



Computational Thinking

Enkele werkvormen en opdrachten met achtergrond

BINAIRE GETALLEN

Voordat je het werkblad uitdeelt, is het verstandig om de basisvaardigheden voor te doen aan de hele groep. Voor deze opdracht heb je een set van 5 of 6 kaarten nodig, zoals hiernaast, met punten aan de ene kant en blanco aan de andere zijde. Kies 5 of 6 leerlingen om de kaarten vast te houden voor de klas. De kaarten moeten in de volgorde staan zoals hiernaast.

Wat valt je op aan het aantal punten dat er op de kaarten staat? (Iedere kaart heeft 2 keer zoveel punten als de kaart aan de rechterzijde.)

Hoeveel punten zouden er op de volgende kaart komen als we links nog een zesde kaart zouden toevoegen? (32) En de volgende...?

We kunnen deze kaarten gebruiken om getallen te maken door de 5 leerlingen de kaarten om te laten draaien. Vraag een leerling om het **getal 6** te maken, welke leerlingen in de rij moeten hun kaart omdraaien? (4-punten kaart en 2-punten kaart laten zien) En dan **15** (8-, 4-, 2-, en 1-punten kaart), en dan **21** (16, 4 en 1)...

Probeer nu te tellen vanaf 0...

De rest van de klas moet goed kijken hoe de kaarten wisselen om te zien of ze een patroon ontdekken in hoe de kaarten gedraaid worden (iedere kaart draait half zo vaak als degene rechts van hem). Je kan dit ook uitproberen met meer groepjes.

Wanneer een binaire getallen kaart niet getoond wordt staat dit voor een NUL. Wanneer deze wel getoond wordt staat dit voor een EEN. Dit is het **binaire getallen systeem**.

Vraag de leerlingen om **01001** te maken. Welk getal is dat in decimalen? (9) En wat is 17 in binair? (10001)

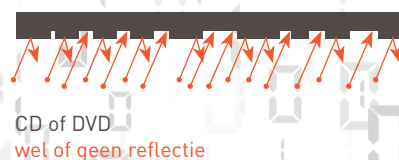
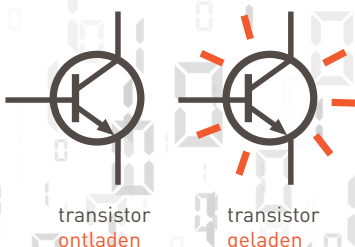
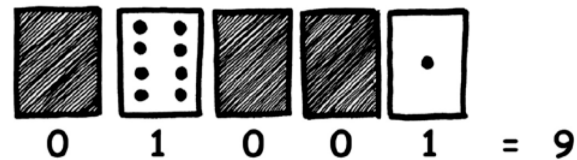
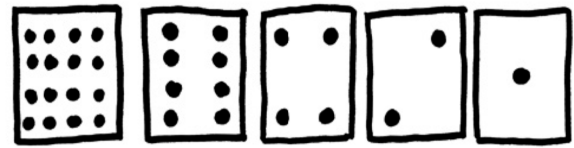
Probeer nog een aantal mogelijkheden tot ze het concept van de binaire getallen begrijpen.

Waar gaat dit eigenlijk over?

Tegenwoordig gebruiken computers allemaal het binaire systeem om informatie weer te geven. Het heet binair omdat er maar twee getallen worden gebruikt. Het wordt ook wel het tweetalig stelsel genoemd (in het dagelijks leven gebruiken we het decimale, tientallige stelsel). Elke 0 of 1 heet een bit (binary digit). Een bit wordt in de computer meestal weergegeven in het geheugen door een transistor die aan of uit staat of een condensator die geladen of ontladen is.

Wanneer data door een telefoondraad worden gezonden, worden hoge en lage tonen gebruikt voor nullen en enen. Op magnetische schijven, zoals een harde schijf, worden de bits weergegeven door de richting van het magnetische veld op de oppervlakte van de schijf, Noord-Zuid of Zuid-Noord.

Audio CD's, CD-ROM's en DVD's bewaren bits optisch. Het deel van het oppervlakte dat voor 1 bit staat reflecteert het licht of juist niet.



Werkblad Binaire getallen

Dus, je denkt te weten hoe je moet tellen? Hier is een nieuwe manier van tellen!

Wist je dat computers alleen de 0 en 1 gebruiken? Alles wat je ziet of hoort op de computer (woorden, foto's, getallen, films en zelfs geluiden) wordt opgeslagen met alleen deze twee getallen! De volgende opdrachten leren je hoe je geheime boodschappen naar je vrienden kunt sturen op precies dezelfde manier als een computer dat doet.

Wat moet je doen?

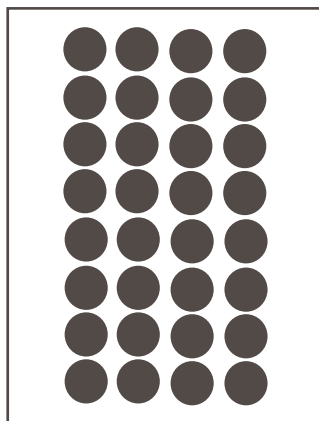
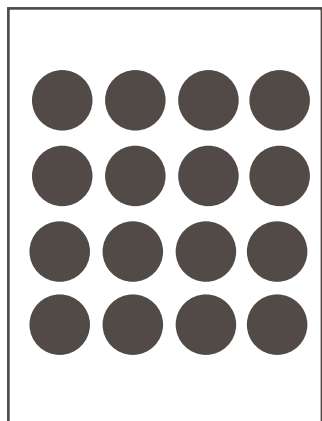
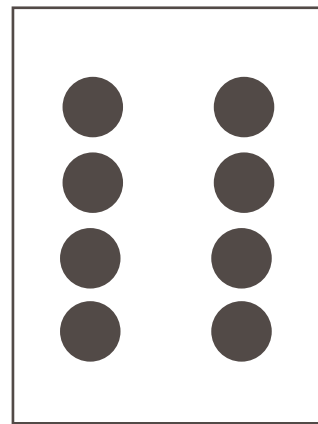
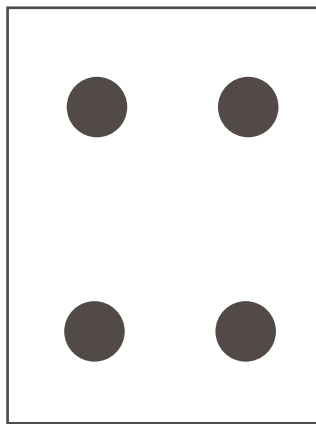
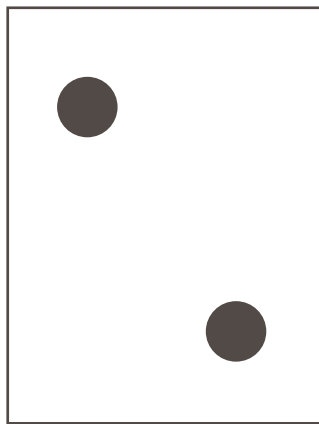
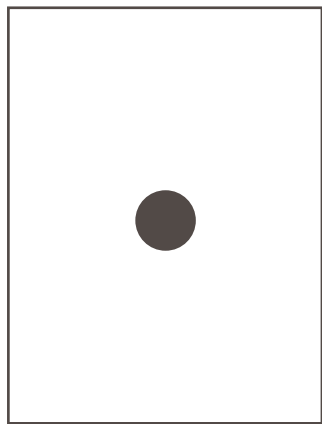
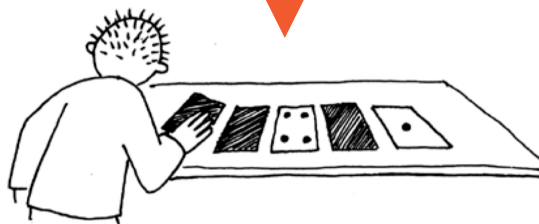
Knip de kaarten van het kopieerblad uit en leg de kaarten voor je op tafel met de 16-punten kaart links en in deze volgorde: 

