 -104 102	-90	11 wo	6:18 11:36 18:56	-102 128 -110	
2 ma	1:54 9:26 14:25 21:56	74 -101 98	-89	12 do	0:10 7:06 12:16 19:40	87 -108 133 -114	
3 di	2:14 10:02 14:55 22:31	77 -99 97	-89	13 vr	0:45 7:48 13:01 20:26	85 -116 135 -114	
4 wo	2:55 10:50 15:56 23:16	80 -94 94	-85	14 za	1:36 8:32 13:39 21:06	84 -122 132 -111	
5 do	4:16 11:46 16:55	80 -86 88	-86	15 zo	2:10 9:16 14:26 21:41	82 -121 122 -104	
6 vr	0:20 5:24 13:05 18:26	79 -80 82	-80	16 ma	2:25 9:52 15:05 22:16	78 -115 108 -94	
7 za	1:45 7:05 14:41 19:45	78 -86 82	-85	17 di	2:47 10:30 15:25 22:50	77 -104 93 -85	
8 zo	3:05 8:34 16:06 21:14	85 -99 87	-85	18 wo	3:14 11:16 16:15 23:36	78 -91 80 -77	
9 ma	4:20 9:56 17:05 22:36	93 -112 90	-102	19 do	4:35 12:05 17:24	78 -79 71	
10 di	5:26 10:46 18:06 23:25	97 -122 89	-107	20 vr	0:46 6:10 13:34 18:54	-71 84 -75 70	
11 wo	6:18 11:36 18:56	-102 128 -110		21 za	2:05 7:35 15:26 20:15	96 -75 -85	
12 do	0:10 7:06 12:16 19:40	87 -108 133 -114		22 zo	3:36 8:44 16:26 21:46	-90 110 -99 82	
13 vr	0:45 7:48 13:01 20:26	85 -116 135 -114		23 ma	4:36 9:56 17:15 22:14	-101 120 -102 84	
14 za	1:36 8:32 13:39 21:06	84 -122 132 -111		24 di	5:22 10:36 18:01 22:55	-103 123 -95 83	
15 zo	2:10 9:16 14:26 21:41	82 -121 122 -104		25 vr	6:00 11:11 18:30 23:04	-98 122 -87 84	
16 ma	2:25 9:52 15:05 22:16	78 -115 108 -94		26 do	6:36 11:45 19:06 23:34	-95 121 -84 89	
17 di	2:47 10:30 15:25 22:50	77 -104 93 -85		27 vr	7:05 12:05 19:36	-97 122 -87	
18 wo	3:14 11:16 16:15 23:36	78 -91 80 -77		28 za	0:04 7:36 12:35 19:55	94 -100 121 -89	
19 do	4:35 12:05 17:24	78 -79 71		29 zo	0:55 8:06 13:10 20:22	94 -100 115 -88	
20 vr	0:46 6:10 13:34 18:54	-71 84 -75 70		30 ma	1:15 8:30 13:46 20:45	90 -97 105 -85	
21 za	2:05 7:35 15:26 20:15	96 -75 -85		31 di	1:24 9:06 13:55 21:16	86 -93 98 -84	

Referentievlak: NAP
LLWS = NAP-118 cm; LAT = NAP-134 cm

Nederlandse tijd
Cursief gedrukte tijdstippen zijn in ZOMERTIJD

- Reeds

9.16.13 HARLINGEN

Friesland 53°10'·58N 05°24'·23E

CHARTS AC 1633, 112; Zeekaart 1454, 1456; DYC 1811-5; ANWB B; Imray C26

TIDES -0210 Dover; ML 1-2; Duration 0520

Standard Port HELGOLAND (←)

Times	Height (metres)						
	High Water	Low Water	MHWS	MHWN	MLWN	MLWS	
0200	0700	0200	0800	3-1	2-8	0-8	0-4
1400	1900	1400	2000				
Differences LAUWERSOOG							
-0130	-0145	-0235	-0220	-0-3	-0-2	-0-2	0-0
HARLINGEN							
-0155	-0245	-0210	-0130	-0-8	-0-7	-0-4	-0-1
NES (AMELAND)							
-0135	-0150	-0245	-0225	-0-3	-0-2	-0-2	0-0

Berekenen waterhoogte (4)

Voorbeeld

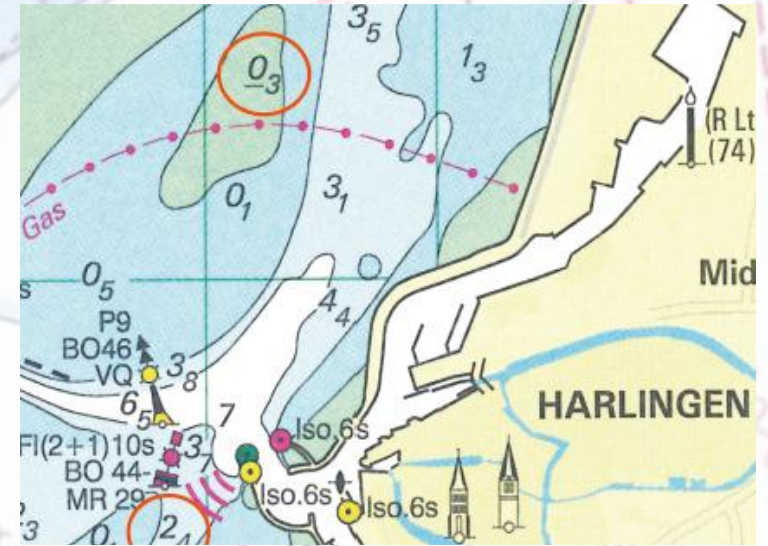
Je gebruikt de gegevens van de vorige dia.

Je wilt weten hoeveel water er staat op 19 mei op de 2 omcirkelde plekken met HW en met LW.

