Darina Jirotková & Graham Littler

Geometri är mer än mönster

I denna artikel, som är del 1 av 2, beskrivs en workshop tillsammans med lärare. Målet var att visa kommunika-tionens inverkan på upptäckarglädje och dess betydelse för förståelsen av geometriska begrepp, egenskaper och relationer. Denna workshop, där spel användes som verktyg, visar också hur konstruktiva metoder kan användas i geometriundervisningen.

I grundskolans tidigare del är undervisningen i geometri sällan lika kontinuerlig och innehållet är inte lika välstrukturerat som i aritmetik. Det finns inte alltid en naturlig progression i undervisningen. När vi besökt skolor har vi ofta upptäckt att bra materiel, med betydande geometrisk potential, endast används för att konstruera objekt eller för att skapa mönster. Konstruktion av olika objekt är bra därför att det utvecklar elevers rumsuppfattning och deras förmåga att hantera olika figurer. Det ökar deras taktila erfarenheter och utvecklar hur de analytiskt och syntetiskt uppfattar figurer, men sen kommer man inte vidare. Arbete med mönster utvecklar mönstren mer i estetiskt avseende än i matematiskt.

Vi hoppas att med vårt arbete kunna visa hur tidig utveckling i geometri kan drivas längre. För att utveckla förståelsen av form är det nödvändigt att uttrycka de sinnliga iakttagelserna med ord. Endast när eleverna utmanas att tala om former kan de betrakta dem på ett nytt sätt (Roth & Frisby, 1986). Då börjar de se relationer mellan och inom figurerna. Det matematiska språket utvecklas också i klassrumsdiskussionerna, elev – elev, lärare – elev, för att beskriva geometriska fenomen. Dessa uttrycks ofta som egenskaper, med adjektiv (Hejny & Kurina, 2001). Eleverna använder från början uttryck från sin vardag. Snart upptäcker de att de måste använda ett mer exakt språk som är otvetydighet för alla, för att undvika misstolkningar och missförstånd.

Darina Jirotková är universitetslektor vid lärarutbildnngen, Univerzita Karlova, Prag

Graham Littler är professor emeritus i pedagogok vid University of Derby, England

Nedanstående uppgifter gavs till en grupp svenska lärare i en workshop vi genomförde på engelska. Idén var att via kommunikation och med användning av matematiska spel upptäcka geometriska egenskaper hos två- och tredimensionella figurer och objekt. Arbetet baserades på våra undersökningar med spel i undervisningen av elever i olika åldersgrupper. Vi har sett att förmågan att kommunicera med ett korrekt matematiskt språk är av yttersta vikt när vi vill att elever skall beskriva en figur och dess egenskaper eller placering i relation till omgivningen. I vår workshop använde vi också ett i Sverige vanligt förekommande kommersiellt materiel för att visa hur mycket matematik och matematikspråk som kan genereras med hjälp av materielet, när det används för att öka elevernas geometriska kunskaper.

Här följer en beskrivning av de uppgifter vi gav lärarna, syftet med respektive uppgift samt de iakttagelser vi gjorde.

1. Geobräde

Uppgift 1.1 Skapa en figur på ett nio spikars geobräde. På något sätt ska den tilltala er men den ska skilja sig från de figurer de andra i gruppen gör.

Deltagarna arbetade i två lika stora grupper och hade var sitt geobräde. Inom gruppen arbetade de i par med en figur, så att ett av parets geobräden förblev tomt.

Uppgiftens syfte

Syftet var flerfaldigt. Vi ville inte att deltagarna skulle känna att vi på något sätt bestämt formerna. Vi ville se vilka former som deltagarna av någon anledning tilltalades av. Vi har starka belägg för att om elever känner att de kan påverka resultatet av sitt arbete, blir de emotionellt engagerade och det som de sedan gör med resultatet blir mer meningsfullt för dem. Det kanske viktigaste syftet var att lärarna skulle få samma erfarenhet av arbetet, inklusive nödvändiga färdigheter, som deras elever senare skulle kunna få i klassrummet.

Detta arbetssätt, som tillåter eleverna att skapa sina egna figurer, är mer krävande för läraren eftersom han/hon måste reagera oförberett på en situation, i stället för att veta vad som komma skall.