Kijk goed of ze echt in dezelfde volgorde liggen. Draai nu de kaarten om zodat er precies 5 punten zichtbaar zijn. **LET OP!** hou de kaarten in dezelfde volgorde!

Zoek nu uit hoe je 3, 12 of 19 krijgt.

- Zijn er meer manieren om een getal te krijgen?
- Wat is het grootste getal dat je kan maken?
- Wat is het kleinste getal?
- Is er een getal dat je niet kan maken tussen het grootste en het kleinste?

Extra vraag: probeer de getallen 1, 2, 3, 4 in volgorde te maken. Zie je een logische manier om de kaarten om te draaien zodat er iedere keer een bij opgeteld wordt?



Werkblad: Geheime boodschappen sturen

Imke zit opgesloten in een hoog gebouw. Het is bijna Kerst en zij wil snel naar huis voor haar cadeautjes. Wat kan zij doen? Zij heeft geprobeerd te bellen en zelfs geschreeuwd, maar niemand neemt op of hoort haar. Aan de overkant ziet zij nog een vrouw achter haar computer zitten. Hoe kan zij haar een boodschap sturen? Imke kijkt rond om te zien wat zij kan gebruiken. Dan heeft zij een briljant plan - zij kan de lamp gebruiken om haar een boodschap te sturen! Zij doet alle lichten uit in het huis en zet de schemerlamp voor het raam (gelukkig heeft ze 5 ramen en 5 lampen). Nu kan zij de schemerlamp aan- of uitzetten en kan hiermee binaire code versturen. Zij weet zeker dat de vrouw aan de overkant het begrijpt. Begrijp jij het ook?

1 • A

2 • B

3 • C

4 • D

5 • E

6 • F

7 • G

8 • H

9 • I

10 • J

11 • K

12 • L

13 • M

14 • N

15 • O

16 • P

17 • Q

18 • R

19 • S

20 • T

21 • U

22 • V

23 • W

24 • X

25 • Y

26 • Z



	💡			
		💡		💡
	💡	💡		
💡				
	💡			💡
	💡		💡	💡
💡	💡		💡	
	💡			💡
💡		💡		
💡		💡	💡	
				💡
💡			💡	💡
💡		💡		

CONTROLE

Je hebt een stapel identieke kaarten met twee verschillend gekleurde zijden. Voor de demonstratie is het het makkelijkst om platte magnetische kaarten te hebben die verschillend gekleurd zijn aan beide kanten, koelkastmagneten zijn ideaal.

1. Vraag een leerling om de kaarten in een raster van 5 bij 5 te plaatsen met een willekeurige kant boven.
2. Voeg heel ontspannen vervolgens nog een rij en kolom toe "om het iets moeilijker te maken". Deze kaarten zijn de sleutel tot succes. Je moet de extra kaarten zo plaatsen dat je in iedere rij en in iedere kolom een even aantal gekleurde kaarten hebt.
3. Vraag de leerling om 1 kaart om te draaien terwijl jij niet kijkt. De rij en kolom die de gewijzigde kaart hebben zullen nu een oneven aantal gekleurde kaarten hebben en de gewijzigde kaart onthullen. Kunnen de leerlingen raden hoe de truc in elkaar steekt?

Leer de truc aan de leerlingen:

1. Werk in tweetallen; de leerlingen leggen hun kaarten in een 5 bij 5 raster.
2. Hoeveel gekleurde kaarten zijn er in iedere rij en kolom? Is dit even of oneven? Denk eraan, 0 is ook een even getal.
3. Voeg nu een zesde kaart toe aan iedere rij en zorg er voor dat het aantal gekleurde kaarten even is. Deze extra kaart heet de "controlebit".
4. Voeg nu een zesde rij toe aan de onderkant en zorg er voor dat het aantal gekleurde kaarten in iedere kolom ook even is.
5. Draai er nu een om. Wat merk je nu op aan deze rij en kolom? (Ze hebben een oneven aantal gekleurde kaarten). Controle kaarten worden gebruikt om uit te vinden of er een fout is gemaakt en waar deze zit.
6. Doe nu deze truc om de beurt.

ISBN

Hetzelfde controlesysteem wordt gebruikt bij boekcodes. Meestal kun je achterop boeken een 10-cijferige code vinden. Het 10e cijfer is een controlecijfer, vergelijkbaar met de controlebit in de opdracht.

Als je een boek bestelt en daarbij het **ISBN** (Internationaal Standaard Boek Nummer) gebruikt, dan kan de uitgever controleren of je geen fout hebt gemaakt. Ze hoeven daarvoor alleen maar naar het controlecijfer te kijken. Zo zit je nooit op het verkeerde boek te wachten!

Je kunt het controlecijfer als volgt uitrekenen:

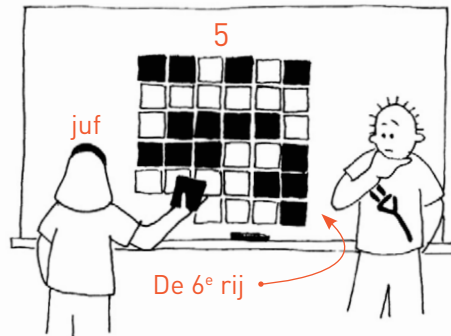
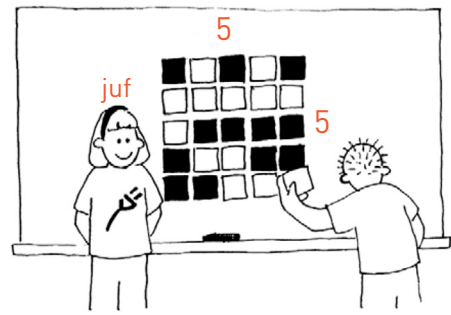
Vermenigvuldig het eerste cijfer met tien, het tweede met negen, het derde met acht, en zo verder, tot en met het negende cijfer vermenigvuldigd met twee. Tel daarna alle uitkomsten bij elkaar op. Het **ISBN 0-13-911991-4** geeft bijvoorbeeld:

$$(0 \times 10) + (1 \times 9) + (3 \times 8) + (9 \times 7) + (1 \times 6) + (1 \times 5) + (9 \times 4) + (9 \times 3) + (1 \times 2) = 172$$

Daarna deel je de uitkomst door elf.
Wat blijft er over? $172 \div 11 = 15$ waarbij 7 overblijft

Als er 0 overblijft, dan is het controlecijfer ook 0.
Als een ander getal overblijft, dan krijg je het controlecijfer als je het overgebleven getal aftrekt van 11.
 $11 - 7 = 4$

Kijk maar terug. Is dit het laatste cijfer van het ISBN? Ja!
Als het laatste cijfer van het ISBN geen vier is, dan weten we dat er fout is gemaakt. Het is mogelijk dat het controlecijfer 10 is. Dan zijn er twee cijfers nodig. In dit geval wordt de letter **X** gebruikt.