- HW Harlingen is 23dm boven ALAT. Dus op diepe plek is dat $2,4 + 2,3 = 4,7\text{m}$
- De plaat valt droog (streepje onder 0,3) dus wordt dat $-0,3 + 2,3 = 2\text{ m}$

Voor LW vind je dan resp. $2,4 + 0,1 = 2,5$ en $-0,3 + 0,1 = -0,2$.

Maar hoe nu op tijdstippen tussen HW en LW?



Berekenen waterhoogte (5)

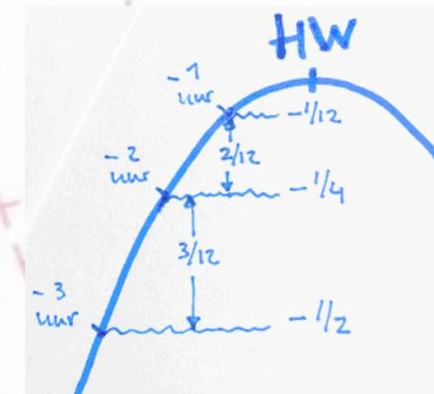
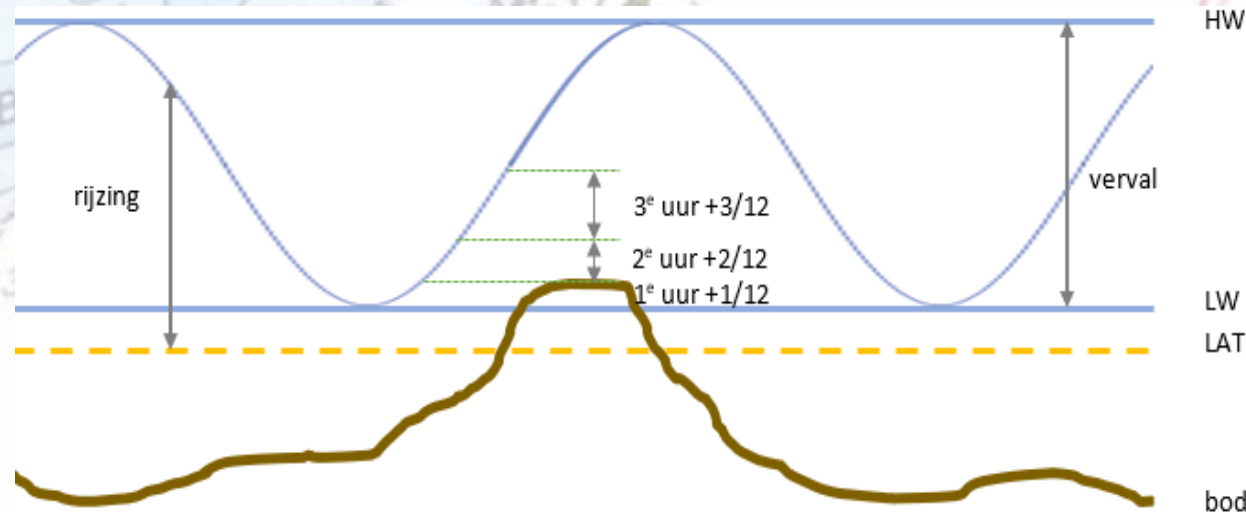
Vervolg voorbeeld

Je wilt weten hoeveel water er staat op de 2 omcirkelde plekken om 14:30 uur.

- Bij gebruik HP33 aflezen en deduceren uit tabel. Tabel en kaart zijn in ALAT.
- Bij gebruik Reeds Almanac grafische methode in getijkromme.
- Bij gebruik Getijtafels NL of zeekaart weet je alleen HW en LW. Gebruik dan **de 1/12^e regel** voor de tussenliggende waarden:

Het water zakt of stijgt na HW of LW:

het 1e uur 1/12 van het verval
het 2e uur 2/12 van het verval
het 3e uur 3/12 van het verval
het 4e uur 3/12 van het verval
het 5e uur 2/12 van het verval
het 6e uur 1/12 van het verval



Berekenen waterhoogte (6)

Vervolg voorbeeld

14:30 is 3 uur na HW.

Op 19 mei was het verschil tussen hoog- en laagwater (verval) $23-1=22$ dm.

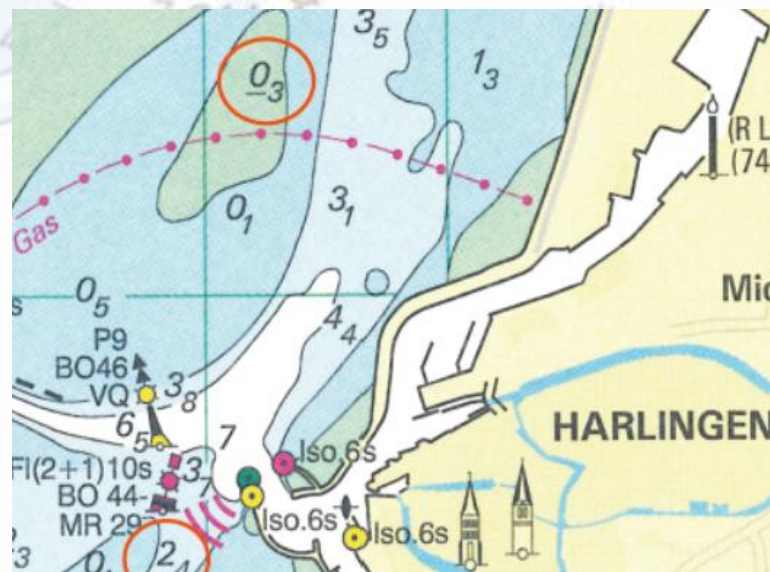
Welk deel van dit verschil is afgevoerd 3 uur na HW?

Na 3 uur: $22 \times (1/12 + 2/12 + 3/12) = 11$ dm

Er is dus van de 22 dm verval nog $22-11=11$ dm over. Dat geeft dan een rijzing van $23-11=12$ dm.

