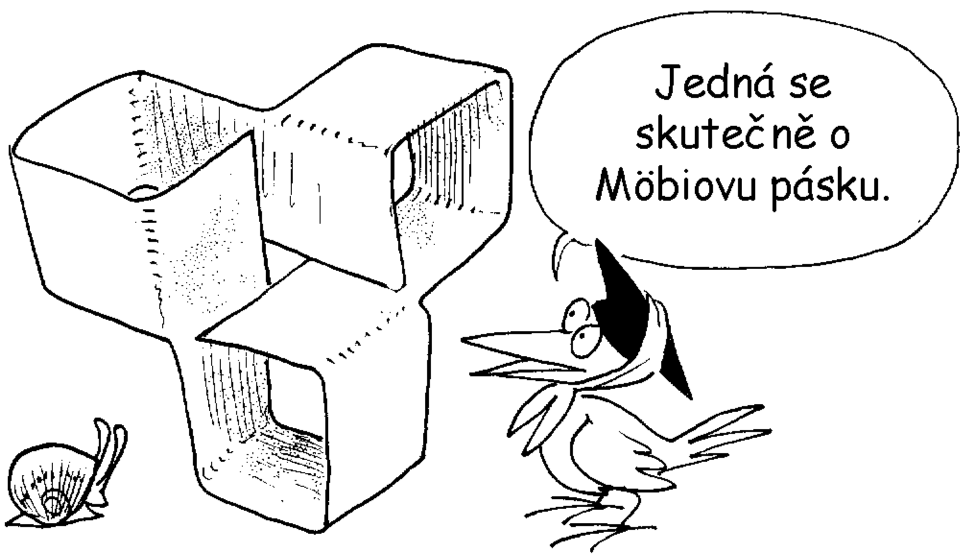
Dobrodružství Anselmea Lanturlu

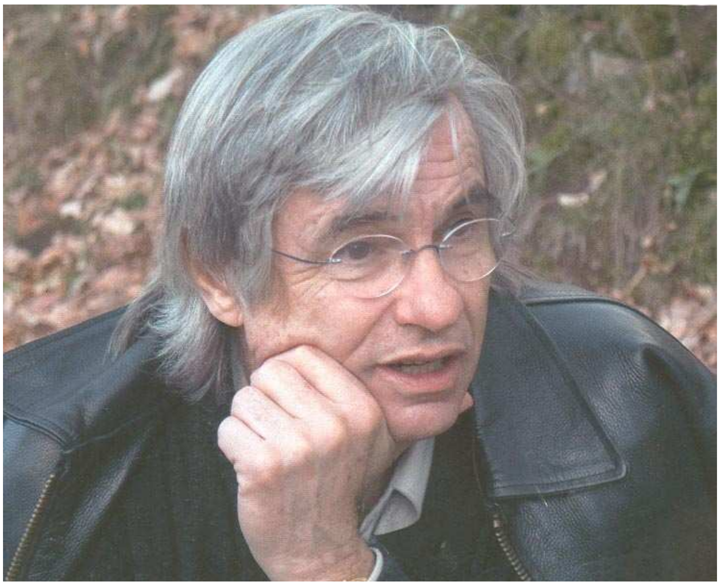
TOPOLOGIKON

Jean-Pierre Petit



Věda bez hranic

Společnost podle zákona 1901



Jean-Pierre Petit, prezident společnosti

Jean-Pierre Petit je bývalý vedoucí výzkumu v CNRS (Národní středisko vědeckého výzkumu), astrofyzik a zakladatel nového literárního žánru, který se nazývá vědecký komiks. V roce 2005 založil se svým přítelem Gilles d'Agostini společnost Věda bez hranic, jejímž cílem je po světě bezplatně šířit znalosti, vědecké a technické vědomosti nevyjímaje. Společnost, která funguje díky darům, platí překladatele 150 eur (v roce 2007) a hradí bankovní poplatky z převodu platby. Četní překladatelé každým dnem zvyšují počet přeložených alb (v roce 2007 bylo k dispozici 200 zdarma stažitelných alb ve 28 jazycích, včetně Laoštiny a Rwandštiny).

Tento soubor pdf může být jako celek nebo jeho části volně duplikován a šířen, lze ho použít k výuce a to pod podmínkou, že nepůjde o výdělečnou činnost. Soubor je možné uložit do městských, školních a univerzitních knihoven, jednak formou výtisku nebo na síti typu Intranet.

Autor začal doplňovat sérii knih nejdříve jednoduššími alby (pro děti ve věku asi 12 let). Zároveň také pracuje na „mluvících" albech pro analfabety a „bilingvních" albech určených k výuce jazyků na základě mateřského jazyka.

Společnost neustále hledá nové překladatele do mateřských jazyků, kteří mají technické dovednosti, díky nimž alba dobře přeloží.

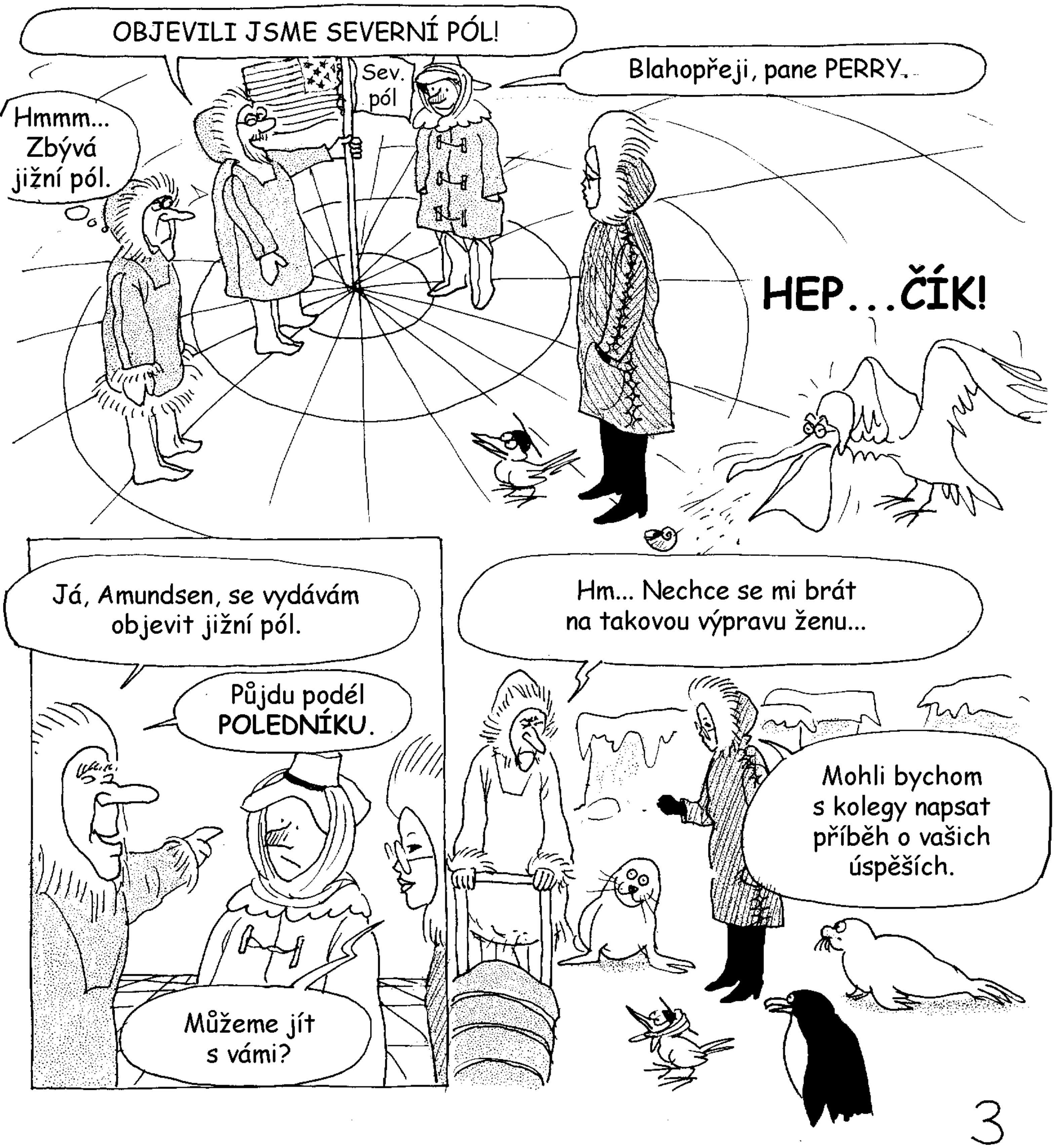
Kontaktní adresa je na úvodní stránce společnosti
http://www.savoir-sans-frontieres.com

Upozornění pro čtenáře

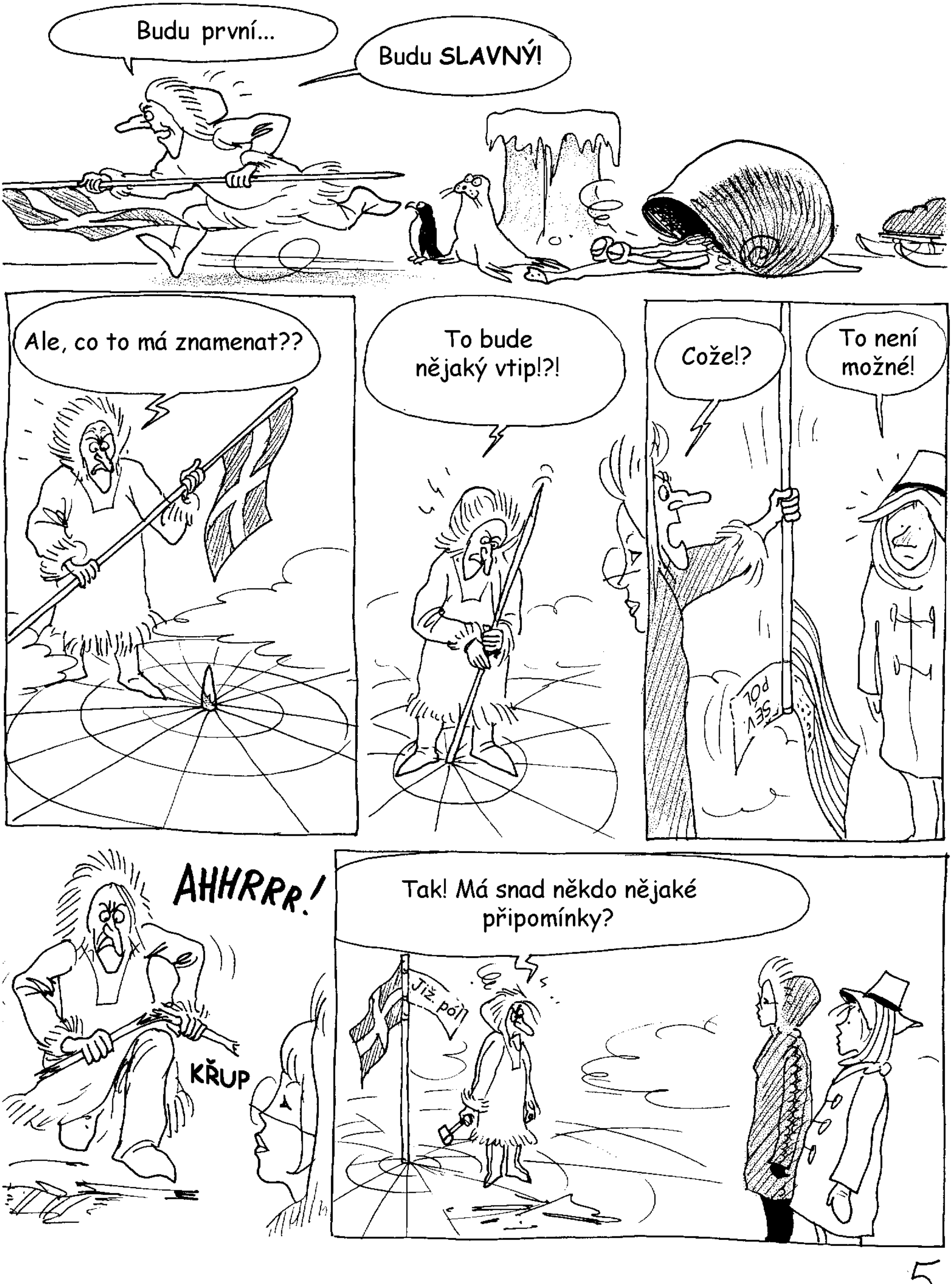
Nedoporučujeme číst tuto knížku:
- Večer před spaním
- Po vydatném jídle
- Nebo když si člověk není ničím jistý, protože by to situaci ještě zhoršilo.

Autor

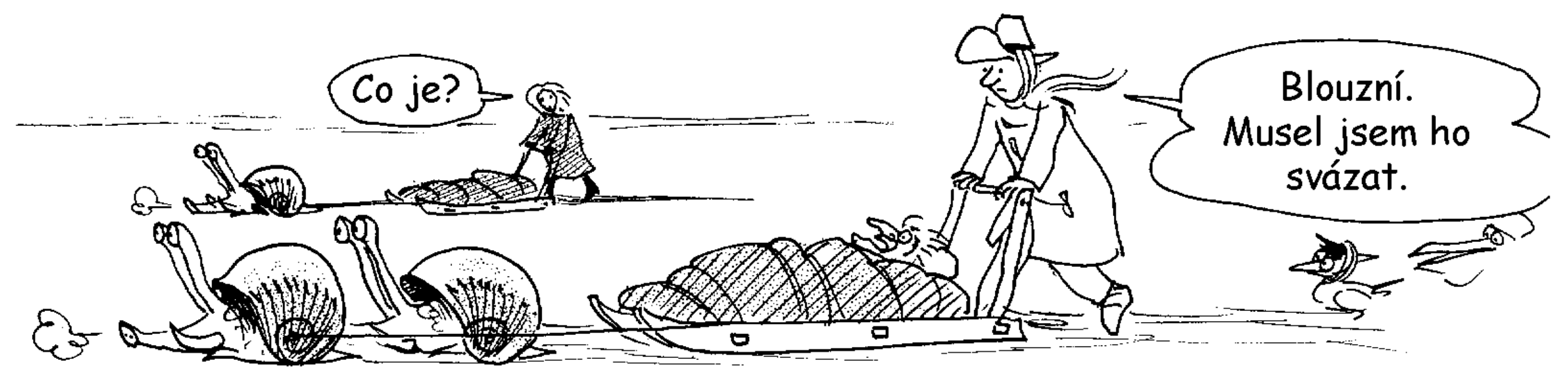
PLANETA BEZ JIŽNÍHO PÓLU



Hmm.. tak to je jiná...
I když jsem jinak velmi skromný, tak souhlasím.
Nemáte eskymácké psy?
Ne, používám ŠNEKOMUTY, dávné křížence šneka a mamuta. Statná zvířata, která jsou cvičená k chození podél POLEDNÍKŮ.
Kupředu. Pojďte za mnou po POLEDNÍKU, je to POŘÁD ROVNĚ!
Je, je, jsem zvíře.
Zdá se , že už překračujeme ROVNÍK. Skoro mu nestačíme...
Óó... budu slavný.
Ókolo Norska cestička a na ní se zelená...Tralala.
Kupředu, kupředu!
Už vidím jižní pól, MŮJ jižní pól!...
Uf...


Budu první...
Budu SLAVNÝ!
Ale, co to má znamenat??
To bude nějaký vtip!?!
Cože!?
To není možné!
AHHRRRR!
KŘUP
Tak! Má snad někdo nějaké připomínky?
Již. pól


A nikomu o tom nesmíte říct ani slovo!
Uklidněte se, pane Amundsene.
Hele, podívejte!
Moje vlajka se ztrácí!!!
JIŽ. PÓL
Cože!!?!
Nechte těch hloupostí!
ŤUK ŤUK ŤUK
To je divné... Znělo to jako hlas pana Perryho...
Pane Amundsene, vrátíme se domů.
Je v šoku!
Pokusíme se to nějak vyjasnit.
UF...



Šnekomuti tiše kloužou po zamrzlých polednících.

(*) Páska, kterou přetočíme a až potom slepíme, má pouze jednu stranu.

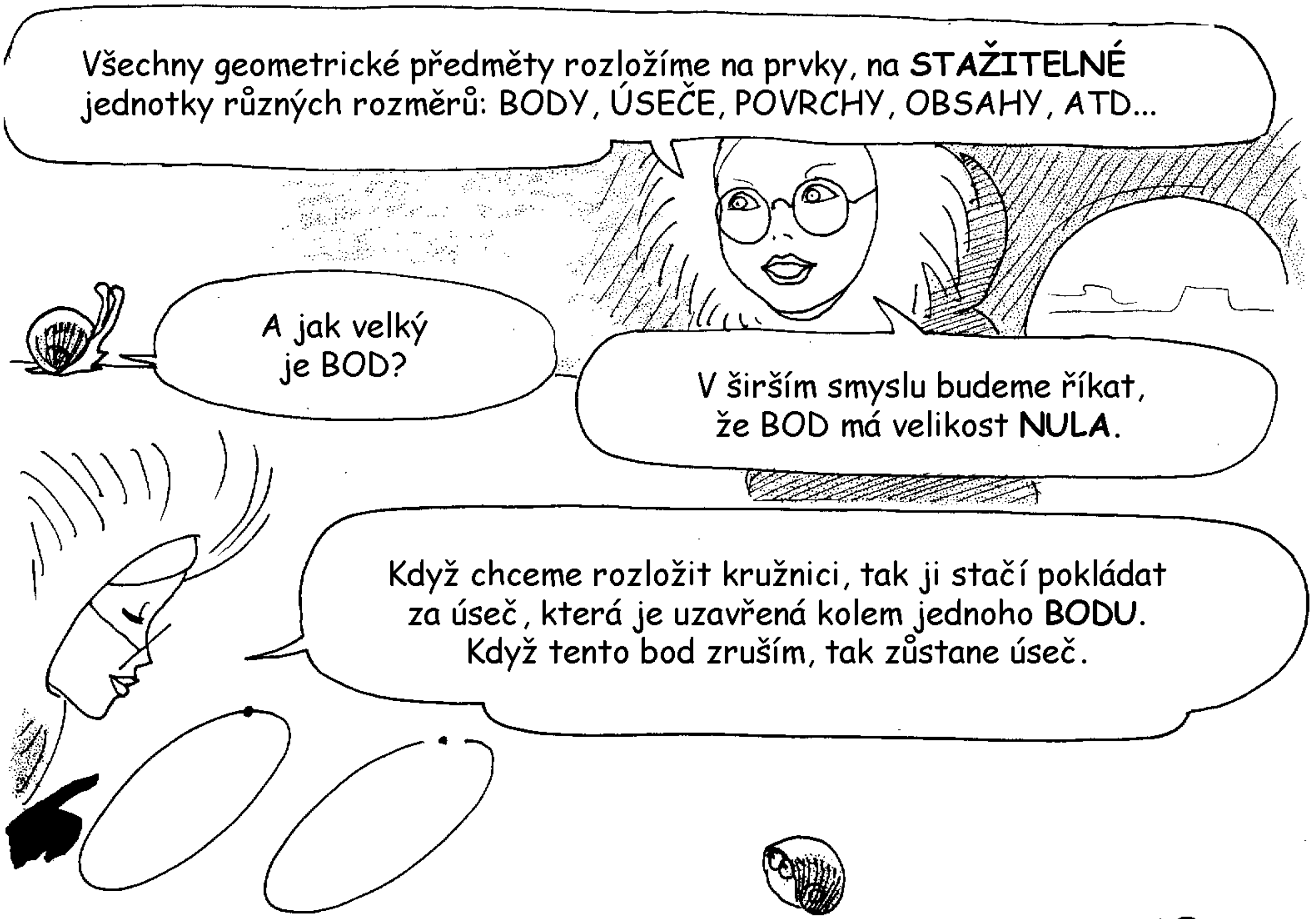

Pokud chceme dostat pana Amundsena z jeho zapeklité situace, tak musíme nejdřív pochopit, jaký TVAR má naše divná planeta. Pokusíme se použít několik základních principů TOPOLOGIE. Začneme tím, že všechny předměty rozdělíme na:
KONTRAKTILNÍ JEDNOTKY
Zdá se, že BOD je nedělitelný předmět.
Ale co uděláme s tím bodem?
Předmět je množina bodů, které leží v prostoru na určitém místě. Předmět bude kontraktilní pokud se může zmenšit až na jediný bod, ale MUSÍ PROCHÁZET SÁM SEBOU.
Například tato křivka. Jde o JEDNOROZMĚRNÝ PŘEDMĚT.
B
A
Ach ano. Poloha bodu na této křivce se dá určit pomocí jediné veličiny: křivočará souřadnice neboli délka provázku, který odděluje bod od druhého počátečního bodu.

