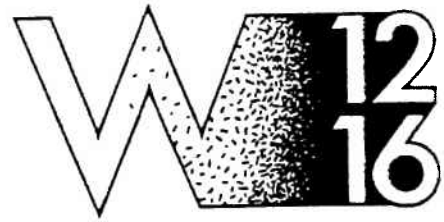

oktober 1988



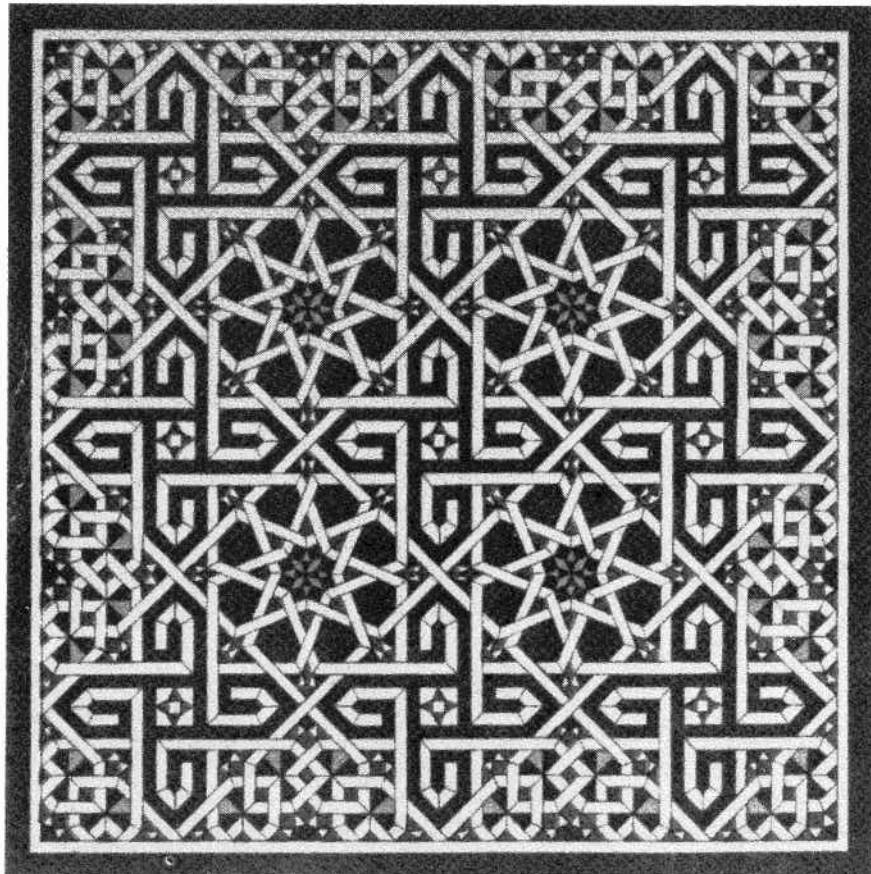
Ter Inzage

Vakgroep OW&OC



Freudenthal instituut
Oerarchie

Op de Rand



Ontwerp: Marja Meeder en Heleen Verhage
© Rijksuniversiteit Utrecht / SLO, Enschede
oktober 1988

Inhoudsopgave

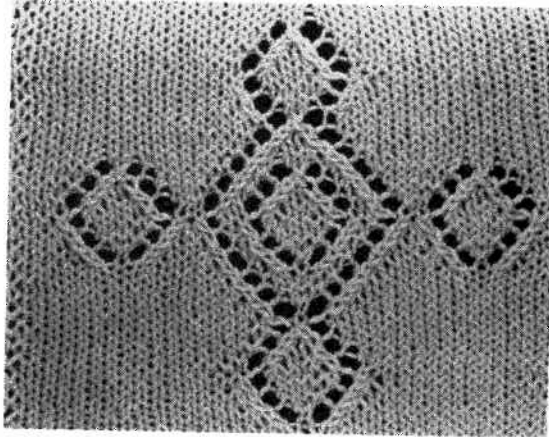
Hoofdstuk 1 - Regelmaat	2
Hoofdstuk 2 - Vouwen	14
Hoofdstuk 3 - Randen	22
Werkbladen	43

Hoofdstuk 1 - Regelmaat

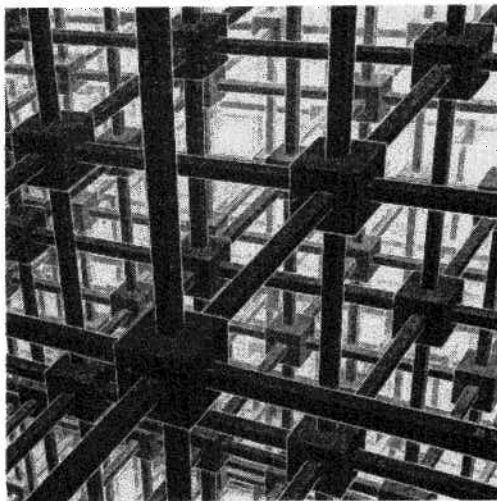
Dit hoofdstuk gaat over regelmaat. Veel dingen in de wereld om ons heen zien er regelmatig uit. Door goed te kijken, kun je zien hoe die regelmaat in elkaar zit.

Plaatjes kijken

1. Kijk goed naar de zeven plaatjes hieronder. Schrijf van elk plaatje op, welke regelmaat je ziet.



a. Motief in een schipperstrui

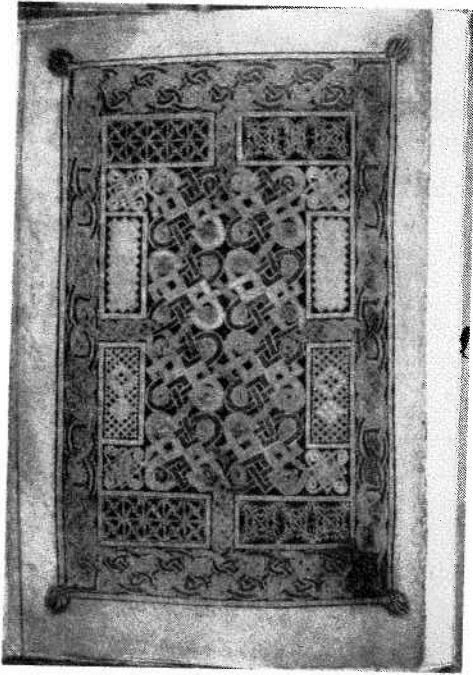


b. Tekening van Escher

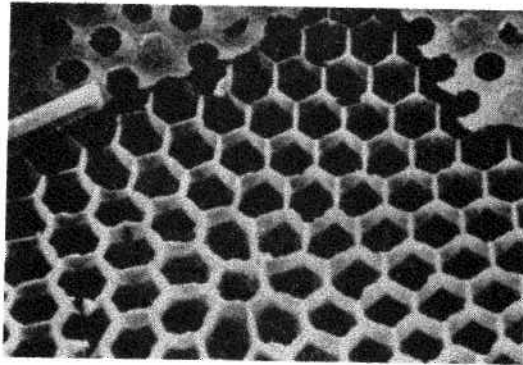
© 1988 M.C.Escher Heirs / Cordon Arts Baarn Holland



c. Borduurwerk



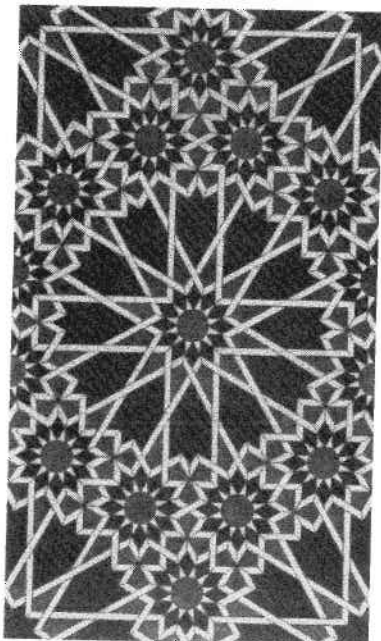
d. Keltisch vlechtwerk



e. Honingraten



f. Muurtje



g. Islamitische versiering

Symmetrie

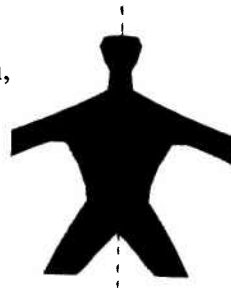
Op de plaatjes hiervoor is steeds iets van regelmaat te zien. Het is niet altijd makkelijk om precies op te schrijven wat die regelmaat is.

Met regelmaat kunnen we nog van alles bedoelen. Vaak heeft het te maken met *symmetrie* en met *herhaling*.

2. Welke omschrijving geeft je woordenboek van het woord *symmetrie* ?

Als twee helften van een figuur elkaars spiegelbeeld zijn, heet de figuur *spiegelsymmetrisch*. De figuur heeft dan een spiegelas of *symmetrie-as*.

Het poppetje hiernaast is symmetrisch.



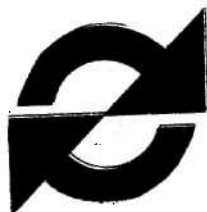
Een andere vorm van symmetrie is *draaisymmetrie*.

Een figuur is draaisymmetrisch, als die na een stukje draaien weer in zichzelf past.

Bijvoorbeeld het beeldmerk van de spoorwegen dat je hiernaast ziet.



3. Om welk punt moet je draaien om het beeldmerk op zichzelf te laten passen? Hoever moet je draaien?
4. Schrijf vijf dingen op waarvan de twee helften elkaars spiegelbeeld zijn.
5. Welke symmetrie zit er in de volgende figuren:



a.



b.



c.



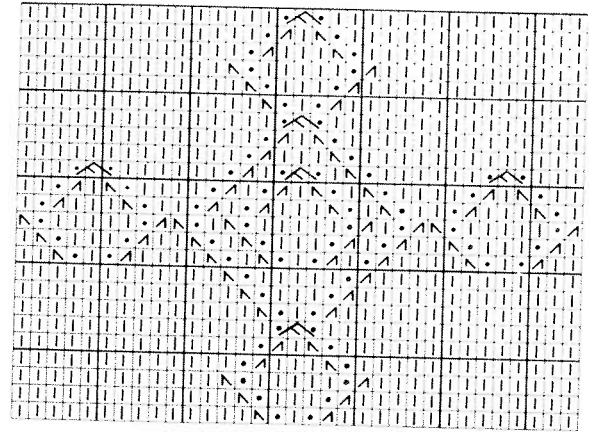
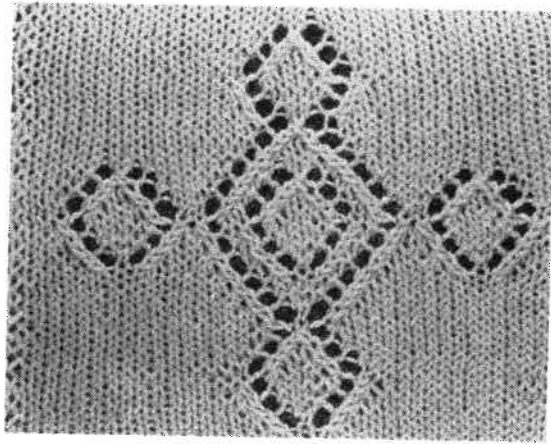
d.

Symmetrie komt niet alleen voor bij losse dingen zoals het poppetje en beeldmerken, maar ook bij patronen waar herhaling in zit.

Regelmatige patronen met symmetrie erin kom je vooral tegen in allerlei versieringen, in de natuur, op gebruiksvoorwerpen en in de kunst.

We gaan dat eens beter bekijken aan de hand van de voorbeelden van de vorige twee bladzijden.

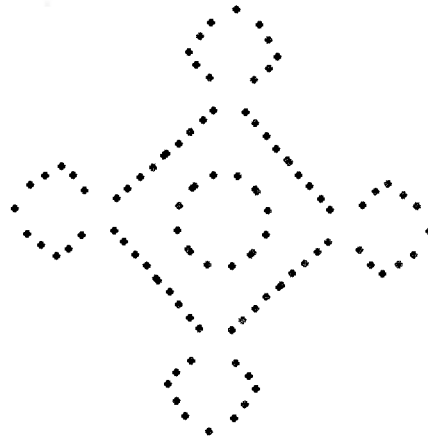
Motief in een schipperstrui



Breischema

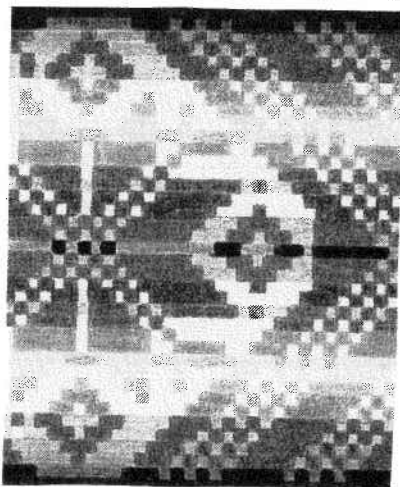
Het motief van de schipperstrui is al eeuwen oud. Het heeft ook een symbolische betekenis. De naam van dit motief is *Godsoog*. Vissers waren vroeger erg afhankelijk van de natuur. Ze voelden zich een beetje beschermd door het Godsoog in hun trui.

6. Hiernaast staat een tekening van het Godsoog. Hoeveel symmetrie-assen heeft het Godsoog? Teken het Godsoog in je schrift en teken er de symmetrie-assen in.



7. Is het Godsoog ook draaisymmetrisch? Hoe kan je het draaien?

8. Vergelijk eens met elkaar: de foto, het breischema en de tekening. Wat is het verschil?



In breiwerk zie je vaak ingebreide randen. Dat kan voor de sier zijn, maar ook omdat het nuttig is. Denk bijvoorbeeld aan de boord van een trui.

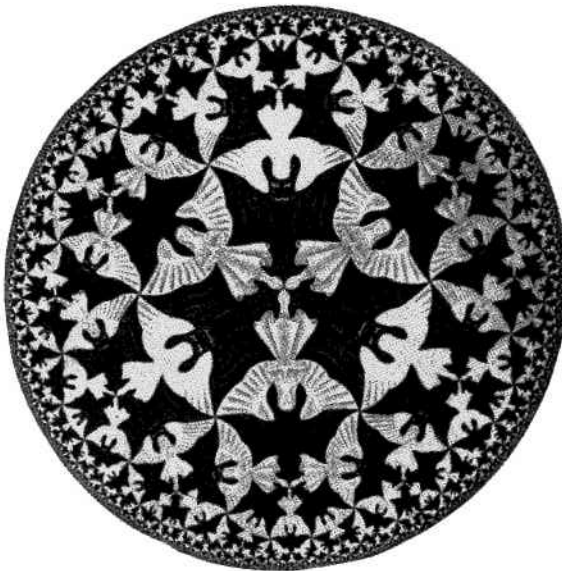
Tekeningen van Escher

Escher is een nederlandse kunstenaar die leefde van 1898 tot 1972. Hij is wereldberoemd geworden door de tekeningen die hij gemaakt heeft.

Regelmaat speelt in zijn tekeningen een belangrijke rol. Escher heeft veel tekeningen gemaakt waarbij een vlak helemaal gevuld wordt met dieren of andere wezens die op een kunstige manier in elkaar passen. Kijk maar naar de tekeningen hieronder.



© 1988 M.C.Escher Heirs / Cordon Arts Baarn Holland



© 1988 M.C.Escher Heirs / Cordon Arts Baarn Holland

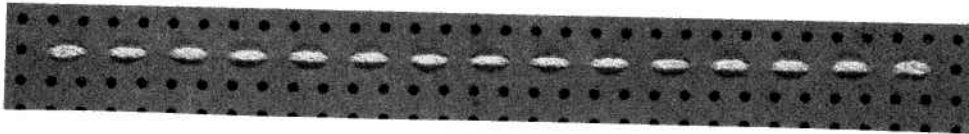
9. Schrijf van beide tekeningen op welke symmetrie er in zit.
10. Hoeveel hele hagedissen staan er op het bovenste plaatje?
Probeer de duiveltjes en de engeltjes te tellen. Hoever kom je?
11. Stel je voor dat je een groot vel papier vol wilt stempelen met het motief van de bovenste tekening. Hoe ziet jouw stempel eruit?

Borduurwerk

Het borduurwerk van opdracht 1 is heel ingewikkeld. De voorkant ziet er prachtig uit, maar de achterkant is vast en zeker een wirwar van draden.

Er zijn een heleboel verschillende steken die bij borduren en naaien gebruikt worden. Sommige steken zijn vooral voor de sier, andere zijn geschikt om te voorkomen dat de stof gaat rafelen.