Positie met kaartdiepte 2,4m:
waterdiepte $24 + 12 = 36$ dm

Positie met kaartdiepte -0,3m:
waterdiepte $-3 + 12 = 9$ dm



Harlingen				
mei / May 2015				
Tijden in MET+1h				
Dag	Hoogwater		Laagwater	
	Tijd	Hgt	Tijd	Hgt
V 1	09:00 21:15	20 22	03:36 16:01	2 3
- -	- :-	- :-	- :-	- :-
M 18	10:46 23:16	22 23	05:36 17:59	1 1
D 19	11:30 23:45	23 23	06:20 18:46	2 1
W 20	12:16 ..	23 ..	19:26 07:00	1 2
- -	- :-	- :-	- :-	- :-
Z 31	09:05 21:15	21 22	03:39 16:06	2 3
Day	Time	Hght	Time	Hght
	High water		Low water	

Berekenen waterhoogte (7)

Vervolg voorbeeld met HP33

14:30 is 3 uur na HW.

HP33 aflezen en deduceren uit tabel.

Tabel en kaart zijn beide in LAT.

Op 14 uur: 16 dm

Op 15 uur: 12 dm

Dus op 14:30 uur: 14 dm rijzing

Diepte op de 2 plekken resp:

$24 + 14 = 38$ dm

$-3 + 14 = 11$ dm

Dit is anders dan met de getijtafels. Welke waarde kies je?

Harlingen
mei / May 2015

Tijden in MET+1h					Uurstanden in dm. t.o.v. LAT.																							
Day	Time	Hght	Time	Hght	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
V	08:00 21:15	20 22	03:20 18:01	2 3	12	9	5	3	2	6	12	17	19	20	20	17	14	10	7	4	3	5	12	18	21	22	22	19
Z	08:57 22:08	21 22	04:26 18:49	2 2	15	12	8	5	2	2	8	14	19	20	21	20	17	13	10	7	4	2	7	14	18	21	22	21
Z	10:20 22:40	22 22	05:08 17:28	1 2	18	14	11	7	4	1	4	11	18	20	21	21	19	15	12	9	5	2	3	10	17	20	22	22
M	11:05 23:04	22 22	05:48 18:05	1 2	20	16	12	8	4	3	1	6	14	18	21	22	21	18	14	11	8	4	2	5	12	18	21	22
M	10:48 23:18	22 21	05:38 17:58	1 1	18	15	12	8	4	2	2	8	15	19	21	22	20	16	12	9	7	4	1	6	13	19	22	22
D	11:30 23:45	23 23	06:20 18:45	2 1	22	18	15	11	6	5	2	3	11	16	20	22	22	20	16	12	8	6	3	1	7	14	19	22
W	12:18 00:38	23 22	07:08 19:28	2 1	23	21	17	14	10	7	4	2	6	12	18	22	23	22	18	15	12	8	5	1	2	9	15	19
D	00:28 12:48	22 23	07:38 20:08	2 1	22	22	20	16	13	8	4	2	8	16	20	23	22	21	18	14	11	7	4	1	4	11	18	
Z	07:54 20:14	20 22	02:47 14:08	3 4	8	9	3	2	6	12	18	18	20	19	17	14	11	8	5	4	5	11	17	20	21	21	18	18
Z	09:06 21:10	21 22	03:20 15:08	2 3	12	9	5	3	2	7	13	18	20	21	20	17	14	11	8	5	3	6	12	18	21	22	21	18
Day	Time	Hght	Time	Hght	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	High water		Low water		Hourly heights in dm. referred to LAT.																							

Berekenen waterhoogte (8)

Oefening 1

Gebruik de volgende getij gegevens:

- hoe laat is het eerste laagwater?
- wat is dan de rijzing?
- idem voor HW?
- wat is het verval?
- wat is de rijzing om 07:16?
- wat is de rijzing om 10:15?

05:16	0,3	LW
11:15	4,4	HW
17:46	0,7	LW
23:35	4,2	HW



Berekenen waterhoogte (9)

Oefening 1

Gebruik de volgende getij gegevens:

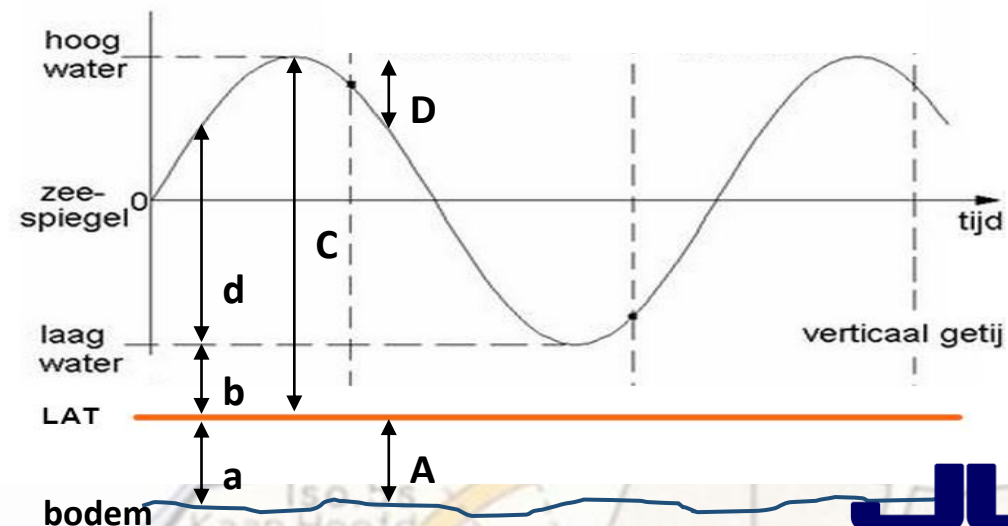
- hoe laat is het eerste laagwater? : 05:16 uur
- wat is dan de rijzing? : 0,3 meter
- idem voor HW? : Om 11:15 uur en 4,4 meter
- wat is het verval? : $4,4 - 0,3 = 4,1$ meter
- wat is de rijzing om 07:16? : 2 uur na LW is $0,3 + 4,1 \times (1/12 + 2/12) = 1,33$ m
- wat is de rijzing om 10:15? : 1 uur voor HW is $4,4 - 4,1 \times (1/12) = 4,06$ m

05:16	0,3	LW
11:15	4,4	HW
17:46	0,7	LW
23:35	4,2	HW

Waterhoogte berekenen:

Van LW naar HW = kaartdiepte (a) + LW (b) + verval (d)

Van HW naar LW = kaartdiepte (A) + HW (C) – verval (D)



Berekenen waterhoogte (10)

Oefening 2

Je verlaat op 14 augustus de haven van West-Terschelling in zuidelijke richting. Op 12 augustus stond de maan in het EK.

