

wiskunde ligt op straat in Groningen

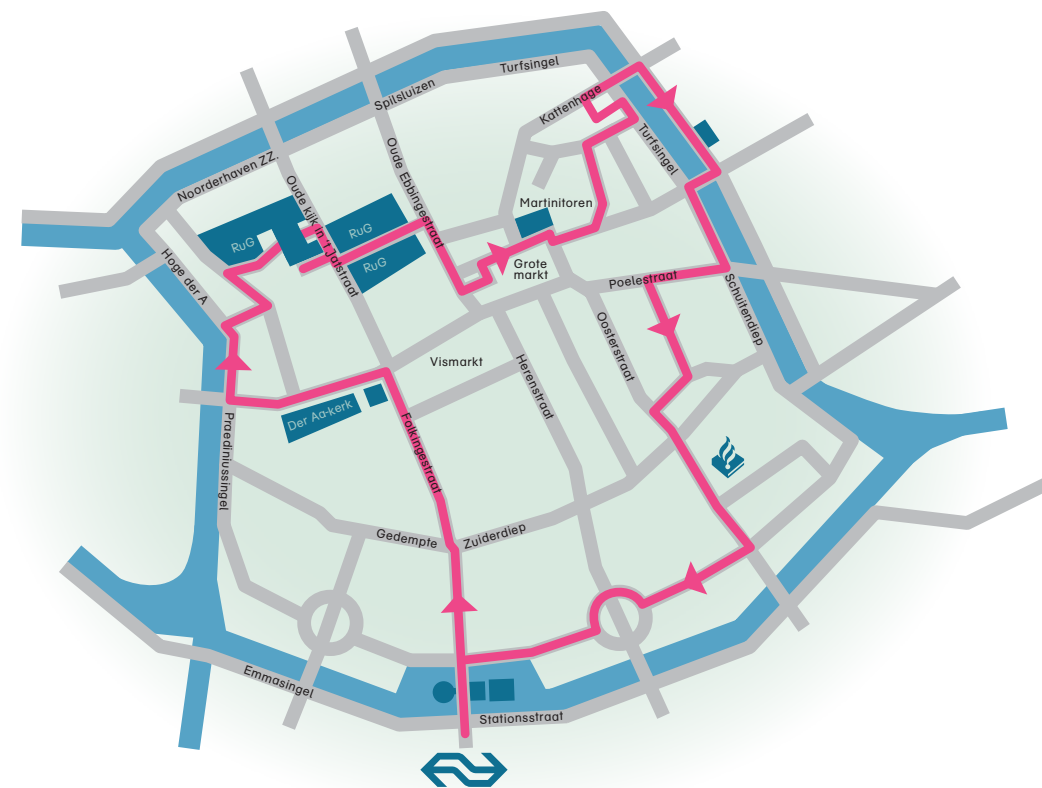
WISKUNDE WANDELING GRONINGEN

De complete wandeling duurt, als je bij alle bijzondere punten stilstaat en alle vragen probeert te beantwoorden, minstens twee uur. Je kunt op twee manieren inkorten: een aantal zaken voorbij lopen, en bijvoorbeeld alleen de gemakkelijke vragen beantwoorden; de moeilijkheid loopt op van * (gemakkelijk) naar *** (moeilijk, meer wiskundige kennis voor nodig); of wel alle vragen doen maar niet de hele wandeling; je kunt op elk punt beginnen en weer ophouden, daarom is er hiernaast een kaartje waarop de route vanaf NS-Station Groningen aangegeven staat.

Je antwoorden kun je noteren op de stroken aan de zijkant. Alle antwoorden en nog wat achtergrond-informatie zijn te vinden op

rug.nl/sciencelinx/wiskundeopstraat

Deze wandeling is samengesteld door een groep wiskundeleraars van scholen in Groningen, Emmen, Leeuwarden, Sneek, Veendam en Zwolle, in samenwerking met een docent van de RUG. De groep is actief binnen het samenwerkingsverband Science LinX van de havo- en vwo-scholen en de RUG.



antwoorden



De wandeling begint bij het centraal station, in Groningen bekend als het Hoofdstation.

De stationshal heeft een bijzonder raam in het plafond.

1

* Hoeveel graden is elke cirkelsector (zo heet zo'n taartpunt officieel)?



Steek bij de verkeerslichten over en ga rechtdoor de Museumbrug op.

Het gebouw van het Groninger Museum bestaat uit verschillende delen. Tegen de buitenkant van het ronde gedeelte zijn 'halve vazen' aangebracht.

2

* Hoeveel halve vazen zijn er in totaal?