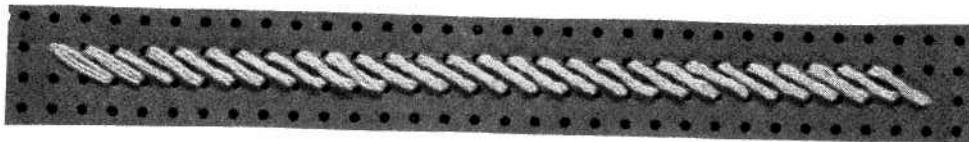
De eenvoudigste steek is de rijgsteek:



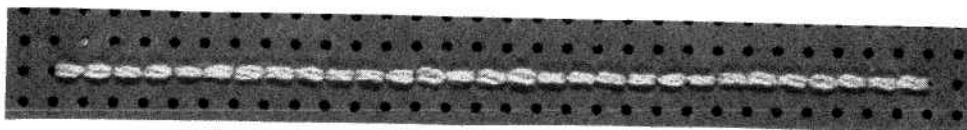
Bij de rijgsteek ziet de achterkant er net zo uit als de voorkant. Bij de meeste borduursteken is dat niet zo.

12. Hieronder zie je nog een aantal borduursteken die veel voorkomen. Teken in je schrift hoe de achterkanten van deze steken eruit zien.

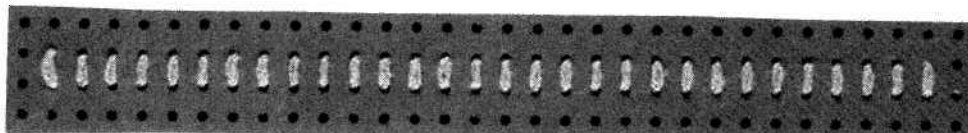
a. steelsteek



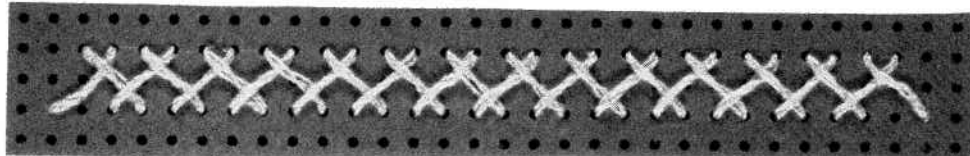
b. stiksteek



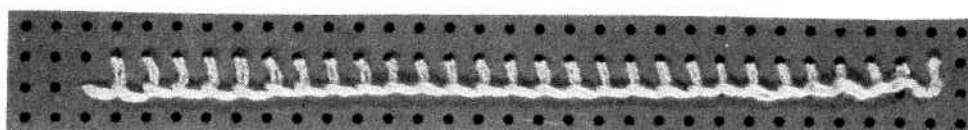
c. platsteek



d. flanelsteek



e. festonsteek



Keltisch vlechtwerk

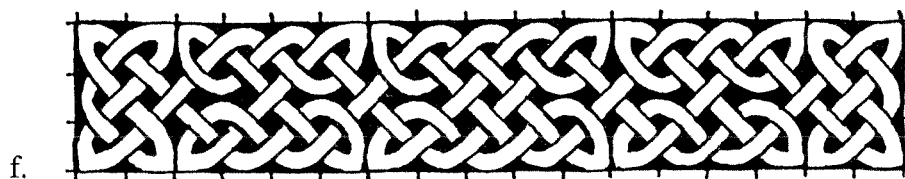
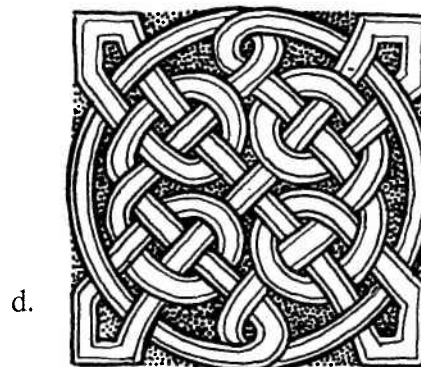
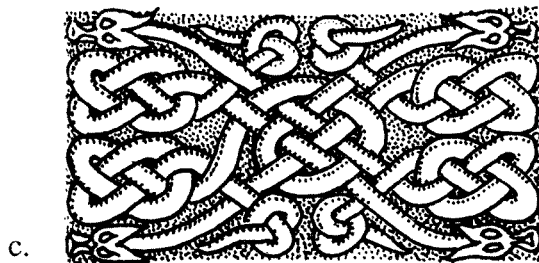
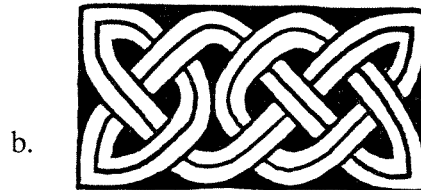
Lang geleden woonden er Kelten in Engeland en Schotland.

Ze gebruikten prachtige motieven om handschriften en stenen te versieren.

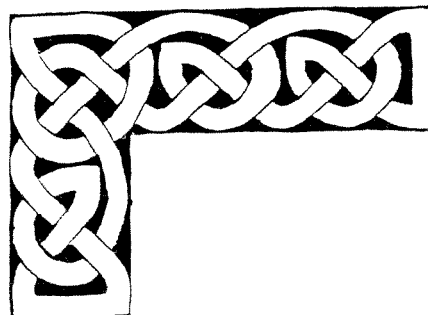
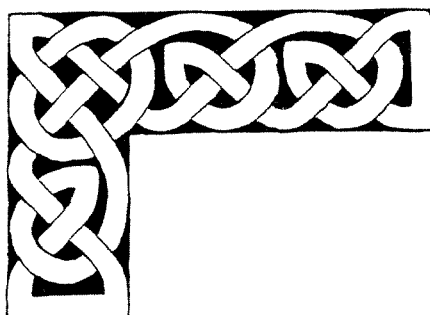
Heel kenmerkend voor de Keltische motieven is het vlechtwerk.

De tekeningen met het vlechtwerk zijn heel knap ontworpen.

13. Zoek van de vlechtwerken hieronder uit hoeveel 'touwtjes' er in zitten.
Ga ook van elk vlechtwerk na welke symmetrie er in zit.



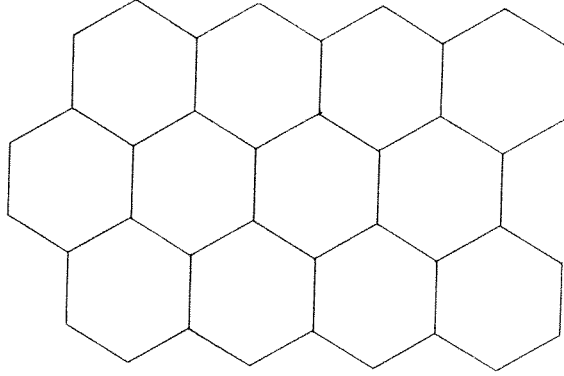
14. Wat is het verschil tussen de twee vlechtwerken hieronder?
Welke vind je het mooist?



Honingraten

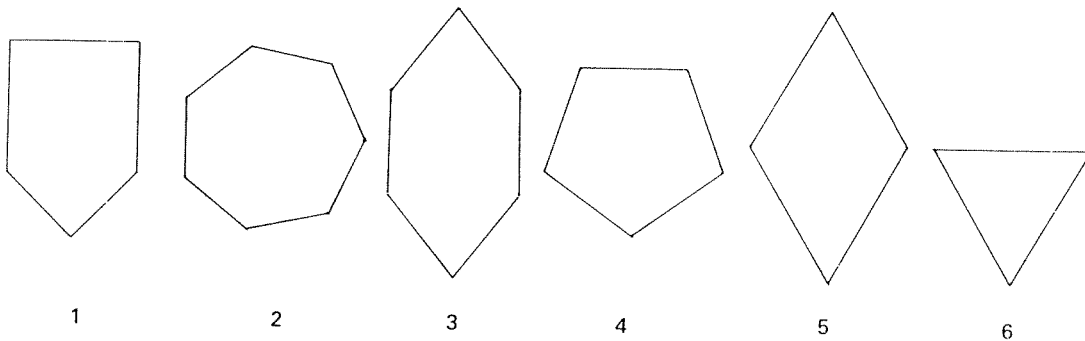
In de natuur komen ook veel regelmatige patronen voor. De honingraten van hiervoor zijn daar een voorbeeld van. Een honingraat bestaat uit allemaal zeshoeken, die netjes tegen elkaar passen.

Met zeshoekige tegels kun je een vloertje leggen, net als met vierkante tegels.



15. Kan het met vierkante tegels op meer manieren?
En met zeshoekige tegels?

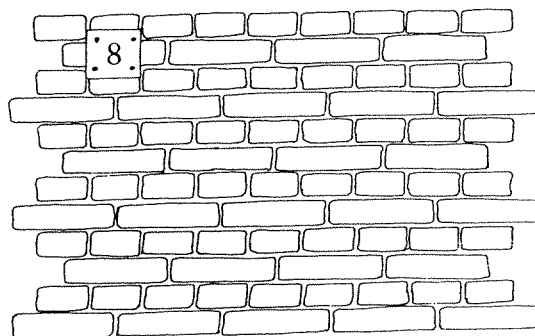
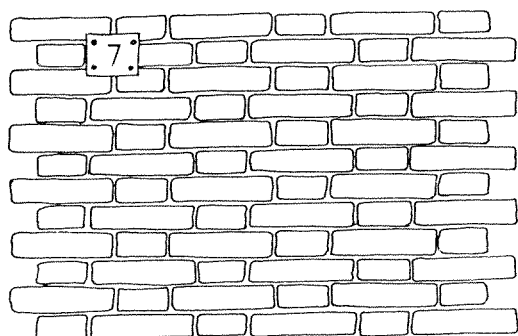
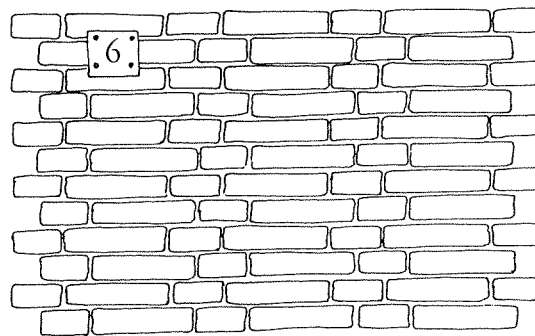
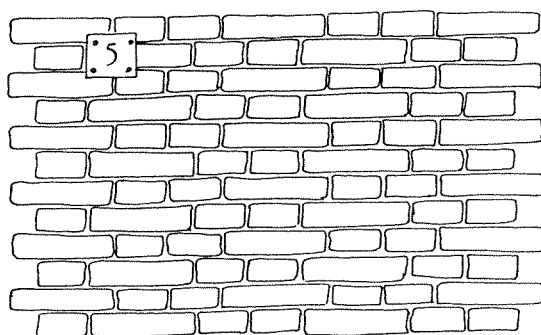
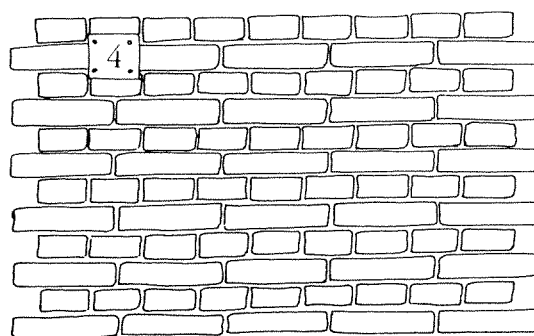
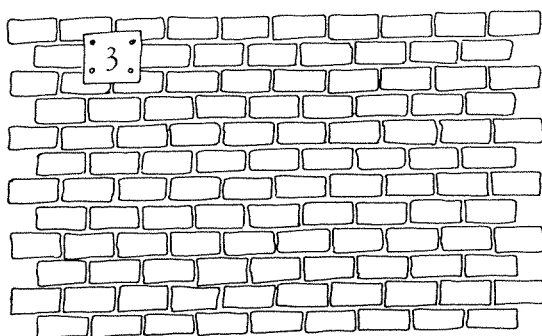
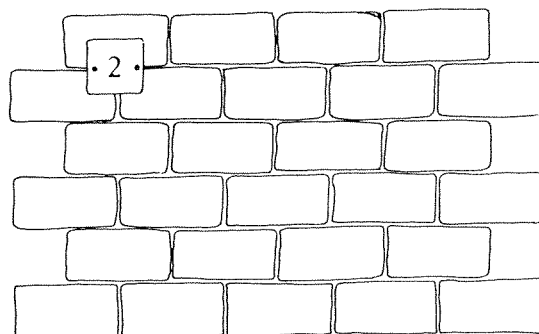
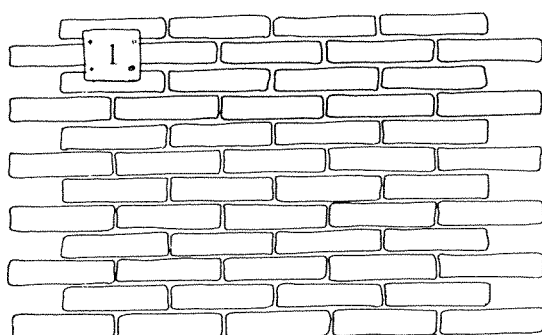
16. Met welke van de tegels hieronder kun je ook een vloertje leggen?



*Basalt blokken zijn ook vaak zeshoekig van vorm.
Deze rotsformatie is te vinden in Californië (Verenigde Staten).*

Muurtjes

Je kan muurtjes bouwen van bakstenen. Hieronder zie je acht verschillende muurtjes, die allemaal van dezelfde bakstenen gemaakt zijn. Er zijn geen halve stenen gebruikt en er steken nergens stenen uit. Alle muurtjes zijn dus aan de voorkant en aan de achterkant helemaal vlak.



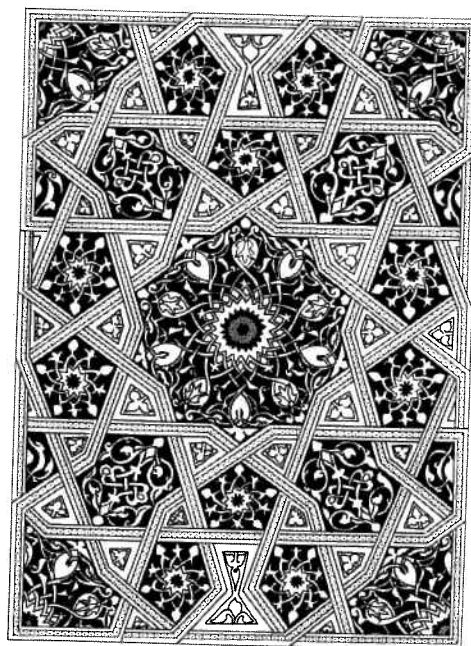
17. Teken in je schrift hoe deze muren eruit zien als je ze recht van boven bekijkt. Je kunt zelf kiezen hoe dik je de muren neemt.
18. Sommige muurtjes lijken nogal op elkaar. Welke muurtjes zijn dat? Schrijf in je schrift zo precies mogelijk op waar de verschillen zitten. (Een tekening maken mag natuurlijk ook)

Islamitische versieringen

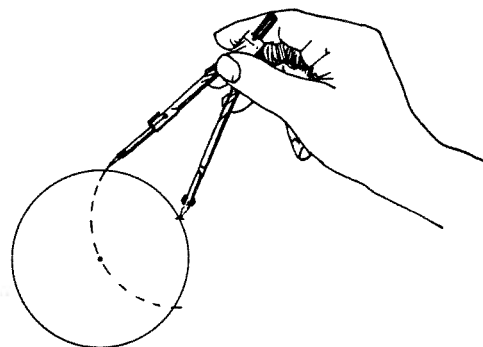
Deze versiering staat op de voorkant van een Koran uit de veertiende eeuw, afkomstig uit Egypte. De Koran is de heilige schrift van de Islam. Net zoals de Bijbel voor het Christendom.

In de Islamitische wereld worden heel veel meetkundige versieringen gebruikt, omdat de godsdienst verbiedt mensen en dieren af te beelden.

Bij Islamitische patronen komen vaak regelmatige veelhoeken en sterren voor. Ze vormen de basis van de tekening, van waaruit de rest wordt opgebouwd. In het midden van de tekening hiernaast zie je een tienpuntige ster. Verder zitten er ook vijfhoeken in de versiering.



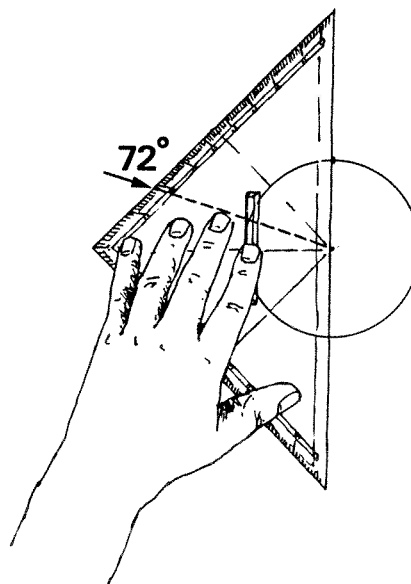
19. Met je passer en een liniaal kun je een regelmatige zeshoek maken.
Teken een cirkel en pas de straal van de cirkel zes keer af op de cirkelomtrek. Zo vind je zes punten.
Verbind deze zes punten met elkaar.