Je ziet op de kaart het dieptecijfer 0_7 staan. De diepgang van je schip is 1 meter. De getijdegegevens uit de kaart zijn:

gem. HW		gem. LW	
springtij	doodtij	springtij	doodtij
2,3 m	2,0 m	0,3 m	0,6 m

Hoeveel water onder de kiel mag je op het moment van HW verwachten op deze plek?

14 augustus is 2 dagen na EK, dus doodtij. HW met doodtij geeft een rijzing van 2,0 m boven kaartniveau (reductievlak), dus $-0,7 + 2,0 \text{ m} = 1,3 \text{ m}$. Daar haal je je diepgang vanaf en dat geeft **3 decimeter**.

Berekenen waterhoogte (11)

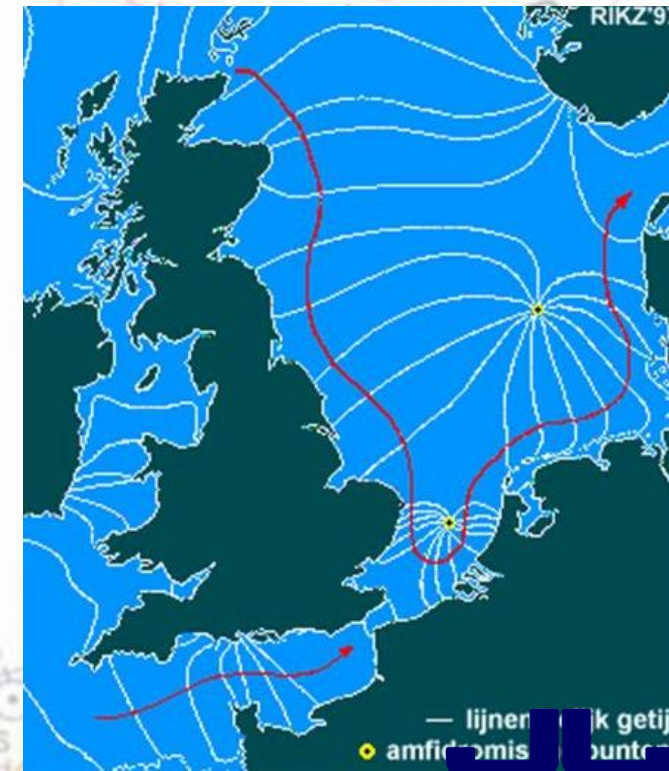
1/7^e-regel

Tussen spring- en doortij liggen ongeveer 7 dagen.
Het verschil is lineair, dus per dag 1/7^e van het verschil er bij of af.

Amfidromische punten

Punten waar geen (verticale) getijbewegingen zijn. Onder invloed van het corioliseffect draait de getijgolf rond dit punt.

De waterhoogtelijnen (plaatsen met op hetzelfde moment dezelfde waterhoogte) staan bij amfidromische punten tegenover elkaar. Dus is de waterhoogte in het amfidromische punt het gemiddelde tussen hoog en laag water. Doordat er langs de ene kant hoog en langs de andere kant laag water is, bestaat er toch nog een stroming door het amfidromisch punt



Getijstroomen

Soorten:

- Zeestromen

Stroming door draaiing aarde, drukverschil, wind en vormen van de aardbodem. Bekende zijn: Golfstroom, Labradorstroom en Canarische Stroom.

- Windstromen

Veroorzaakt door heersende winden of stormen.

- Getijstroomen

Periodiek wisselende stroming als gevolg van de getijden.



Getijstroomen (2)

Begrippen:

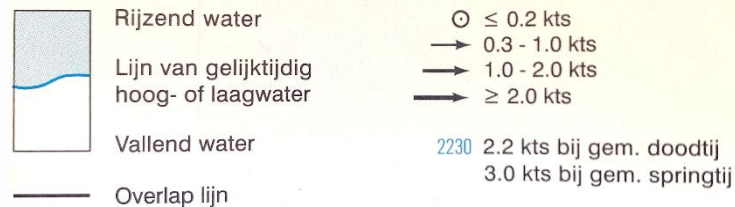
- Getijstroom (horizontaal door getijden)
- Vloedstroom (begint na laag water en loopt door tot na hoogwater)
- Ebstroom (begint na hoog water en loopt door tot na laagwater)