Het gele blok is het gedeelte van het Groninger Museum waarin zich ook de ingang bevindt.

Geef een schatting van het aantal tegeltjes dat gebruikt is in het mozaïek rondom de ingang.

3



Bijzonder van vorm is ook het paviljoen aan de oostkant, ontworpen door het Oostenrijkse bureau Coop Himmelb(l)au.

Een deel van de constructie is geïnspireerd op de Groningse scheepsbouw. Zie de foto hiernaast. Op de foto hierboven zie je een mozaïektegels die zich aan de zijkant van het Museum bevindt. De tegel bestaat uit 10 bij 10 kleinere tegeltjes.

4

** Op hoeveel manieren kun je een rijtje van vijf aaneengesloten donkerblauwe tegeltjes in het 10 bij 10 vierkant zetten? Je mag uitgaan van een leeg vierkant, waarbij nog geen kleuren zijn ingevuld.



Loop vanaf de Museumbrug rechtdoor de Ubbo Emmiusstraat in.

Op de hoek van de Ubbo Emmiusstraat en het Gedempte Zuiderdiep staat dit gebouw. Wat opvalt zijn de vorm van het gebouw en het bijzondere glas in lood achter de rechthoekige raampjes. Het glas in lood achter zo'n rechthoek kan op twee manieren ingedeeld zijn: in het ene patroon komt een cirkel voor, in het andere niet.

5

* Bij hoeveel rechthoeken heeft het glas in lood een cirkel in het patroon?



Loop vanaf de Museumbrug rechtdoor de Ubbo Emmiusstraat in.

Op de hoek van de Ubbo Emmiusstraat en het Gedempte Zuiderdiep staat dit gebouw. Wat opvalt zijn de vorm van het gebouw en het bijzondere glas in lood achter de rechthoekige raampjes. Het glas in lood achter zo'n rechthoek kan op twee manieren ingedeeld zijn: in het ene patroon komt een cirkel voor, in het andere niet.

5

* Bij hoeveel rechthoeken heeft het glas in lood een cirkel in het patroon?



Steek het Zuiderdiep rechtdoor over en ga de Folkingerstraat in.

In het wegdek zie je de schijngestalten van de maan.

6

** Het percentage van de maan dat zichtbaar is (uitgaande van een wolkenloze hemel) verloopt bij benadering periodiek en kan benaderd worden met de volgende formule: $P = 50 + 50 \sin(0,212769t - 1,042563)$

Hier is P het percentage van de maan dat zichtbaar is en t de tijd in dagen met $t=0$ op 1 januari 2017 om 0:00 uur. Bereken met behulp van de formule wat de schijngestalte van de maan was op 28 januari 2017.



Loop verder de Folkingerstraat in.

Direct aan het begin van de Folkingerstraat zie je aan de rechterkant de Joodse Synagoge. In de voorgevel zit een prachtig raam met daarin de Davidster. De Davidster is opgebouwd uit twee grote gelijkzijdige driehoeken die over elkaar zijn gelegd. Zo ontstaan de zes sterpuntes, ook weer gelijkzijdige driehoeken. Binnenin ontstaat een zeskant. In deze zeskant is weer een cirkel getekend.

7

** Bekijk de zes kleine driehoekjes. Is de oppervlakte van deze driehoekjes samen kleiner, even groot of groter dan de oppervlakte van de cirkel in het midden? En hoe kun je dat zeker weten?



Deze galerie heeft een bijzondere pui. Bij de hoeken van de ramen gebeurt iets vreemds. Daar grenzen twee velden van dezelfde kleur aan elkaar. Van de verticale stijlen links en rechts van de etalage heeft de onderkant links geen hele tegels en de onderkant rechts wel.

Hoeveel kleuren zou de pui minimaal moeten hebben om ervoor te zorgen dat geen enkele tegel grenst aan een tegel met dezelfde kleur?

8



Links aan het eind van de Folkingerstraat zie je het in Groningen befaamde bruine café 'de Beurs'.

Op de muur zit een gevelsteen. Daar kun je een aantal aparte dingen op zien. Natuurlijk herken je de gelijkzijdige driehoek maar snap je ook de tekst van Karl Marx die erop staat? Is het jaartal geen fraai getal?

9

* Het jaartal is inderdaad fraai, het heeft maar drie priemdelers. Je ziet direct dat je het getal door 5 kunt delen. Voer deze deling uit. De uitkomst van deze deling is maar door twee getallen deelbaar. Welke twee getallen zijn dat?



Sla na de Korenbeurs linksaf het A-kerkhof op. Links zie je de Der Aa-kerk.