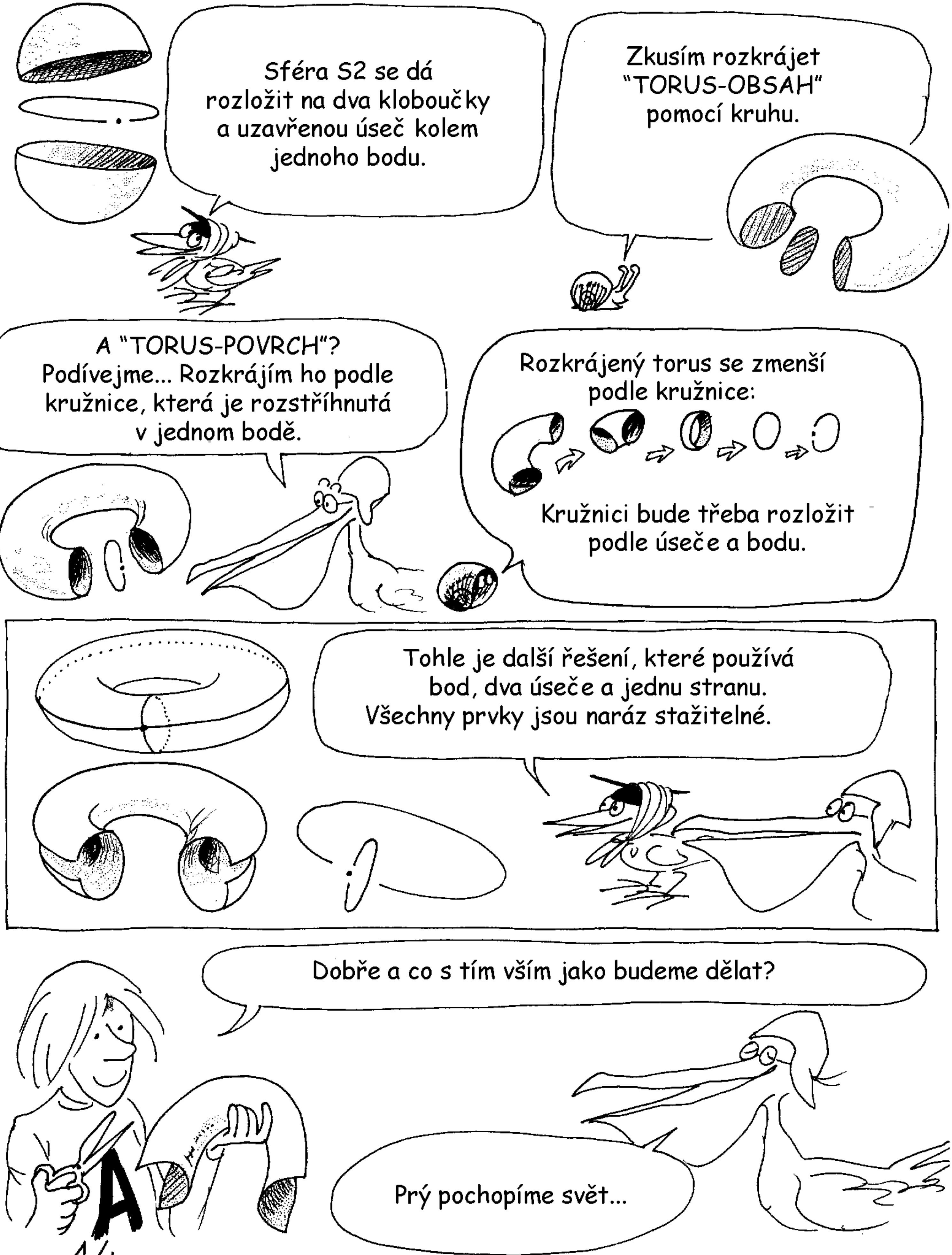

Kousek provázku můžu dát do něčeho, co připomíná dutý makarón, ve kterém se provázek bude moci smršťovat a smršťovat...
Jako rtuť v teploměru.
A
B
A všechny křivky jsou STAŽITELNÉ?
Ne, UZAVŘENÉ křivky ne.
Ale stačí ji rozstřihnout!
Z KŘIVKY se stane ÚSEČ. Nebude již UZAVŘENÁ.
Například kružnici můžu zmenšit podle bodu, takhle, ne?
To nefunguje, protože kružnice se netočí po sobě samé: přemísťuje se do jiného prostoru než kde byla původně.
KRUŽNICE není tudíž STAŽITELNÁ a stejně tak to platí pro všechny uzavřené rovinné i nerovinné křivky.
Zatímco KRUH - PLOŠNÝ prvek, je stažitelný.

(*) Viz GEOMETRIKON, vydavatelství BELIN.


Existují nestažitelné obsahy?
Ano. Například obsah TORUSU.
To je jasné. Když ho nerozstříhnu, tak ho můžu tak maximálně zmenšit podle kružnice.
"TORUS-POVRCH" také není stažitelný.
Řekněte mi, na co si to hrajete?
Nestarej se.
Nevím, zda si uvědomujete, že máme na krku badatele stiženého katalepsií.
Myslíte si snad, že ho z toho dostaneme tím, že budeme pořád donekonečna uklízet?
Má GEONEURÓZU geometrického původu. Účinný lék najdeme asi až když si objasníme geometrické pojmy.
Celou svou bytostí se soustředil na objev JIŽNÍHO PÓLU, jeho osobní a společenský život se zcela vázal k této myšlence.

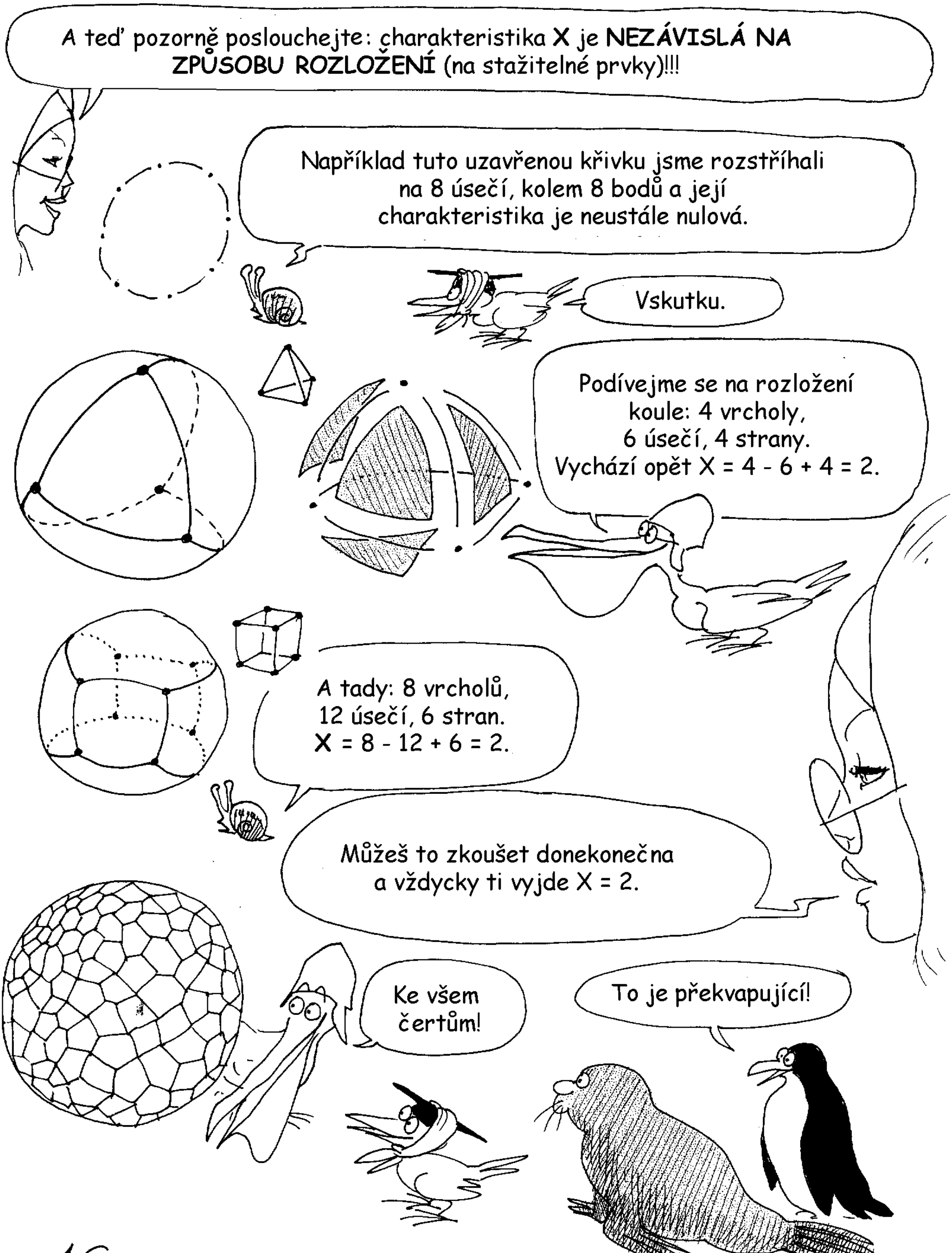
ROZKLAD NA JEDNOTKY




Sféra S2 se dá rozložit na dva kloboučky a uzavřenou úseč kolem jednoho bodu.
Zkusím rozkrájet "TORUS-OBSAH" pomocí kruhu.
A "TORUS-POVRCH"? Podívejme... Rozkrájím ho podle kružnice, která je rozstříhnutá v jednom bodě.
Rozkrájený torus se zmenší podle kružnice:
Kružnici bude třeba rozložit podle úseče a bodu.
Tohle je další řešení, které používá bod, dva úseče a jednu stranu. Všechny prvky jsou naráz stažitelné.
Dobře a co s tím vším jako budeme dělat?
Prý pochopíme svět...
A

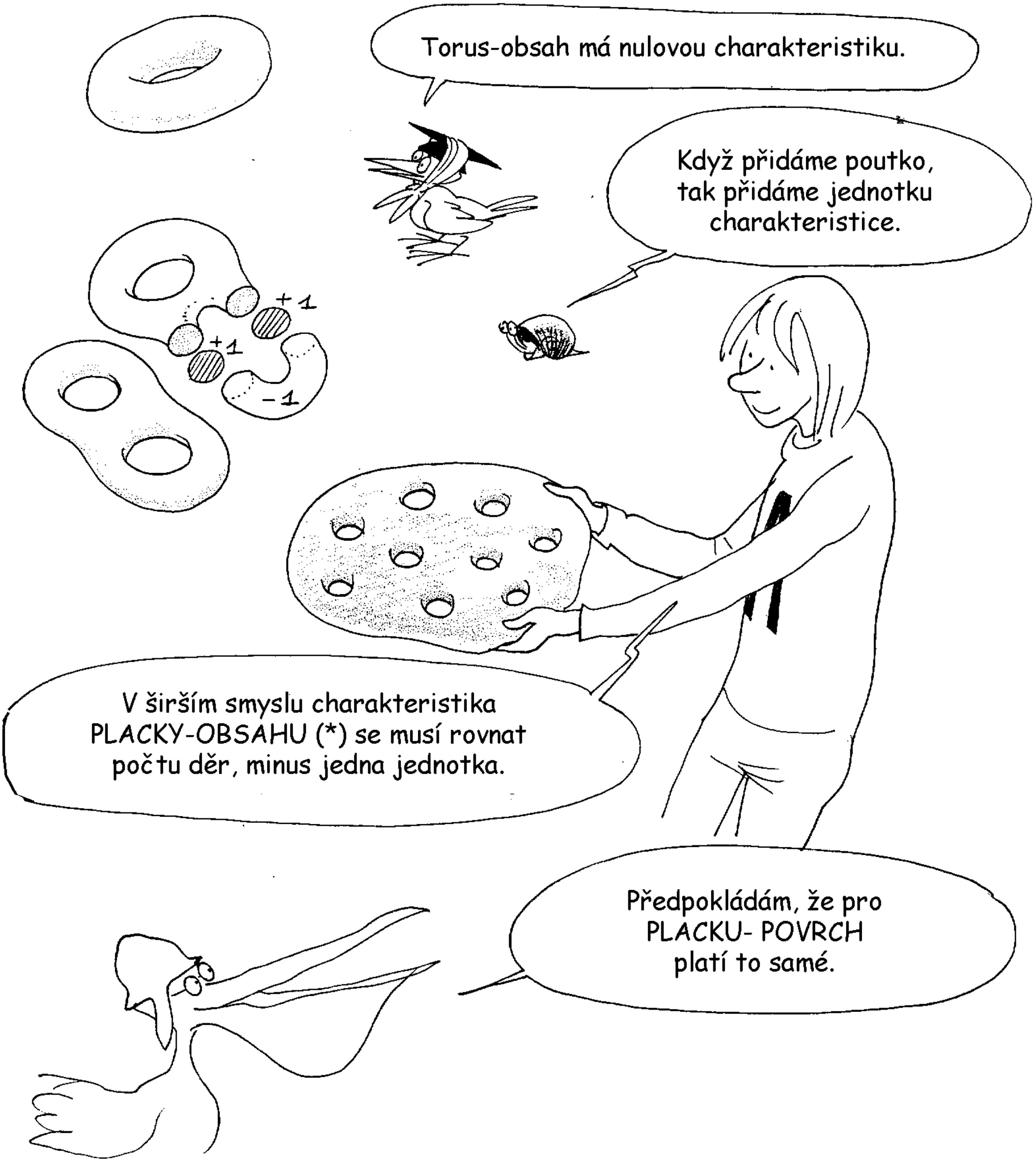
EULER-POINCARÉ CHARAKTERISTIKA

(*) Dostaneme se okamžitě k více než třem rozměrům (jde o střídavý součet).

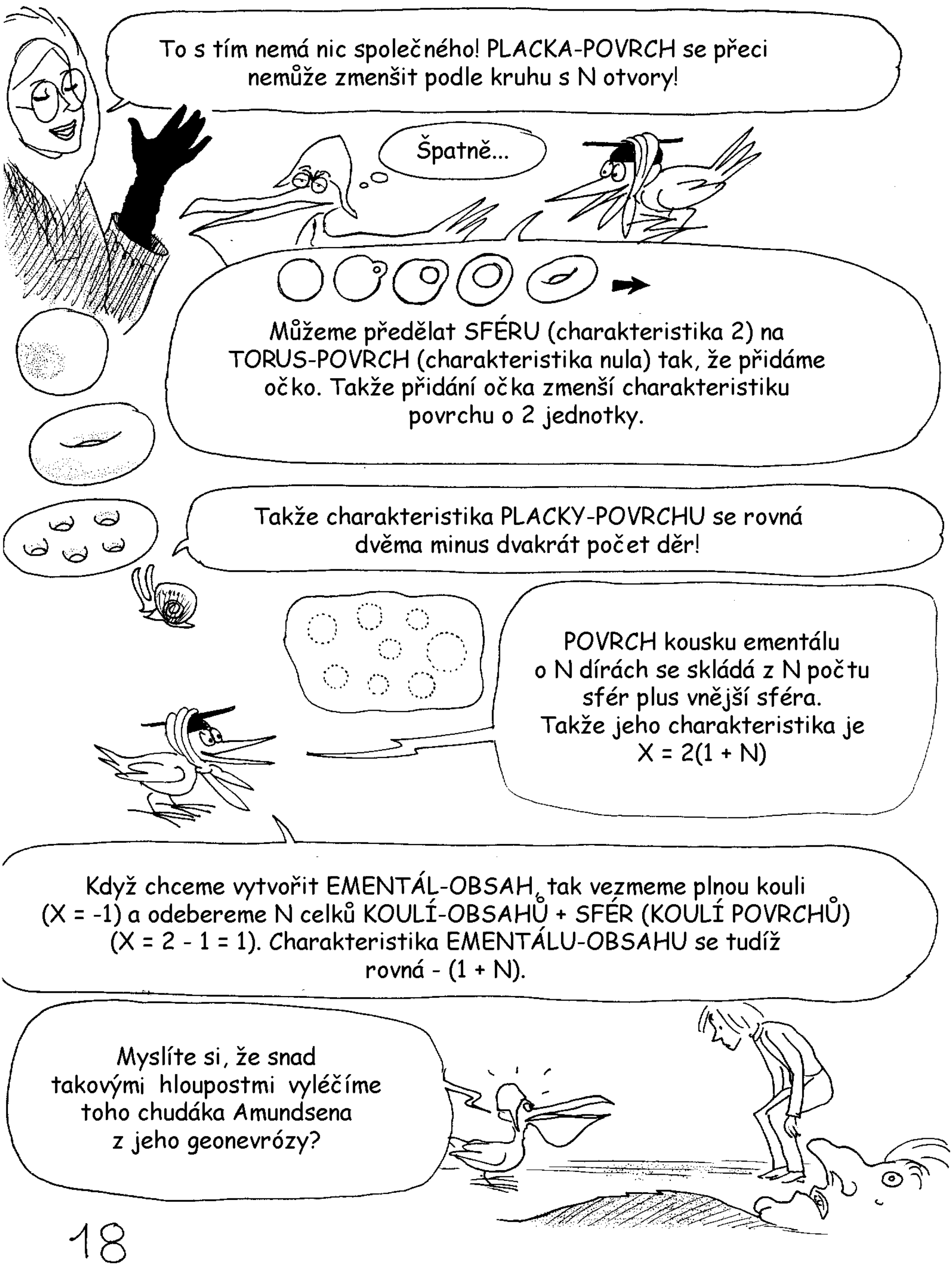

A teď pozorně poslouchejte: charakteristika X je NEZÁVISLÁ NA ZPŮSOBU ROZLOŽENÍ (na stažitelné prvky)!!!
Například tuto uzavřenou křivku jsme rozstříhali na 8 úsečí, kolem 8 bodů a její charakteristika je neustále nulová.
Vskutku.
Podívejme se na rozložení koule: 4 vrcholy, 6 úsečí, 4 strany. Vychází opět X = 4 - 6 + 4 = 2.
A tady: 8 vrcholů, 12 úsečí, 6 stran. X = 8 - 12 + 6 = 2.
Můžeš to zkoušet donekonečna a vždycky ti vyjde X = 2.
Ke všem čertům!
To je překvapující!