20. Bedenk een manier om van een regelmatige zeshoek een regelmatige twaalfhoek te maken. Teken een twaalfhoek.

De zeshoek kun je tekenen met alleen je passer en een liniaal. Maar meestal heb je ook de gradenboog van je geodriehoek nodig als je een veelhoek wilt tekenen.

21. Zo teken je een vijfhoek:
- Teken met je passer een cirkel en zet een stipje op het middelpunt.
 - Deel de cirkelomtrek in vijf even grote stukken. Pas daarvoor vijf keer een hoek van 72° af vanuit het middelpunt van de cirkel.
- Gebruik je geodriehoek.



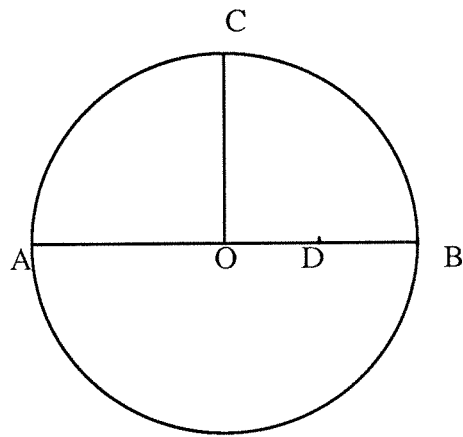
22. Op werkblad 1 staan cirkels. In de cirkels kun je sterren tekenen door de punten op de cirkelomtrek met elkaar te verbinden.
Kies voor elke ster een geschikte cirkel en teken:
- een vijfpuntige ster
 - een zespuntige ster
 - een tienpuntige ster
 - een twaalfpuntige ster
- Voor de overblijvende cirkels kun je zelf iets verzinnen.

Extra opgave

23. Een regelmatige tienhoek kun je ook tekenen zónder de hoekverdeling van je geodriehoek te gebruiken.

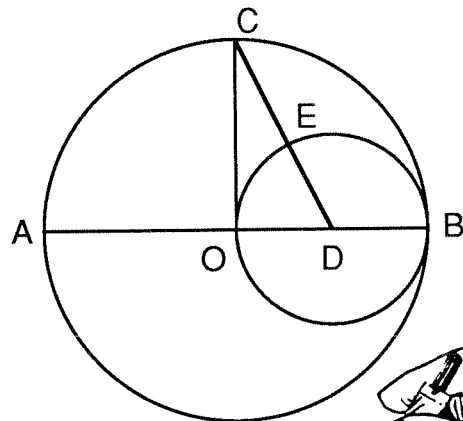
- *stap 1:*

Teken een cirkel met straal 4 cm.
Zet de letter O bij het middelpunt.
Trek de lijn AB en trek OC loodrecht op AB.
Zet bij het midden van OB de letter D.



- *stap 2:*

Zet je passerpunt in D en trek een cirkel, zoals in de tekening hiernaast.
Teken ook CD. Bij het snijpunt van de kleine cirkel en CD zet je de letter E.

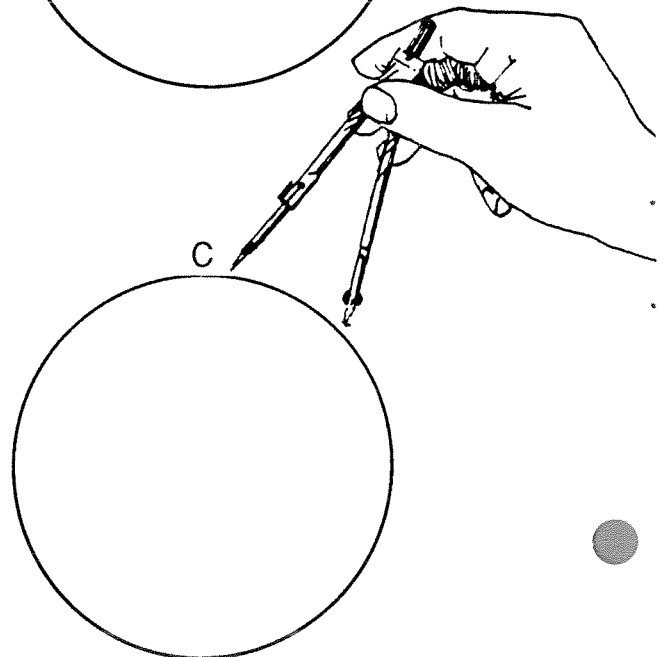


- *stap 2:*

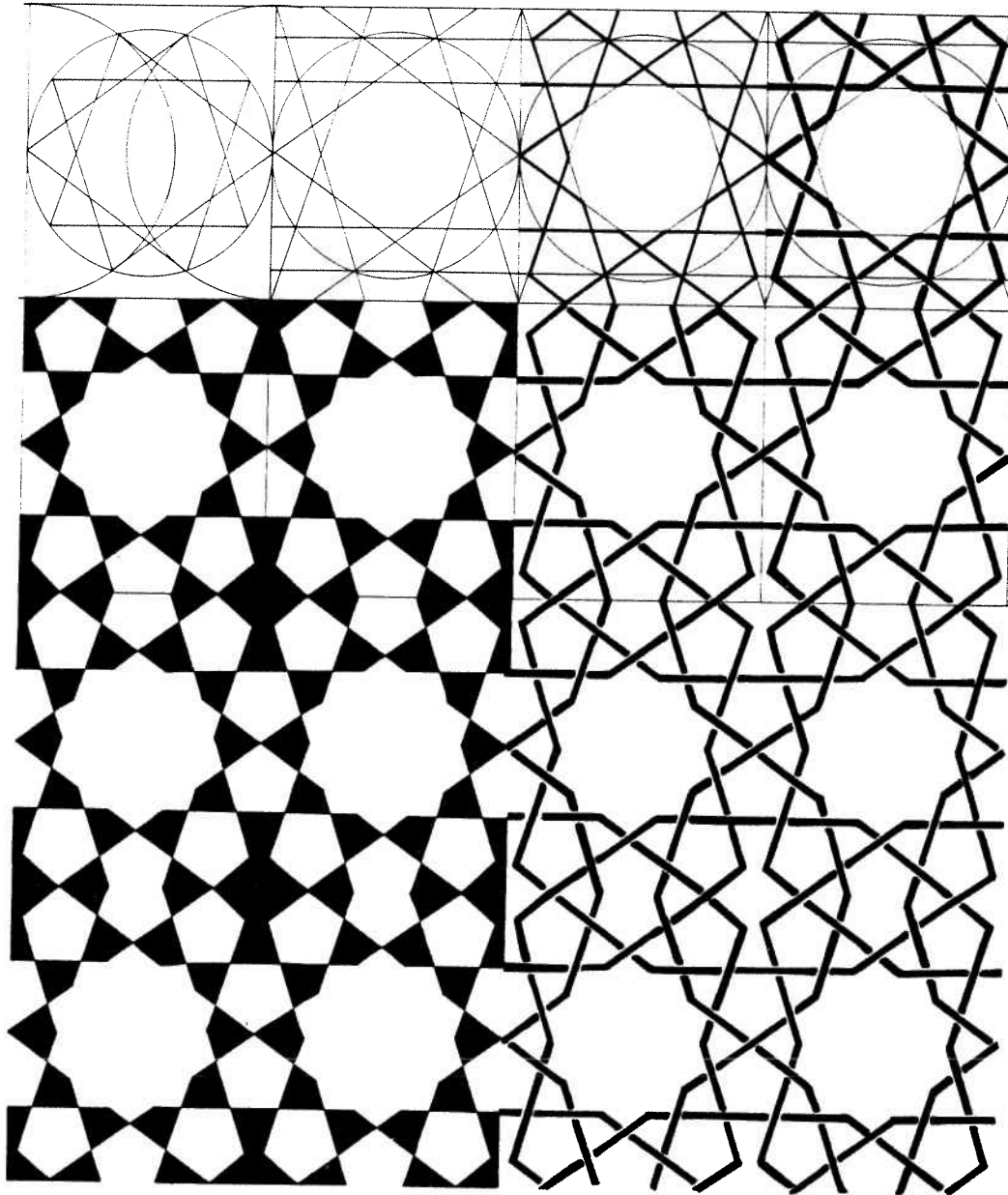
Zet je passerpunt in D en trek een cirkel, zoals in de tekening hiernaast.
Teken ook CD. Bij het snijpunt van de kleine cirkel en CD zet je de letter E.

- *stap 3:*

Zet je passerpunt nu in C en neem de lengte van CD tussen je passer. Dit stukje past (als je netjes tekent) precies 10x op de cirkel.



Hieronder kun je zien hoe een ingewikkeld patroon wordt opgebouwd. In de rechthoek linksboven is een cirkel getekend, met daarin de tienpuntige ster. In de volgende plaatjes zijn extra hulplijnen getrokken. In de linkerhelft van de tekening is het patroon ingekleurd, rechts is er vlechtwerk van gemaakt.



Hoofdstuk 2 - Vouwen

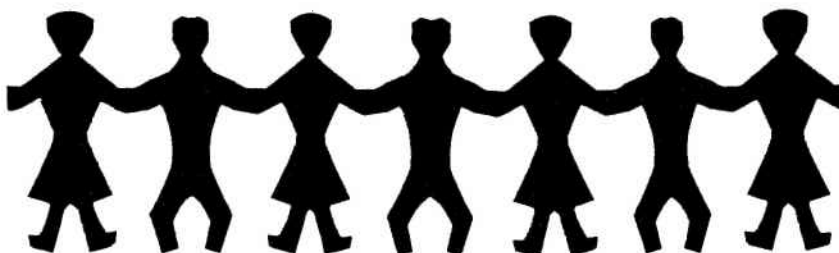
In dit hoofdstuk staan een aantal opdrachten over stroken papier. Bij sommige opdrachten heb je stroken en een schaar nodig om te vouwen en te knippen

Slingers maken

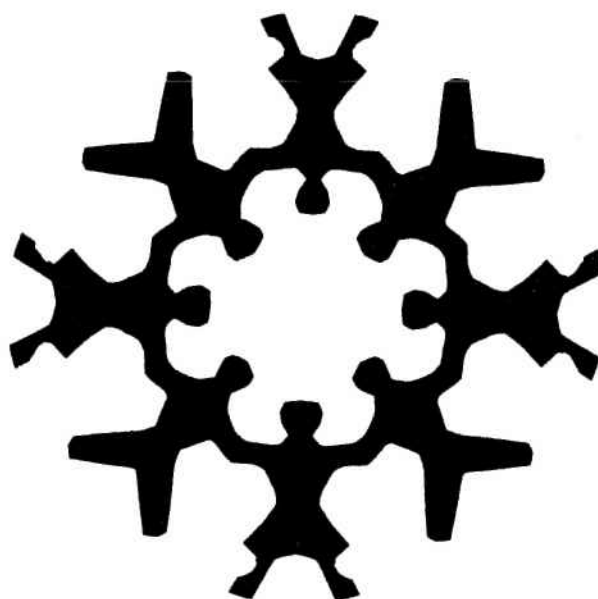
1. Maak uit een strook papier deze slinger met poppetjes.



2. Maak ook deze slinger, met afwisselend een jongen en een meisje.



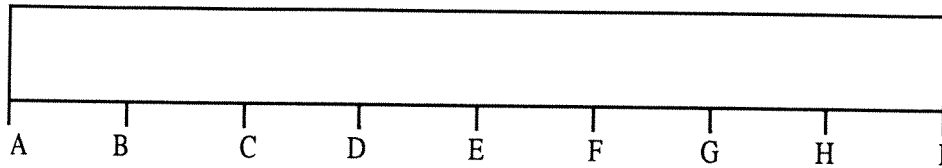
3. Uit een vierkant vouwblaadje kan je dit kleedje maken.
Zorg dat de jongens en de meisjes op de goede plaats komen!



4. Welke symmetrie zit er in de slingers? En in het kleedje?

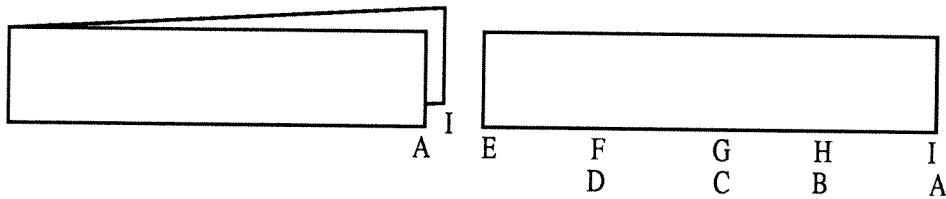
Letters op elkaar

Probeer bij deze opdracht eerst te bedenken wat het resultaat is, voordat je gaat knippen. Daarom hebben we letters gezet bij de strook papier.



We vouwen de strook één keer dubbel.

De letters A, B, C en D komen dan op een andere plaats:



5. Vouw nu de strook twee keer dubbel en schrijf alle letters op de goede plaats.



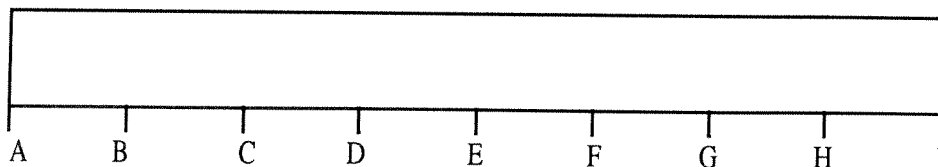
6. Vouw de strook voor de derde keer dubbel.
Welke letters komen uiteindelijk op elkaar te liggen?



Knip aan de kant waar de letter B zit een driehoekje uit:

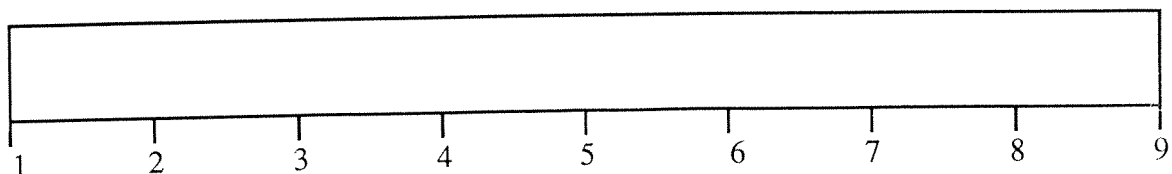


Teken een strook met daarin het resultaat (de vouwen en de uitgeknipte stukjes).

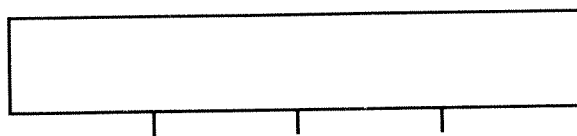


Stapeltjes getallen

Zet de getallen 1 tot en met 9 op de strook:

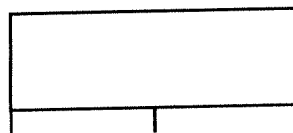


7. Vouw de strook één keer dubbel.
Welke getallen komen op elkaar?
Tel die bij elkaar op.



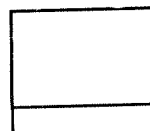
..

Vouw de strook nog een keer
dubbel en tel de getallen weer op.



..

Vouw voor de derde maal en
tel weer op.



.. ..

8. Doe hetzelfde nog eens met de getallen :

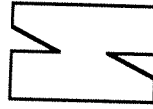
- 5 tot en met 14,
- 21 tot en met 29,
- 46 tot en met 54,
- 97 tot en met 105.

9. Misschien valt het je op dat er een bepaalde regelmaat in de uitkomst zit.
Probeer die regelmaat te vinden.
(Hint: het middelste getal speelt een belangrijke rol.)

10. Vraag je buurman/vrouw om een rijtje van 9 opeenvolgende getallen en
voorspel wat er uit komt.

Knippen

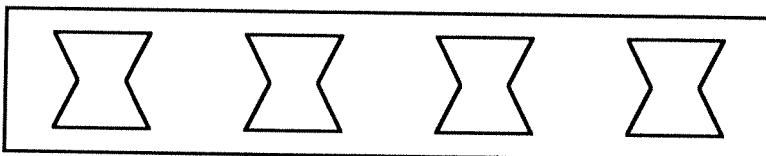
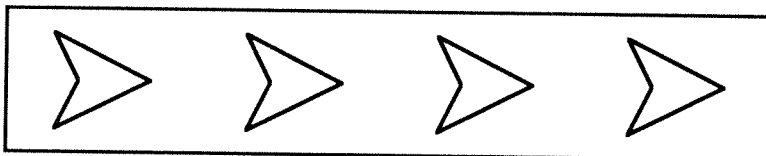
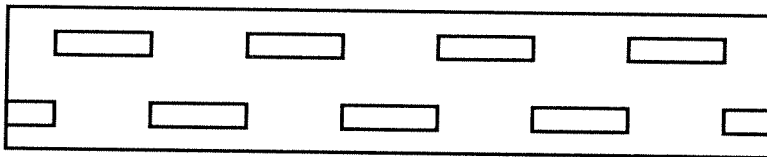
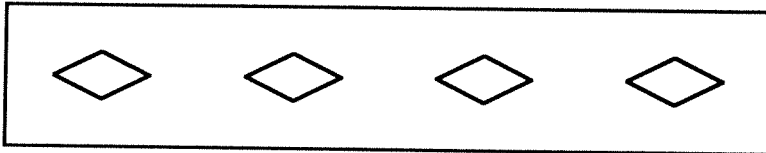
11. Vouw een strook papier drie keer dubbel.
Knip daarna op deze manier:



Teken een strook met daarin het resultaat.