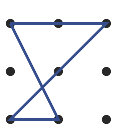
Kommentarer

Grupperna började arbeta intensivt. Mycket snart uppstod två frågeställningar som skapade mycket diskussion. Det gällde dels sammansatta figurer (fig 1) och dels hur man skulle avgöra om figurer var olika (fig 2a och 2b samt 3a och 3b).

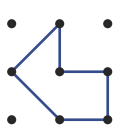
Regler uppstår ur diskussionerna

Diskussionerna resulterade i att man bestämde sig för att att undvika sammansatta figurer och ett beslut om vad som menas med ”olika”. Diskussionen ledde fram till ett beslut om att skilja mellan kongruens och likformighet. Vårt mål var att inte föreslå vilka metoder eller regler som skulle användas utan det skulle komma fram under arbetets gång. Den regel som deltagarna bestämde sig för löd ”Man får inte korsa gummibandet därför att det leder till att två plana figurer möts i ett hörn”. I den andra frågan inriktades diskussionerna mellan de två grupperna på speglade och roterade figurer samt figurer med samma form. Slutligen bestämdes att ”om två figurer passade varandra exakt när de lades ovanpå varandra så var de *inte* olika” (kongruenta figurer, fig 2). Därmed var figurer med samma form (fig 3) tillåtna såsom varande olika. Vi medger att kriteriet för kongruens inte är en strikt matematisk definition men det var tillräckligt för uppgiften.

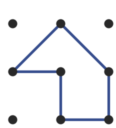
Vi observerade att många av de figurer som gjordes var icke-konvexa polygoner, figurer som lärare vanligtvis inte introducerar för eleverna. Alla deltog i diskussionerna som var ytterst innehållsrika. Deltagarna fastställde betydelsen av kongruens och likformighet eftersom de ansåg att ett klargörande var nödvändigt för att alla skulle kunna lösa uppgifterna entydigt.



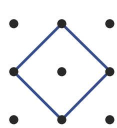
figur 1



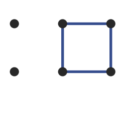
figur 2a



figur 2b



figur 3a



figur 3b

Vi vill gärna påpeka att *endast deltagarna* deltog i diskussionerna, vars avsikt var att komma fram till en gemensam tolkning som alla skulle använda. Detta är en viktig del av undervisningsmetoden.

Kopiera figurerna

Uppgift 1.2 Byt geobrädena med figurer mellan grupperna. Varje par ska på sitt tomma geobräde kopiera en av figurerna som den andra gruppen gjort. När detta är klart återlämnas brädena till den ursprungliga gruppen.

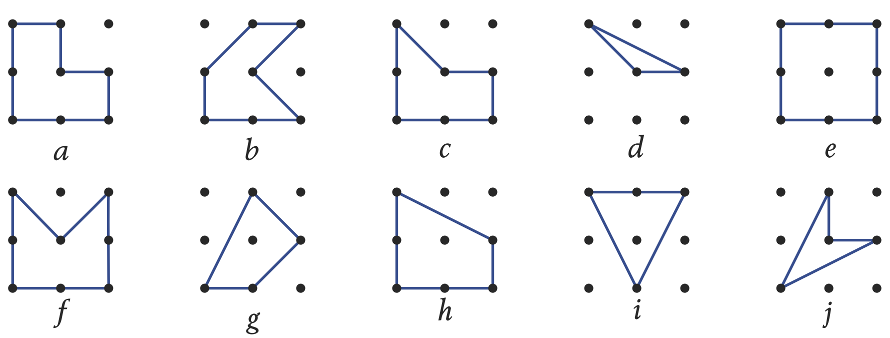
Deltagarna arbetade i två lika stora grupper. I slutet av arbetet hade varje grupp både sina egna figurer och de figurer som de kopierat från den andra gruppen.

Uppgiftens syfte
Att se hur deltagarna kopierade en figur från ett geobräde till ett annat och om de hade några problem med att göra det. Vi ville också göra deltagarna uppmärksamma på hur de förändrade sina iakttagelser av figurerna i dessa två uppgifter. Från en helhetsuppfattning till en mer analytisk.