Getijstroomen bepalen

- getijtafels voor tijden hoogwater
- stroomatlas of zeekaart

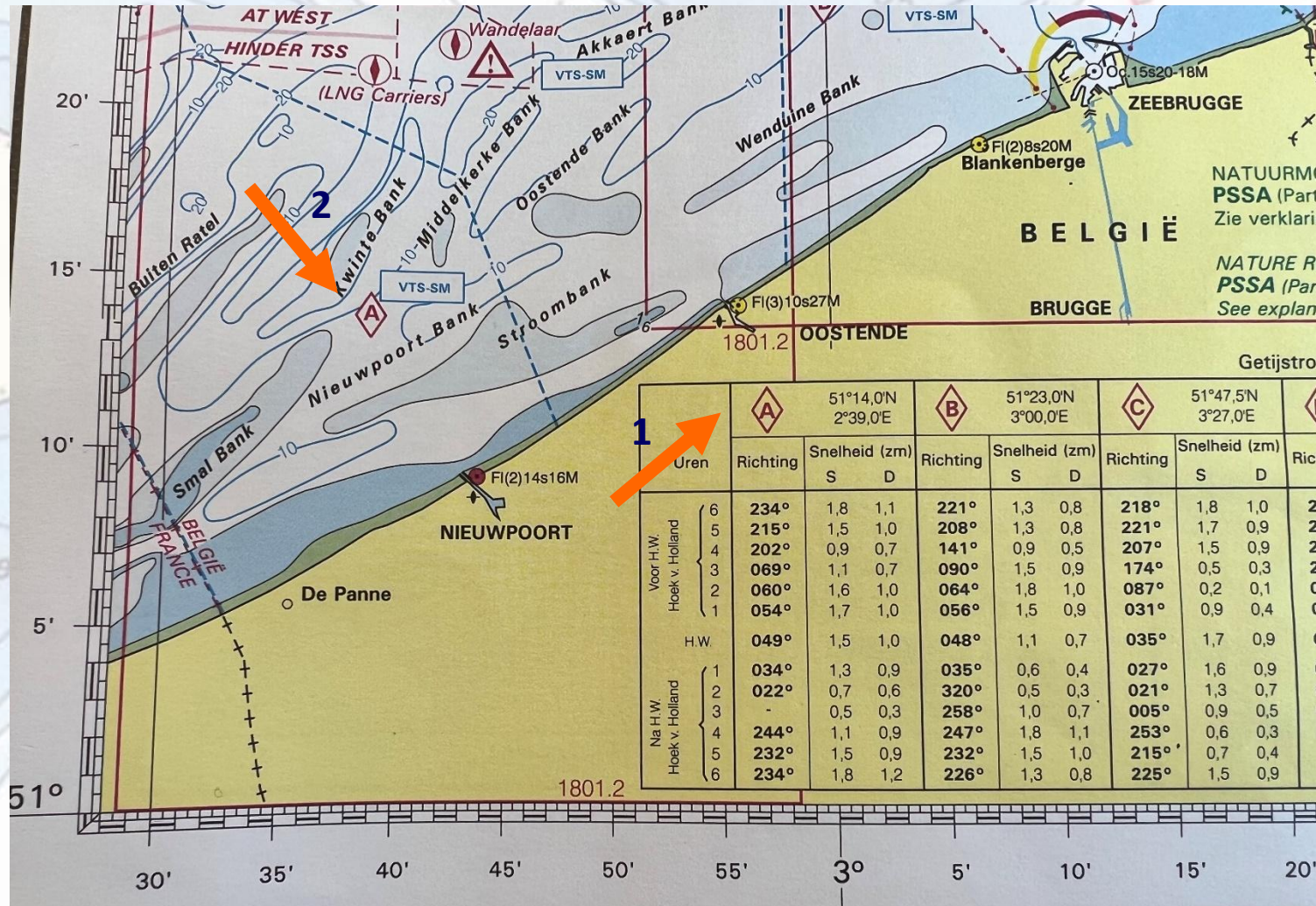
1. Kijk welke primaire haven je gebruikt;
2. Kijk hoeveel uur voor/na HW je zit;
3. Kijk naar de richting en waarde van de pijl voor stroomsterkte en richting.
4. Let op datum t.o.v. spring-/doodtij

WESTERSCHELDE - OOSTERSCHELDE



Getijstroomen (3)

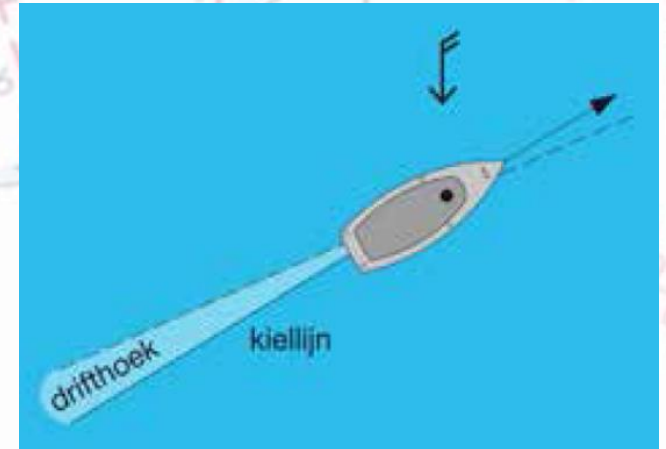
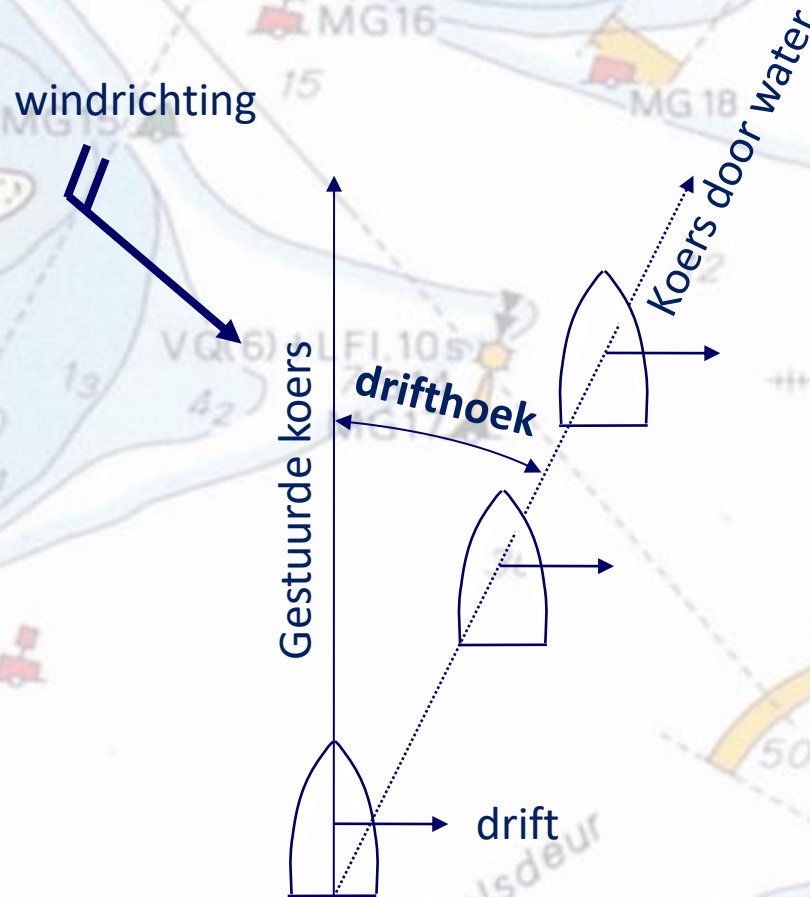
Getijstroomen bepalen op zeekaart