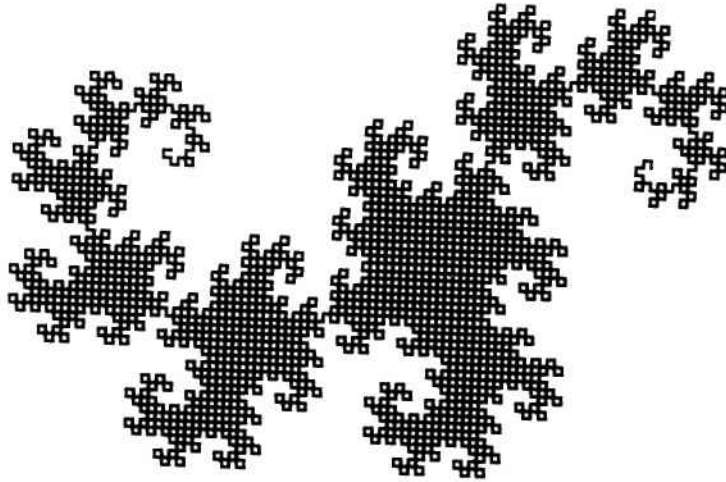


12. De randen hieronder kun je ook krijgen door een strook papier eerst te vouwen en daarna te knippen.
Geef in de stroken aan waar de vouwen zitten en teken hoe er geknipt is.



Drakenkromme

Kijk eens naar deze tekening:



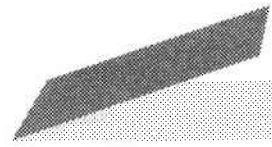
Deze kronkellijn heet wel een drakenkromme.

Een eenvoudige drakenkromme kun je vouwen uit een strook papier.

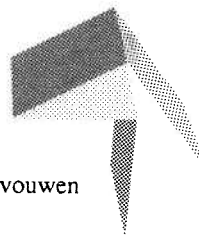
13. Neem een strook papier en vouw die twee keer dubbel.
Maak netjes rechte hoeken op de plaats van de vouwen.



strook papier



1 x vouwen



2 x vouwen

Je hebt nu een hele simpele
drakenkromme gevouwen,
Dezelfde als links op de foto.

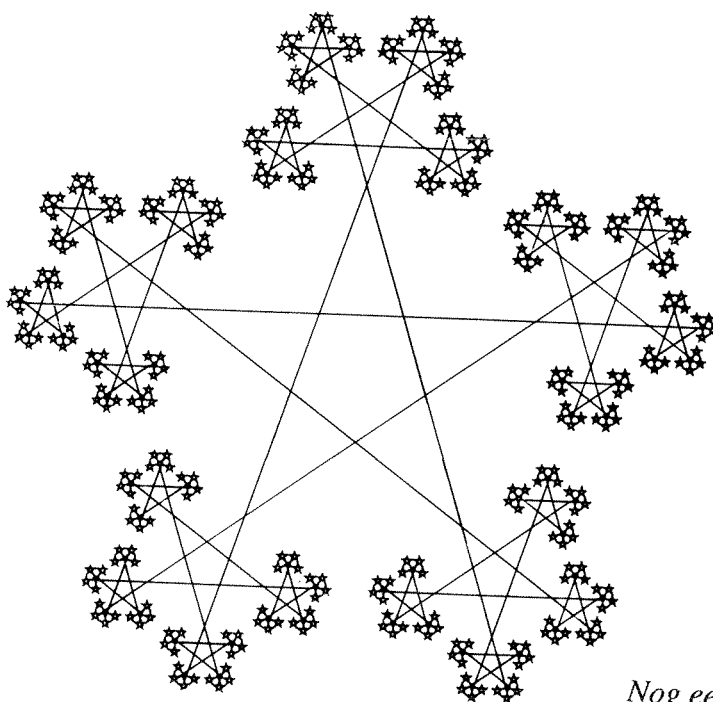


14. Door vaker te vouwen, kun je ingewikkelder drakenkrommen maken. Vouw ook de andere twee drakenkrommen van de foto.
15. De middelste drakenkromme van de foto is gemaakt door drie keer te vouwen. Hoeveel vouwen zitten er dan in het papier? En uit hoeveel stukjes bestaat de drakenkromme? Teken de drakenkromme na op ruitjespapier.
16. De rechter drakenkromme is gemaakt door vier keer te vouwen. Hoeveel vouwen, hoeveel stukjes?

Zorg dat de hoeken weer netjes haaks (recht) zijn.
Zit de drakenkromme zichzelf nergens in de weg?
Teken de drakenkromme weer na op ruitjespapier.

17. Maak een drakenkromme met vijf keer dubbel vouwen. Hoeveel vouwen en hoeveel stukjes zijn er? Teken de drakenkromme ook na.

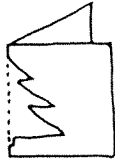
Met een hele lange strook zou je nog vaker kunnen vouwen. In gedachten zou je eindeloos lang door kunnen vouwen, maar in werkelijkheid lukt dat niet zo goed. Met een computer lukt het wel om een fijnere drakenkromme te tekenen. De tekening op de vorige bladzijde is met een computer gemaakt.



Nog een computertekening

Kerstbomen

Eén kerstboom uit papier geknipt:

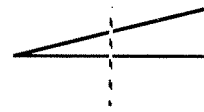


18. Hoeveel kerstbomen krijg je als je de strook papier eerst twee keer dubbel vouwt en dan knipt?
Hoeveel vouwen zitten er dan in het papier?
19. Hoe zit het als je de strook drie keer dubbel vouwt?
20. En bij vier keer, vijf keer vouwen?
Probeer de regelmaat te ontdekken.

aantal keer vouwen	aantal vouwen	aantal kerstbomen

Doorknippen

Als je een strook papier dubbel vouwt en dan doorknipt, zo:
krijg je drie stukken.



21. Hoeveel stukjes krijg je als je de strook tweee keer dubbel vouwt en dan knipt?



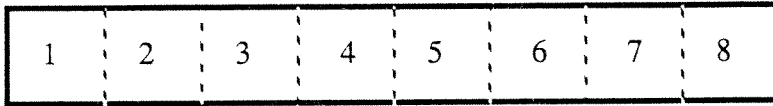
En bij drie keer vouwen en dan knippen? En bij vier keer?

Schrijf je antwoorden in een tabel en probeer de regelmaat te ontdekken.

aantal keer vouwen	aantal stukken

Extra opgaven

22. Neem een strook met acht hokjes en zet daar de getallen 1 tot en met 8 in:



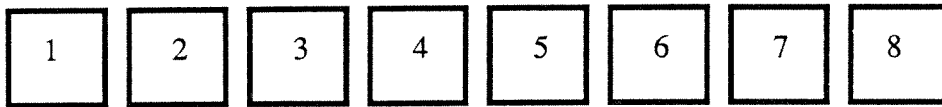
Vouw de strook op, zorg dat het getal 1 bovenop komt.

Knip aan beide kanten een heel smal randje af, zodat je een stapeltje van acht papiertjes overhoudt.

Leg de papiertjes naast elkaar zoals ze op het stapeltje liggen.

Wat merk je op?

23. Probeer het nu eens andersom. Kun je de getallen 1 tot en met 8 zo op de strook zetten dat je na vouwen, knippen en naast elkaar leggen de getallen precies in de goede volgorde hebt:



24. Doe hetzelfde ook voor een strook met 16 hokjes en de getallen 1 t/m 16.

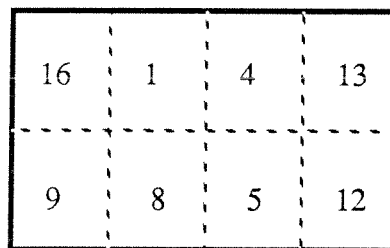
Drukwerk

Bij drukwerk wordt meestal uitgegaan van grote vellen papier. De vellen worden eerst bedrukt en daarna gevouwen en gesneden. Zo kun je uit één groot vel een boekje maken.

De pagina's moeten natuurlijk wel in de goede volgorde komen!

We gaan uitzoeken hoe je uit één vel papier een boekje met 16 genummerde pagina's kunt maken.

25. Neem een velletje papier en zet daar nummers in zoals in de tekening hiernaast staat aangegeven.



De ontbrekende nummers komen op de achterkant.

Bedenk zelf hoe dat moet en schrijf die nummers in de goede vakjes.

Vouw het boekje langs de stippelijntjes in elkaar, zodat de pagina's in de goede volgorde komen te liggen.

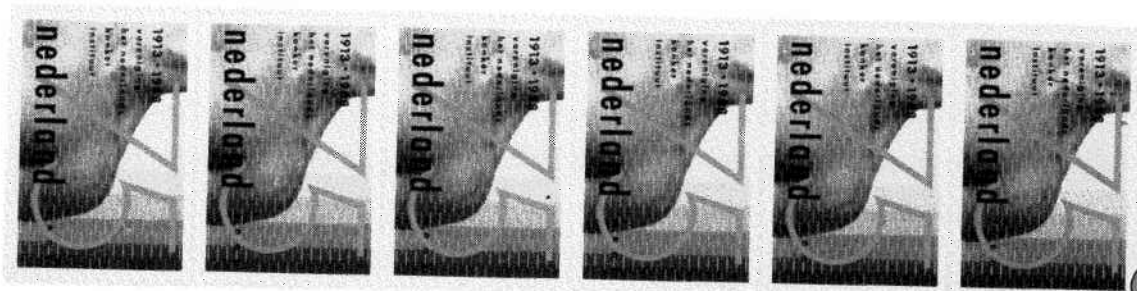
Knip voor zover dat nodig is de vouwen los en het boekje is klaar.

26. Doe hetzelfde nog eens, maar zorg nu dat de nummers midden onderaan de pagina komen te staan.

Hoofdstuk 3 - Randen

Dit hoofdstuk gaat over randen. Randen komen veel voor in versieringen, bijvoorbeeld op stoffen, op gevels van gebouwen, op tapijten, in gebreide truien, op aardewerk en in nog veel meer toepassingen.

Een rand bestaat uit een vast motief, dat in één richting steeds herhaald wordt.

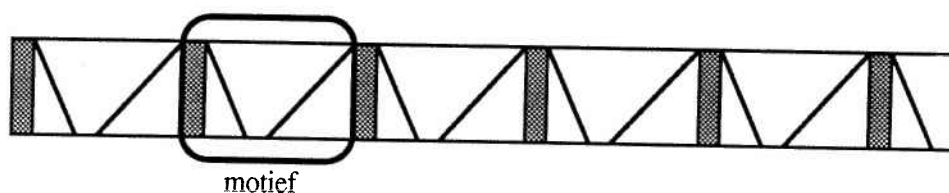


een rand van postzegels

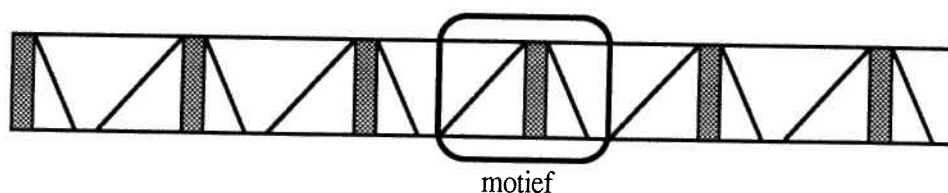
Motief

1. Maak op werkblad 2 de randen af door de regelmaat voort te zetten.

Je kunt randen maken door een vast motief steeds maar te herhalen. Daar kun je aan allebei de kanten steeds maar mee doorgaan, 'oneindig' vaak als je dat zou willen. Het *kleinste stuk* dat zich herhaalt, noemen we het *motief* van de rand:



Je zou ook dit stukje het motief kunnen noemen:



Je kunt op een heleboel plekken het motief in de rand vinden. Als je het motief van een rand hebt, weet je hoe de hele rand eruit ziet.

2. Op werkblad 3 moet je steeds het vaste motief in de randen aangeven.

Trui

Hieronder staat een plaatje van het voorpand van een trui. In de trui zie je een aantal gebreide randen, brede en smalle.



3. Zijn alle smalle randen hetzelfde? Hoe zit dat met de brede randen?

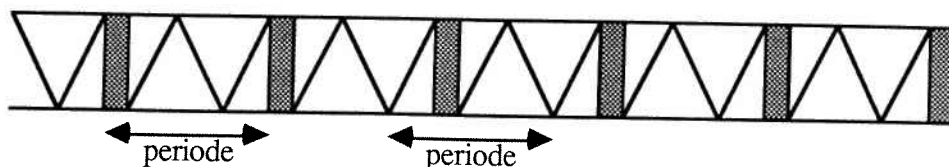
Het motief van rand A is nogal groot, het staat maar twee keer in z'n geheel op het voorpand.

4. Hoe vaak wordt het motief in rand B herhaald?
5. Neem aan dat de trui 60 cm breed is.
Hoe groot is het motief van rand A? En van rand B?

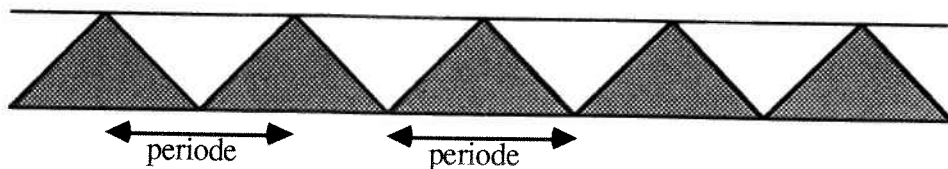
Periode

De *lengte van het motief* noemen we de *periode* van de rand.

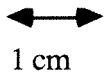
rand 1



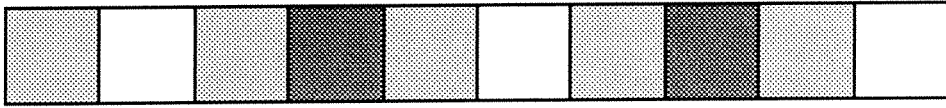
rand 2



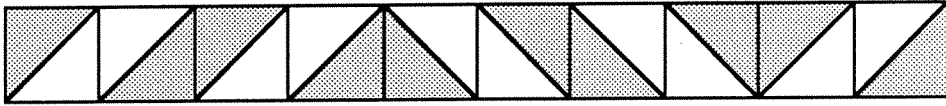
6. Wat is de periode van de volgende randen ?



a.



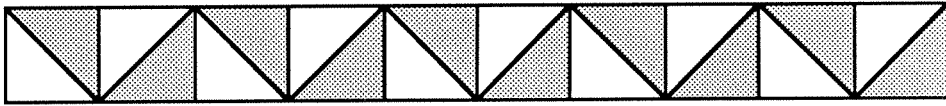
b.



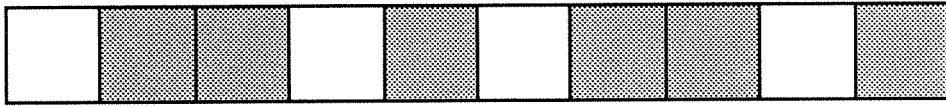
c.



d.



e.

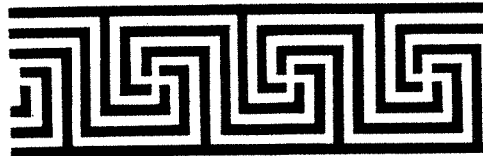


7. Gebruik werkblad 4. Met de tegel op het werkblad moet je randen maken met de periode, die er bij staat.

8. Gebruik werkblad 5. Dezelfde opdracht als bij opgave 7.

9. Meet met je geodriehoek de periode van de randen hieronder.

a. griekse versiering (meander)



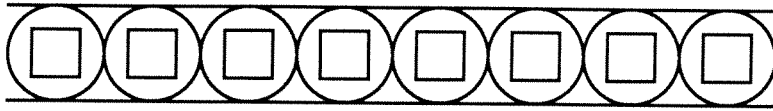
b. versiering uit Turkije



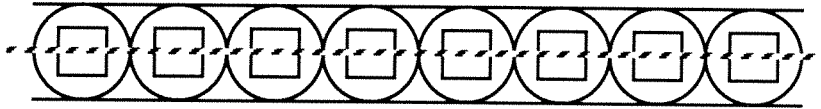
c. Arabische versiering



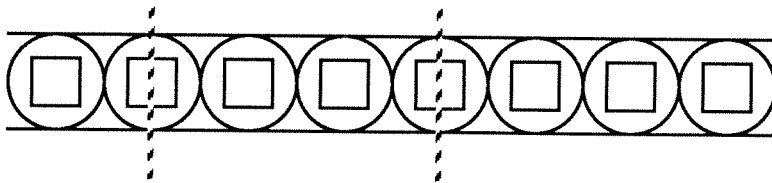
Symmetrie-assen



Deze rand heeft een *horizontale symmetrie-as*.