Kommentarer
Lärarna hade inga problem med att kopiera figurerna som den andra gruppen gjort. Några av deltagarna placerade de två geobrädena brevid varandra och använde nedersta radens vänstra spik som utgångspunkt för att noggrant räkna pinnarna. Andra verkade ha en naturlig fallenhet att titta på figuren på en geobräda för att därefter omedelbart kopiera den till den andra geobrädan, vilket antyder en väl utvecklad perception. Det kan vara värt att notera att när vi gjorde liknande uppgifter med elever i årskurs 5 så hade många av dem betydande svårigheter att kopiera figurerna. Det berodde främst på att de slumpmässigt valde ett ställe på geobrädan som startpunkt för att skapa figuren.

Vi frågade lärarna hur de skapade sina ursprungliga figurer och fick svar som ”Jag ville skapa en figur som jag trodde skulle var olik de andras.” och ”Jag tänkte inte på vilken figur jag gjorde, jag spände bara upp bandet på spikarna.” I detta skede hade de en helhetssyn på figurerna, som en ”gestalt”. Så snart de började kopiera figurerna började de också betrakta dem mer analytiskt och de observerade figurernas positioner mer noggrant: ”Hur många hörn har figuren?”, ”Hur många sidor?”, ”Vilket är avståndet mellan hörnen?” (vanligtvis uttryckt i antalet spikar), ”Har den räta vinklar?”. Det var viktigt att rikta lärarnas uppmärksamhet på denna skillnad därför att i dessa två faser går man från att betrakta figuren som helhet till att bedöma några av figurens matematiska egenskaper.

Dessa två första uppgifter förberedde geobrädena för nästa spel som vi kallar för ”Uggla”. Figur 4 visar de 10 olika figurer som konstruerades och som användes i uppgift 1.3, 1.4 och 1.5.



figur 4

Spela ”Uggla”

Uppgift 1.3. Kan spelas av två personer eller grupper, A och B, som använder en speciell uppsättning föremål. A väljer ut ett föremål, utan att avslöja vilket. B måste ställa frågor till A för att få reda vilket föremål som A valt. A får endast svara ”ja” eller ”nej”. När B kommit fram till rätt föremål byter A och B roller. Vinnare av en dubbelomgång är den som kommer fram till rätt föremål med hjälp av minst antal frågor.

Här användes figurerna från förra övningen. Varje grupp hade 10 geobräden på bordet framför sig. Inom grupperna bestämdes gemensamt vilken figur som skulle väljas samt vilka frågor som skulle vara de bästa. Spelet spelades två gånger med ombytta roller.

Uppgiftens syfte
Vi ville se om deltagarna skulle arbeta tillsammans som en grupp för att gemensamt välja en figur och om de skulle överväga noggrant vilka frågor de skulle ställa för att bestämma figur med minsta möjliga antal frågor. Vi var också intresserade av vilka strategier de skulle använda, om de använde ”vanligt” språk eller specifika geometriska termer för att beskriva figurerna och vilka egenskaper hos figurerna de skulle betrakta och använda. Slutligen var vi intresserade av hur den geometriska terminologin och de använda strategierna skulle utvecklas under spelets gång.

Kommentarer
Båda grupperna hade ingående diskussioner. Den ena om vilken figur de skulle välja och den andra för att bestämma minsta antal frågor de skulle ställa för att finna figuren. Diskussionerna var uppenbart demokratiska, den ena gruppen röstade fram vilken figur de skulle välja! Som tidigare nämnts spelades spelet två gånger med ombytta roller. I varje spelomgång kunde den gissande gruppen bestämma figur med hjälp av tre frågor. Under spelets gång behövde ytterligare regler bestämmas. Det var viktigt att dessa regler förhandlades fram tillsammans med grupperna, som bestämde deras slutliga lydelse, så att de kände sig delaktiga i utformningen av spelreglerna. En sådan regel var att frågorna inte fick innehålla namnet på en geometrisk figur, utom i det sista påståendet, t ex – ”Det är en kvadrat!”.

Den andra gruppen tyckte att den första gruppens startfråga var bra och de använde den själva som sin första fråga. Grupperna kom fram till att det var mest effektivt att ställa en fråga vars svar delade upp figurerna i två lika stora grupper, t ex ”Har figuren någon rät vinkel?” Om svaret på frågan var ”ja” så fanns den sökta figuren i ena gruppen av figurer, och den andra kunde läggas åt sidan, och om svaret var ”nej” så inträffade det motsatta.