Waar gaat dit eigenlijk over?

Stel je voor: je stort € 10,- op je bankrekening. De balie-medewerker typt het bedrag in en stuurt het naar een centrale computer. Maar wat als er iets misgaat en de code voor € 10,- verandert in € 1.000,-? Dat is niet erg als je de klant bent, maar het is natuurlijk wel erg voor de bank!

Het is belangrijk om fouten op te sporen in verzonden data. Daarom moet een ontvangende computer de data die binnenkomt kunnen controleren op fouten door elektrische verstoring onderweg. Als er een fout ontdekt wordt, kunnen de data soms opnieuw verstuurd worden. In andere gevallen is dat niet mogelijk, bijvoorbeeld als een disk of band is beschadigd door blootstelling aan magnetische of elektrische straling, door warmte of door fysieke schade. Het wachten wordt wel heel vervelend lang als de data door een fout opnieuw verzonden moeten worden vanaf een ruimtesonde. (Het duurt meer dan een half uur om een radiosignaal te versturen van Jupiter naar de aarde.)

Het is dus belangrijk om fouten in data te kunnen herkennen (**foutdetectie**) en de originele data te kunnen herstellen (**foutcorrectie**).

Bij computers wordt dezelfde techniek als bij het spel "kaarten omkeren" gebruikt. Door de bits in denkbeeldige rijen en kolommen te zetten, en controlebits aan elke rij en kolom toe te voegen, kunnen we niet alleen ontdekken dat er een fout is opgetreden, maar ook waar. Het beschadigde deel is hersteld en daarmee is een foutcorrectie uitgevoerd. Natuurlijk hebben computers vaak veel complexere foutdetectiesystemen die meerdere fouten kunnen ontdekken en herstellen. Een groot deel van de harde schijf in een computer is bedoeld voor het herstellen van fouten zodat de computer betrouwbaar werkt, ook als delen van de disk niet goed werken. De systemen die hiervoor gebruikt worden lijken heel sterk op het controleschema.

Een ander voorbeeld van een controlecijfer is de streepjescode op boodschappen. Daarbij wordt een andere formule gebruikt dan bij het ISBN-nummer. Als de streepjescode verkeerd wordt gelezen, dan is het laatste cijfer anders dan het berekende getal. In dat geval maakt de scanner een geluid en kan de kassamedewerker de code opnieuw scannen.



Werkblad ISBN

Wij, van het Bureau Blockbuster, vinden en controleren ISBN controlecijfers tegen een kleine vergoeding.

Help ons bureau!

Zoek in je klaslokaal of in de bibliotheek naar echte ISBN-nummers. Kloppen de controlecijfers?

Soms worden er fouten gemaakt. Veel gemaakte fouten zijn:

- de waarde van een cijfer is veranderd;
- twee cijfers naast elkaar zijn verwisseld;
- er staat een extra cijfer in de reeks
- een cijfer is verwijderd uit de reeks

Kun je een boek vinden met de letter X in plaats van controlecijfer 10? Dat is vast niet heel moeilijk - van elke elf boeken zou één boek dit moeten hebben.

Welk soort fouten wordt niet ontdekt? Kun je een cijfer veranderen en toch het juiste controlecijfer krijgen? Wat gebeurt er als twee cijfers omgekeerd zijn (een gebruikelijke typfout)?

Hoe controleer je een ISBN-nummer?

Het **ISBN 0-13-911991-4** geeft bijvoorbeeld:

$$(0 \times 10) + (1 \times 9) + (3 \times 8) + (9 \times 7) + (1 \times 6) + (1 \times 5) + (9 \times 4) + (9 \times 3) + (1 \times 2) = 172$$

Daarna deel je de uitkomst door **elf**.

Wat blijft er over? $172 \div 11 = 15$ waarbij 7 overblijft

Als er 0 overblijft, dan is het controlecijfer ook 0.

Als een ander getal overblijft, dan krijg je het controlecijfer als je het overgebleven getal aftrekt van 11.

Dus: $11 - 7 = 4$ (is het laatste cijfer een 4? JA!)

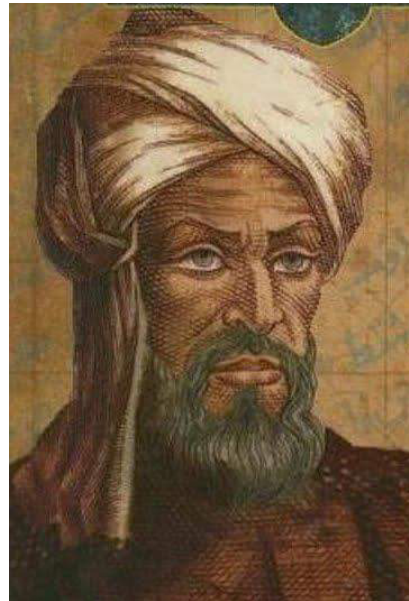


ALGORITMES

Computers werken door een rij van opdrachten uit te voeren die voor ze zijn gemaakt. Deze serie opdrachten stellen hen in staat om informatie te sorteren, te vinden en te versturen. Om dit zo snel mogelijk te kunnen doen, moet je een computer zo goed mogelijk de opdracht geven om informatie te verzamelen uit grote hoeveelheden data.

Een algoritme is zo'n serie van opdrachten om een taak uit te voeren. Het idee van een algoritme is de basis van de computerwetenschap. Algoritmes zijn de manier waarop we computers problemen laten oplossen. Sommige algoritmes zijn sneller dan andere en veel algoritmes die zijn bedacht, maken het mogelijk om problemen op te lossen die vroeger heel veel tijd kosten of zelfs niet oplosbaar waren bijvoorbeeld om Pi te berekenen tot een miljoen cijfers achter de komma, of om alle pagina's te vinden op het internet waar je naam op staat, of om de beste manier te vinden om pakketjes in te pakken in een zeecontainer of je gebruikt een algoritme om uit te zoeken of enorme getallen wel of geen priemgetal zijn.