Maar die rand heeft ook *verticale symmetrie-assen*. Eigenlijk heeft die rand oneindig veel verticale symmetrie-assen. Tenminste, als je de rand *eindeloos lang* denkt.



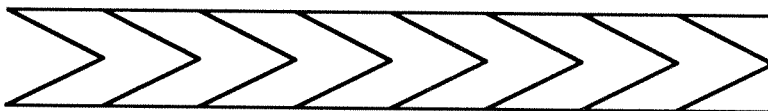
10. Er zijn twee verticale symmetrie-assen getekend. Hoeveel verticale symmetrie-assen zitten er tussen de twee, die getekend zijn ?
Het motief van deze rand is acht keer getekend. Hoeveel verticale symmetrie-assen zijn er op dit stuk?

11. Teken de volgende randen over en teken de symmetrie-assen erin.

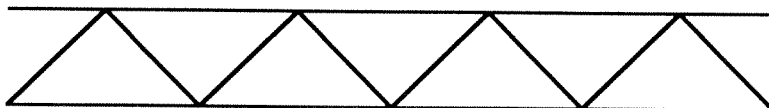
a.



b.



c.

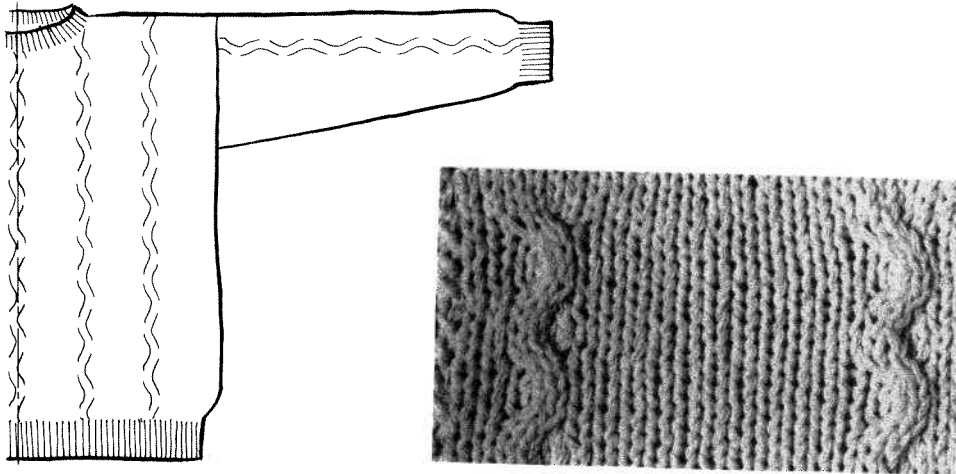


d.

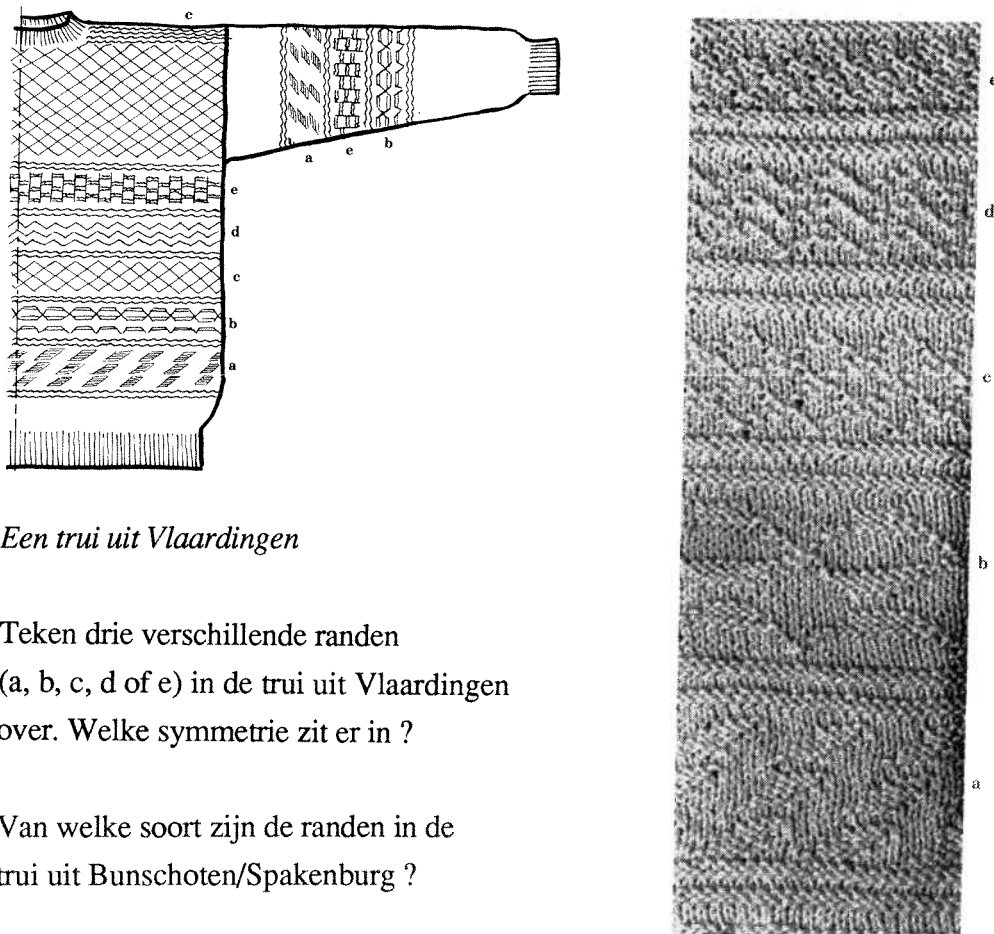


Visserstruien

De kunst van het breien is al heel oud. Niemand weet, wanneer het breien precies is uitgevonden. Nog steeds breien heel veel mensen hun eigen truien, maar veel truien worden tegenwoordig door machines gemaakt. In Nederland waren vroeger veel vissersplaatsen, meer dan tegenwoordig. Als de mannen naar zee gingen, breiden hun vrouwen truien. Elk meisje leerde van haar moeder hoe dat moest. Zij leerde ook hoe zij randen en andere figuren moest breien. Elk vissersdorp had zijn eigen patronen.



Een trui uit Bunschoten/Spakenburg



Een trui uit Vlaardingen

12. Teken drie verschillende randen (a, b, c, d of e) in de trui uit Vlaardingen over. Welke symmetrie zit er in ?
13. Van welke soort zijn de randen in de trui uit Bunschoten/Spakenburg ?

Letterranden

Met letters kan je ook randen maken. Zo:

P P P P P P P P P P

Deze rand heeft geen bijzondere symmetrie-eigenschappen; geen horizontale symmetrie-as en ook geen verticale symmetrie-assen.

14. Welke symmetrie zit er in een B-rand ?

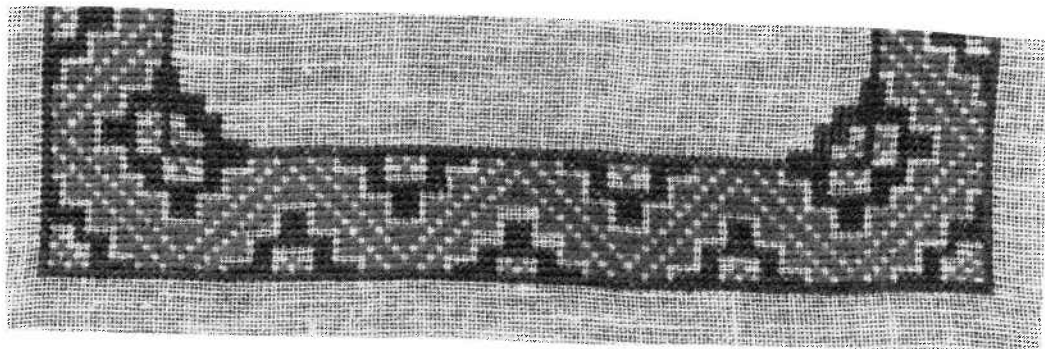
B B B B B B B B B B

15. Teken een A-rand. Welke symmetrie zit daar in ?

Je kan ook een A-rand tekenen door eerst een gewone A te tekenen, daarna een A op z'n kop, dan weer een gewone A, enz.

A ∇ A ∇ A ∇ A ∇

16. Wat is het *motief* van deze A-rand?
Welke A-rand heeft de meeste symmetrie-assen ?
17. Kun je met de letter B ook twee randen maken ?
Met welke letters kun je dezelfde soort randen maken als met de letter A ?
18. Bij welke letters krijg je randen met een horizontale symmetrie-as en verticale symmetrie-assen ?
Teken zo'n rand met alle symmetrie-assen.



Een geborduurde rand uit een merklap

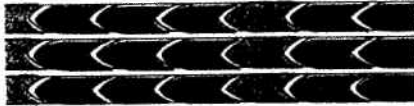
Andere landen en andere tijden

Hieronder staan randen uit andere landen en andere tijden. Soms kan je zien of raden van welk materiaal ze gemaakt zijn. Van tegels of mozaïek, geschilderd op een muur of gemaakt van stof, hout of metaal.

19. Welke randen hebben verticale symmetrie-assen?
20. Welke randen hebben alleen een horizontale symmetrie-as?
21. Hoeveel randen hebben een horizontale symmetrie-as en verticale symmetrie-assen?

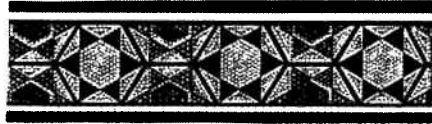
egyptisch

a.



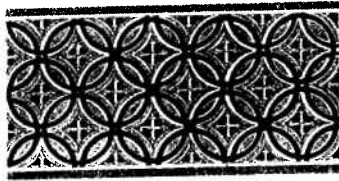
romeins (pompei)

b.



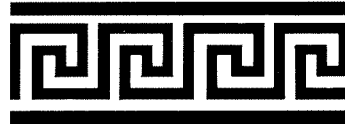
bijzantijs

c.



grieks

d.



arabisch

e.



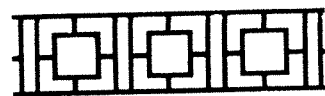
moors

f.



chinees

g.



indiaas

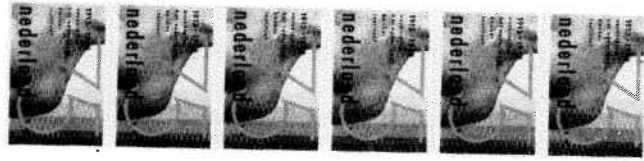
h.



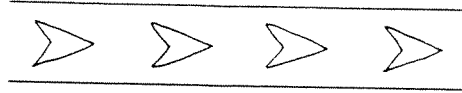
Samenvatting

We zijn tot nu toe vijf soorten randen tegengekomen.

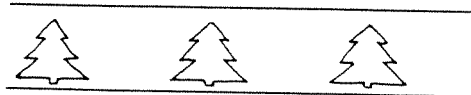
1. randen zonder symmetrie-assen:



2. randen met een horizontale symmetrie-as:



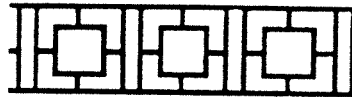
3. randen met verticale symmetrie-assen:



4. andere randen met verticale symmetrie-assen:



5. randen met een horizontale en verticale symmetrie-assen:



Zelf randen maken

22. Bedenk zelf ook van elke soort een rand.

23. Teken de randen op de weg bij een voorrangskruising. Op de foto staat ook nog een andere rand. Teken die ook.

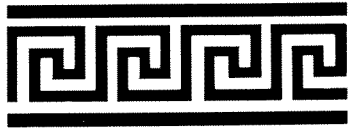


24. Je hebt nu werkblad 6 nodig.

Let goed op de gestippelde lijnen, dat zijn de symmetrie-assen. Maak de randen op het werkblad af, zodat het klopt met de symmetrie-assen.

Meander en kersenrand

We hebben tot nu toe steeds randen bekeken met symmetrie-assen. Maar er zijn ook randen met andere mooie regelmaat. Kijk maar naar de twee randen hieronder. Deze twee randen hebben allebei *geen* symmetrie-assen.



meander



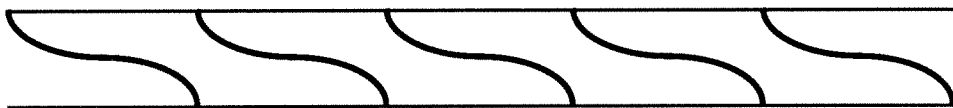
kersenrand

25. Trek de meander over op doorzichtig papier. Draai het overtrekpapier een halve slag. Past de gedraaide meander precies op de meander uit het boek?
26. Doe hetzelfde met de kersenrand. Past de gedraaide kersenrand op zichzelf?
27. Welke randen hieronder blijven ook hetzelfde als je ze een halve slag draait?

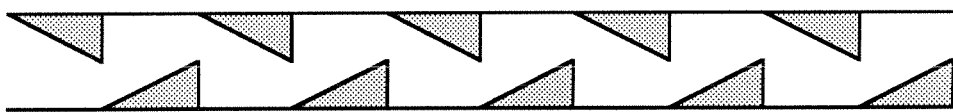
a.



b.



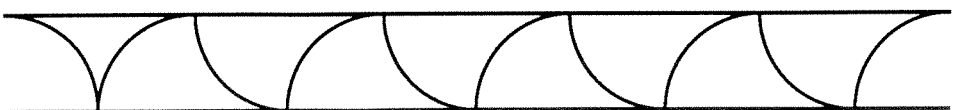
c.



d.



e.



Draaisymmetrie

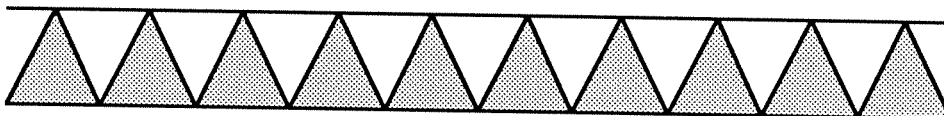
Randen die hetzelfde blijven als je ze een halve slag draait, noemen we *draaisymmetrisch*.



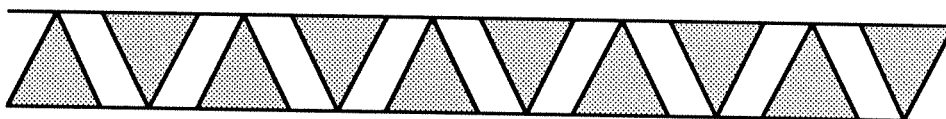
De meanderrand is draaisymmetrisch. Je kan ook zeggen: deze rand heeft *draaisymmetrie*. De kersenrand is *niet* draaisymmetrisch. De blaadjes aan de kersen die eerst links zaten, zitten na het draaien rechts.

28. Sommige randen hebben symmetrie-assen en ook draaisymmetrie. Welke van de randen hieronder hebben dat allebei ?

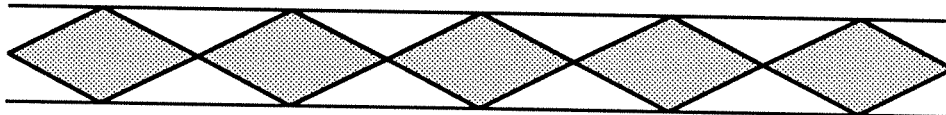
a.



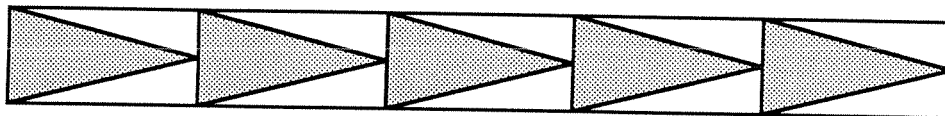
b.



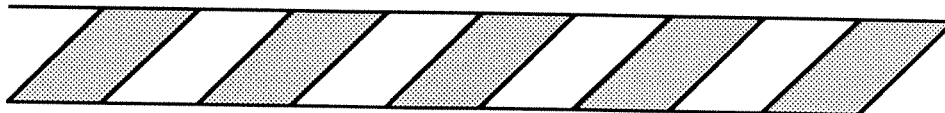
c.



d.



e.