Följande samtal är citerat från den första fullständiga spelomgången.

Första spelet. – Grupp A valde figur:

B: Har figuren fler än fyra hörn?
A: Ja
B: Har den fler än två vinklar som är större än 90°?
A: Nej
B: Har den endast räta vinklar?
A: Ja
B: Då måste det vara figur (a).

Andra spelet – Grupp B valde figur:

A: Har figuren fler än fyra hörn?
B: Ja
A: Har den färre än tre räta vinklar?
B: Ja
A: Har den endast en rät vinkel?
B: Ja
A: Då måste det vara figur (b).

De ställda frågorna och de använda strategierna analyserades, med hjälp av erfarenheter från tidigare genomförda undersökningar (Jirotková, 2001). Vi har här sammanställt flera iakttagelser som framkom i analyserna.

Observerade företeelser

En första observation av spelet visade att det fungerade bra och utan problem. Med det menar vi att alla frågor tolkades entydigt och problemfritt samt att de besvarades utan tvekan. Men, i våra tidigare undersökningar med lärare och studenter i Tjeckien, orsakade en fråga som ”Har figuren en rät vinkel?” att spelet bröt samman. Grupperna tolkade vad som menades med ”ha en rät vinkel” på olika sätt. En grupp ansåg att endast inre vinklar avsågs medan den andra gruppen betraktade både inre vinklar och yttervinklar. Detta missförstånd var kritiskt eftersom det visade nödvändigheten av att komma överens om tolkningar av ett påstående eller av att använda uttryck, begrepp etc med entydig betydelse. Det hjälpte oss också att visa nyttan av att använda en korrekt geometrisk terminologi som gör det möjligt för spelarna att uttrycka sig precist och kortfattat. Låt oss göra en lista, som förmodligen inte är komplett, av tolkningar av påståendet ”Figuren har en rät vinkel”.

- Den har två angränsande sidor som är vinkelräta mot varandra.
- Den har två sidor som inte är angränsande och som är vinkelräta mot varandra. (t ex fig a, b, c)
- Den har två vinkelräta diagonaler. (t ex fig a, b, c, e, f, j)
- Den har en inre rät vinkel.
- Den har en rät yttervinkel.

Vår uppgift till läsaren

1. Skriv andra tolkningar av ovanstående påstående.
2. Vilka av frågorna i citaten från spelet var inte entydiga?
3. Omformulera de som inte är entydiga så att tolkningen fungerar i spelet som beskrivits.

Endast två geometriska begrepp användes i frågorna i första spelomgången, nämligen hörn och vinklar (med viket man avsåg inre vinklar). Vi frågade deltagarna vilka andra egenskaper som de kunde ha använt och de angav spikar, sidor och diagonaler. Det relativt få egenskaper som anges visar att övergången från att uppfatta figuren som en helhet till att uppfatta den analytiskt är krävande och att en betydande intellektuell möda krävs av spelarna för denna övergång.

I våra diskussioner med lärarna frågade vi om de hade noterat någon förändring av hur de uppfattar figurerna under tiden de utfört uppgifterna 1.1, 1.2 och 1.3. I första uppgiften använde de händerna för att skapa figurerna med gummiband. Figurerna ändrades tills de fann en som var intressant. Detta var processen för att skapa figurerna. I uppgift 1.2 hade deltagarna en given figur som de betraktade som ett ”begrepp” som skulle kopieras. Det innebär att först uppfatta ”begreppet” och sen vara tvungen att använda en annan process för att uttrycka det. Denna andra process, att kopiera den givna figuren, fick lärarna att se på figuren på ett nytt sätt, dvs från att uppfatta den som en helhet, ”Gestalt”, till att uppfatta figuren analytiskt. Då krävdes att de började betrakta några av figurens geometriska egenskaper.