Het woord 'algoritme' komt van de naam van **Mohammed ibn Musa Al-Khowarizmi** - de naam betekent Mohammed, zoon van Moses, uit Khowarizm - hij was verbonden aan het Huis der Wijsheid in Bagdad rond het jaar 800. Een academie voor onderwijs en onderzoek. Hij bracht de rekenkunsten uit India naar de Arabische wereld en vervolgens naar Europa, waar ze in het jaar 1120 werden vertaald in het Latijn. De eerste woorden uit het schrift waren "Dixit Algorismi" - "Zo zei Algorismi".



Waar gaat dit eigenlijk over?

Computers slaan een hoop informatie op, maar ze moeten hier ook weer snel doorheen kunnen om het juiste te vinden. Een van de grootste zoekproblemen in de wereld wordt aan internetzoekmachines gevraagd, zij moeten miljarden webpagina's doorzoeken in een fractie van een seconde. De data die aan de computer zijn gevraagd om te gaan zoeken, zoals een woord, een barcode of de naam van een auteur, heet een "zoeksleutel".

Computers kunnen heel snel door informatie heen en je zou misschien denken dat ze gewoon aan het begin van de harde schijf of het internet beginnen en dan blijven zoeken tot ze het juiste gevonden hebben. Dit is wat we gaan doen in het lineaire zoekspel naar de geheime brief. Maar deze methode is heel traag, zelfs voor computers. Neem bijvoorbeeld een supermarkt die 10.000 verschillende producten in de schappen heeft staan. Wanneer er een barcode wordt gescand bij de kassa moet de computer door 10.000 nummers om het product en de bijbehorende prijs te vinden. Zelfs als het maar een duizendste van een seconde duurt om iedere code te checken, kost het toch tien seconden om door de hele lijst te gaan. Hoe lang zou je dan met een kar vol bij de kassa staan?

Een betere strategie voor het oplossen van het probleem is de binaire zoekmethode. In deze methode worden de getallen op volgorde gezet en door naar het middelste getal te kijken, weet je meteen in welke helft je verder moet zoeken. Dit proces wordt herhaald tot het product gevonden is. Terug naar de supermarkt, de 10.000 producten kunnen nu doorzocht worden met 14 pogingen, wat misschien tweehonderdste van een seconde duurt, daar merk je ook met een volle kar niks van.

De derde strategie (waar geen opdracht voor is) om data te vinden heet "groeperen" of "hashing". De informatie wordt gegroepeerd opgeslagen volgens van tevoren bepaalde methode. Bij het zoeken wordt de zoeksleutel aangepast om de groep (dus de locatie) te vinden. Denk bijvoorbeeld aan het groeperen van producten in de supermarkt aan de hand van een productcode.

Gewoonlijk vindt de computer dan vrijwel direct de informatie waar hij naar zoekt. Er is maar een hele kleine kans dat verschillende sleutels de computer naar dezelfde plek leiden en de computer dan alsnog door een hele hoop informatie heen moet om de juiste informatie te vinden.

Computerdeskundigen gebruiken vaak een of andere variant van de groeperingsstrategie bij het zoeken; alleen als het heel belangrijk is dat de data op volgorde blijven is dit niet handig. Het is ook niet slim om deze methode te gebruiken als een zeldzaam langzame reactie van de computer (in het geval dat er zich heleboel items in de groep bevinden) uit den boze is. Dit kan bij deze methode af en toe gebeuren.



BRIEVEN BEZORGEN 1

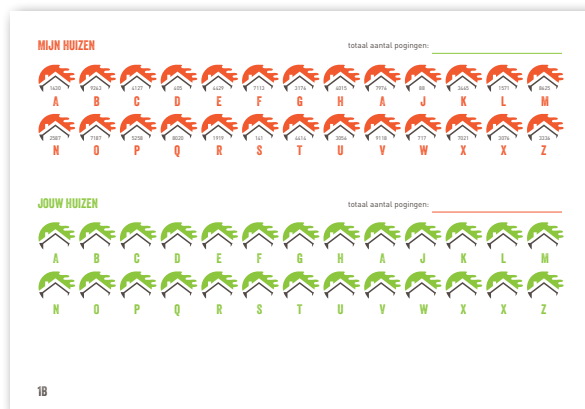
Er is een groot probleem. Er is een belangrijke en geheime brief bezorgd op de verkeerde plek. Het is heel erg belangrijk dat de brief zo snel mogelijk wordt opgespoord. De bezorger is zo in de war van zijn fout dat hij echt niet meer weet bij welk huis deze geheime brief is bezorgd.

Alle mogelijke huizen waar de brief kan zijn bezorgd zijn uitgezocht en op een rij gezet. Ga jij helpen de brief te vinden?

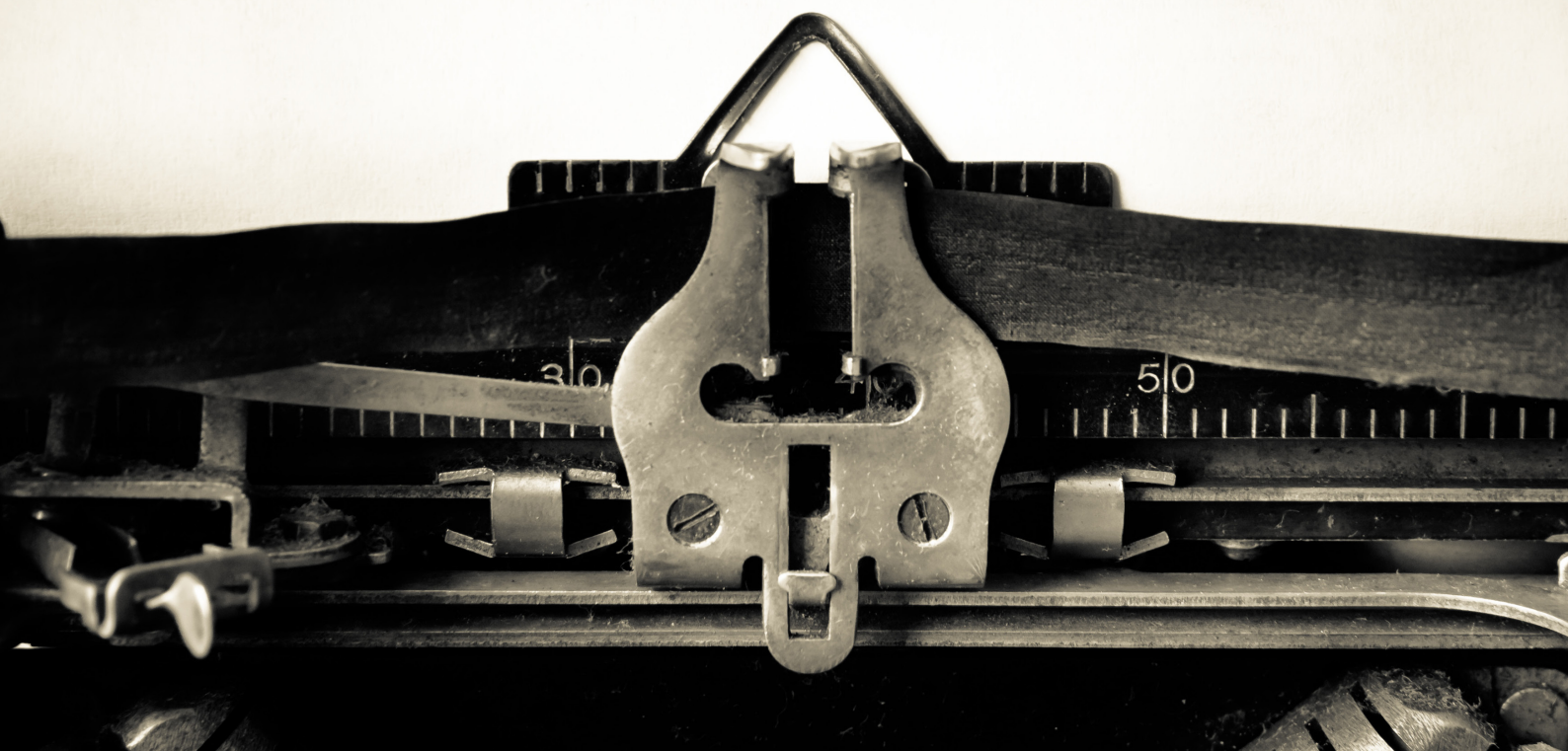
1. Doe dit spel in tweetallen. Een van jullie neemt **blad 1A**, de ander **blad 1B**. Laat je blaadje niet aan de ander zien!
2. Omcirkel allebei een huis in de bovenste rij op je blad en vertel je tegenstander het huisnummer niet.
3. Probeer nu om de beurt te raden waar de geheime brief bezorgd is. (Je zegt een letter van een huis en je tegenstander vertelt vervolgens het huisnummer van dat huis).
4. Hoeveel keren moet jij aanbellen om de geheime brief te vinden? Houd het aantal pogingen bij.