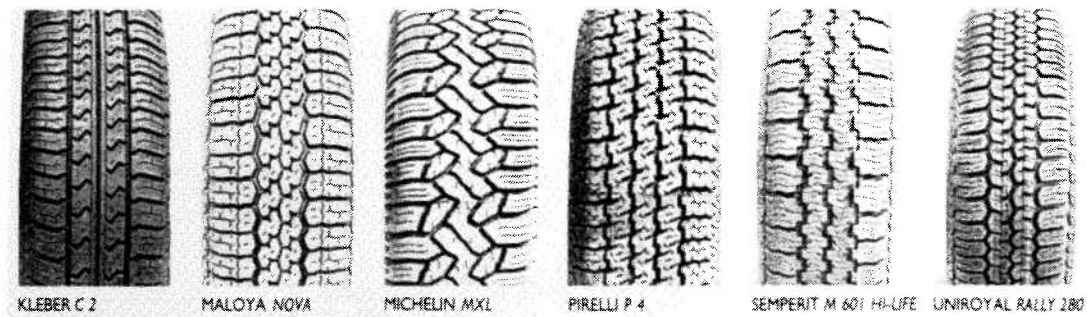
29. Kunnen randen met alleen een horizontale symmetrie-as ook draaisymmetrisch zijn ?
Welke randen met verticale symmetrie-assen zijn ook draaisymmetrisch ? En welke niet ?
Zijn randen met een horizontale symmetrie-as en verticale symmetrie-assen altijd ook draaisymmetrisch ?

Autobanden

Autobanden laten in zand of sneeuw een spoor achter. Hoe dat spoor eruit ziet, hangt af van het profiel van de band.

Het plaatje hieronder stond bij een artikel in de Consumentengids over testen van autobanden.

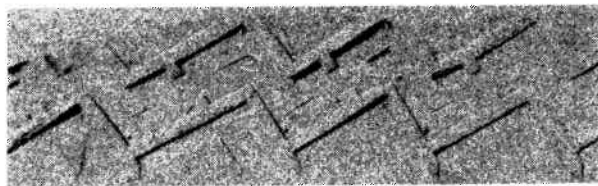
30. Waarom hebben banden een profiel?
Welke symmetrie zit er in het profiel van deze banden?



31. Teken het profiel van je fietsband.
Heeft het profiel op de fietsband dezelfde symmetrie als het profiel op de autoband?
Waarom is het verschillend, denk je?
32. Teken ook het profiel op een trekkerband.
Lijkt de symmetrie van de trekkerband op de fietsband of de autoband?

Het Kuba-volk in Zaire (Centraal Afrika) is geboeid door patronen en symmetrie. Elke Kuba-koning moest om te beginnen een nieuw patroon ontwerpen.

Toen een missionaris in 1920 voor het eerst een motorfiets aan de Kuba-koning liet zien, had de koning daarvoor weinig belangstelling. Maar de koning was wel heel geïnteresseerd in het patroon dat de band maakte in het zand. Hij tekende het na en gaf het zijn naam.

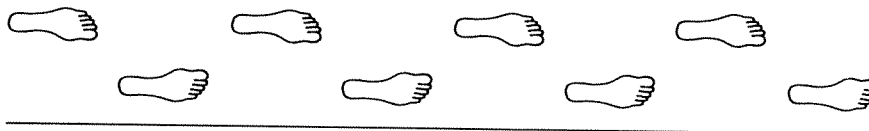


Kersenrand en voetsporen

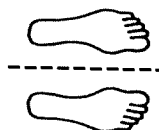
De kersenrand heeft geen symmetrie-assen en is ook niet draaisymmetrisch. Toch is er iets bijzonders mee, maar wat ?



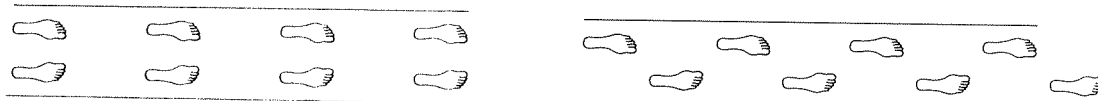
De kersenrand heeft dezelfde bijzonderheid als een rijtje voetsporen:



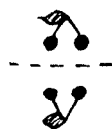
We gaan uitzoeken hoe dat zit. Eerst bekijken we de voetsporen wat beter. Twee voetafdrukken van een linker- en een rechtervoet zijn elkaars spiegelbeeld. Ze hebben dus een symmetrie-as.



Maar een heel voetspoor heeft *geen* symmetrie-as. Als alle stappen even groot zijn, is het rijtje linkervoeten precies een halve periode verschoven ten opzichte van de rechtervoeten.



Met de kersenrand is ook zo iets gebeurd. Aan de blaadjes kun je zien dat de rand uit twee soorten kersen bestaat. De 'linker'- en de 'rechter'kers zijn elkaars spiegelbeeld.



Een rand met alleen 'linker'kersen:



en een rand met alleen 'rechter'kersen:



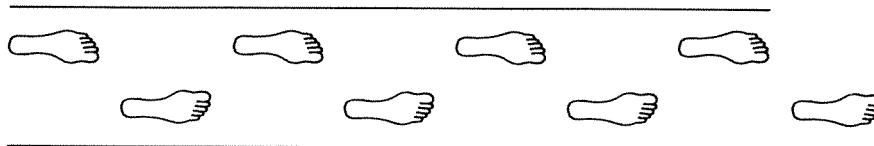
De echte kersenrand bestaat uit afwisselend een linker- en een rechterkers. Zoals een voetspoor uit afwisselend een linker en een rechter voet bestaat. Je kunt ook zeggen dat de rand met 'linker'kersen en de rand met 'rechter' kersen een stukje worden verschoven ten opzichte van elkaar en samen de echte rand vormen.



33. Welke randen uit opgave 28 hebben dezelfde symmetrie als de voetsporen ?

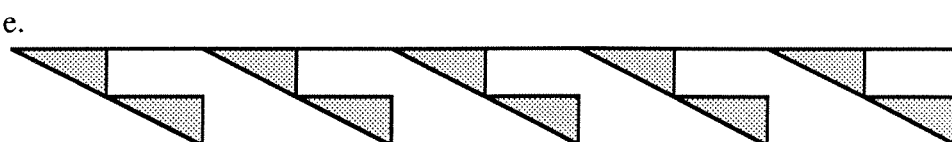
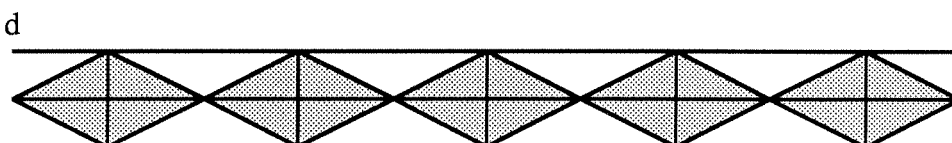
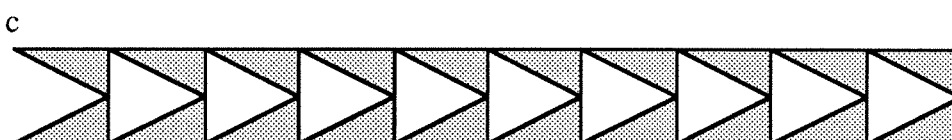
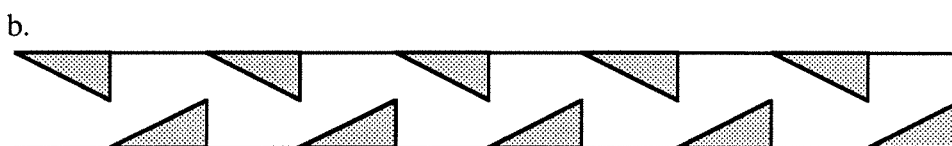
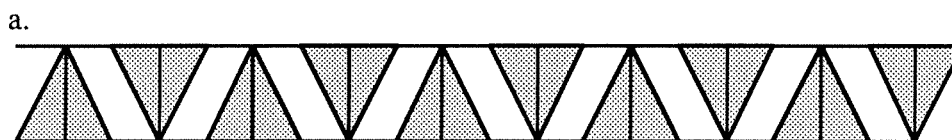
34. Teken zelf een aantal randen met voetsporen-symmetrie.

Schuifsymmetrie



Randen met dezelfde symmetrie als voetsporen noemen we *schuifsymmetrisch*. Je kan ook zeggen dat ze *schuifsymmetrie* hebben.

35. Er zijn ook randen die symmetrie-assen en schuifsymmetrie hebben.
Welke van de randen hieronder hebben alleen schuifsymmetrie?
Welke randen hebben één of meer symmetrie-assen en ook schuifsymmetrie?



36. Zijn randen met een horizontale symmetrie-as ook schuifsymmetrisch?
Welke randen met verticale symmetrie-assen zijn ook schuifsymmetrisch?
Welke niet?
Zijn randen met een horizontale symmetrie-as en verticale symmetrie-assen altijd schuifsymmetrisch?

Bandjes van stof

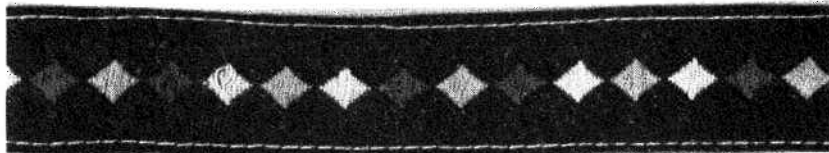
37. Deze bandjes van stof worden gebruikt om kleding te versieren of af te werken. Bekijk de bandjes op deze bladzijde.

Welke bandjes hebben een horizontale symmetrie-as ?

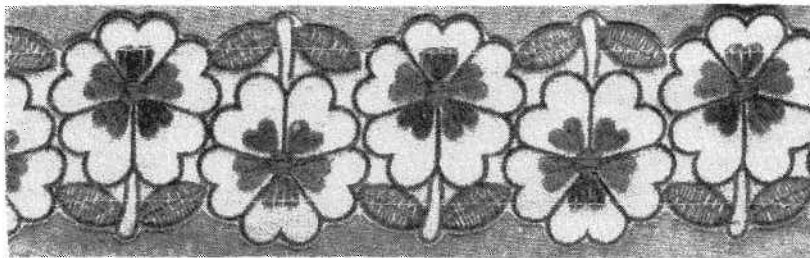
Welke bandjes hebben verticale symmetrie-assen ?

Welke bandjes hebben geen symmetrie-assen, maar zijn wel draaisymmetrisch ?

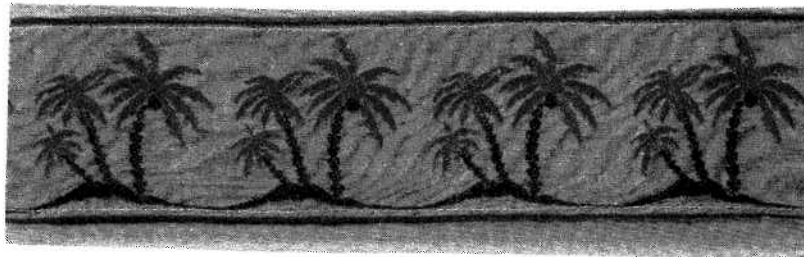
Welke bandjes hebben geen symmetrie-assen, maar zijn wel schuifsymmetrisch ?



a



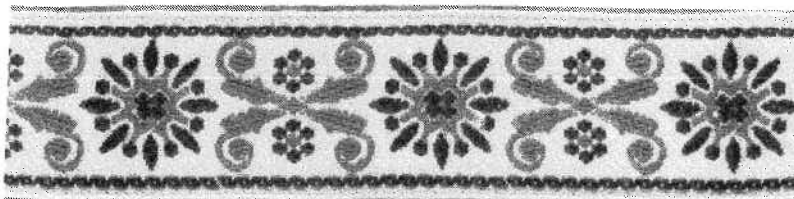
b



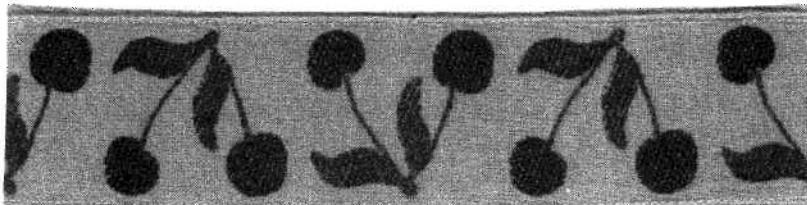
c



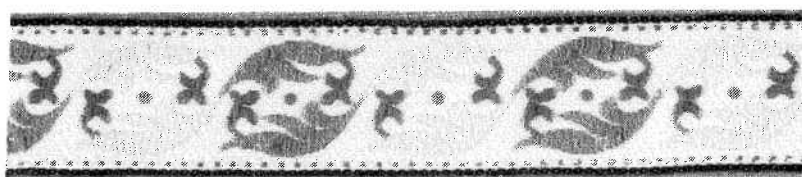
d



e



f



g

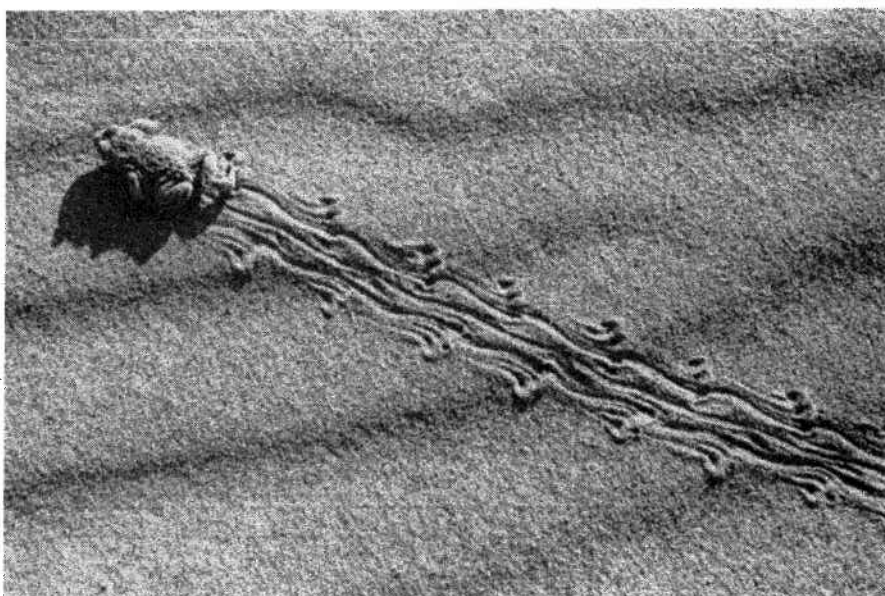
Randen uit India

38. Hieronder zie je versieringen uit India.

Welke symmetrie komt vaker voor: schuifsymmetrie of draaisymmetrie ?



39. Gebruik werkblad 7 om randen te maken met draaisymmetrie en schuifsymmetrie.



Een spoor van een pad. Herken je de schuifsymmetrie?

Siersteken

Met een moderne naaimachine kun je makkelijk randen van siersteken maken, die schuifsymmetrisch zijn.

Elke siersteek kan op drie manieren gebruikt worden:



linkersteek

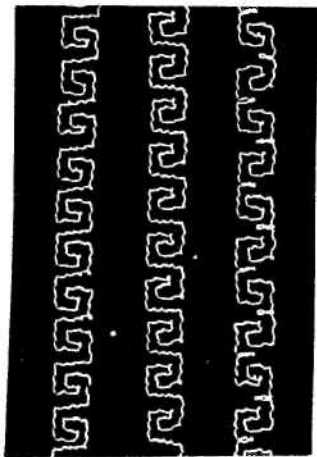


rechtersteek



combinatiesteek

40. De combinatiesteek is schuifsymmetrisch.
Heeft die steek nog andere symmetrie ?
Welke symmetrie hebben de linker- en de rechtersteek ?
41. De combinatiesteek hieronder is ook schuifsymmetrisch.
Heeft die nog meer symmetrie ?
Welke symmetrie hebben de linker- en de rechtersteek ?



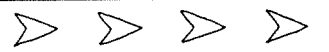
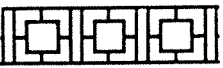




Zeven typen randen

Alles bij elkaar zijn we heel wat verschillende soorten randen tegengekomen met één of meer van de volgende symmetrie-eigenschappen:

- verticale symmetrie-assen,
- horizontale symmetrie-as,
- draaisymmetrie,
- schuifsymmetrie.

Om overzicht te krijgen over wat je tot nu toe geleerd hebt, is het handig om daar een schema van te maken. Alle regelmatige randen kan je indelen in zeven typen randen. Hieronder staan voorbeelden van die zeven verschillende typen.

rand	symmetrie	eenvoudige vorm
postzegels 		
kerstbomen 		
A-wisselrand A ∇ A ∇ A		
pijlen 		
chinese rand 		
griekse meander 		
voetsporen 		

42. Neem het overzicht over in je schrift en schrijf achter elke rand de symmetrie-eigenschappen. Gebruik afkortingen:

H horizontale symmetrie-as,
V verticale symmetrie-assen,
D draaisymmetrie,
S schuifsymmetrie.