De ramen van de Aa-Kerk bestaan uit verticale banen die naar boven toe spits toelopen. Smalle ramen hebben 3 banen. Bovenaan een 3-banen raam zie je 3 'vierhoeken'. Er zijn ook ramen met 4 banen en na even zoeken zelfs verschillende 5-banen ramen te vinden. Bovenaan die ramen zie je dan ook meer 'vierhoeken' ontstaan.

10

** Hoeveel 'vierhoeken' zou je in de top zien als er van onderaf 10 banen zouden oprijzen?



Passer de Der Aa kerk en ga rechtdoor de Brugstraat in. Loop naar nummer 17.

Boven de twee deuren van Brugstraat 17 zit een raam in de vorm een grote halve cirkel. Daarin zie je twee kleine halve cirkels en een hele cirkel die de twee halve cirkels aan de buitenkant raakt en de grote cirkel aan de binnenkant raakt. De middelpunten van de cirkels vormen een rechthoekige driehoek. Stel dat de breedte van twee deuren samen 12 dm (120 cm) is (in werkelijkheid is dat natuurlijk meer). Je kunt dan bewijzen dat de zijden van de

rode driehoek 3 dm (horizontaal), 4 dm (verticaal) en 5 dm (schuine zijde) zijn. Als in een rechthoekige driehoek de lengten van de zijden geheel zijn noemen we dit een Pythagorese driehoek.

11

** Noem minstens drie andere Pythagorese driehoeken.

*** Voor de liefhebber: hoe kun je bewijzen dat - als je ervan uit gaat dat de breedte van de twee deuren samen 12 dm is - er inderdaad sprake is van een 3-4-5 driehoek?



Schuin tegenover nummer 17 bevindt zich de ingang van het Noordelijk Scheepvaartmuseum. Loop door het portje naar de binnenplaats van dit museum.

Op de binnenplaats vind je het oude binnenvaartschip de Alida, een kleine jalk. Achter de Alida hangt aan de muur een bord met de tarieven zoals die geheven werden bij het passeren van een sluis.

12

** Hoeveel cent moest de schipper van de Alida betalen als zij leeg door de sluis wilde?



Keer terug naar de Brugstraat door het portje en ga linksaf. Verderop bevindt zich de A-brug.

De A-brug is een draaibrug: de brug gaat open door te draaien om een verticale as. Het loont de moeite om even te wachten tot de brug open gaat om een aantal boten door te laten.

13

** Stel dat je aan het eind van de brug staat terwijl de brug opendraait. Wat is dan de afstand die je dan aflegt over het water?

De kade aan de andere kant van het water heet het Lage der A. De oude pakhuizen

en fabriekspanden aan de twee kades getuigen van veel verloren bedrijvigheid. De beroemde Groningse kunstenaar Hendrik Werkman had een atelier in het grote pakhuis tegenover het begin van de eerste zijstraat rechts, de Turftorenstraat.

Hoge der A 9
Dit pand, dat dateert uit de 16e of 17e eeuw werd vanwege het ruim aanwezige rivierwater in eerst instantie gebruikt om bier te brouwen. Omstreeks 1800 werd dit huis gekocht door stijfelmaker Klaas Mesdag.

14

* Hoeveel betaalde hij voor het huis? Hoeveel is dat omgerekend in euro's (€1,- is ongeveer f2,20)? Denk je dat je het huis nu voor dat bedrag zou kunnen kopen? Waarom wel/niet?

Steek de brug niet over, maar volg rechtsaf langs het water het Hoge Der A. Ga rechtsaf de Turftorenstraat in tot de kruising met de Laan.

Op dit kruispunt heb je zicht op de toren van de Aa-kerk en op de toren van de Martinikerk.

wiskunde ligt op straat in Groningen

WISKUNDE WANDELING GRONINGEN



Uurwerkersgang en Harmoniegebouw

Ga linksaf de Laan in en direct daarna rechtsaf de Uurwerkersgang in. Loop schuin naar links het plein op. Je ziet de bogen van het Harmoniegebouw. Ga er onderdoor; kijk wel even rond in deze doorgang.

Als je net onder de bogen door bent, zie je links een deur die wel op een heel vreemde plek zit. Om toegang tot deze deur te krijgen zou je een trap moeten maken. Om een trap gemakkelijk te kunnen gebruiken moeten de ruimte voor je voet op de tree (de 'aanrede' A) en de afstand die je per tree omhoog gaat (de 'optrede' O) voldoen aan de zogenaamde trapformule: $2xO + A = 600$, met O en A in mm.