Tohle je užitečný teorém: Jestliže se předmět skládá ze dvou předmětů, tak jeho charakteristika se rovná součtu charakteristik obou předmětů, ze kterých se skládá.

Vedení



(*) Placka z chlebového těsta v jižní Francii (podplamenice).



To s tím nemá nic společného! PLACKA-POVRCH se přeci nemůže zmenšit podle kruhu s N otvory!
Špatně...
Můžeme předělat SFÉRU (charakteristika 2) na TORUS-POVRCH (charakteristika nula) tak, že přidáme očko. Takže přidání očka zmenší charakteristiku povrchu o 2 jednotky.
Takže charakteristika PLACKY-POVRCHU se rovná dvěma minus dvakrát počet děr!
POVRCH kousku ementálu o N dírách se skládá z N počtu sfér plus vnější sféra. Takže jeho charakteristika je X = 2(1 + N)
Když chceme vytvořit EMENTÁL-OBSAH, tak vezmeme plnou kouli (X = -1) a odebereme N celků KOULÍ-OBSAHŮ + SFÉR (KOULÍ POVRCHŮ) (X = 2 - 1 = 1). Charakteristika EMENTÁLU-OBSAHU se tudíž rovná - (1 + N).
Myslíte si, že snad takovými hloupostmi vyléčíme toho chudáka Amundsena z jeho geonevrózy?

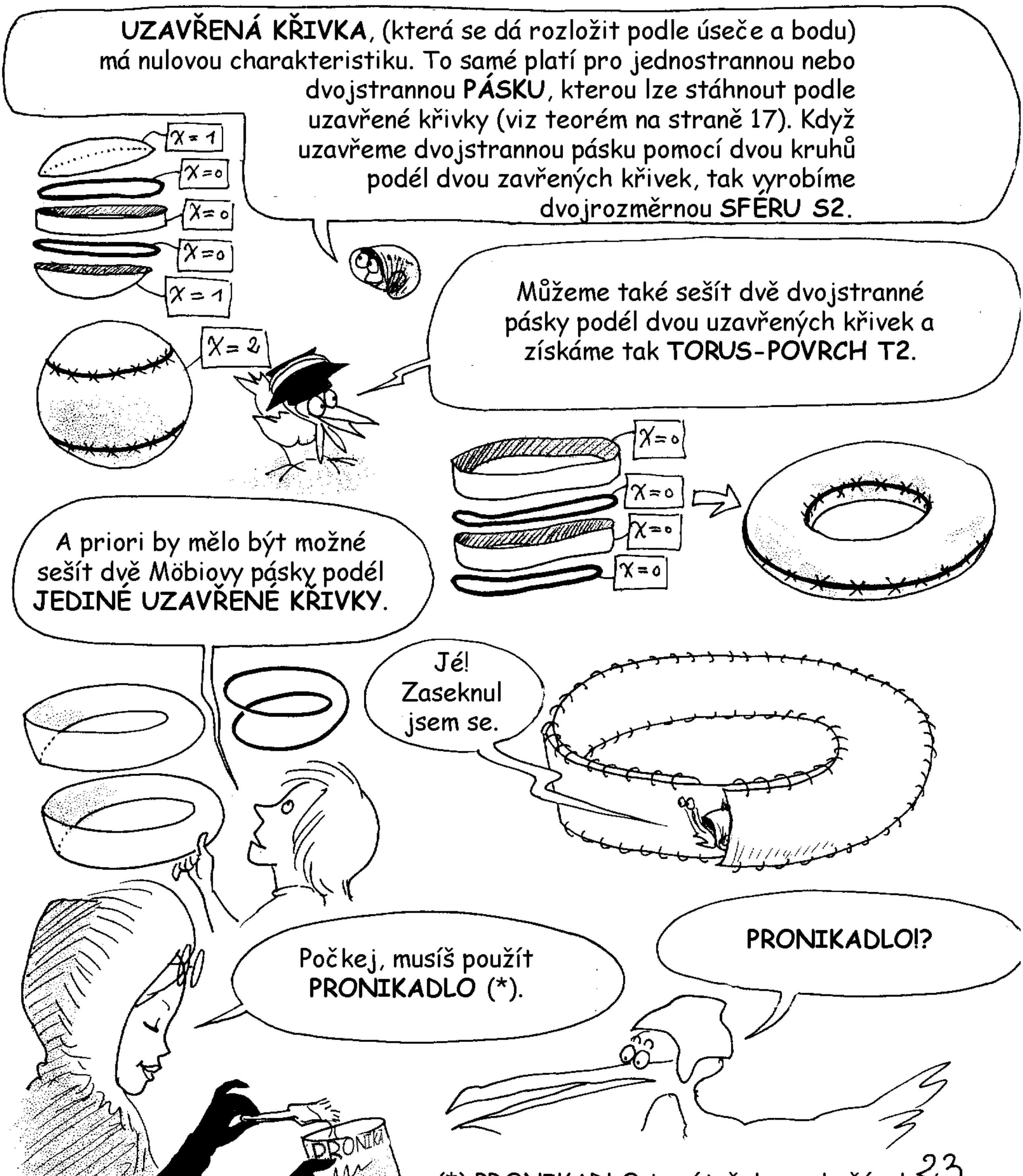
SVĚT, VE KTERÉM ŽIJEME

(*) Viz **VELKÝ TŘESK** (vyd. BELIN) a FRIEDMANNOVY modely na straně 64

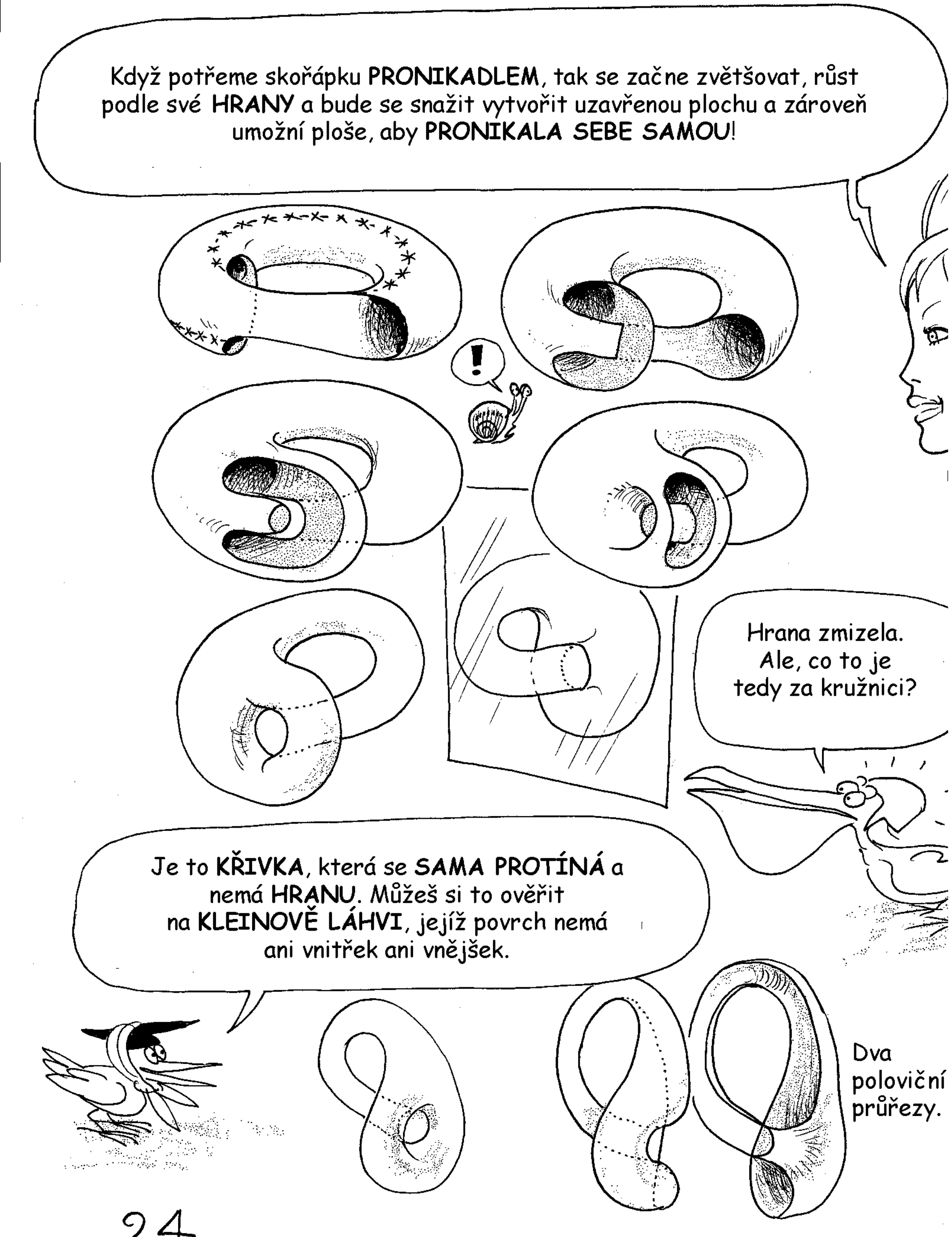

Euler-Poincaré charakteristika zavedla do džungle geometrických předmětů trošku pořádku.
Takže tahle část válce je topologicky shodná s kruhem, ve kterém je díra, a jeho charakteristika se rovná nule.
Ale co si myslíš o tomhle předmětu?
To je **MÖBIOVA PÁSKA**, která má pouze jednu stranu. Nemá ani **RUB** ani **LÍC**, tak říkáme, že je **NEORIENTOVATELNÁ**.
Ve skutečnosti všechny pásky, které mají **LICHÝ** počet **PŘEHYBŮ** jsou **NEORIENTOVATELNÉ MÖBIOVY PÁSKY**. Ale tyhle dvě pásky vypadají rozdílně...

 (*) Viz GEOMETRIKON, str. 59

HRANA NA HRANĚ



(*) PRONIKADLO je výtažek ze skořápek HOMOKRTKŮ.

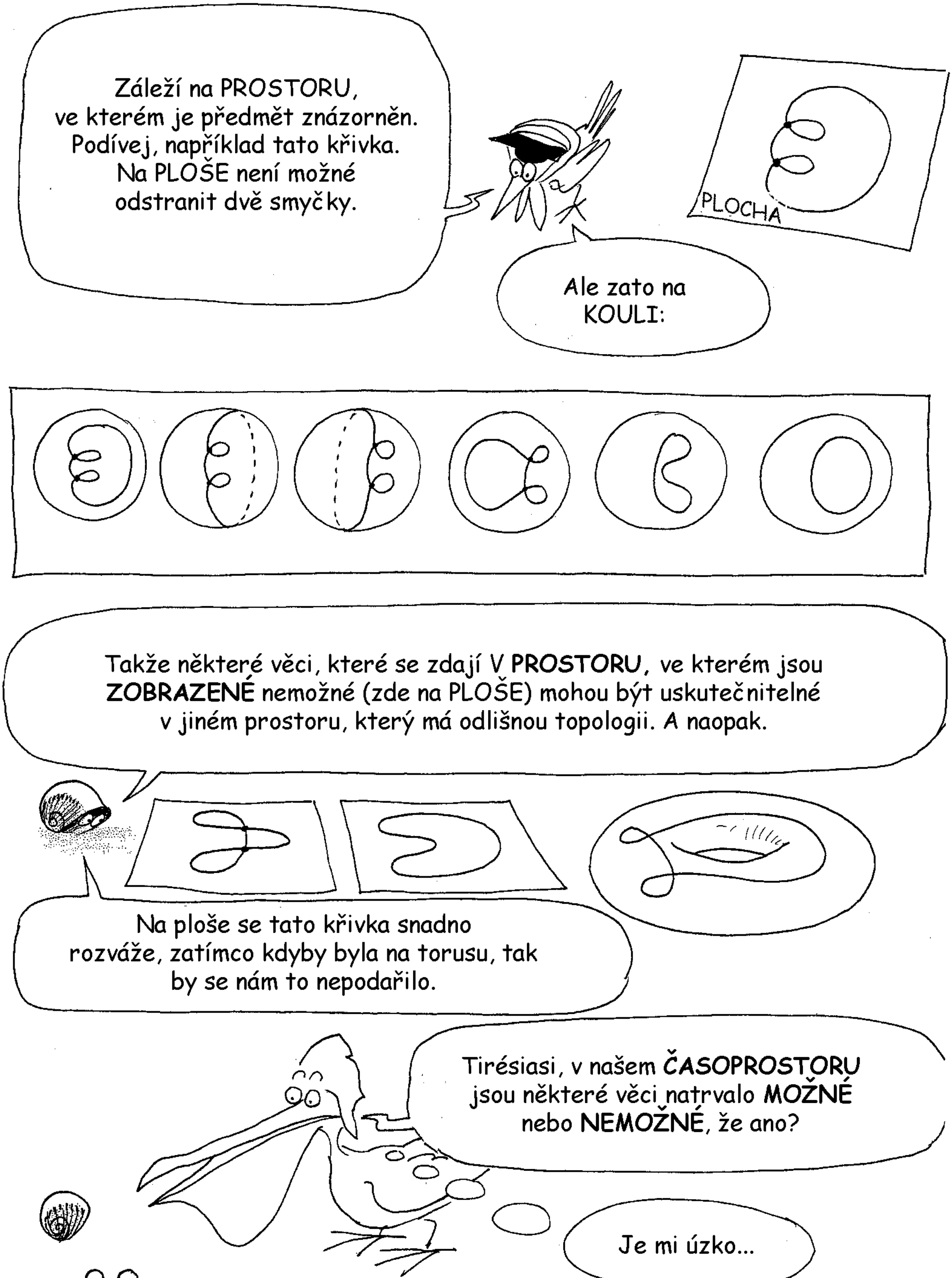

Když potřeme skořápku **PRONIKADLEM**, tak se začne zvětšovat, růst podle své **HRANY** a bude se snažit vytvořit uzavřenou plochu a zároveň umožní ploše, aby **PRONIKALA SEBE SAMOU**!
!
Hrana zmizela. Ale, co to je tedy za kružnici?
Je to **KŘIVKA**, která se **SAMA PROTÍNÁ** a nemá **HRANU**. Můžeš si to ověřit na **KLEINOVĚ LÁHVI**, jejíž povrch nemá ani vnitřek ani vnějšek.
Dva poloviční průřezy.


Láhev má nulovou charakteristiku, protože byla vyrobena ze dvou Möbiových pásek (X = 0) a z jedné uzavřené křivky (x = 0). Velmi snadno v ní jednu pásku rozpoznáme.
Samozřejmě jakmile na ploše najdeme Möbiovu pásku, tak to znamená, že jde o jednostrannou plochu.
Hele, Tirésiasi, nemáte náhodou na ulitě Möbiovu pásku?
La!
Vy dva, nechte toho!
Stejně, je to ale divná plocha...
Až do nynějška jsi se setkával pouze s plochami, které se neprotínaly, jako KOULE nebo TORUS v jejich klasické podobě. Plochy, které se v našem prostoru protínají se nazývají imerze.
Imerze?

VNOŘENÍ A IMERZE

(*) Vnoření je jeden z případů imerze.


I
II
III
Postupnou deformací na PLOŠE (bez lomených čar) můžu přeměnit křivku I na křivku III. Při deformaci z jedné křivky na druhou jsme zachovali úplnou rotaci šipky (360°).
Jde o PRAVIDELNOU HOMOTOPII na PLOŠE. Uchovává si počet otáček šipky, která protíná křivku v jednom bodě.
Ať dělám, co dělám, tak z OSMIČKY KRUŽNICI nevytvořím!...
To je normální. Šipka tam má jiný počet otáček. U OSMIČKY je algebraický součet roven nule!
Vzhledem k pravidlu deformace uzavřených křivek (spojitost, pravidelnost) na ploše, tak některé věci jsou MOŽNÉ a jiné navěky NEMOŽNÉ.
To je pěkně složité!