Drift

Definitie: de hoek tussen de richting die het schip door het water vaart en de kiellijn (dus geen rekening houden met de stroom)

- Ontstaat door wind.
- Afhankelijk van onder andere:
 - Type schip
 - Invalshoek wind
 - Windsnelheid
 - Vaart van het schip

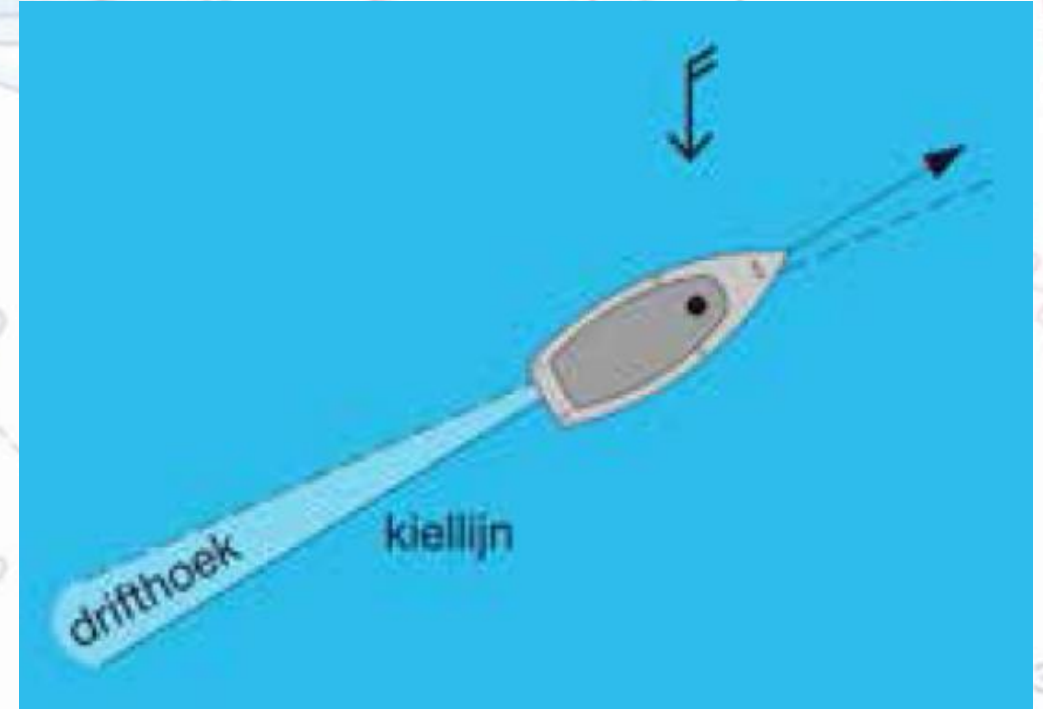


Drift (2)

Oefening:

- WK = 009°
- Wind is N
- Drifthoek is 5 graden
- Wat wordt de koers door het water?

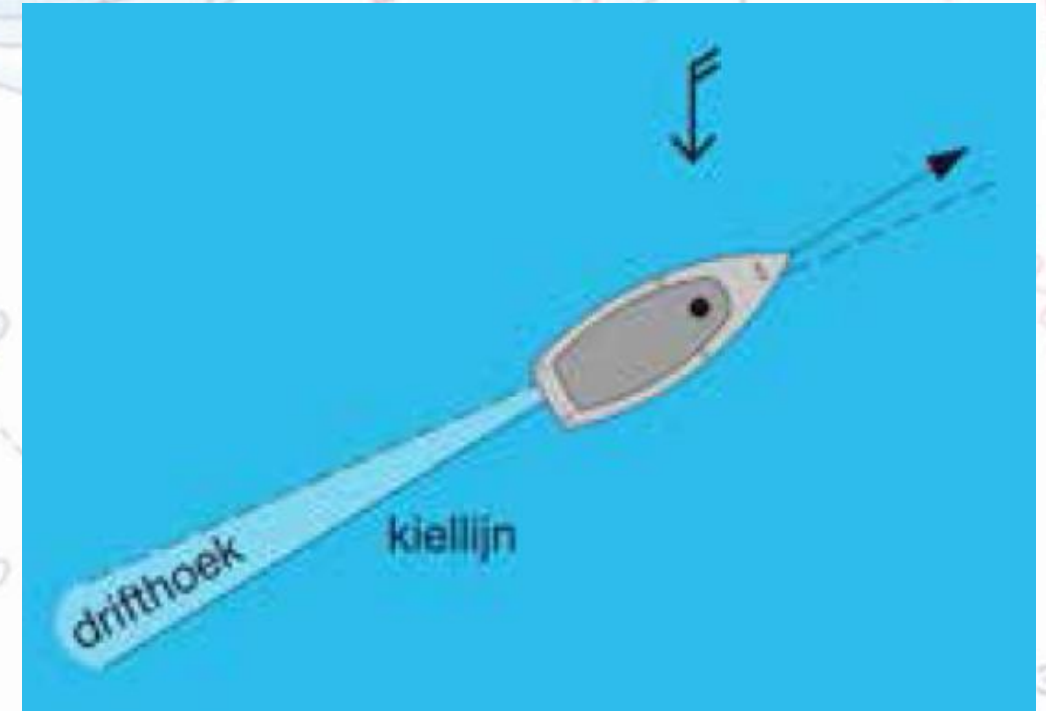
$$009^\circ + 5^\circ = 014^\circ$$



Drift (3)