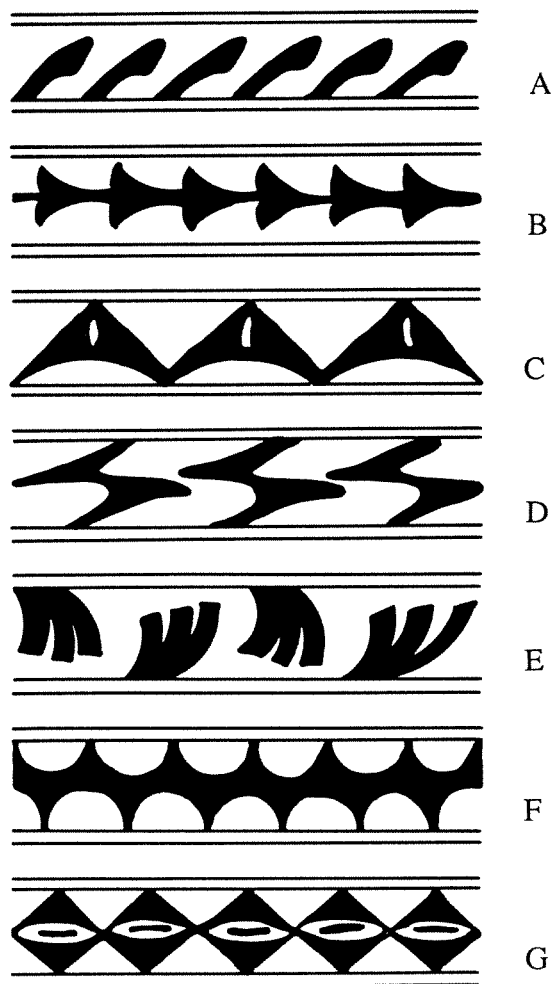
Als je de zeven typen randen tot hun eenvoudigste vorm terugbrengt, heb je genoeg aan deze tekeningetjes om ze van elkaar te onderscheiden:



43. Zet deze tekeningen op de goede plaats in de kolom 'eenvoudige vorm' van het overzicht.
44. Er zijn geen andere typen randen mogelijk dan deze zeven. Probeer een redenering te vinden om dat te verklaren.

Boomdiagram

San Ildefonso is een dorp in New Mexico (Verenigde Staten). Daar wordt aardewerk versierd met randen. Alle zeven verschillende typen randen komen er voor als versiering.



45. Om uit te vinden dat ze allemaal verschillende symmetrie hebben kun je het boomdiagram gebruiken op werkblad 7.

Schrijf op de stippeltjes de letters A t/m G op de goede plaats onderaan de boom.

Teken in de vakjes de eenvoudigste vormen die bij de randen horen.

Archeologie

Mesa Verde is een plaats in Amerika, waar vroeger veel indianen woonden.

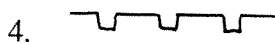
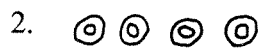
Zij versierden hun aardewerk met prachtige randen.

Begho ligt in het Afrikaanse land Ghana. Daar zijn veel pijpen gevonden met versieringen.

Archeologen gebruiken bij hun onderzoek de verschillen tussen de randen ook. Zij tellen hoe vaak een rand van een bepaalde soort voorkomt. Die aantallen staan in de tabel hieronder.

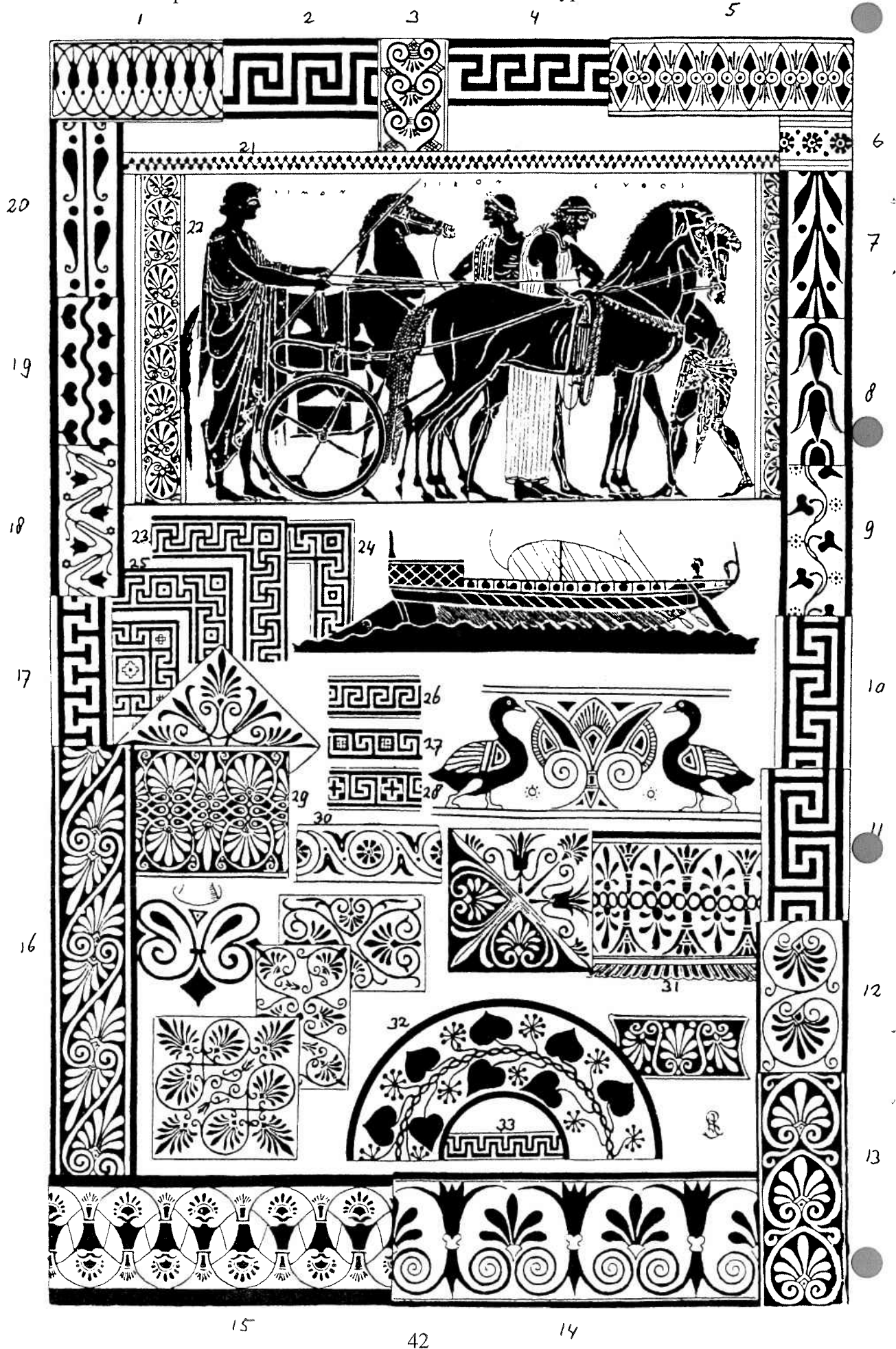
type rand	Mesa Verde	Begho
1. √ √ √ √ √ √ √ √	27	9
2. < < < < < < < <	5	9
3. x x x x x x x x	19	165
4. √ ^ √ ^ √ ^ √ ^	12	22
5. ┌┐┌┐┌┐┌┐┐	7	4
6. └┘└┘└┘└┘	93	19
7. ┌┐┌┐┌┐┌┐┐	11	2
totaal	174	230

46. Welke symmetrie hebben de mensen in Mesa Verde het meest gebruikt ?
47. Wat voor soort randen vonden de mensen in Begho het mooiste, denk je ?
48. De randen hieronder zijn afkomstig uit Begho of Mesa Verde.
Probeer van elke versiering te zeggen waar ze waarschijnlijk vandaan komen .

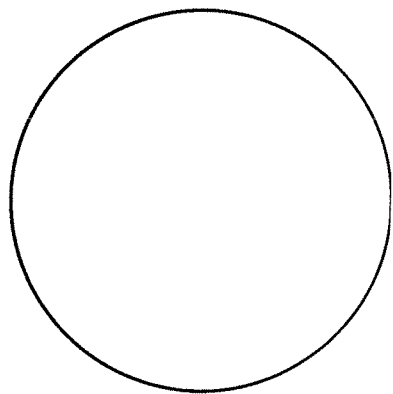
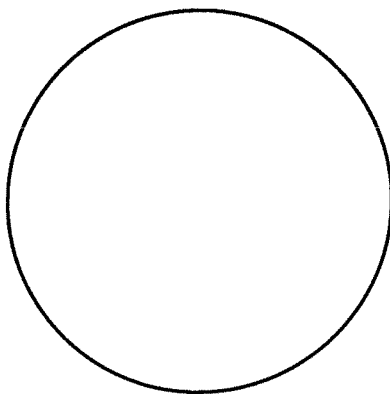
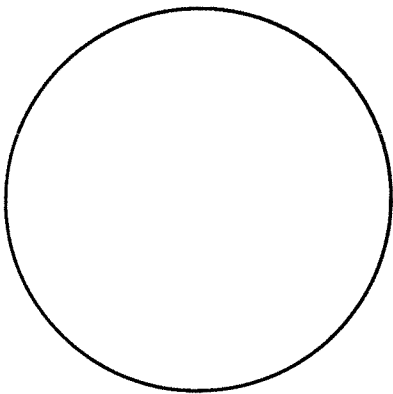
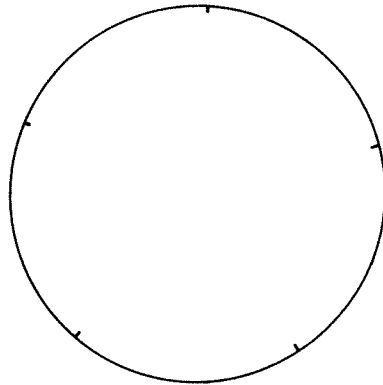
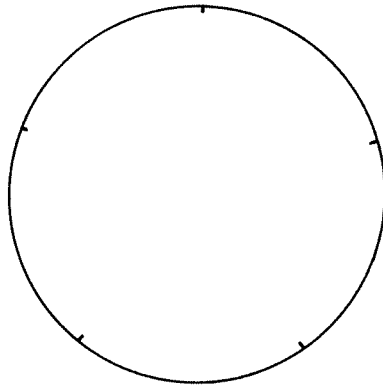
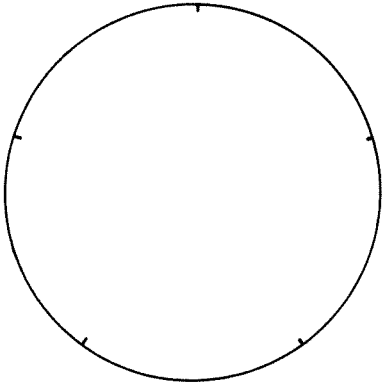
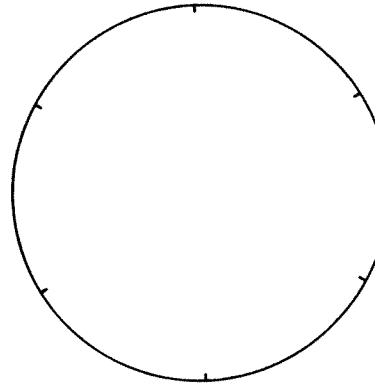
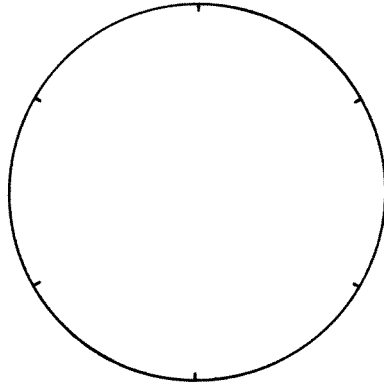
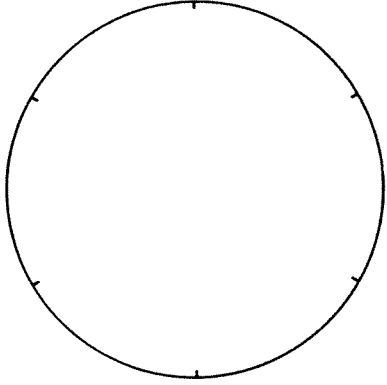


Griekse ornamenten

49. Zoek in de plaat hieronder randen van de verschillende typen.



werkblad 1





4

8

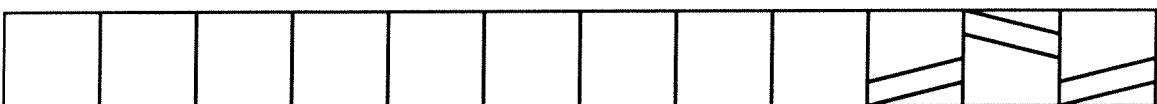
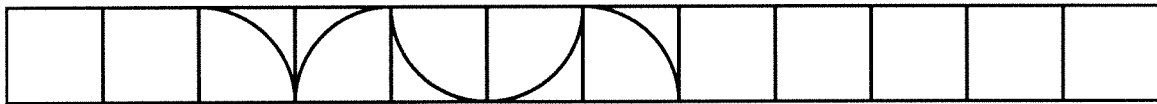
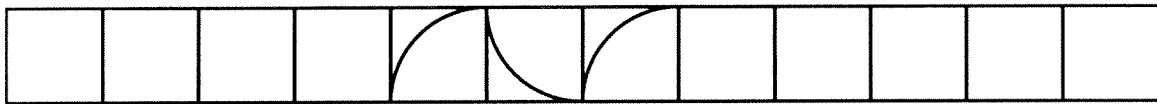
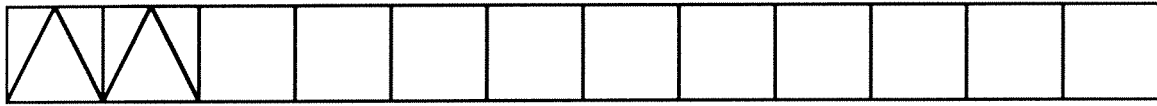


12

16

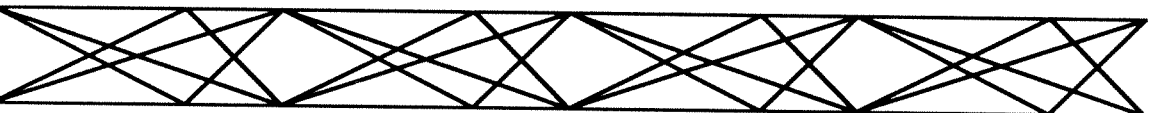
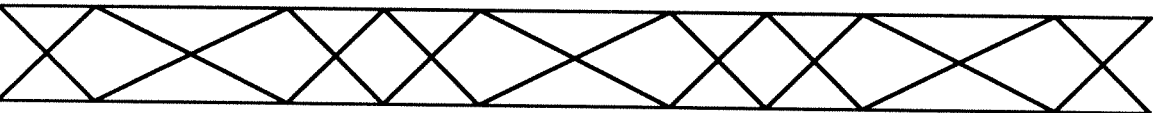
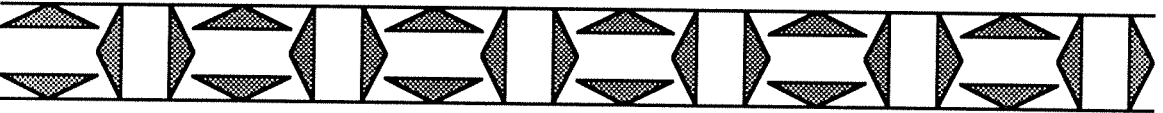
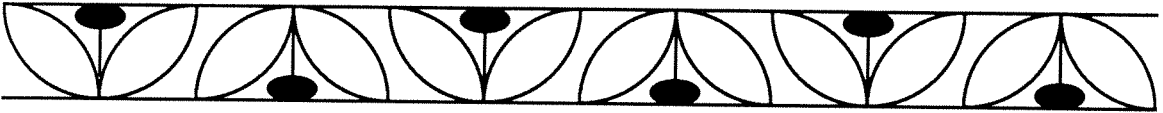
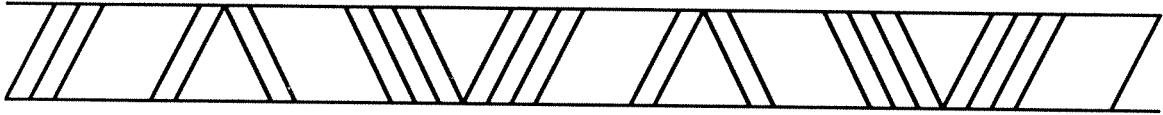