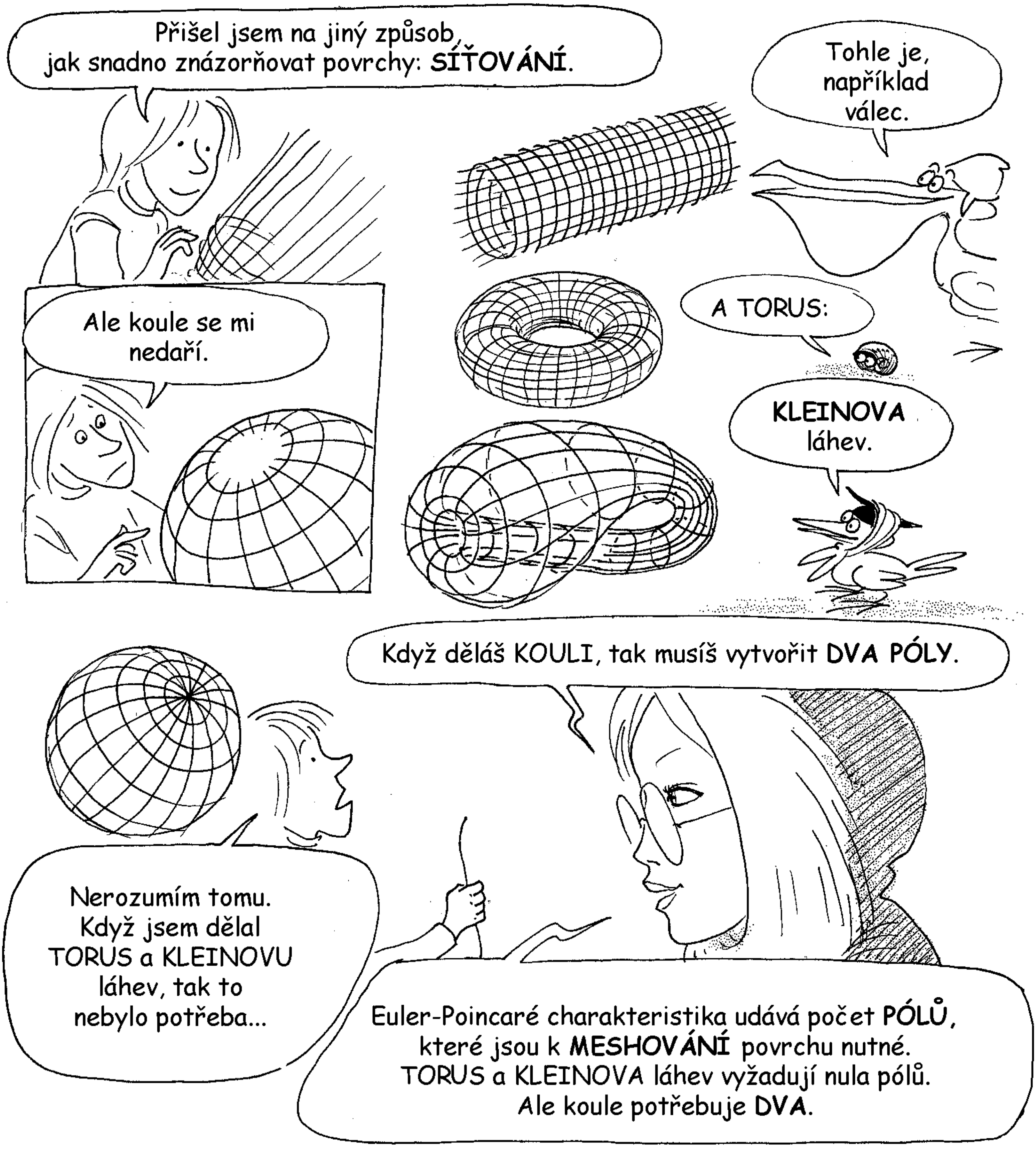
Záleží na PROSTORU, ve kterém je předmět znázorněn. Podívej, například tato křivka. Na PLOŠE není možné odstranit dvě smyčky.
PLOCHA
Ale zato na KOULI:
Takže některé věci, které se zdají V **PROSTORU**, ve kterém jsou **ZOBRAZENÉ** nemožné (zde na PLOŠE) mohou být uskutečnitelné v jiném prostoru, který má odlišnou topologii. A naopak.
Na ploše se tato křivka snadno rozváže, zatímco kdyby byla na torusu, tak by se nám to nepodařilo.
Tirésiasi, v našem **ČASOPROSTORU** jsou některé věci natrvalo **MOŽNÉ** nebo **NEMOŽNÉ**, že ano?
Je mi úzko...

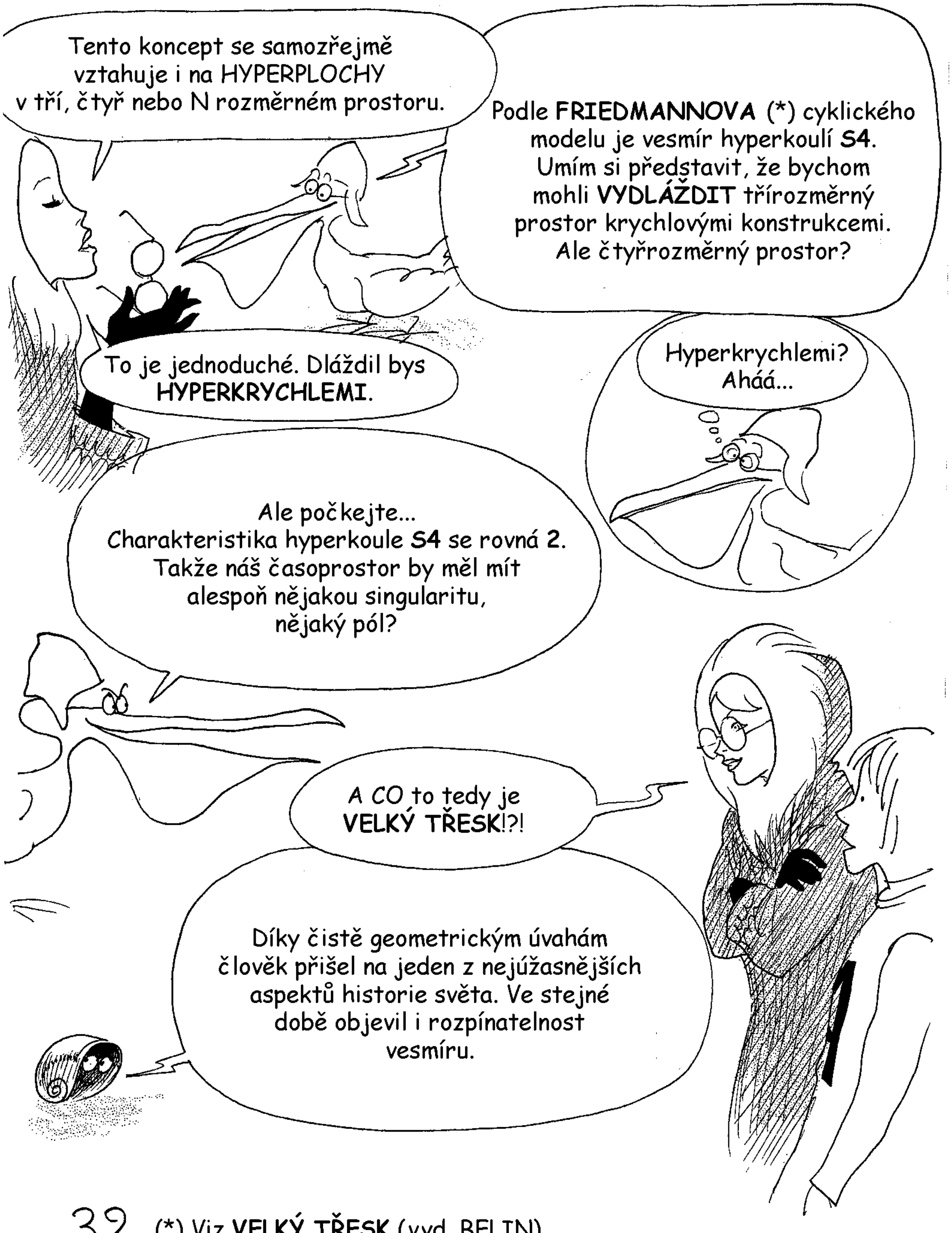

Znáš topologii našeho časoprostoru?
Ehm... neznám...
Náš život je pouhé zdání... a ani to ne!
Body, které protínají uzavřenou křivku závisí pouze na tom, jak jsou na ploše znázorněny. Dvojrozměrný obrázek je pouhým zobrazením.
V tomhle všem je v podstatě jeden jediný předmět: **UZAVŘENÁ KŘIVKA,** jednoprostorová bytost.
KLEINOVA LÁHEV znázorněná v čtyřrozměrném prostoru se přestane protínat!
Takže když změním prostor, ve kterém jsou věci znázorněny, tak můžu udělat COKOLIV? Například přeměnit Kleinovu láhev na kouli?
Ne, některé charakteristické rysy jsou **NEZÁVISLÉ NA PROSTORU**, ve kterém jsou **ZNÁZORNĚNY**.

TOPOLOGIE

Například:
Euler-Poincaré charakteristika:
orientovatelnost, uzavření.
U jednorozměrných předmětů je to jednoduché: **KŘIVKA MUSÍ BÝT BUĎ OTEVŘENÁ NEBO UZAVŘENÁ.**
No a jak je Amundsenovi?
Pořád stejně...
GEONEVRÓZA? Já si myslím, že má spíš **TOPONEVRÓZU.**
Naše mentální uspořádání, **LOGIKA** a vnímání světa se zakládají na geometrických principech, které mohou každým okamžikem přestat fungovat.
Jestli se nám nepodaří dát do vnímání světa našeho přítele trošku srozumitelnosti, tak bude pravděpodobně i nadále odmítat hmatatelný svět.

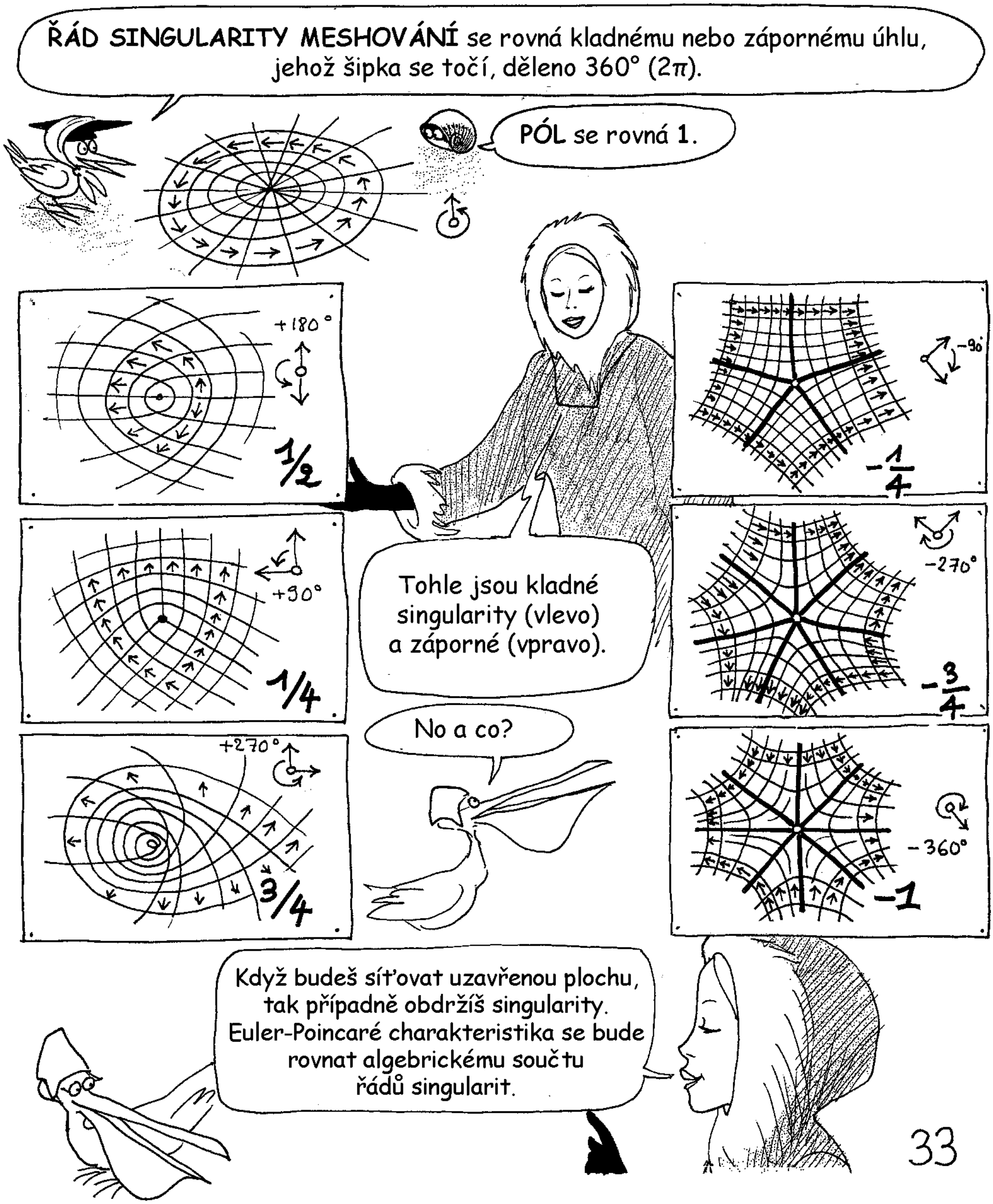
MESHOVÁNÍ

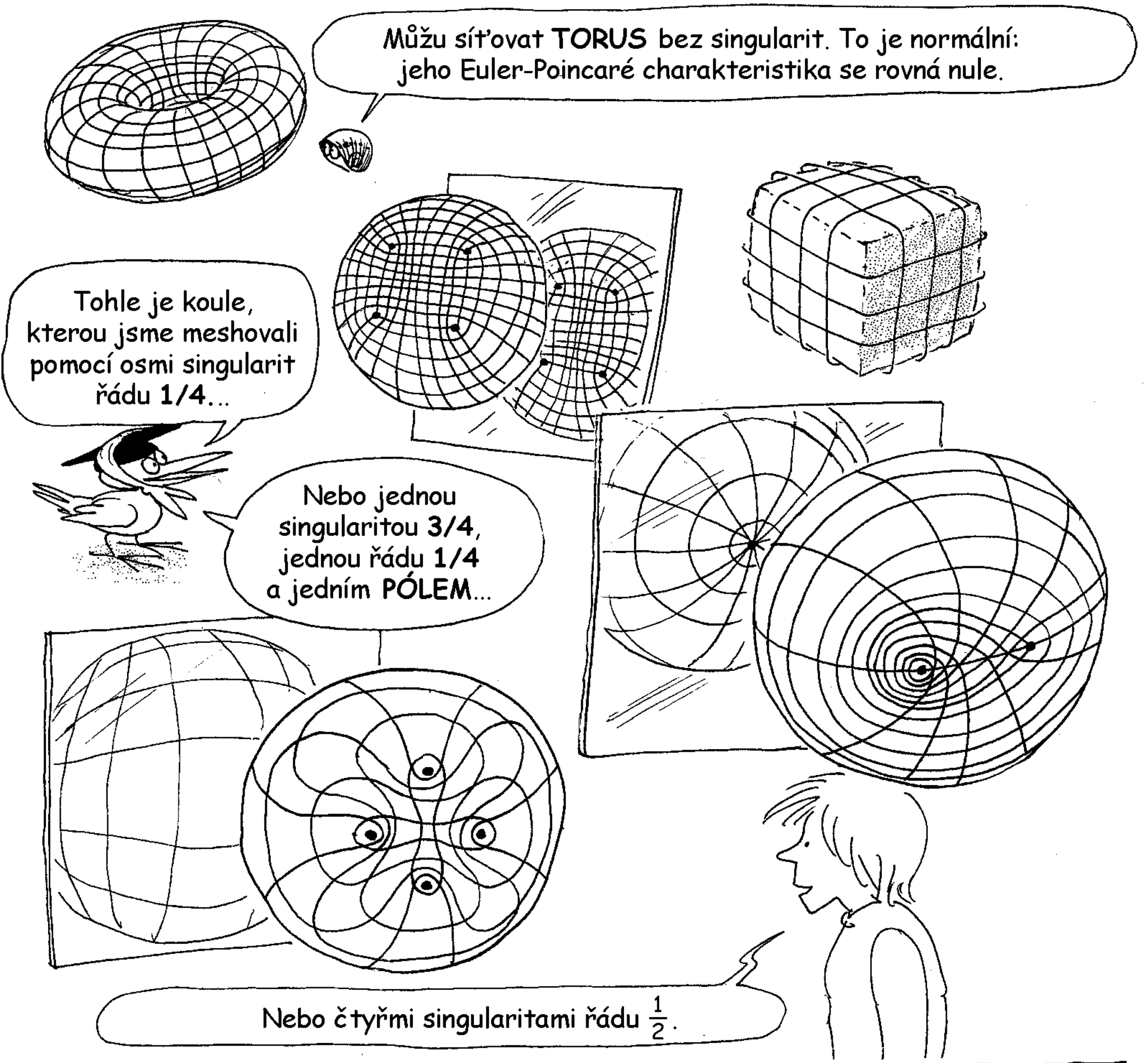

Přišel jsem na jiný způsob, jak snadno znázorňovat povrchy: **SÍŤOVÁNÍ**.
Tohle je, například válec.
Ale koule se mi nedaří.
A TORUS:
KLEINOVA láhev.
Když děláš KOULI, tak musíš vytvořit **DVA PÓLY**.
Nerozumím tomu. Když jsem dělal TORUS a KLEINOVU láhev, tak to nebylo potřeba...
Euler-Poincaré charakteristika udává počet **PÓLŮ**, které jsou k **MESHOVÁNÍ** povrchu nutné. TORUS a KLEINOVA láhev vyžadují nula pólů. Ale koule potřebuje **DVA**.



 (*) Viz **VELKÝ TŘESK** (vyd. BELIN).