Wat is de minimale en maximale 'score' in de klas? Deze score kan liggen tussen de 1 en de 26.

De manier waarop jullie de geheime brief hebben gezocht heet de **lineaire zoekstrategie**. Je zoekt namelijk een voor een naar het juiste huis.

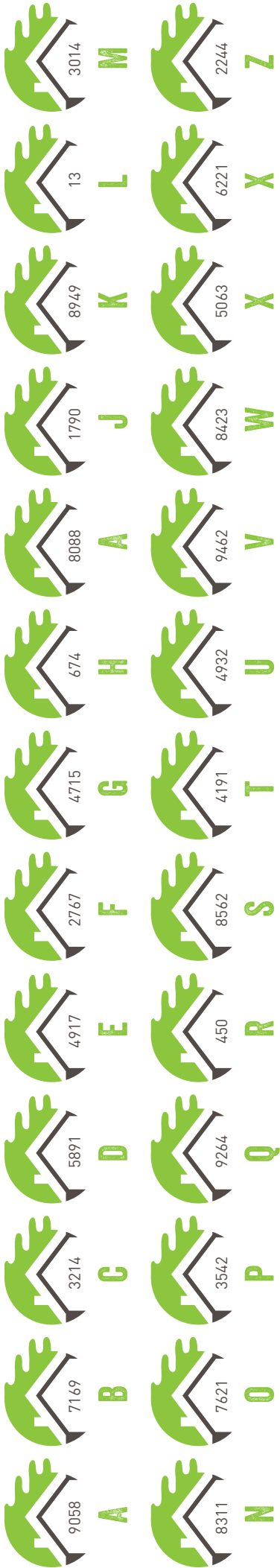


TOP SECRET



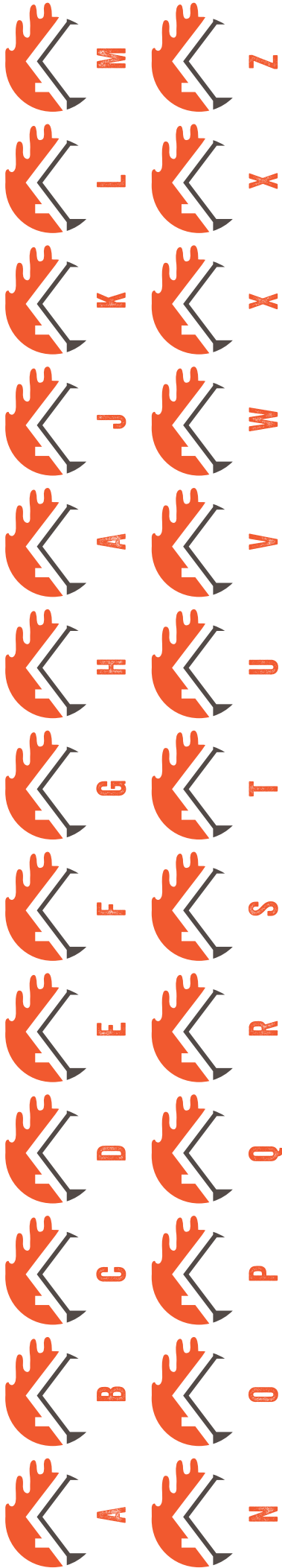
MIJN HUIZEN

totaal aantal pogingen:



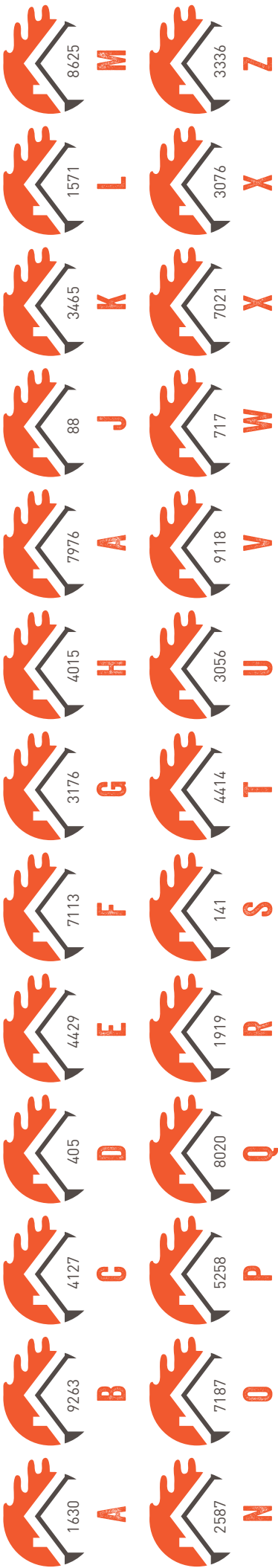
JOUW HUIZEN

totaal aantal pogingen:



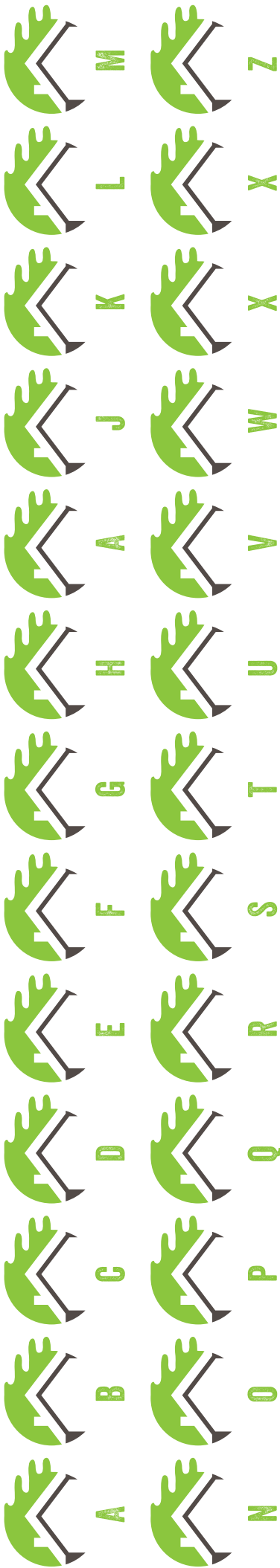
MIJN HUIZEN

totaal aantal pogingen:



JOUW HUIZEN

totaal aantal pogingen:



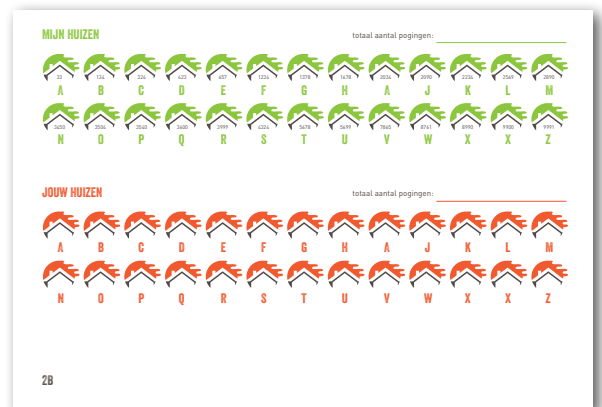
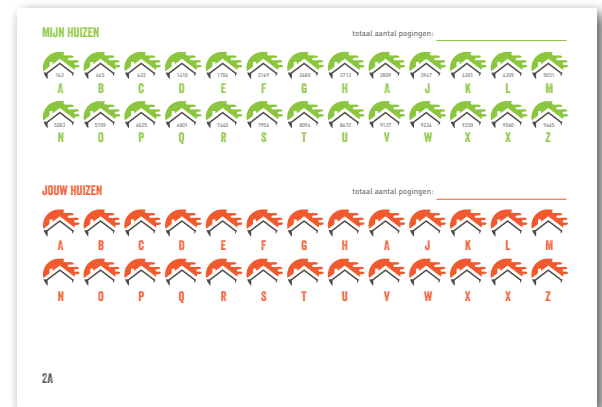
BRIEVEN BEZORGEN 2

De instructies bij deze versie van het spel zijn hetzelfde als die bij het vorige spel, maar de huisnummers staan nu in oplopende volgorde. Dat is erg belangrijk om te weten bij deze versie van het spel.

1. Doe dit in tweetallen. Een van jullie heeft **blad 2A**, de ander **blad 2B**. Laat je blaadje niet aan de ander zien!
2. Jullie kiezen nu beiden een huisnummer op de bovenste rij. Omcirkel dit nummer en vertel je tegenstander het getal dat in het huis staat.
3. Raad nu om de beurt de plek van het huisnummer van je tegenstander. (Je zegt een letter van een huis en je tegenstander vertelt je welk getal daar staat en of het juiste nummer hoger of lager is).
4. Hoeveel pogingen heb je nodig om het huisnummer van je tegenstander te vinden? Dit is je score.

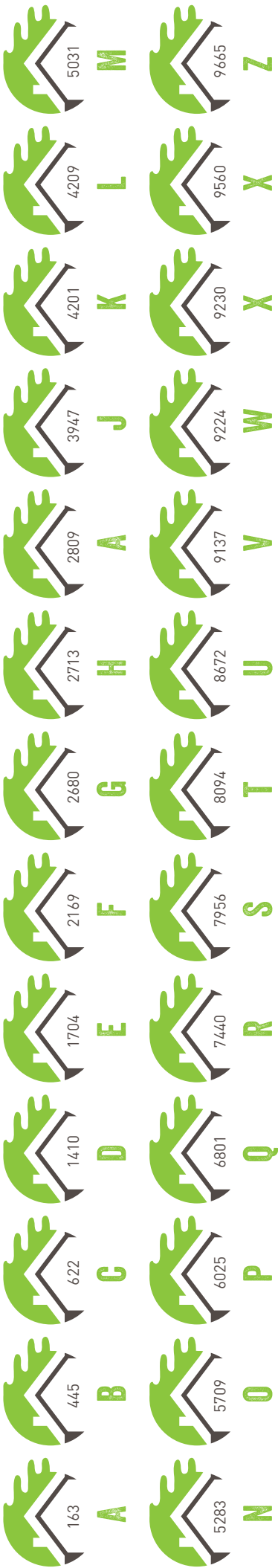
Nabespreking (voor de leraar)

- Wat zijn de scores?
- Welke strategie hebben de leerlingen die laag hebben gescoord gebruikt?
- Welk huisnummer heb je als eerste uitgekozen? (Het huisnummer in het midden vertelt je in welke helft je huis moet zitten).
- Welke locatie koos je hierna? (Opnieuw is de beste strategie weer het middelste huisnummer te kiezen uit de overgebleven helft).
- Als je deze strategie volgt hoeveel pogingen heb je dan maximaal nodig? (Let op! dat zijn er vijf)
- Deze methode heet de '**binaire zoekstrategie**', omdat het probleem in twee delen gesplitst wordt, hoger of lager.
- Geef het voorbeeld van de supermarkt en de kassa die naar de producten moet zoeken.



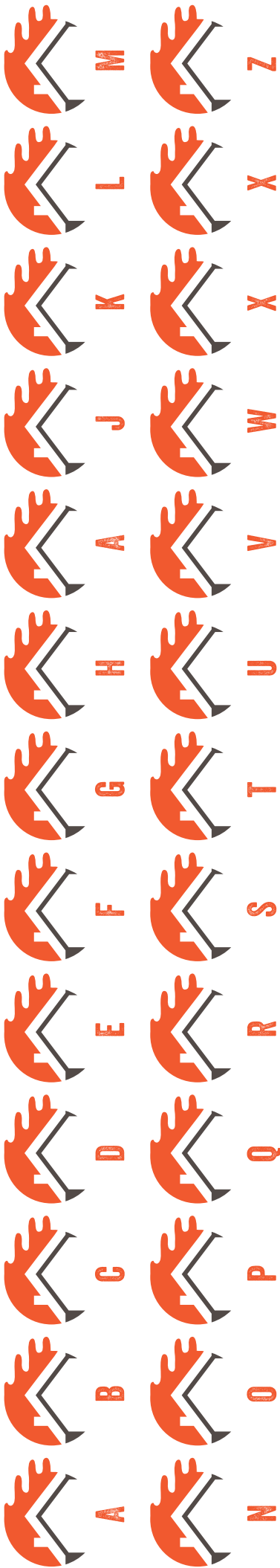
MIJN HUIZEN

totaal aantal pogingen:



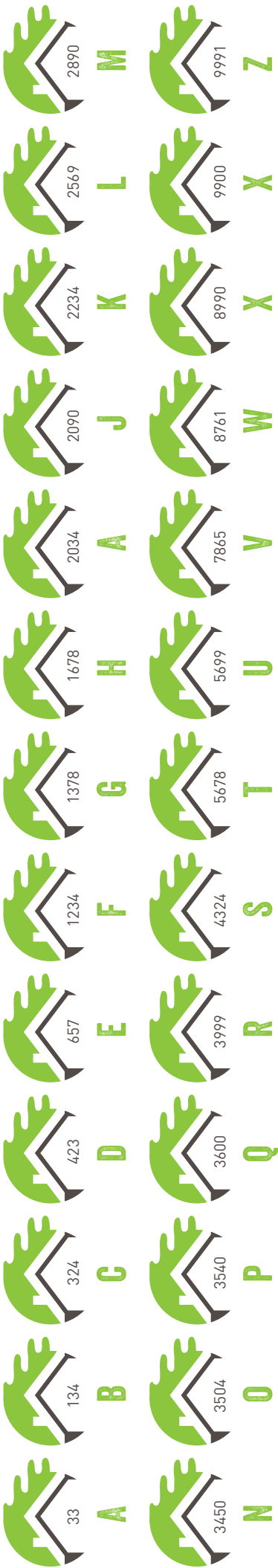
JOUW HUIZEN

totaal aantal pogingen:



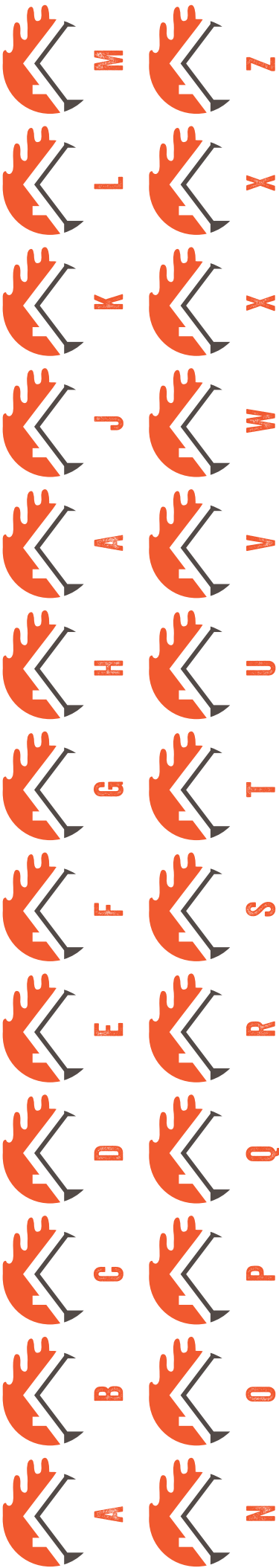
MIJN HUIZEN

totaal aantal pogingen:



JOUW HUIZEN

totaal aantal pogingen:



MODDERSTAD

Bij deze activiteit leer je hoe computers worden gebruikt om oplossingen te vinden voor praktische problemen, bijvoorbeeld hoe huizen zo goed mogelijk aan te sluiten op het elektriciteitsnet. Laat de kinderen het werkblad "Modderstad" gebruiken waar het probleem wordt uitgelegd.

Nabespreking

Laat de kinderen vertellen over de oplossingen die ze hebben gevonden. Welke strategie hebben ze gebruikt? Een goede manier om de beste oplossing te vinden begint met de lege kaart. Vervolgens bedek je de wegen met fiches totdat alle huizen verbonden zijn. Bij de keuze van de weg die je gaat bedekken neem je (een van) de kortste weg(en) waarbij je wegen tussen al verbonden huizen overslaat. Soms zijn er verschillende mogelijkheden en het eindresultaat kan verschillen door de mogelijkheid die je hebt gekozen. Hiernaast zie je twee mogelijke oplossingen.

Een andere strategie is om alle paden te bedekken en dan overbodige paden te verwijderen. Dit kan wel een stuk langer duren.

Waar zijn nog meer netwerken in de wereld om je heen? Het op deze manier weergeven van netwerken met knopen (de huizen in het voorbeeld) en kanten (de wegen) wordt een graaf genoemd. Netwerken die je zo kunt weergeven zijn bijvoorbeeld de wegen tussen steden of het routenetwerk van een luchtvaartmaatschappij.

Naast het algoritme van de "minimaal opspannende boom" ("Minimum spanning tree" in het Engels) hebben computerdeskundigen nog vele andere algoritmes die goed werken indien het probleem als een graaf kan worden beschreven. Voorbeelden zijn het kortste pad tussen twee punten (denk aan routeplanner) of de kortste reis die alle steden aandoet.

Schematisch

De huizen zijn weergegeven met cirkels (**knopen**), de modderige paden met lijnen (**kanten**), en de lengte van de paden wordt weergegeven door het getal dat erbij staat. Informatici en wiskundigen gebruiken dit soort diagrammen vaak om een probleem te beschrijven. Ze noemen het een **graaf**. Niet te verwarren met die graaf die in Den Haag woont ("en zijn zoon heet Jantje").

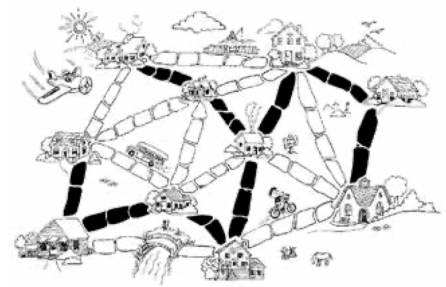
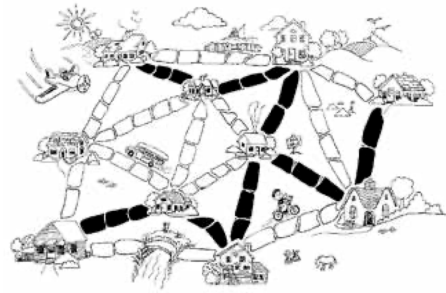
Waar gaat dit eigenlijk over?

Stel dat je voor een nieuwe stad moet bedenken hoe het water, de elektriciteit en het gas naar alle huizen moet worden gebracht. Ieder huis apart verbinden met de elektriciteitscentrale is nogal omslachtig, veel beter is het om een netwerk aan te leggen dat voor alle huizen een verbinding met de centrale waarborgt. Het maakt daarbij niet echt uit dat sommige huizen een veel langere route naar de elektriciteitscentrale krijgen, zolang ze verbonden zijn is er stroom!