werkblad 2





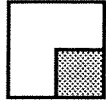
werkblad 3



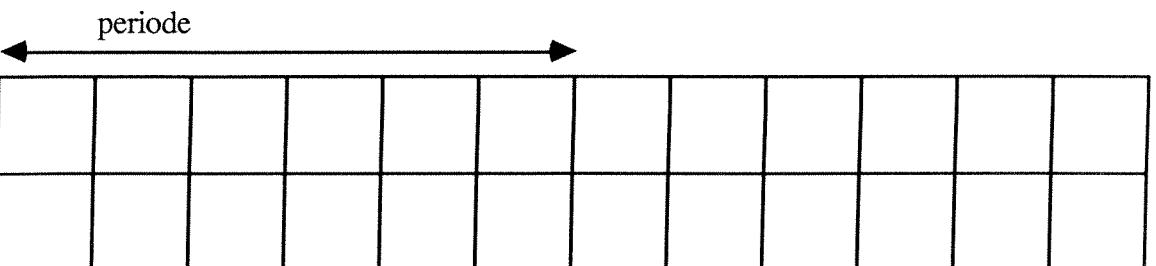
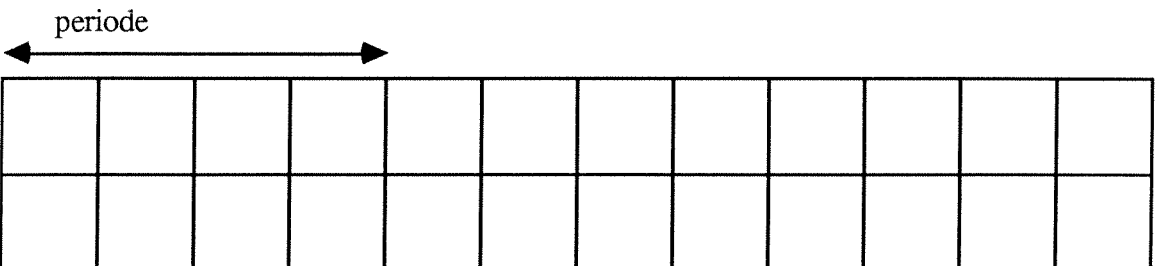
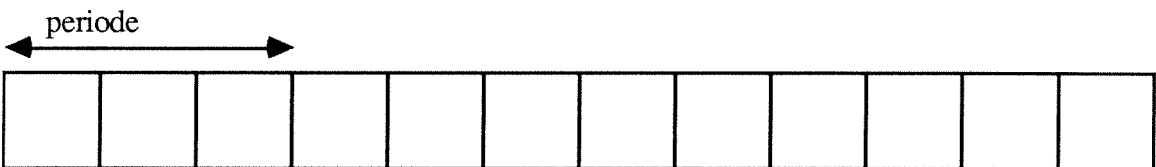
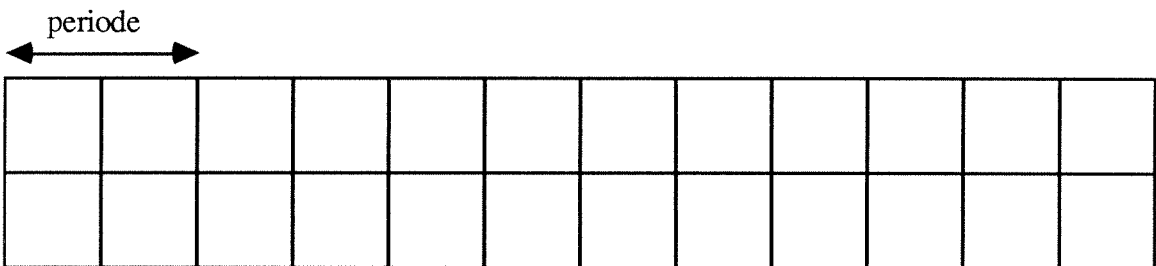
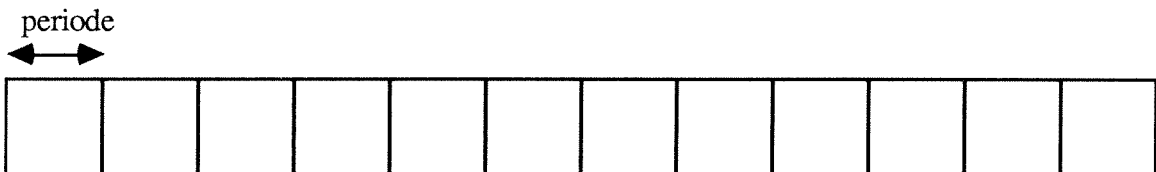
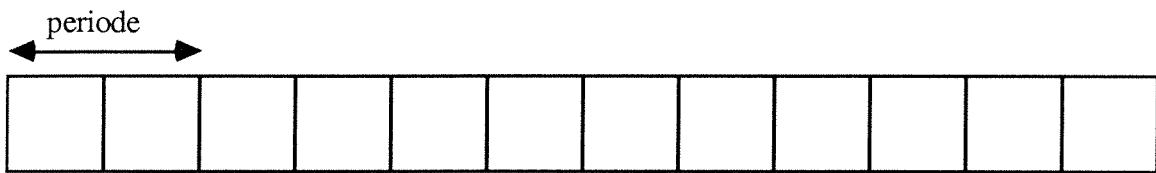


werkblad 4

gebruik deze tegel



om randen te maken met de aangegeven periode.







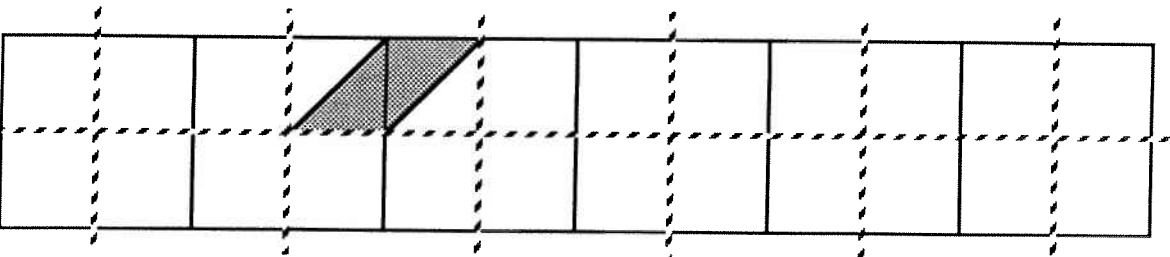
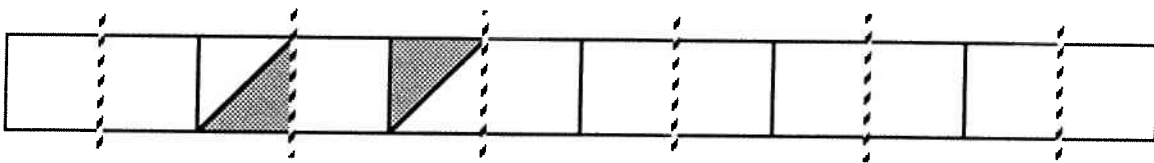
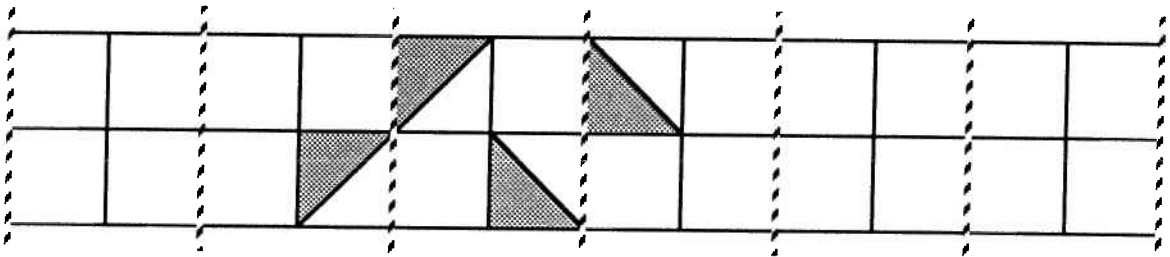
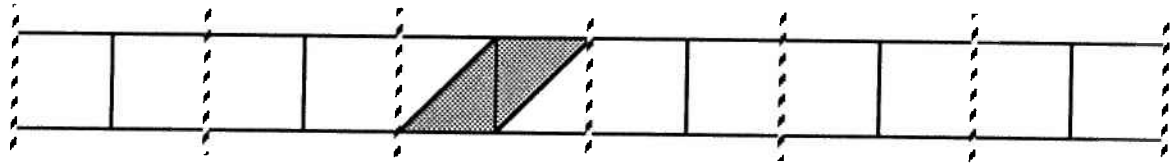
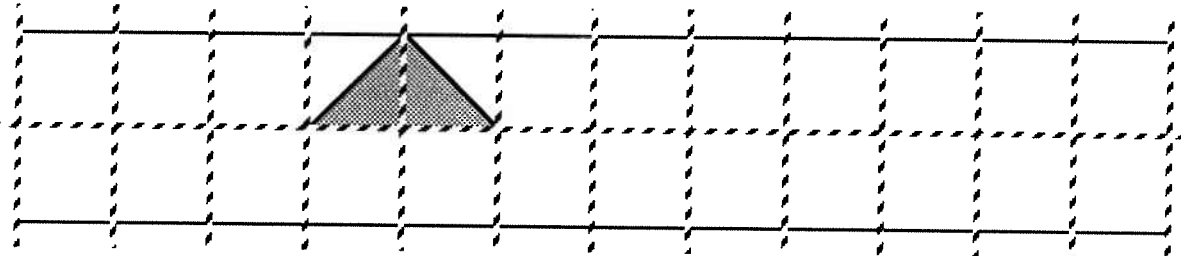
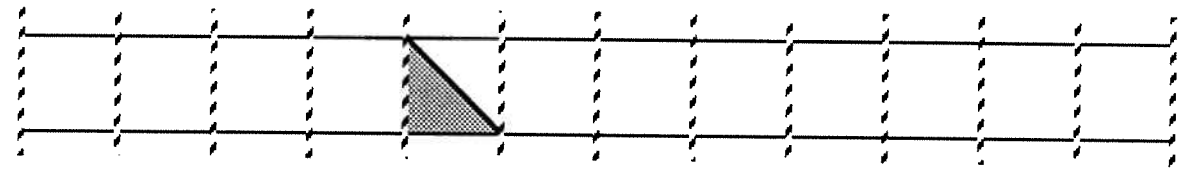
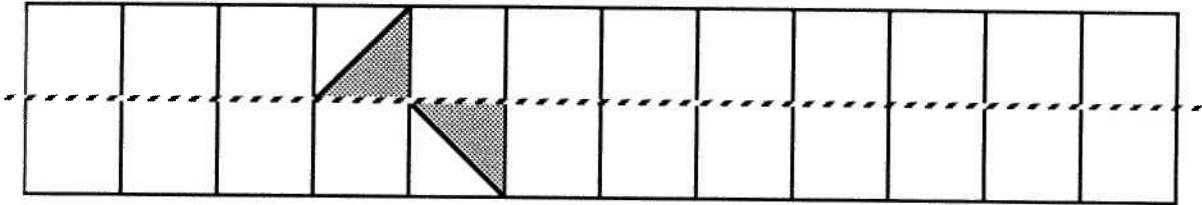
1
2
3



4
5



werkblad 6



1



2

3

4



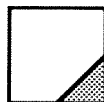
5

6

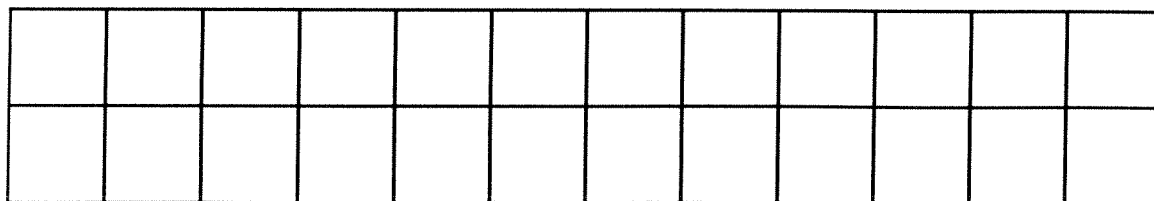
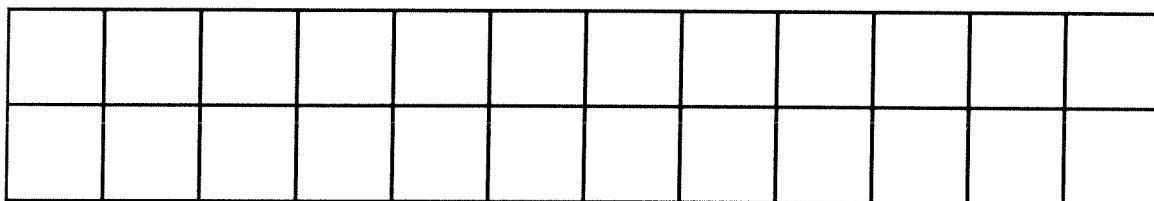
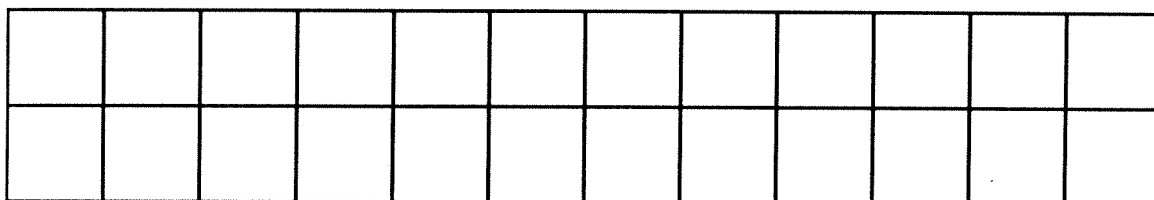


werklad 7

Maak met behulp van deze tegels



randen met schuifsymmetrie en draaisymmetrie.





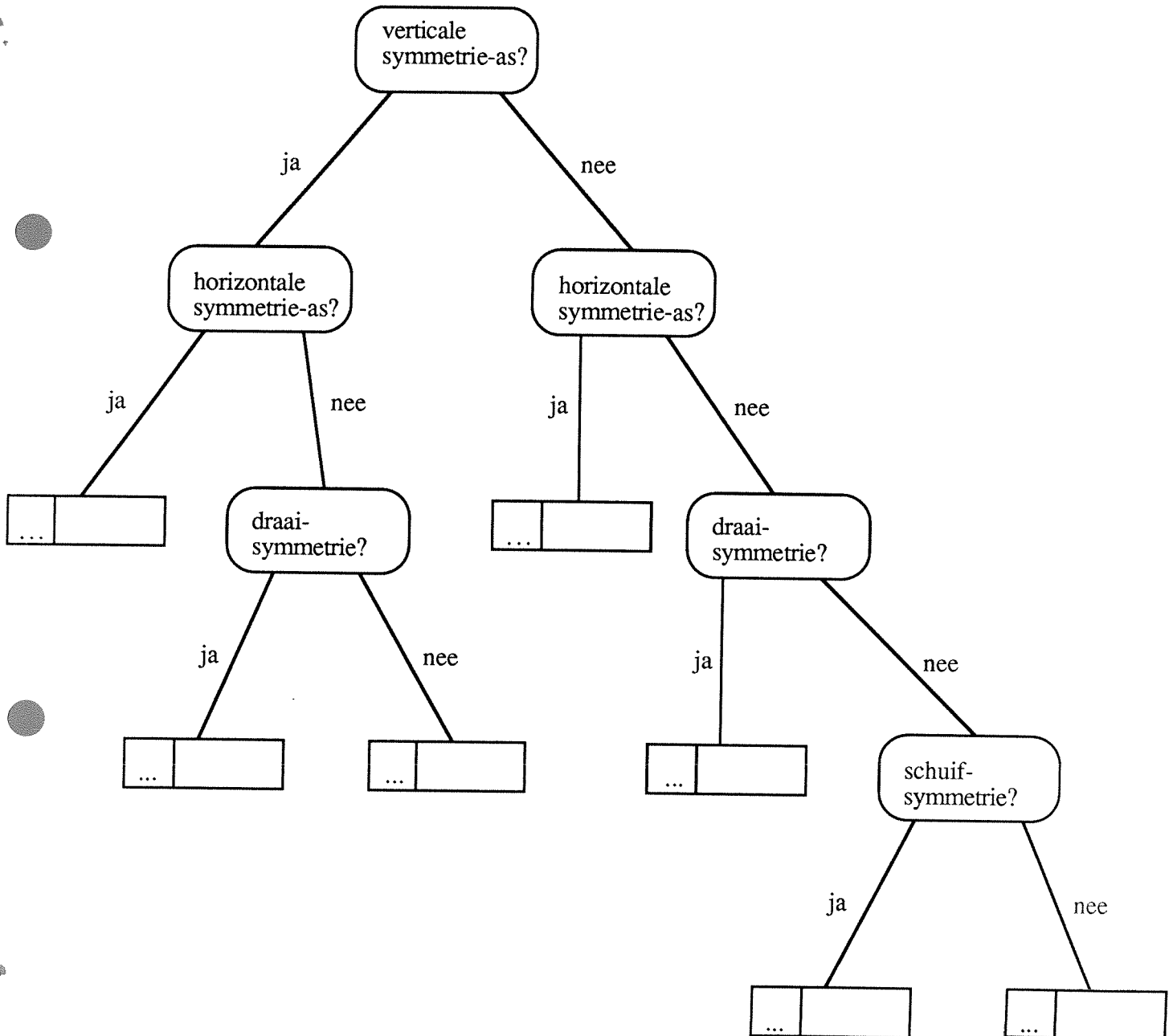
1
2
3



4
5
6



werkblad 8





3
4



5
6



archieff FI
Op de Rand

02.01.01

Meeder. M. . H. Verhaae