SINGULARITY

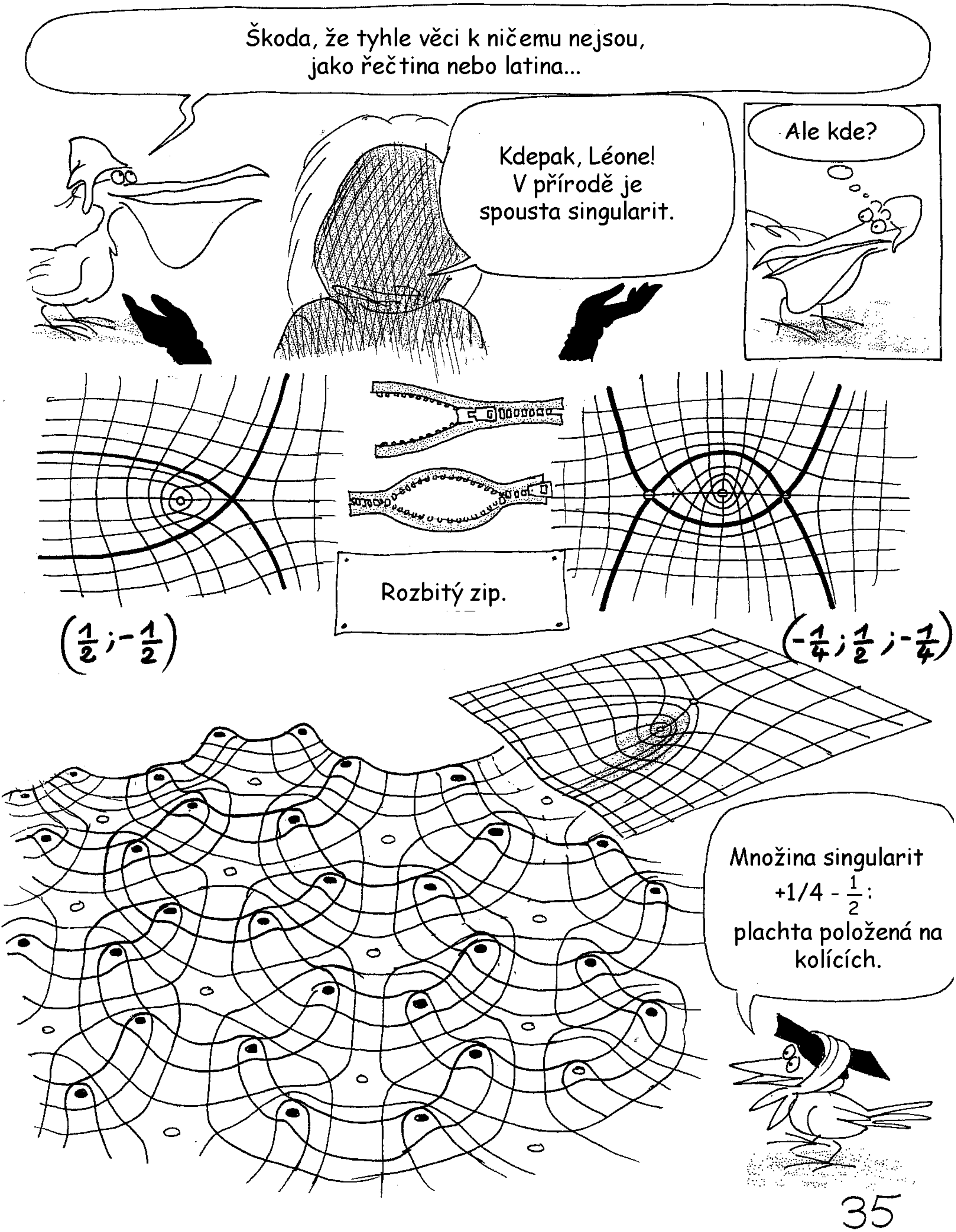


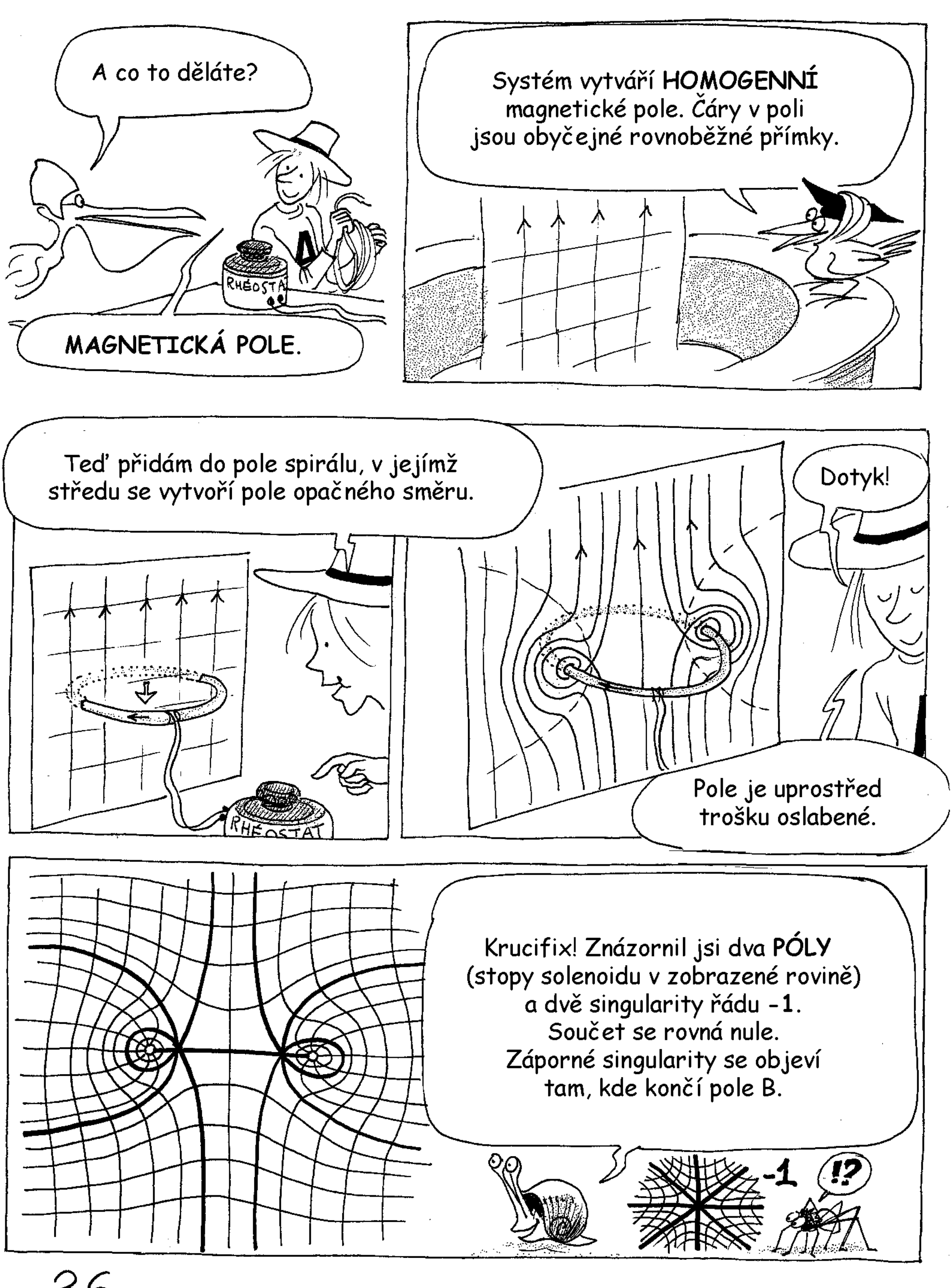


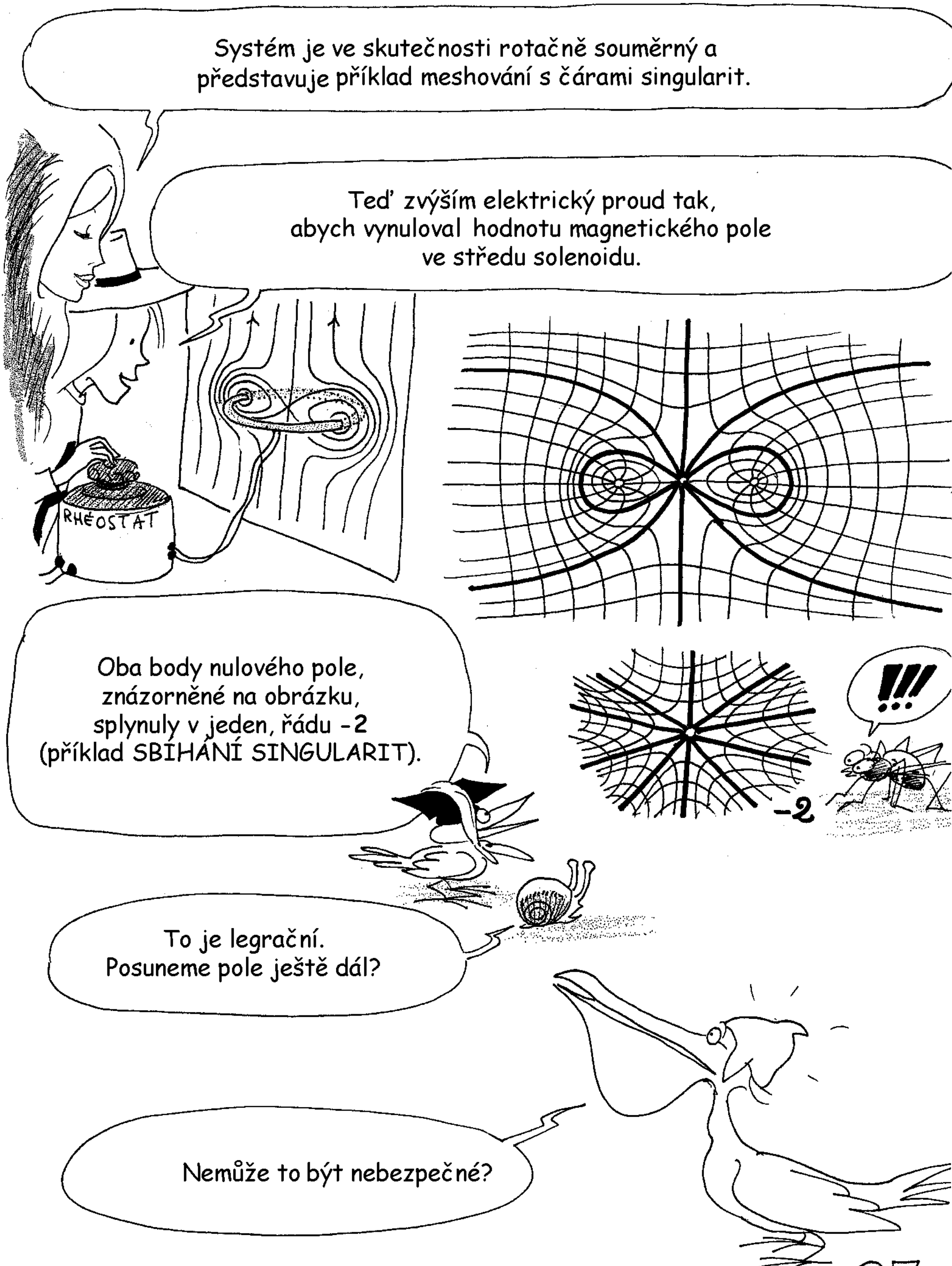
Poznámka:

Ten, kdo četl **ČERNOU DÍRU** (vydavatelství BELIN), strana 14 až 36, si jistě všiml podobnosti mezi obrázky singularit meshování a tím, co se v tomto díle vztahovalo k POZIKUŽELU, k NEGAKUŽELU a ke křivce. Všechny tyto převážně **ÚHLOVÉ** pojmy spolu úzce souvisí. TOTÁLNÍ KŘIVOST plochy, znázorněná v našem třírozměrném prostoru, se rovná Euler-Poincaré charakteristice krát 360° (nebo krát 2π).

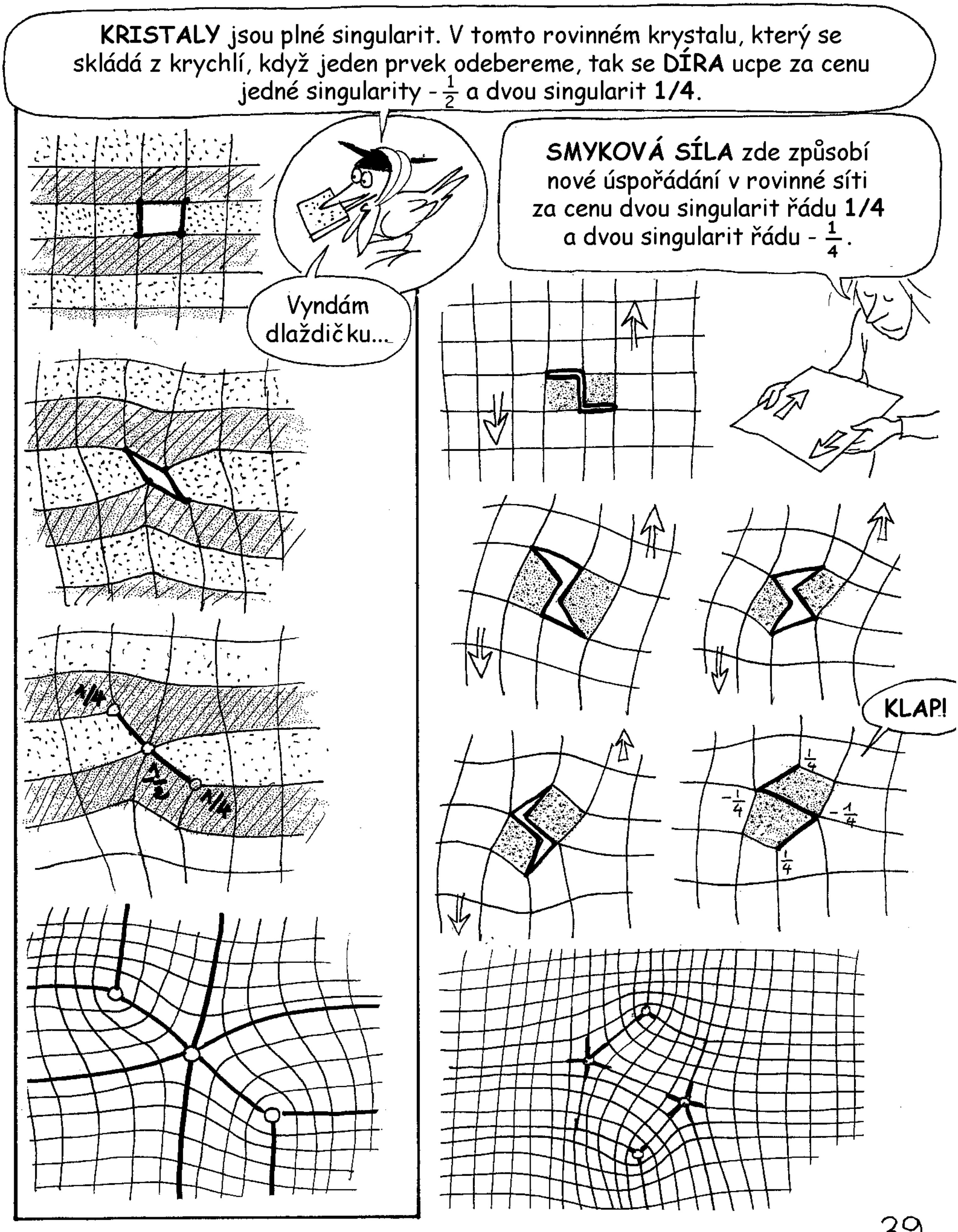
Vedení


Škoda, že tyhle věci k ničemu nejsou,
jako řečtina nebo latina...
Kdepak, Léone!
V přírodě je
spousta singularit.
Ale kde?
Rozbitý zip.
$\left(\frac{1}{2};-\frac{1}{2}\right)$
$\left(-\frac{1}{4};\frac{1}{2};-\frac{1}{4}\right)$
Množina singularit
$+1/4 - \frac{1}{2}$:
plachta položená na
kolících.

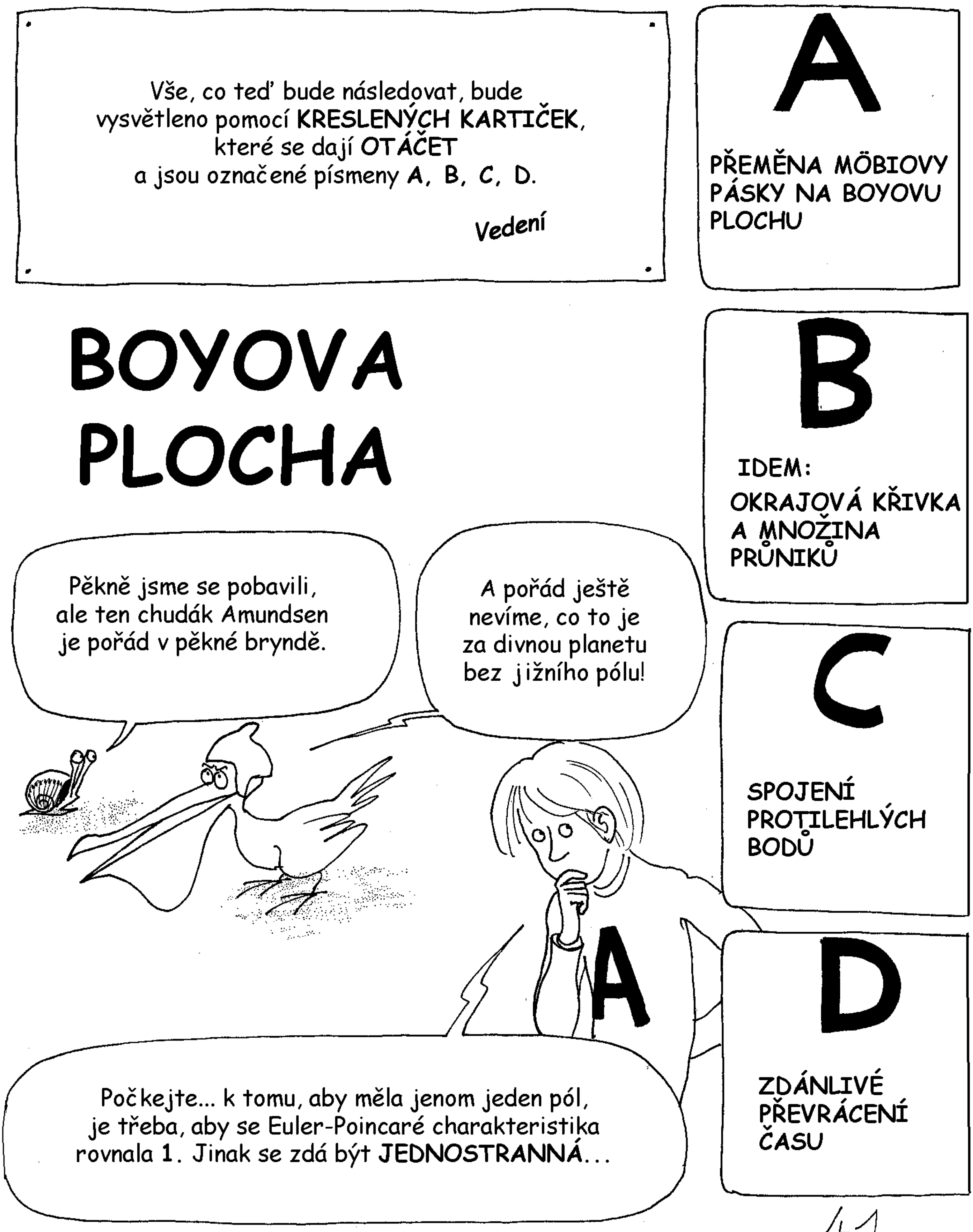

A co to děláte?
MAGNETICKÁ POLE.
RHÉOSTAT
Systém vytváří HOMOGENNÍ magnetické pole. Čáry v poli jsou obyčejné rovnoběžné přímky.
Teď přidám do pole spirálu, v jejímž středu se vytvoří pole opačného směru.
RHÉOSTAT
Dotyk!
Pole je uprostřed trošku oslabené.
Krucifix! Znázornil jsi dva PÓLY (stopy solenoidu v zobrazené rovině) a dvě singularity řádu -1. Součet se rovná nule. Záporné singularity se objeví tam, kde končí pole B.
-1
!?