*** Stel dat de trap 8 treden krijgt. Hoeveer steekt de trap dan vanaf de muur uit naar voren?

Loop iets door met de bogen van het Harmoniegebouw in je rug. Je staat nu op een mooi plein met leibomen en een standbeeld van Aletta Jacobs. Ga vanaf het plein rechtsaf de Oude Kijk in 't Jatstraat in. Neem de tweede straat rechts.



De Openbare Bibliotheek

Daniel Bernoulli
Wiskundige en Natuurwetenschapper

Als je op de hoek van de Broerstraat rechts de Oude Boteringestraat in gaat, zie je het Calmershuis, een van de oudste panden van Groningen. Naast het Calmershuis staat de Openbare Bibliotheek (Oude Boteringestraat 16).

Op het voorpleintje van de bibliotheek hangt aan de gevel van de linkervleugel een plaquette, die herinnert aan Johan Bernoulli en Dorothea Falkner, die hier in 1700 woonden. Hun zoon Daniel, de beroemde wis- en natuurkundige van het 'Bernoulli-effect' dat de opwaartse kracht op een vliegtuigvleugel verklaart, werd hier in 1700 geboren.

*** Was 1700 een schrikkeljaar?



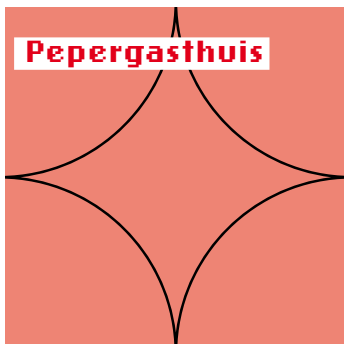
Het Provinciehuis

Het plein tussen de Martinikerk en het Provinciehuis is aangelegd in een cirkelpatroon. De stenen die in dit cirkelpatroon zijn gebruikt zijn ongeveer 10 cm breed en 16 cm lang. De buitenste rij bevat uiteraard meer stenen dan de rij die er aan de binnenkant tegenaan ligt.

* Ga - zonder te tellen - na hoeveel tegels de buitenste rij meer bevat. Je mag je antwoord natuurlijk controleren door te tellen!

- A. 2.
- B. 5.
- C. 10.
- D. 20.

Denk aan de formule voor de omtrek van een cirkel: omtrek = $\pi \times$ middellijn



Pepergasthuis

Loop verder langs de Turfsingel en steek bij de eerste brug rechts weer het water over. Hier is in het smeedijzer de patroonheilige van Groningen te herkennen. Ga linksaf, langs het Schuitendiep, daarna rechtsaf (Poelstraat) en neem de tweede straat links (Peperstraat).

Peperstraat 22 is een hofje, het Pepergasthuis. Boven de deuren in dit hofje zie je op verschillende plekken bovenstaande vorm van glas in lood.

*** Hoe verhoudt de oppervlakte van het binnenste gedeelte zich tot de totale oppervlakte van het raam?



Pintelierplein

Ga na de ingang van het University hotel weer rechts. Een steegje brengt je naar het Pintelierplein.

Op het Pintelierplein zit een Belgische kroeg met op de gevel een replica van Manneken Pis en een grote thermometer die de temperatuur zowel in graden Celsius als graden Fahrenheit aangeeft. Het omrekenen van Celsius naar Fahrenheit kan met behulp van formules. Hieronder zie je vier formules:

- A. $C = \frac{5}{9}(F + 40) - 40$
- B. $F = \frac{9}{5}(C + 40) - 40$
- C. $F = \frac{9}{5}C + 32$
- D. $C = \frac{5}{9}F - 32$

*** Welke formule is niet juist?



Broerstraat

Verlaat het plein met de Pintelier in je rug. Door de poort onder het University hotel kom je op de Uurwerkersgang. Ga die rechtsaf in, dan kom je weer in de Oude Kijk in 't Jatstraat uit. Ga daar weer rechts en meteen links. Je bent nu in de Broerstraat.

Aan de linkerkant heb je oneven huisnummers, onder meer Broerstraat 5, het Academiegebouw van de RUG.

* Welk oneven nummer ontbreekt?

Het gebouw met het ontbrekende nummer is in 1988 afgebrand. Het was het sterrenkundig laboratorium van Kapteyn (1851-1922). De foto toont het gebouw in 1914.



Pilaren in de Waagstraat

De pilaren aan de linkerkant van de Waagstraat hebben een bijzondere vorm.