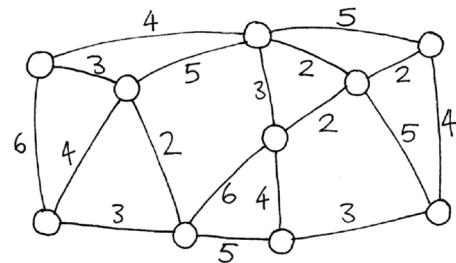
De opdracht om een netwerk te maken waarbij de totale lengte zo min mogelijk is wordt wel het probleem van een **minimaal opspannende boom** genoemd.

Minimaal opspannende bomen zijn niet alleen nuttig voor netwerken van gas en energie; ze helpen ook bij het oplossen van problemen in computernetwerken, telefoonnetwerken, oliepijpleidingen en routenetwerken van luchtvaartmaatschappijen. Hoewel je bij dat laatste voorbeeld, waarbij je de beste routes ontwerpt voor reizigers, je ook rekening moet houden met de kosten van de individuele reiziger. Niemand wil uren omreizen omdat het iets goedkoper is.

Het vinden van de oplossing met het minimale totaal van wegen,



Een graaf hoeft je niet op schaal te tekenen, het gaat erom welke knopen verbonden zijn en welk gewicht bij zo'n verbinding hoort.



zoals we deden voor Modderstad, is in het geval van vliegroutes niet voldoende omdat het geen rekening houdt met de wens bepaalde wegen sowieso op te nemen.

Er zijn efficiënte algoritmes (methodes) om in een willekeurige graaf een minimaal opspannende boom te vinden. Een eenvoudige methode is die waarbij je begint met geen enkele weg en vervolgens steeds de kortste nog niet gebruikte verbinding toevoegt die het netwerk laat groeien met een punt dat nog niet verbonden was. Deze methode heet Kruskal's algoritme omdat J.B. Kruskal in 1956 er als eerste over publiceerde.

WERKBLAD MODDERSTAD

Er was eens een stad waar geen wegen waren. Vooral na zware regenstormen was het voor de inwoners heel lastig om bij elkaar op bezoek te gaan omdat de aarde dan in een grote modderpoel veranderde. Auto's bleven vast zitten en de mensen werden er behoorlijk smerig van. De burgemeester besloot dat sommige van de paden verhard moesten worden. Omdat ze geld wilden overhouden voor het aanleggen van een zwembad wilden ze niet teveel geld kwijt zijn. De burgemeester stelde voor dat het plan aan de volgende twee voorwaarden moest voldoen:

1. Er moesten voldoende paden verhard worden om alle bewoners de mogelijkheid te geven elkaar via verharde wegen te bereiken.
2. Het verharden moest zo min mogelijk kosten.

Hier zie je de plattegrond van het dorp. Het aantal tegels tussen de huizen geeft aan hoe duur het is om dat pad te verharden (het gaat dus niet om de lengte maar om het aantal!).

Om een pad te verharden leg je fiches op de tegels. Maak met zo min mogelijk fiches een netwerk dat alle huizen verbindt.

Welke strategieën heb je gebruikt om dit probleem op te lossen.



GEKLEURDE BALLEN SPEL

Dit is een spel, waarbij je samen een probleem oplost. Het doel is dat elke persoon eindigt met de BALLEN in de eigen kleur in zijn handen (gebruik gekleurde ballen zodat het verschil goed zichtbaar is).

1. Groepen van vijf of meer leerlingen zitten in een kring.
2. De leerlingen krijgen een gekleurd kaartje of een gekleurde pet passend bij de kleur van de ballen die zij moeten verzamelen. Kies voor vijf kleuren bij vijf leerlingen, zes kleuren bij zes leerlingen enz.
3. Deel de gekleurde ballen willekeurig uit, maar één bal hou je bij je. Zo is er tijdens het spel altijd één leerling met één lege hand. (Geen enkele leerling mag in het begin een bal in de eigen kleur hebben.)
4. De leerling geeft de ballen door totdat elke leerling de twee ballen met de eigen kleur in zijn handen heeft. Daarbij gelden twee regels:
 - Je mag maar één bal per hand hebben, dus een leerling heeft maximaal twee ballen in zijn bezit.
 - Een bal mag alleen worden doorgegeven naar een lege hand van een directe buurman in de cirkel. (Een leerling mag zelf kiezen welke van de twee ballen hij doorgeeft aan zijn buurman.)

Leerlingen zullen snel merken dat, als ze “egoïstisch” zijn (hun eigen ballen vasthouden zodra ze die krijgen), de groep misschien niet in staat is om het doel te bereiken. Het kan nodig zijn om te benadrukken, dat er in dit spel geen aparte winnaars zijn, maar dat iedereen tegelijk wint als iedereen zijn ballen heeft en de puzzel dus is opgelost.

Nabespreking

Welke strategieën hebben de leerlingen gebruikt om het probleem op te lossen?

Waar in het echte leven heb je meegemaakt dat iets vastliep?

Enkele voorbeelden kunnen zijn:

- een file,
- Koningsdag in Amsterdam,
- een heleboel mensen in een keer door een ingang.

Waar gaat dit eigenlijk over?

Routebepaling en vastlopen zijn problemen in vele netwerken, zoals het wegennet, telefoon en computer systemen. Ingenieurs besteden veel tijd aan het uitzoeken hoe deze problemen op te lossen en hoe netwerken te ontwerpen die deze problemen makkelijker oplossen.

Routebepaling, congestie en vastlopen kunnen frustrerende problemen in veel verschillende netwerken veroorzaken. Denk maar aan uw favoriete spitsuur! Het is meerdere keren gebeurd in New York dat het verkeer in de straten, zo overbelast raakte dat alles vastliep; niemand kon zijn auto nog verplaatsen! Soms als de computers “down” zijn in bedrijven (zoals banken) wordt het probleem veroorzaakt door een vastlopend communicatienetwerk. Het ontwerpen van netwerken, waardoor de routebepaling eenvoudig en efficiënt wordt en congestie wordt geminimaliseerd, is een moeilijk probleem voor veel soorten ingenieurs.



Een voorbeeld van het spel met echt fruit.

Soms werken meerdere personen tegelijk met dezelfde gegevens. Als een deel van de gegevens (zoals banksaldo van een klant) wordt bijgewerkt, is het belangrijk om de gegevens “op slot” te zetten tijdens de update. Als deze niet worden vergrendeld, kan iemand anders op hetzelfde moment aan de gegevens werken en dan zou het saldo verkeerd kunnen worden geregistreerd. Indien dit vergrendelingssysteem wordt gestoord door het vergrendelen van een ander, kan de boel vastlopen.

Een van de meest opwindende ontwikkelingen in het ontwerpen van computers is de komst van de parallelle berekening, waar honderden of duizenden PC-achtige processors worden gecombineerd (in een netwerk) om een enkele krachtige computer vormen. Veel problemen zoals het ‘Gekleurde ballen spel’ moeten continu (maar veel sneller!) worden afgespeeld op deze netwerken, om deze parallelle computers te laten werken.