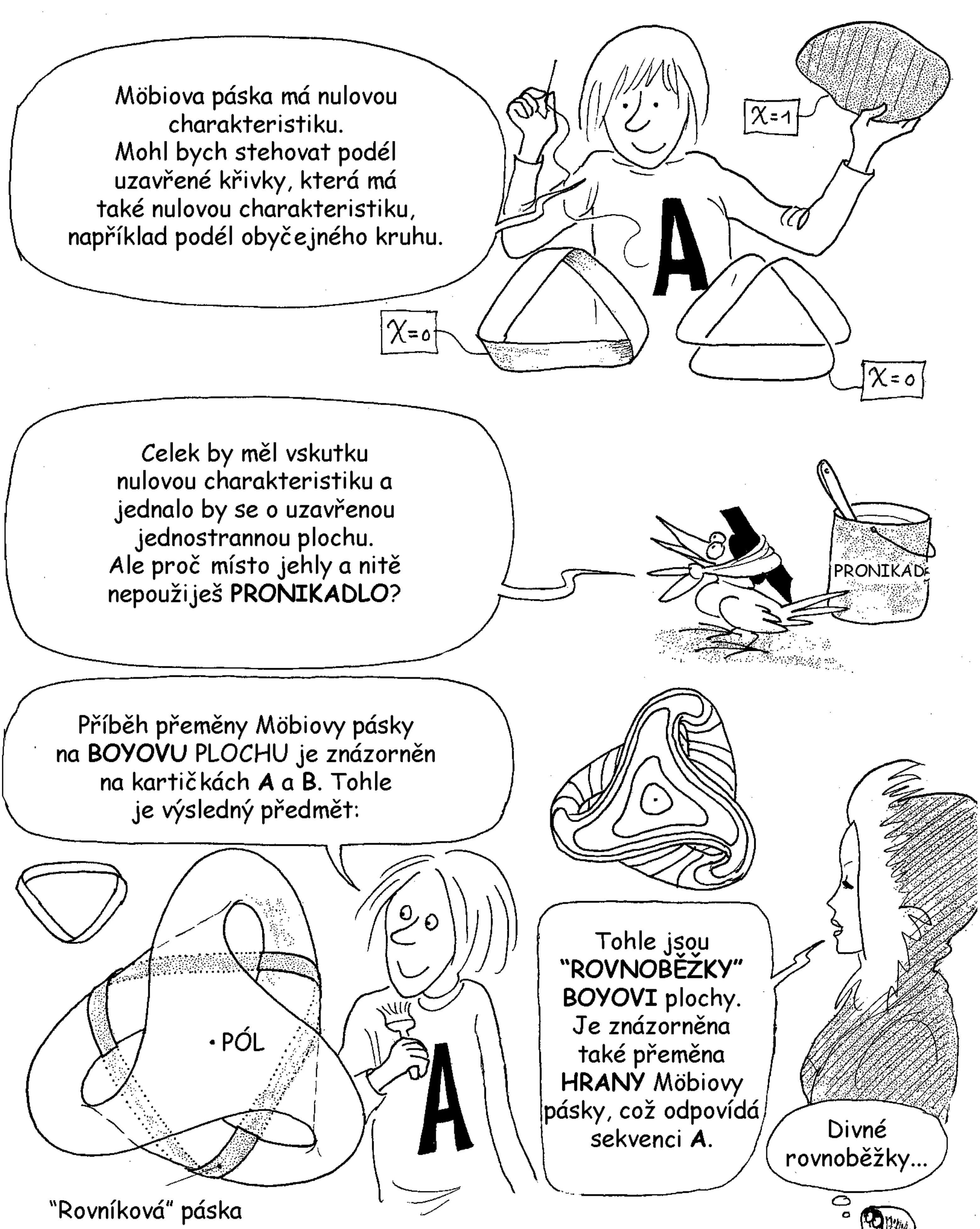

Systém je ve skutečnosti rotačně souměrný a představuje příklad meshování s čárami singularit.
Teď zvýším elektrický proud tak, abych vynuloval hodnotu magnetického pole ve středu solenoidu.
RHÉOSTAT
Oba body nulového pole, znázorněné na obrázku, splynuly v jeden, řádu -2 (příklad SBÍHÁNÍ SINGULARIT).
!!!
-2
To je legrační. Posuneme pole ještě dál?
Nemůže to být nebezpečné?

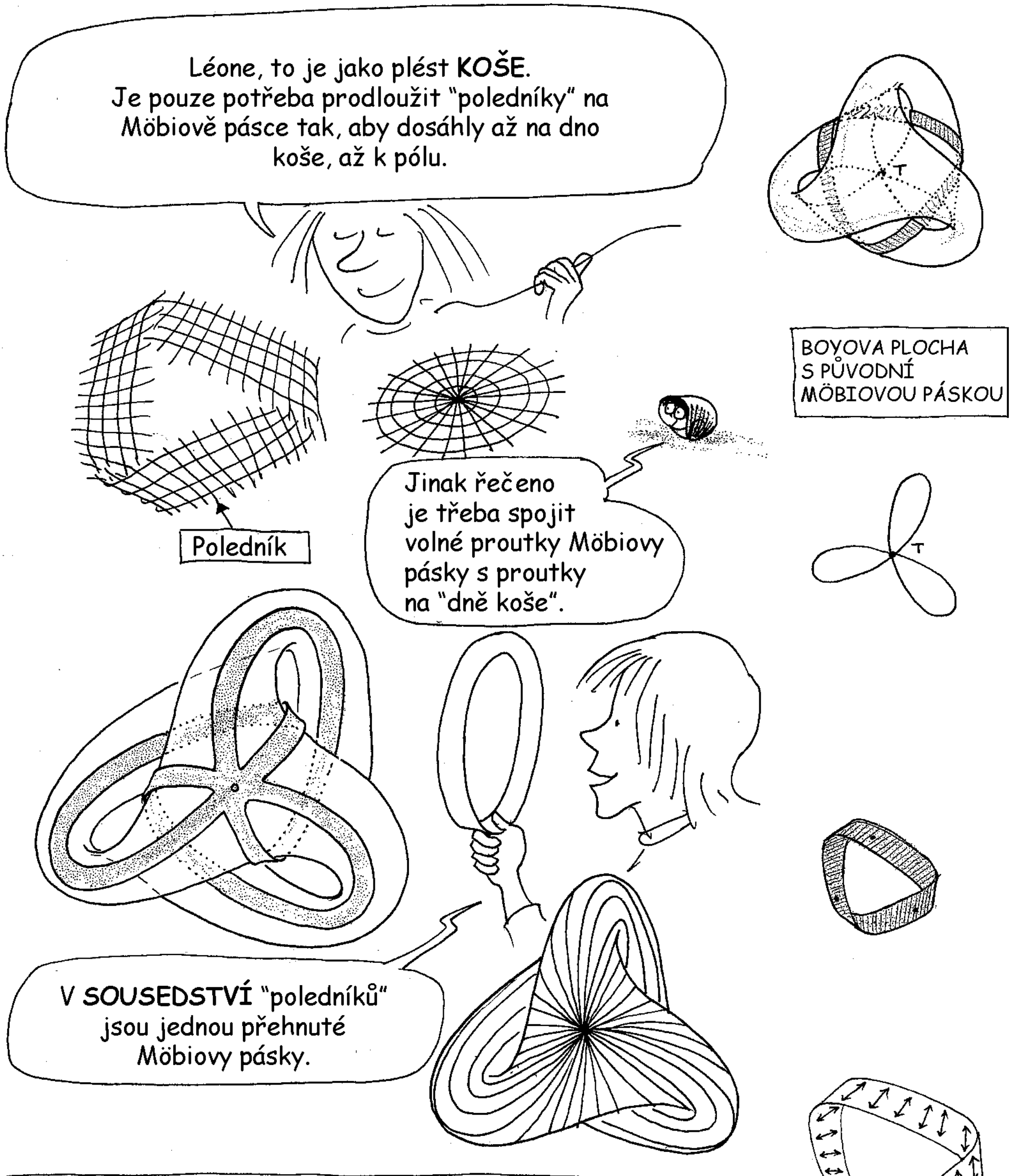

Čeho se bojíš, Léone?
Máš strach, že způsobíme
v časoprostoru nezvratné změny?
Má to jenom sto gaussů, můj drahý.
Od té doby, co Léon přečetl
ZEĎ TICHA, tak je
opravdu fixovaný
na magnetická pole!
Úžasné!
A
Magnetické pole **B** se ve středu
spirály převrátilo.
Singularita se rozdělila na
dvě singularity řádu **-1**.
Vytvořili jsme magnetický
VÍR torusové geometrie.
Ve fyzice se setkáváme
téměř všude s meshováním
a se singularitami...


KRISTALY jsou plné singularit. V tomto rovinném krystalu, který se skládá z krychlí, když jeden prvek odebereme, tak se DÍRA ucpe za cenu jedné singularity $-\frac{1}{2}$ a dvou singularit 1/4.
Vyndám dlaždičku...
1/4
-1/2
1/4
SMYKOVÁ SÍLA zde způsobí nové úspořádání v rovinné síti za cenu dvou singularit řádu 1/4 a dvou singularit řádu $-\frac{1}{4}$.
KLAP!
$\frac{1}{4}$
$-\frac{1}{4}$
$-\frac{1}{4}$
$\frac{1}{4}$

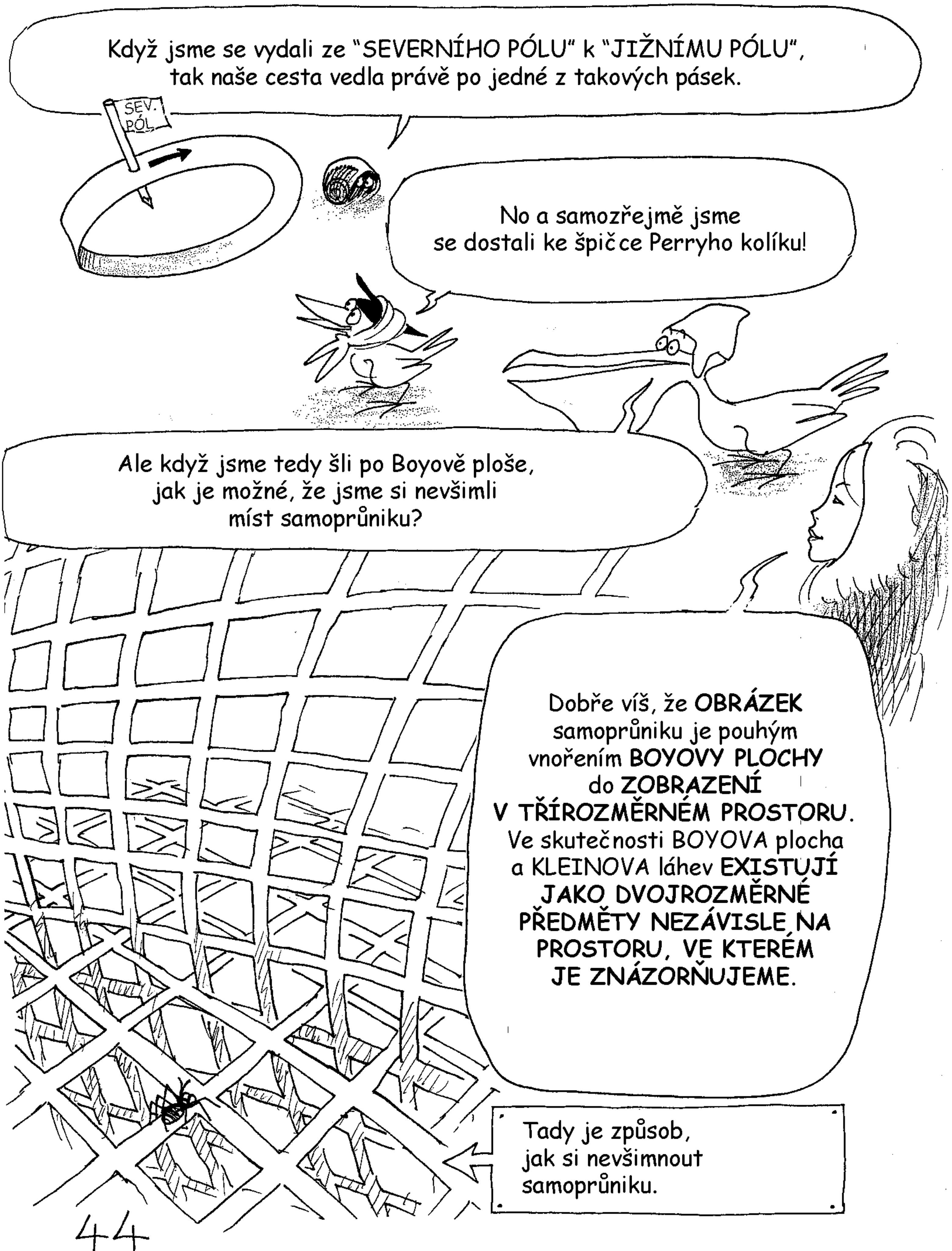
(*) **SÍŤOVÁNÍ** se vztahuje k dvojrozměrným předmětům.
DLÁŽDĚNÍ je to samé, ale vztahuje se k vícerozměrným předmětům.


Vše, co teď bude následovat, bude vysvětleno pomocí KRESLENÝCH KARTIČEK, které se dají OTÁČET a jsou označené písmeny A, B, C, D.
Vedení
A
PŘEMĚNA MÖBIOVY PÁSKY NA BOYOVU PLOCHU
BOYOVA PLOCHA
B
IDEM:
OKRAJOVÁ KŘIVKA A MNOŽINA PRŮNIKŮ
Pěkně jsme se pobavili, ale ten chudák Amundsen je pořád v pěkné bryndě.
A pořád ještě nevíme, co to je za divnou planetu bez jižního pólu!
C
SPOJENÍ PROTILEHLÝCH BODŮ
A
D
ZDÁNLIVÉ PŘEVRÁCENÍ ČASU
Počkejte... k tomu, aby měla jenom jeden pól, je třeba, aby se Euler-Poincaré charakteristika rovnala 1. Jinak se zdá být JEDNOSTRANNÁ...

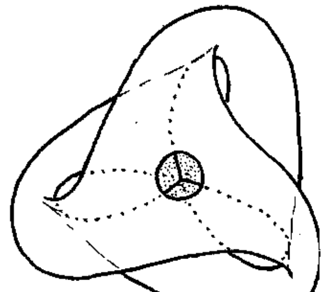

Möbiova páska má nulovou charakteristiku. Mohl bych stehovat podél uzavřené křivky, která má také nulovou charakteristiku, například podél obyčejného kruhu.
$\chi=1$
$\chi=0$
$\chi=0$
Celek by měl vskutku nulovou charakteristiku a jednalo by se o uzavřenou jednostrannou plochu. Ale proč místo jehly a nitě nepoužiješ PRONIKADLO?
PRONIKAD
Příběh přeměny Möbiovy pásky na BOYOVU PLOCHU je znázorněn na kartičkách A a B. Tohle je výsledný předmět:
• PÓL
Tohle jsou "ROVNOBĚŽKY" BOYOVI plochy. Je znázorněna také přeměna HRANY Möbiovy pásky, což odpovídá sekvenci A.
Divné rovnoběžky...
"Rovníková" páska



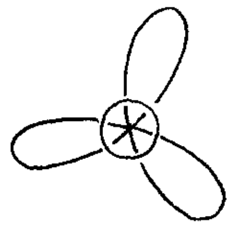
PRVNÍ MODEL BOYOVY PLOCHY SE VŠEMI "POLEDNÍKY" A "ROVNOBĚŽKAMI" VYMYSLEL AUTOR. SOCHAŘ MAX SAUZE ZHOTOVIL POZDĚJI HEZKOU MAKETU, KTERÁ JE VYSTAVENÁ V "HALE π" V PALÁCI OBJEVŮ V PAŘÍŽI. **Vedení**



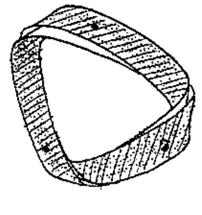
Když jsme se vydali ze "SEVERNÍHO PÓLU" k "JIŽNÍMU PÓLU", tak naše cesta vedla právě po jedné z takových pásek.
SEV. PÓL
No a samozřejmě jsme se dostali ke špičce Perryho kolíku!
Ale když jsme tedy šli po Boyově ploše, jak je možné, že jsme si nevšimli míst samoprůniku?
Dobře víš, že OBRÁZEK samoprůniku je pouhým vnořením BOYOVY PLOCHY do ZOBRAZENÍ V TŘÍROZMĚRNÉM PROSTORU. Ve skutečnosti BOYOVA plocha a KLEINOVA láhev EXISTUJÍ JAKO DVOJROZMĚRNÉ PŘEDMĚTY NEZÁVISLE NA PROSTORU, VE KTERÉM JE ZNÁZORŇUJEME.
Tady je způsob, jak si nevšimnout samoprůniku.