*** Als de pilaar in de grond zou doorlopen, eindigt hij in een punt. Hoe diep zou die punt onder het wegdek liggen?

- A. Ongeveer 3 meter
- B. Ongeveer 5 meter
- C. Ongeveer 7 meter
- D. Ongeveer 9 meter

Loop recht door de Waagstraat uit. Rechts zie je het Goudkantoor. De gevel is mooi versierd. Bij de ramen zie je schelpen, en in de daklijst spiralen. Ga verder langs het Stadhuis (met kogelgaten in de achtergevel!) en over de Grote Markt naar de Martinitoren.



Tegenover de Prinsentuin

Loop door de Prinsentuin heen en neem de uitgang rechtsachter. Je komt uit op het Kattenhage. Sla rechtsaf en steek de Maagdenbrug over.

Vanaf de Maagdenbrug zie je het gebouw van de vrijmetselaars.

* De vrijmetselaars hebben wiskundige werktuigen in hun wapen. Welke herken je?

Sla rechtsaf. Loop langs het water.



De Jozefkerk

De 76 meter hoge toren heeft de vorm van een zeshoek. Daardoor zijn vanuit alle richtingen twee klokken zichtbaar, maar vanuit veel richtingen zelfs drie. Het zien van drie klokken tegelijk werd soms schertsenderwijs gerelateerd aan de effecten van alcohol. Dankzij deze eigenaardigheid heeft de toren de bijnaam 'dronkemanstoren' gekregen.

*** Hoeveel klokken kun je zien als je vlak voor het kunstwerk 'de boomstronk' staat?



Het Academiegebouw

Op de rechter topgevel van het academiegebouw staat een beeld van mathematica: de personificatie van de wiskunde.

* Wat heeft Mathematica in haar hand?



De Martinikerk

Op de Grote Markt kun je zien waaraan Groningen zijn bestaan dankt: aan zijn hoge ligging aan het eind van de Hondsrug. Op het hoogste punt van de wijde omtrek kwam een kerk met toren: de Martinitoren.

* Staat de Martinitoren echt uit het lood, zoals het verhaal gaat? In welke richting helt hij dan over? Noord, Oost, Zuid, West. PS: De zonnewijzer is op het zuiden is gericht.

Loop aan de rechterkant (de zuidkant) langs de Martinikerk.



Een piramide als dak

Het dak van dit gebouw, op de hoek van de Broerstraat en de Oude Boteringestraat (Grand café - restaurant Mr. Mofongo) is piramide-vormig.

*** Als de dakverdieping even hoog is als de verdieping eronder, hoe is dan de verhouding van de inhoud van deze twee verdiepingen?

- A. 1 : 3
- B. 2 : 5
- C. 2 : 3
- D. 1 : 2

Loop nu de Broerstraat verder uit, in de richting van het huis met de trapgevel in de Oude Boteringestraat en sla rechtsaf.



De binnenstad in relief

Naast de Martinikerk staat een bronzen tafeltje waarop een 3D-plattegrond van de binnenstad van Groningen te voelen is. Daarbij staan enkele codes in Braille. De letters in het Braille-alfabet worden voorgesteld door puntjes op een raster van 2 bij 3 (zie afb.). Ons alfabet telt 26 letters en, daarvoor hoeven niet alle mogelijke puntcombinaties te worden gebruikt.

*** Hoeveel verschillende tekens kun je in het Brailleschrift op deze manier weergeven?

Loop verder langs de Martinikerk en ga linksaf het Martinikerkhof op.



Sint Jansbrug

Je staat op de Sint Jansbrug, een van de bruggen over de Groningse gracht.

*** In 1736 hield Leonhard Euler zich bezig met het probleem van de zeven bruggen van Koningsbrugge. Het vraagstuk: kun je een rondje door Koningsbrugge lopen op zo'n manier dat je precies één keer over alle bruggen loopt en dat je weer

eindigt op je beginpunt. Euler bewees dat dit niet mogelijk is. Hier dezelfde vraag met een Gronings tintje: kun je een rondje door Groningen lopen op zo'n manier dat je alle bruggen over de gracht precies één keer over gaat en weer eindigt op je beginpunt?

Tip: gebruik de kaart aan het begin van de wandeling.



Het Tschumpaviljoen

Loop, met de Jozefkerk in de rug, langs Radesingel naar het Hereplein.

Het Tschumpaviljoen is een hellende glazen expositieruimte. Wiskundig gezien is het een balk met afmetingen 21,6 x 3,6 x 2,6 m

*** Bereken de lengte van de lichaamsdiagonaal.

Loop langs de Heresingel terug naar het Museum en het Centraal Station.

15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32