Drift verrekenen met het teken:

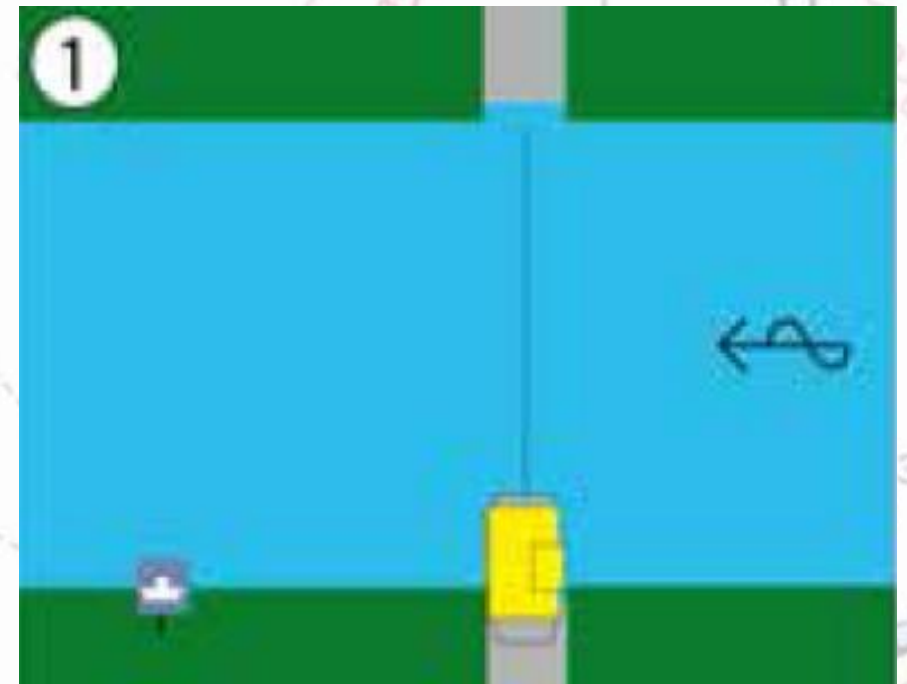
- Als het naar SB werkt (met de klok mee) +
- Als het naar BB werkt (tegen de klok in) -
- Behouden WareKoers
 $BWK = WK + drift$



Stroom

Stroom: de beweging van het water ten opzichte van de zeebodem. Heeft een:

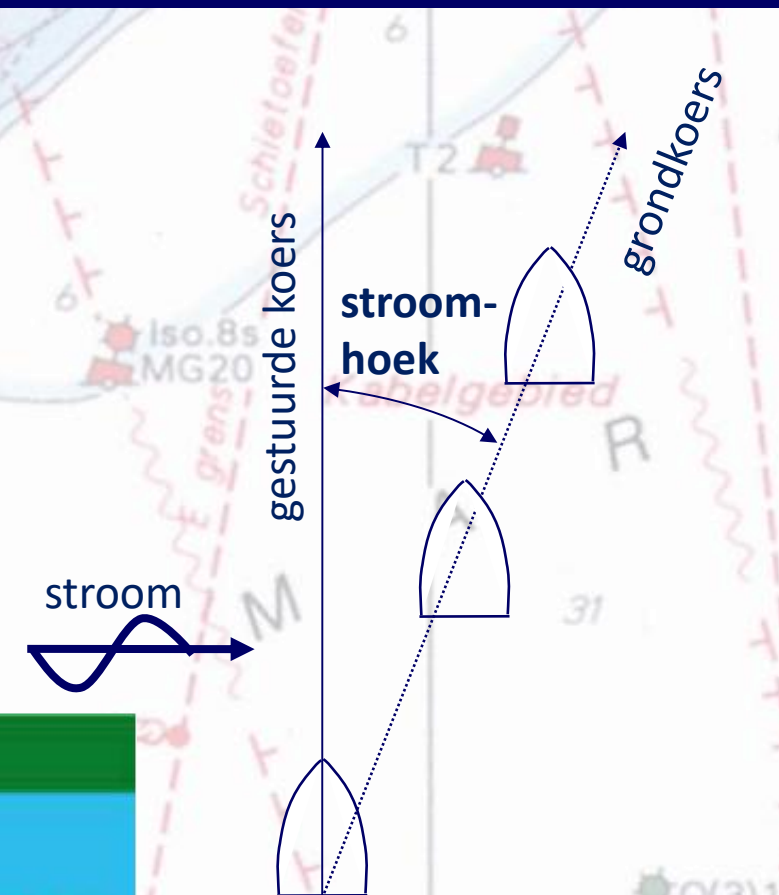
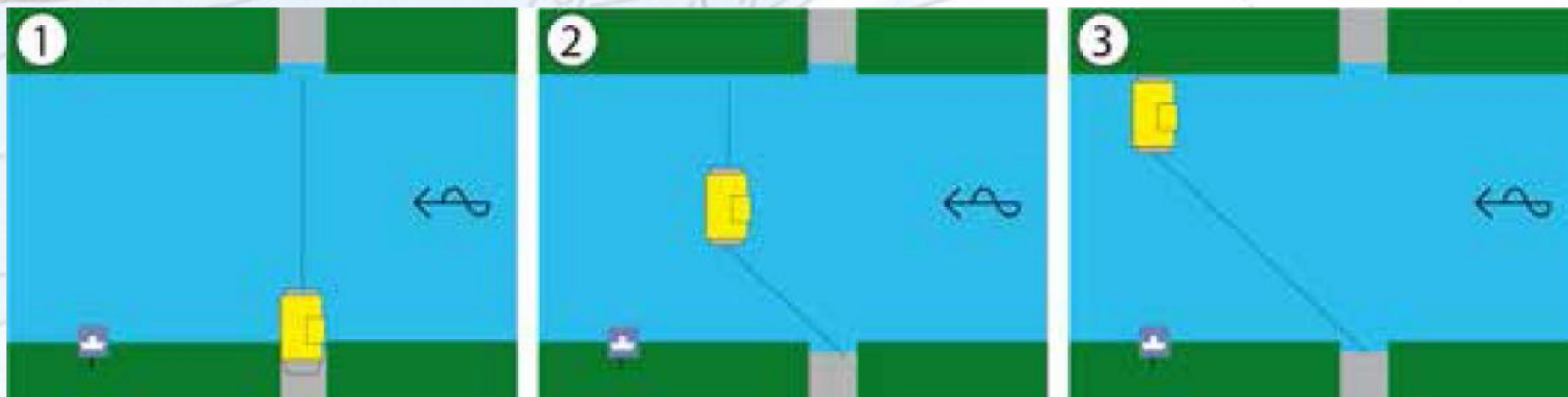
- Snelheid
- Richting (genoemd naar de plaats waar hij heen gaat: een zuidelijke stroom gaat naar het zuiden; hoe zit dat met de wind?)
- Er is geen wind;
Wat gebeurt er met het bootje als het oversteekt?