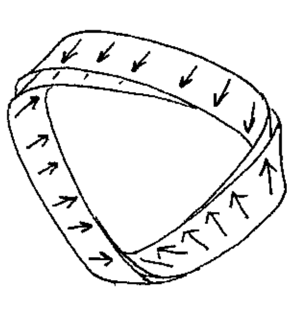


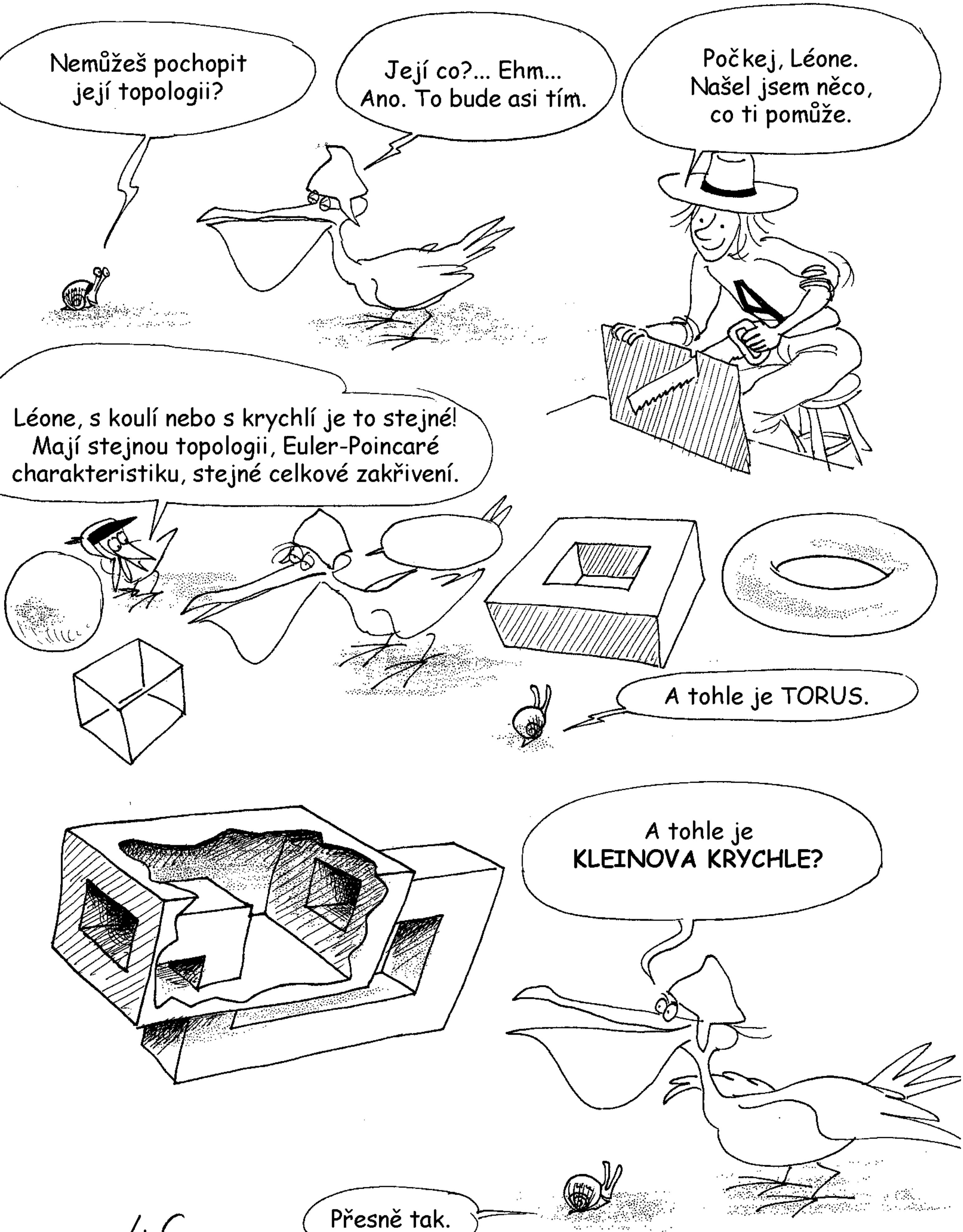
MÖBIOVA PÁSKA
S KRUH. OKRAJEM

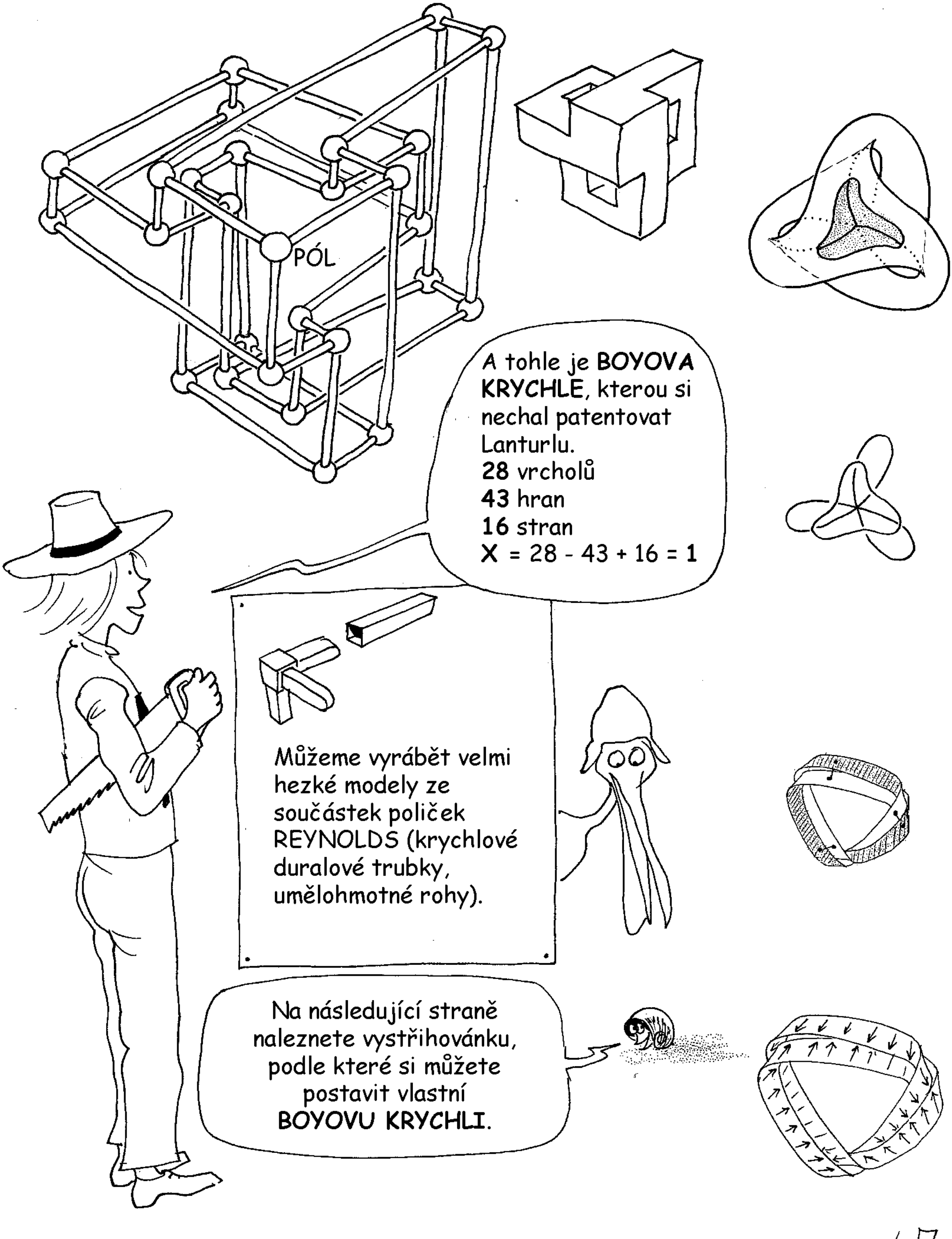


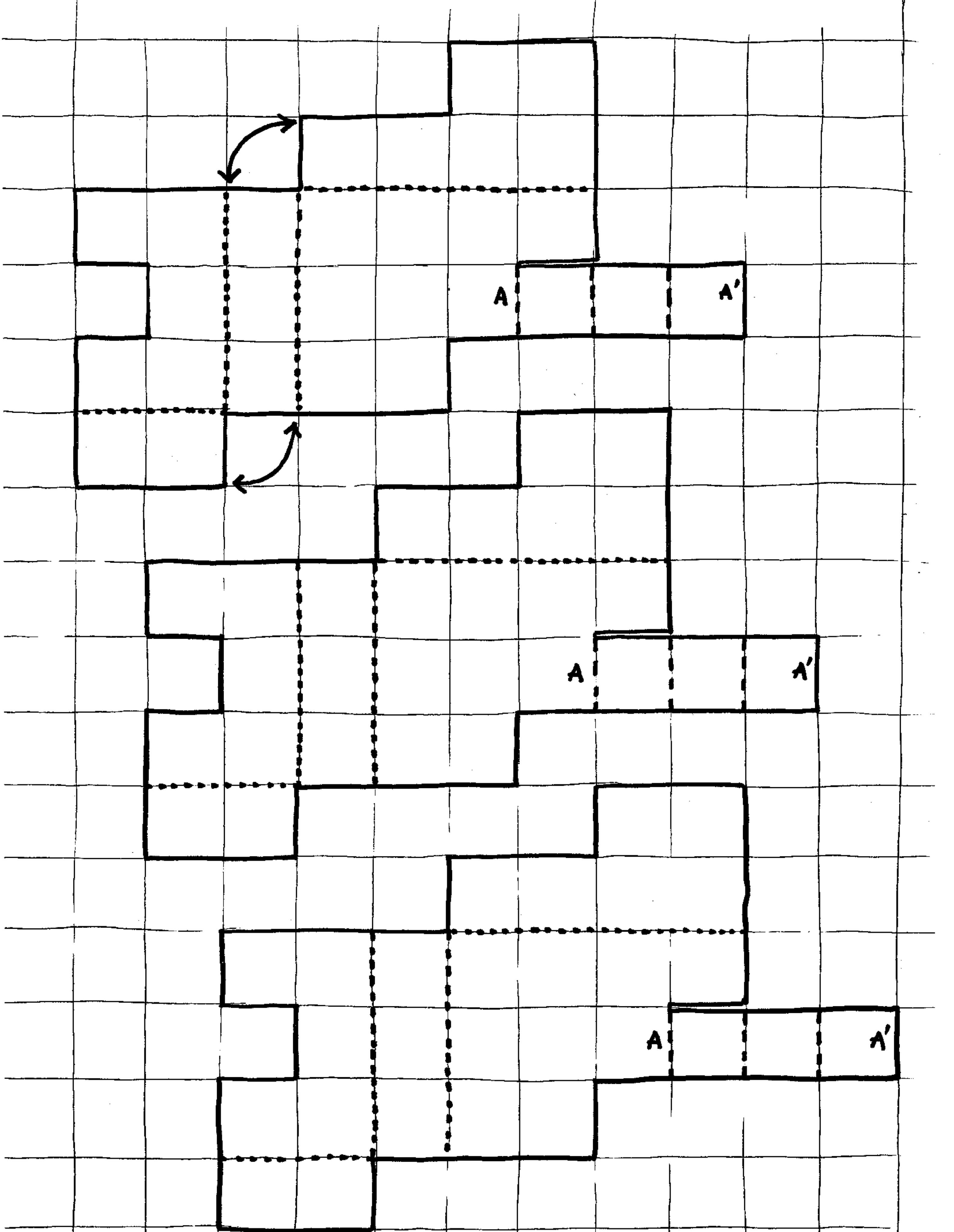
BOYOVA KRYCHLE

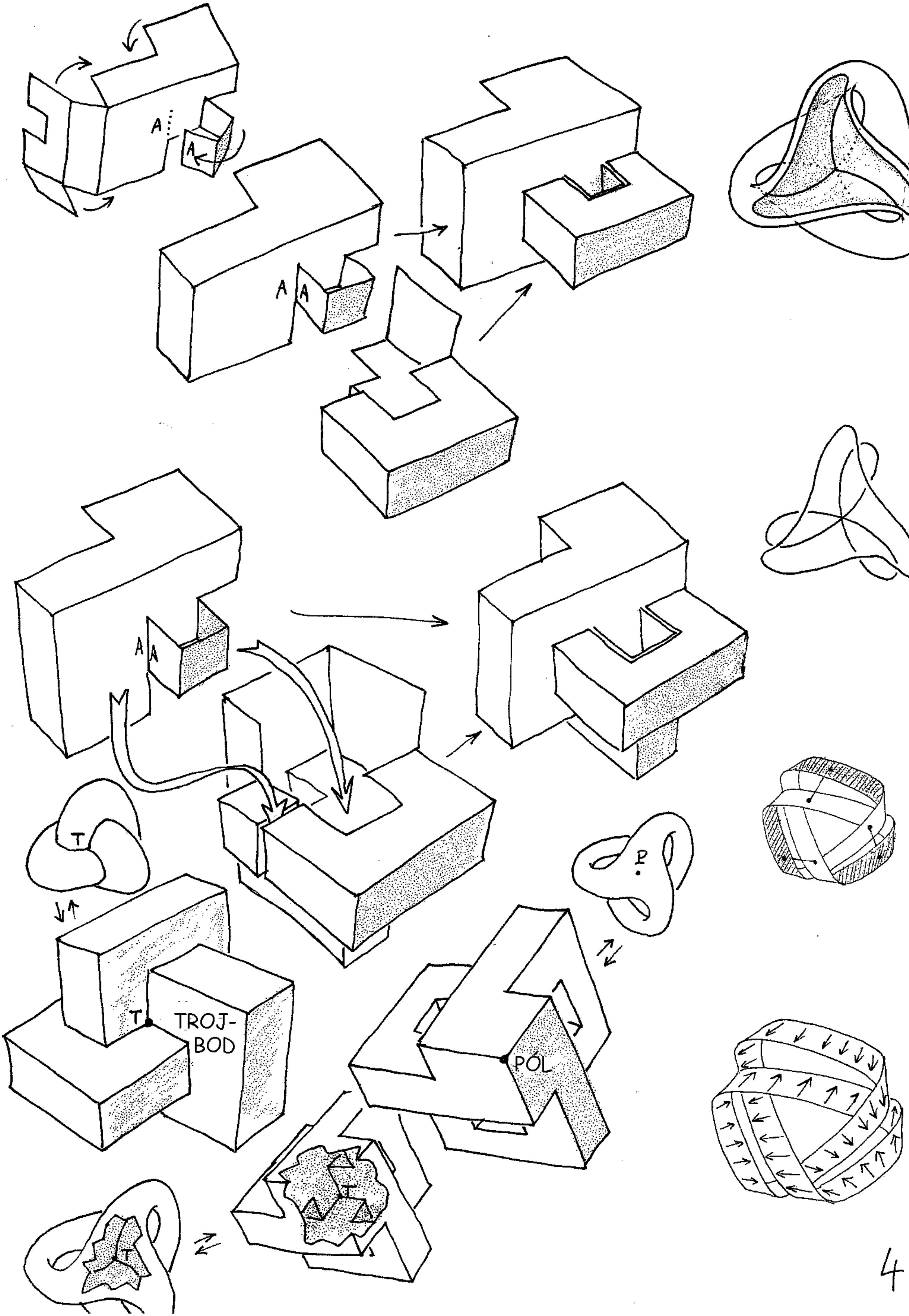





Nemůžeš pochopit její topologii?
Její co?... Ehm... Ano. To bude asi tím.
Počkej, Léone. Našel jsem něco, co ti pomůže.
Léone, s koulí nebo s krychlí je to stejné! Mají stejnou topologii, Euler-Poincaré charakteristiku, stejné celkové zakřivení.
A tohle je TORUS.
A tohle je KLEINOVA KRYCHLE?
Přesně tak.

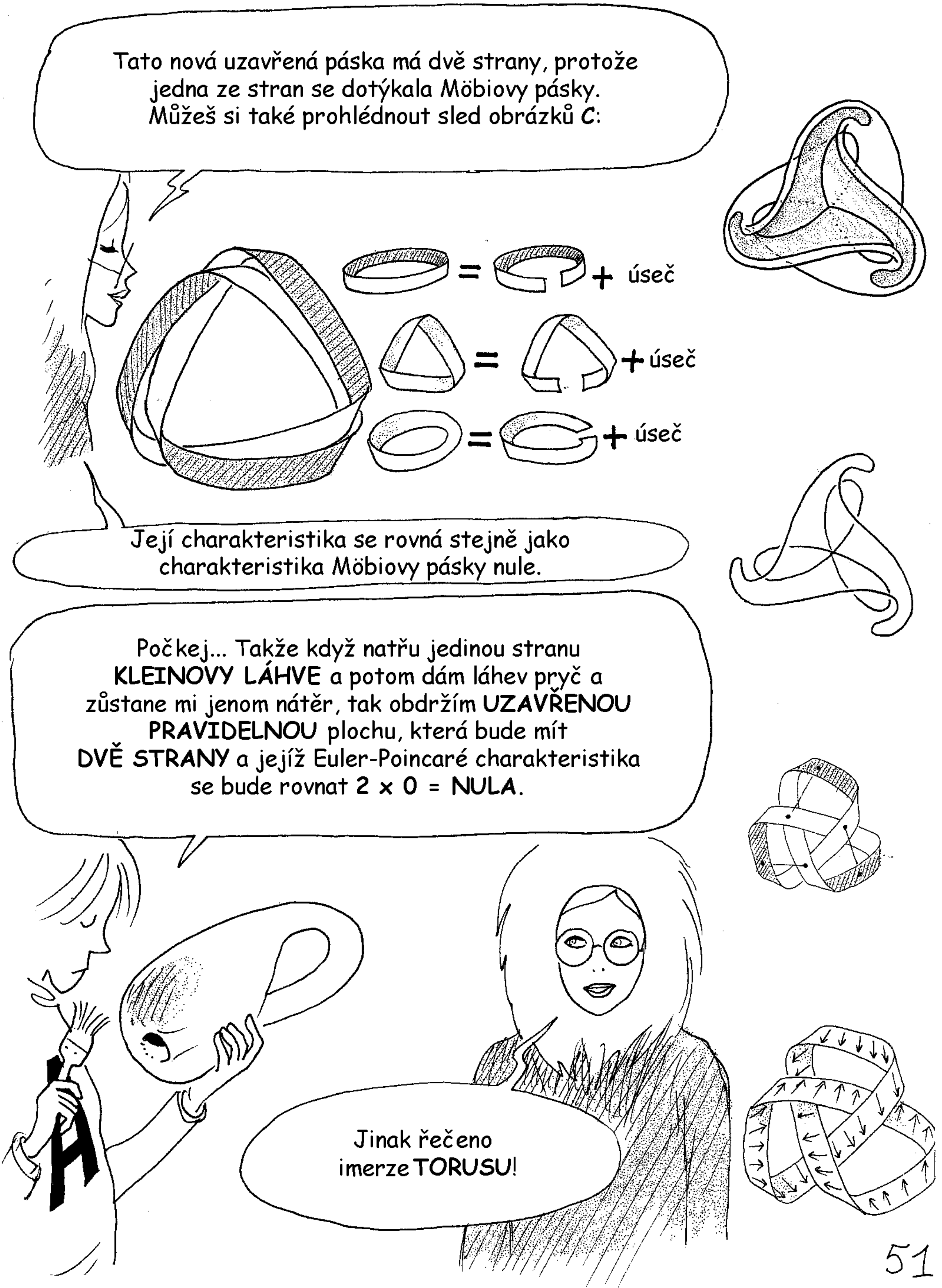

PÓL
A tohle je **BOYOVA KRYCHLE**, kterou si nechal patentovat Lanturlu.
28 vrcholů
43 hran
16 stran
X = 28 - 43 + 16 = **1**
Můžeme vyrábět velmi hezké modely ze součástek poliček REYNOLDS (krychlové duralové trubky, umělohmotné rohy).
Na následující straně naleznete vystřihovánku, podle které si můžete postavit vlastní **BOYOVU KRYCHLI**.