Flera av deltagarna använde geobrädena som en sorts koordinatsystem när de kopierade figurerna, så att de placerade figuren på samma sätt som modellen. De relaterade figuren till omgivningen snarare än att ta hänsyn till de geometriska egenskaperna hos figuren. Det var intressant att notera att alla kopierade figurer var i exakt samma position på geobrädena som orginalet. Detta bekräftar tidigare arbeten (Littler, 1993). Det hade inte nödvändigtvis behövt bli så om endast figuren betraktats och inte dess läge på brädet. I diskussionerna under arbetet upptäckte deltagarna att beskrivningar som t ex ”ett hörn på översta raden” eller ”en sida sträcker sig utmed hela högra kanten” var meningslösa eftersom gruppmedlemmarna såg figurerna från olika håll.

Vi har i våra tidigare undersökningar med detta spel, både i Tjeckien och England (Jirotkova, 2001), upptäckt att två helt olika strategier används. Den första kallar vi *gruppstrategi*. Den baseras på att hitta frågan som delar figurerna i två lika stora grupper. Kriteriet som ges i frågan beskriver tydligt en gemensam egenskap hos någon grupp av figurer som de andra figurerna inte har. På detta sätt reduceras gruppernas storlek gradvis till dess att den eftersökta figuren kan bestämmas. Den andra strategin är en *individstrategi* där frågan gäller en enskild figur. När den figuren utesluts väljs en annan figur för nästa fråga. Vi anser att gruppstrategin är den bättre och mer sofistikerade.

Som vi tidigare påpekat upptäckte lärarna att gruppstrategin var den mest effektiva. Vid användning av individstrategin skulle man med tur kunna välja rätt figur redan i första frågan. Å andra sidan kan man behöva gå igenom alla figurer innan man hittar rätt.

I våra undersökningar har vi varit uppmärksamma på vilka figurer elever valt för att bli ”upptäckta”. Vi har funderat över varför vissa figurer väljs. Vid jämförelse av observationer från många undersökningar har vi upptäckt två huvudsakliga strategier. Den ena strategin baseras på spelarens tidigare erfarenhet av figurerna. Valet av en figur baserades på graden av igenkännande, från den mest bekanta (t ex figur d) till den minst bekanta, som kan vara okänd för betraktaren (t ex figur b). Den andra strategin baseras på att en dominerande egenskap särskiljer den valda figuren från de övriga.

I ett tidigare försök upptäckte vi att när en välkänd figur valdes så orsakade det ibland problem för utfrågaren, då han eller hon hade svårigt att formulera frågor som beskrev figuren. De ovanliga figurerna har oftast särskilda egenskaper som gör dem enklare att beskriva.

Det är troligt att deltagarna i denna workshop anammade den första strategin. I den första uppgiften valde de den mest obekanta figuren för den andra gruppen att komma fram till. Det är värt att notera att hälften av de figurer som deltagarna gjorde var icke-konvexa. Vi har observerat samma fenomen när vi arbetat med elever. Det kan vara ett tecken på att det finns en attraktion hos dessa figurer. Det väcker tanken att det kanske kan vara av värde att de introduceras på låg- och mellanstadiet, därför att många relationer mellan konvexa och icke-konvexa figurer kan iakttas, t ex mellan *c* och *h* och mellan *e* och *f*.

Förutom ovan nämnda företeelser, dvs:

- vilka kännetecken som uppmärksammades för att beskriva figuren (2),
- vilka kännetecken som användes av en spelare (5),
- vilken terminologi som användes (1),
- hur den geometriska terminologin utvecklades under spelets gång (2),
- hur spelarna förstod termer som vinkel, sidor, diagonal etc (1),
- i vilken utsträckning förståelsen av figurer berodde på det som var omkring (3),
- vilken strategi som användes (4),
- i vilken utsträckning gruppstrategin uppfattades som den mest effektiva (4)

och de samverkande företeelser som också nämnts:

- i vilken utsträckning spelaren kunde uttrycka sin egen uppfattning (2)
- i vilken utsträckning spelaren kunde förstå och tolka någon annans idé (1),

har vi följande möjliga företeelser, som inte behandlas i vår analys:

- i vilken utsträckning en spelare kan finna den egenskap som är gemensam för en grupp av figurer,
- det sätt på vilket spelaren bestämde antalet sidor, hörn etc och deras inbördes position.
- vad som uppfattades som egenskaper och uttrycktes med adjektiv,
- vilka kännetecken som uttrycktes med substantiv,
- vad som uppfattades som procedurer och uttrycktes med verb.