Stroom (2)

Naast een WK en een BWK is er ook een koers over de grond (GK)

- De stroom veroorzaakt een extra hoek, de stroomhoek: dat is het verschil tussen Grondkoers (GK) en Ware koers (WK)
- Net als bij drift verrekenen we stroom: als we er door naar SB worden weggezet met een + en als we er door naar BB worden weggezet met een -



Drift en Stroom

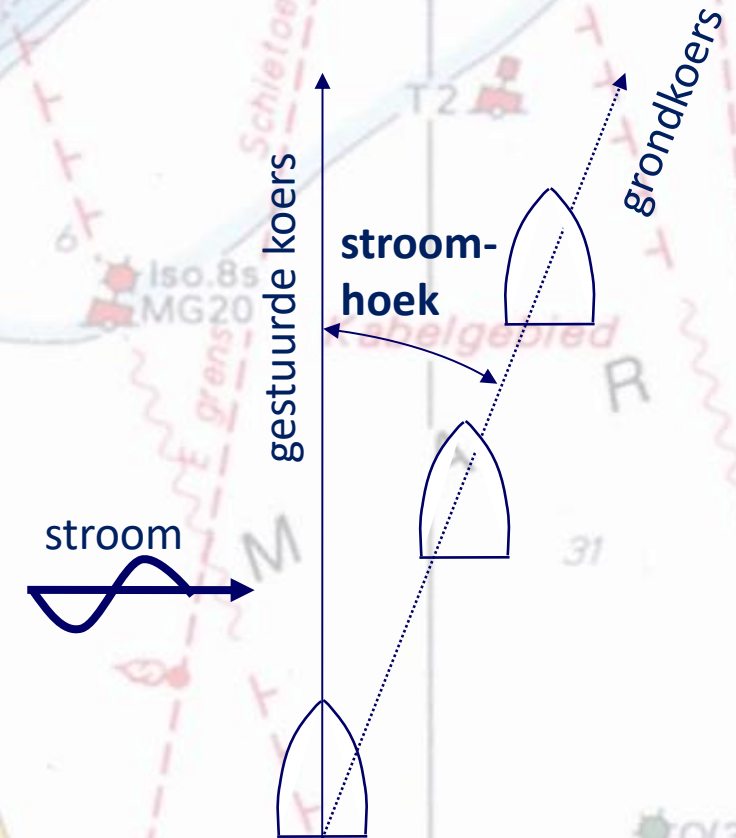
Toepassen drift en stroom

- WK = 020 graden
- Drift = 5 graden over BB
- Stroomhoek = 10 graden over SB

- Wat is de BWK?
- Wat is de GK?

$$\text{BWK} = 020^\circ - 5 = 015^\circ$$

$$\text{GK} = 015^\circ + 10 = 025^\circ$$



Koersladder compleet

Het laddersysteem

K omt	>	K ompas koers		KK
D ie	>	D eviatie	+	Dev
M an	>	M agnetische koers		MK
V an	>	V ariatie	+	Var
W erkendam	>	W are koers		WK
D e	>	D rifthoek	+	drift
B oot	>	B ehouden ware koers		BWK
S tuurt	>	S troomhoek	+	stroom
G oed	>	G rondkoers		GK



Verrekenen bij gegeven stroomhoek

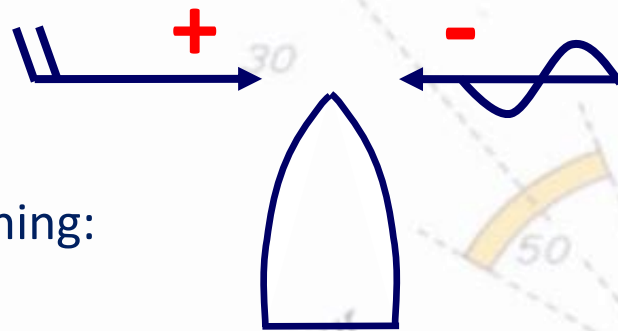
Gegist bestek

- Vertrek uit Den Helder, kardinale boei MH4M1
- Je richting: Oude Schild
- Je stuurman stuurt 000 graden, deviatie +5, variatie +1
- De wind is W en veroorzaakt een drift van 5 graden.
- De stroom is (om de) west en de stroomhoek 10 graden.

- Wat is je GK?

Aanpak:

- schrijf je rijtje op (Komt Die Man...)
- vul in wat je weet
- bepaal de plussen en minnen door een tekening:
- en het antwoord rolt er uit ->



Koersladder

KK	> 000°
Dev	> +5
MK	> 005°
Var	> +1
WK	> 006°
Drift	> +5
BWK	> 011°
Stroom	> -10
GK	> <u>001°</u>



Pffff..... Pauze!

Volgende blok

- Les 3: Stroom constructie, Peilen en BVA