Rita figurerna

Uppgift 1.4 Överför alla tio figurerna på geobrädena till prickpapper.

Även om deltagarna fortfarande satt i grupper var detta en individuell uppgift. Alla hade sitt eget prickpapper med avbildningar av geobrädena. Stora prickpapper användes på skrivtavlan och olika deltagare kopierade alla figurerna till detta.

Uppgiftens syfte
Vi ville att alla deltagare skulle ha sin egen kopia av alla figurer. Vi ville veta hur deltagarna gjorde för att kopiera över figurerna och om de upplevde några problem med detta. Överföring av figurerna till det större papperet skulle kunna medföra att andra problem dök upp, t ex att kontrollera vilka figurer som redan ritats, huruvida orienteringen av figuren har någon betydelse och kring skalförförhållandet mellan figurerna.

Kommentarer
Kopieringen av figurer från geobräde till prickpapper genomfördes utan problem. Så är inte alltid fallet med elever särskilt om geobrädet har fler än 9 spikar. För uppgifter som dessa föreslår vi att du begränsar geobrädan till 9 spikar även om du måste använda gummiband för att avgränsa den (Littler, 2000). Detta för att placeringen av figuren på geobrädet spelar en betydande roll. I denna uppgift kan vissa elever inte uppfatta formen utan att relatera den till omgivningen (geobrädet). Vi observerade en lösning som var en ritning av gummibandets väg runt spikarna, runt spikarna i hörnen snarare än som räta linjer mellan spikarna och med spikarna som figurens hörn. Det skulle kunna vara ett tecken på att den visuella perceptionen var mycket dominerande och en svårighet att relatera det visuella intrycket till en mer abstrakt representation, dvs en rent geometrisk figur.

Utveckla en strategi

Uppgift 1.5 Hur skulle du som lärare förbereda dig för spelare B:s roll, att komma fram till en figur i Ugglespelet? Arbeta i par och utveckla och rita eller skriv ner ett *strategi-schema* som gör det möjligt att bestämma vilken som helst av de 10 figurerna med så få på varandra följande frågor som möjligt. Försök använda så många geometriska egenskaper hos formerna som möjligt eller sådana egenskaper som du önskar fästa elevernas uppmärksamhet på. Spela sedan ”Uggla” i par, för att undersöka om strategierna fungerar.

Idén att använda ett strategischema introducerades. Efter en demonstration av en *gren* av strategischemat (definieras senare) i diagramform fick deltagarna bilda par för att utveckla och färdigställa sina egna strategischeman. Därefter spelade de ”Uggla” i par inom grupperna. För att verifiera åtminstone en gren av strategischemat turades man om att ställa frågor.

Uppgiftens syfte

Uppgiften gör det möjligt för oss att avgöra om deltagarna kan använda en given procedur för att utveckla ett strategischema och sedan använda det. Vi var också intresserade av att få veta vilka geometriska egenskaper de speciellt skulle uppmärksamma för att skapa det effektivaste strategischemat.

Kommentarer

Varje par utformade sitt eget strategischema och förklarade det för de övriga. Därefter spelade de ”Uggla” med hjälp av sina strategischeman för att undersöka om de snabbare kunde identifiera figuren. Alla var överens om att så var fallet.

Ett Strategischema

Innebörden av termen strategischema visar vi genom ett exempel som användes. Vi väljer detta eftersom det visar vidden av kännetecken som det är möjligt att använda i detta spel. Dessutom medförde den använda terminologin, t ex diagonal och hörn, en diskussion bland deltagarna om termernas korrekta betydelse så att missförstånd kunde undvikas. Mycket tid ägnades åt att diskutera ordet diagonal. Följande frågor uppstod i den diskussionen:

Kan diagonalen gå utanför figuren?
Kan en diagonal överlappa en annan?
Kan en diagonal överlappa en sida?
Kan diagonalen finnas delvis inom och delvis utanför figuren.

Många av dessa frågor uppstod därför att deltagarna hade begränsad erfarenhet av att arbeta med och kommunicera kring icke-konvexa figurer.

Vår uppgift till läsaren Formulera din egen definition av begreppet ”diagonalen i en plan figur” och besvara ovanstående frågor.

Dessa frågor ställdes och de motsvaras av samma nummer i schemat:

1 Har figuren en yttre diagonal?

2 Är arean minst tre enheter?

3 Är det möjligt att med en delning dela figuren så att två trianglar bildas?

4 Har figuren minst en sida som är längre än två enheter?

5 Har figuren mer än ett par icke intillliggande, vinkelräta sidor?

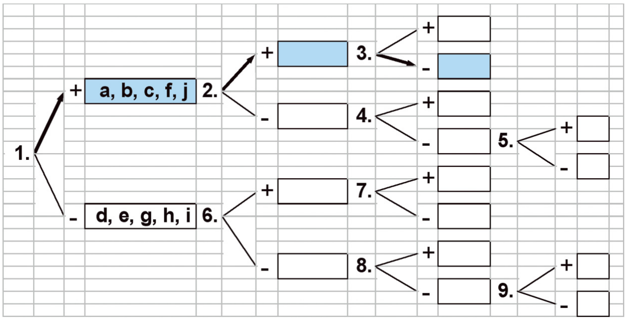
6 Är figuren symmetrisk?

7 Är figuren regelbunden?

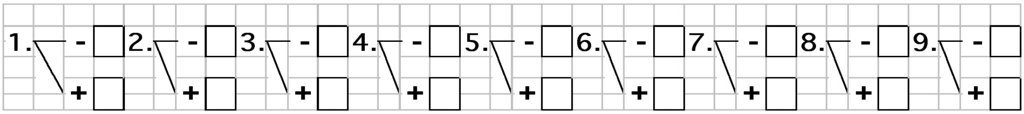
8 Har figuren åtminstone ett par intillliggande vinklar vars summa är 180°?

9 Är summan av de inre vinklarna större än 200°?

Nyckel till diagrammet:
Om svaret på frågan är ”ja” så representeras det med +, om ”nej” med –.



figur 5



Vår uppgift till läsaren

1. Den markerade grenen av strategischemat på förra sidan representerar ett specifikt spel. Bestäm figuren i den spelomgången och skriv den i sista rutan i grenen.
2. Fyll i alla rutorna med bokstäver på samma sätt som med svaret i föregående uppgift.
3. Diagrammet här ovanför visar ett spel med individstrategin. Försök hitta lämpliga frågor och fyll i rutorna med de rätta bokstäverna.

Fundera vidare hemma

Uppgift 1.6. Studera noggrant alla de figurer du ritat på prickpapperet. Gör en tabell över följande för varje figur: figurens *area* (A), antalet spikar som gummibandet berör längs kanten, *gränspunkter* (B) samt antalet spikar i figuren, *inre punkter* (I). Det finns ett samband mellan dessa tre parametrar A, B och I. Kan du finna det?

Detta projekt, GAÈR 406/02/0829, ingår i och finansieras delvis med stöd av EU-projektet EMTISM inom Sokratesprogrammet. Projektets innehåll speglar inte nödvändigtvis EU:s ställningstagande och det innebär inte heller ett ansvarstagande från EU:s sida.

Uppgiftens syfte

Kan deltagarna upptäcka olika relationer ur de data de samlat in?

Vår uppgift till läsaren

Försök lösa ovanstående uppgift. Du kan använda ett geobräde med 9 spikar eller ett större. Förhållandet mellan A, B, och I är den relativt bekanta ”Picks formel”.

Vi hoppas kunna återkomma till denna uppgift i en artikel längre fram.

REFERENSER

Hejný, M. & Kuřina, F. (2001). *Díte, škola a matematika.* Prag: Portál.

Jirotková, D. (2001). *Zkoumáni geometrických představ*. Doktorsavhandling. Prag: Charles University.

Littler, G.H. (1995). Geometry for the Teacher Education Student. In M. Hejný & J. Novotná. (eds) *SEMT 95 Proceedings*, p18 – 24. Prague: Charles University.

Littler, G.H. (2000). From Building blocks to Matrices. In M.Ausbergerová.(ed) 7. *Setkání Učitelů Matematiky Všech Typů a Stupňů škol.* p 39 – 49. Plzen, ČZ: UDV ZCU.

Roth, I. & Frisby, J.P. (1992). *Perception and Representation – a cognitive approach*. Buckingham, UK: Open University Press.