A
A′
A
A′
A
A′


A
A
A
A
A
A
T
T
TROJ-
BOD
PÓL
P
T
T

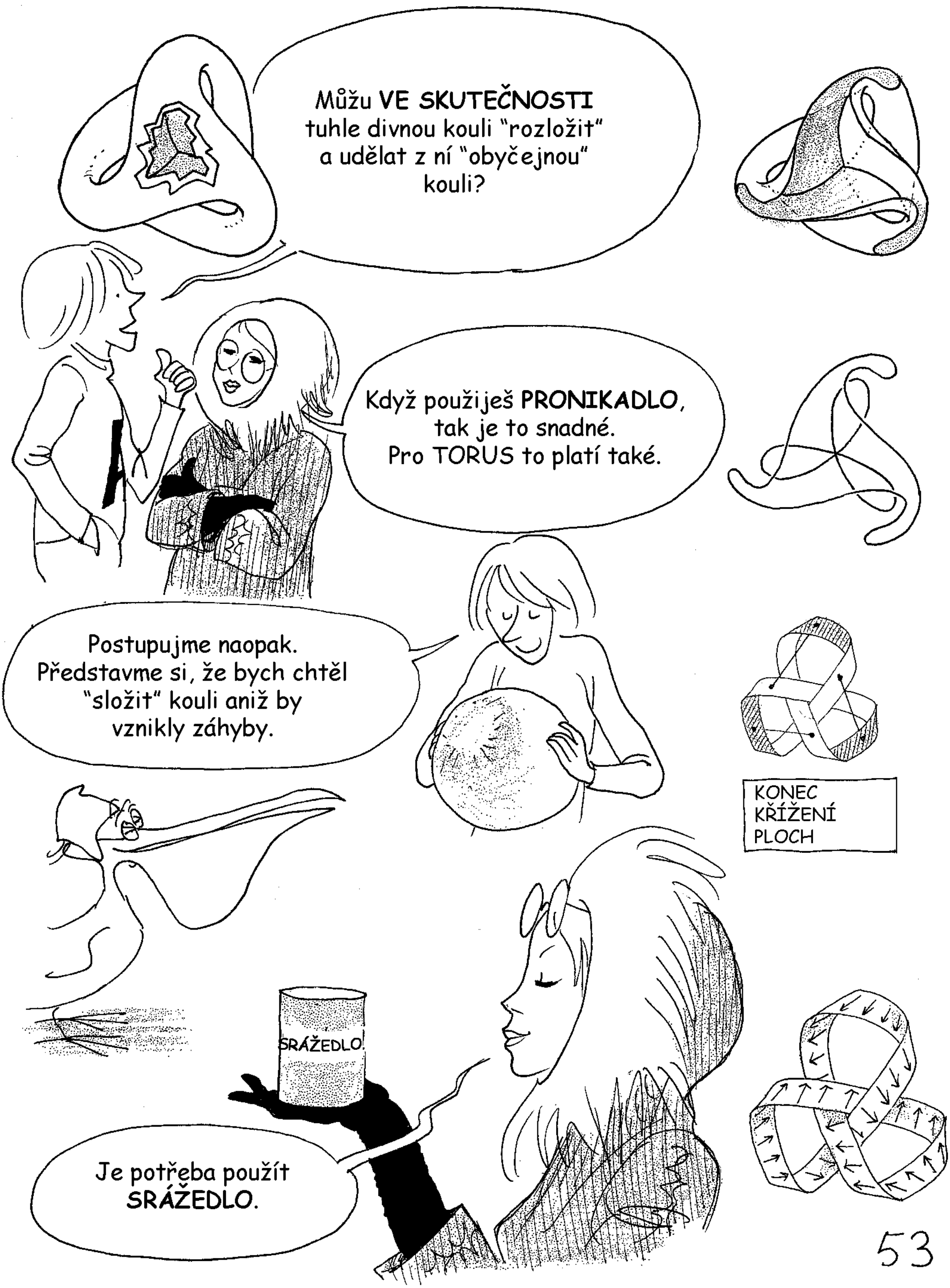
POVRCHY


Takže takhle příběh končí?
Ne. Nastane nečekaný obrat...
TOPOLOGIE
DVOUVRSTVÝ POVRCH JEDNOSTRANNÉHO, NEORIENTOVATELNÉHO a DVOJSTRANNÉHO, ORIENTOVATELNÉHO předmětu má dvojnásobnou charakteristiku.
Co to je za hatmatilku?
Je to jednoduché: natři JEDINOU stranu Möbiovy pásky a potom dej pásku pryč...
Zbyde jenom nátěr!

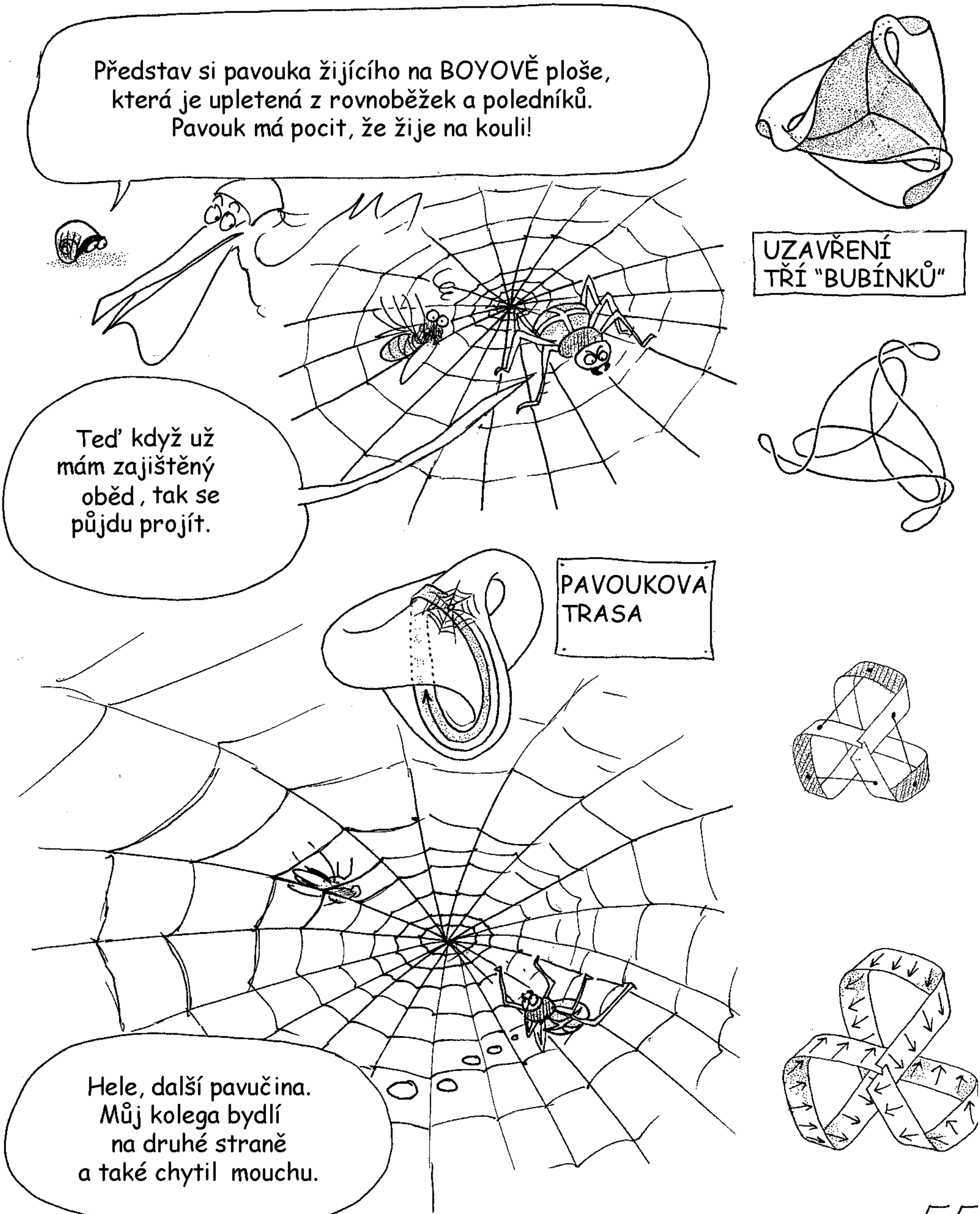


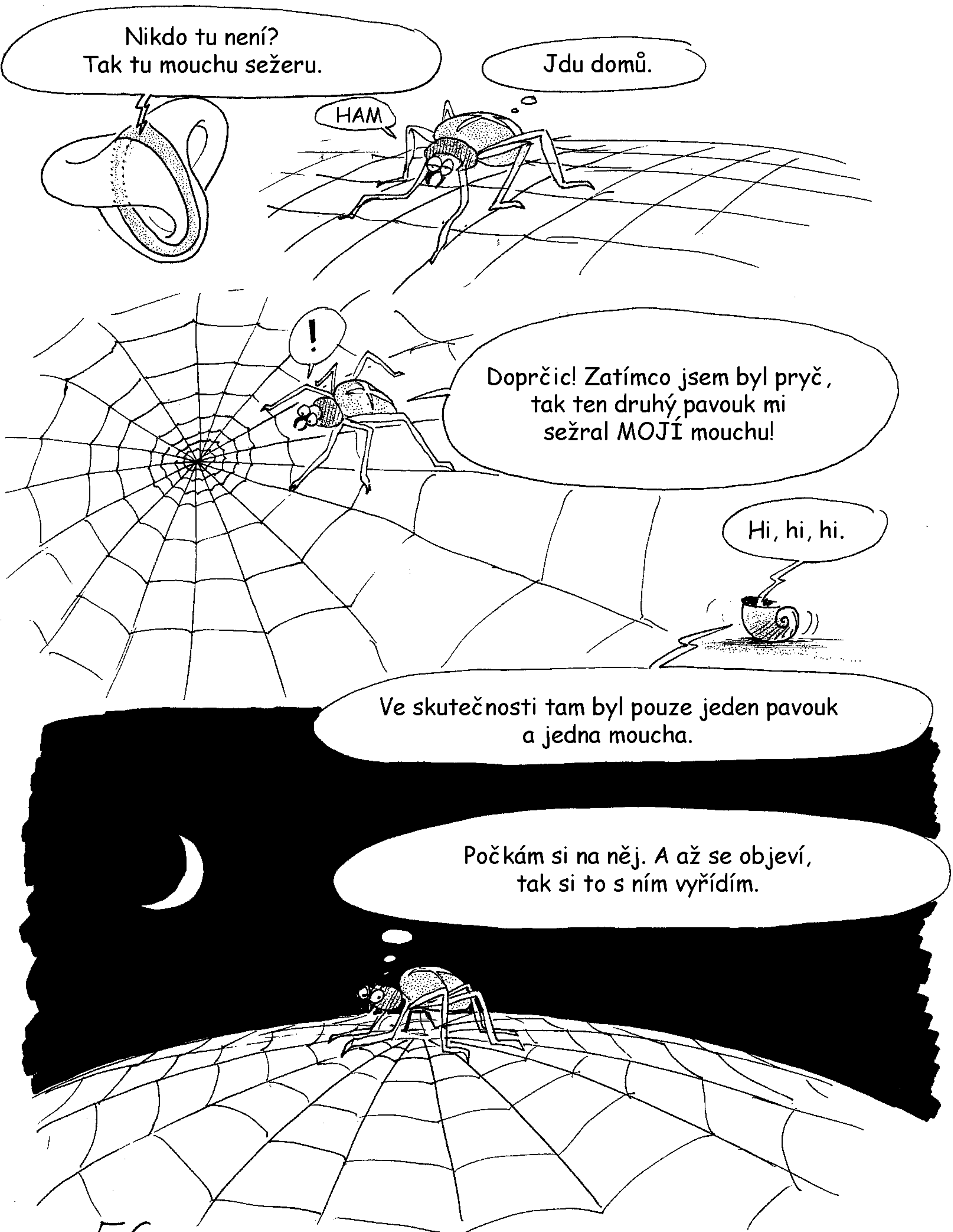
Tato nová uzavřená páska má dvě strany, protože jedna ze stran se dotýkala Möbiovy pásky. Můžeš si také prohlédnout sled obrázků C:
úseč
úseč
úseč
Její charakteristika se rovná stejně jako charakteristika Möbiovy pásky nule.
Počkej... Takže když natřu jedinou stranu KLEINOVY LÁHVE a potom dám láhev pryč a zůstane mi jenom nátěr, tak obdržím UZAVŘENOU PRAVIDELNOU plochu, která bude mít DVĚ STRANY a jejíž Euler-Poincaré charakteristika se bude rovnat 2 x 0 = NULA.
Jinak řečeno imerze TORUSU!


Tirésiasi, kde jsi?
Tady!
Stejně tak když natřu Boyovu plochu, potom dám Boyovu plochu pryč a nechám si nátěr, tak získám **UZAVŘENOU PRAVIDELNOU DVOJSTRANNOU** plochu, jejíž Euler-Poincaré charakteristika se bude rovnat **2 x 1 = 2**...
Neboli **IMERZE KOULE!**

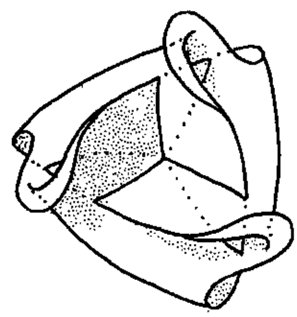

Můžu **VE SKUTEČNOSTI** tuhle divnou kouli "rozložit" a udělat z ní "obyčejnou" kouli?
Když použiješ **PRONIKADLO**, tak je to snadné. Pro TORUS to platí také.
Postupujme naopak. Představme si, že bych chtěl "složit" kouli aniž by vznikly záhyby.
KONEC KŘÍŽENÍ PLOCH
SRÁŽEDLO!
Je potřeba použít **SRÁŽEDLO**.


Nejprve spojíme každý bod na kouli se svým PROTINOŽCEM provázkem namočeným ve SRÁŽEDLE.
Provázky se zkracují až do chvíle, kdy se jejich délka rovná nule. Povrch koule zůstává neměnný. Tímto způsobem SPOJÍME všechny body s jejich PROTINOŽCI.
Ale to se dozvíte až v jiném dílu, který je věnován OTÁČENÍ KOULE. Zatím vám série obrázků C ukazuje, jak se ROVNÍK na KOULI smršťuje a jak se z něj stává ROVNÍK BOYOVY PLOCHY. SEVERNÍ pól se samozřejmě dostane naproti JIŽNÍMU pólu.
Vedení
Všechny poledníky a rovnoběžky na kouli se přilepí jedna na druhou.

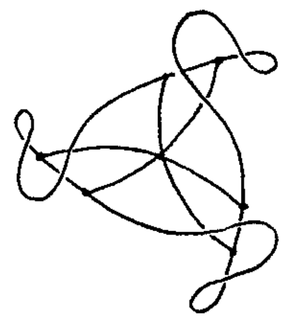

Představ si pavouka žijícího na BOYOVĚ ploše, která je upletená z rovnoběžek a poledníků. Pavouk má pocit, že žije na kouli!
UZAVŘENÍ TŘÍ "BUBÍNKŮ"
Teď když už mám zajištěný oběd, tak se půjdu projít.
PAVOUKOVA TRASA
Hele, další pavučina. Můj kolega bydlí na druhé straně a také chytil mouchu.

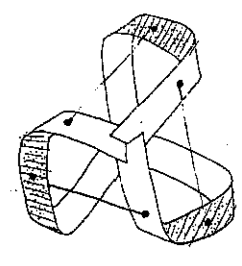

Nikdo tu není?
Tak tu mouchu sežeru.
Jdu domů.
HAM
!
Doprčic! Zatímco jsem byl pryč, tak ten druhý pavouk mi sežral MOJÍ mouchu!
Hi, hi, hi.
Ve skutečnosti tam byl pouze jeden pavouk a jedna moucha.
Počkám si na něj. A až se objeví, tak si to s ním vyřídím.

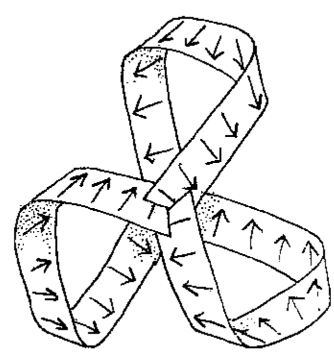

Ten příběh s pavoukem mi vnuknul nápad. Máme pro Amundsena Řešení!
Jak to myslíš?
Pane Amundsene, všechno je zase v pořádku! Našli jsme ten VÁŠ jižní pól...
Ááá...
Vraťte se tam s tímhle...
JIŽ. PÓL
Perrymu jsme dali to samé.
... a jenom to POLOŽTE!
A VŠECHNO JE ZASE V POŘÁDKU...
SEV. PÓL



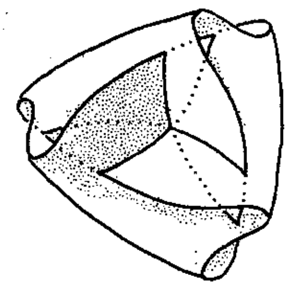
NÁSTIN
"UŠÍ"

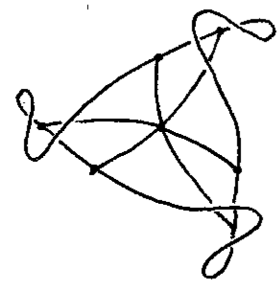




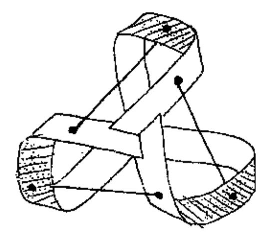


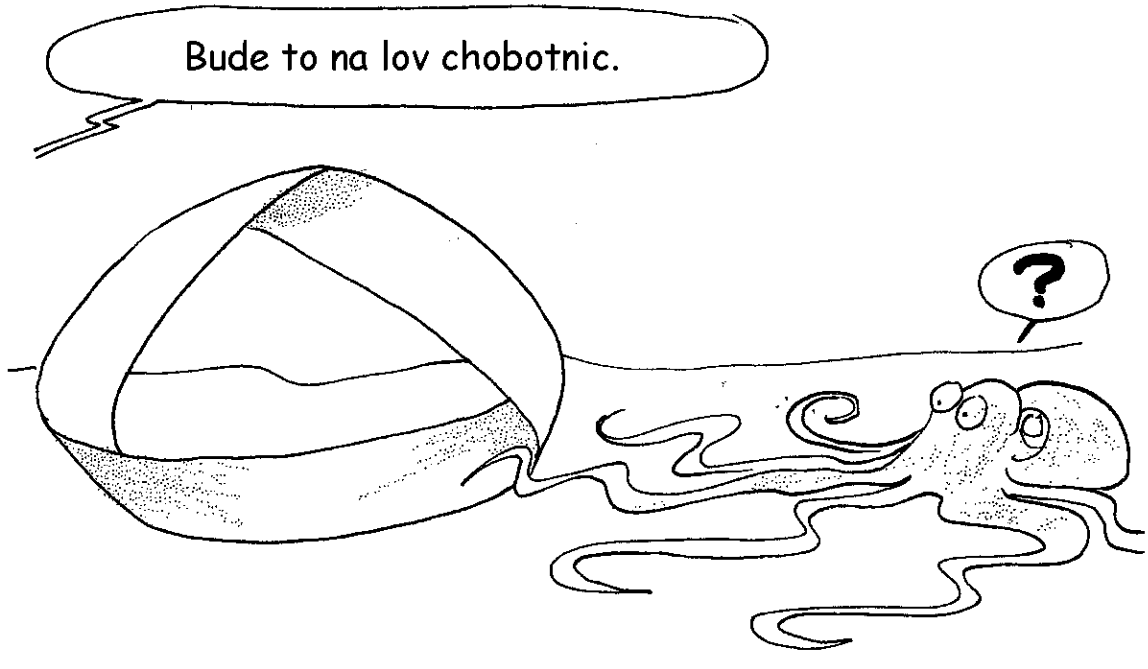

To je úžasný den!
Vypadá to fakt dobře.
Pane Amundsene, historické foto.
Běžte dál, chci být na historické fotce sám.
JIŽNÍ PÓL
Ve vědě je to stejné jako všude jinde. Někdy je lepší se ve věcech moc nešťourat.
...oba póly jsou na svém místě a každý si přijde na své...
A kdybychom pod severním pólem vyhrabali díru, tak bychom byli možná překvapení.
A jiní by to vzdali.

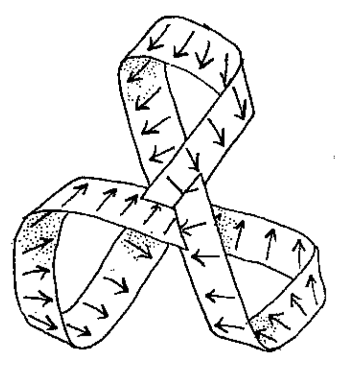




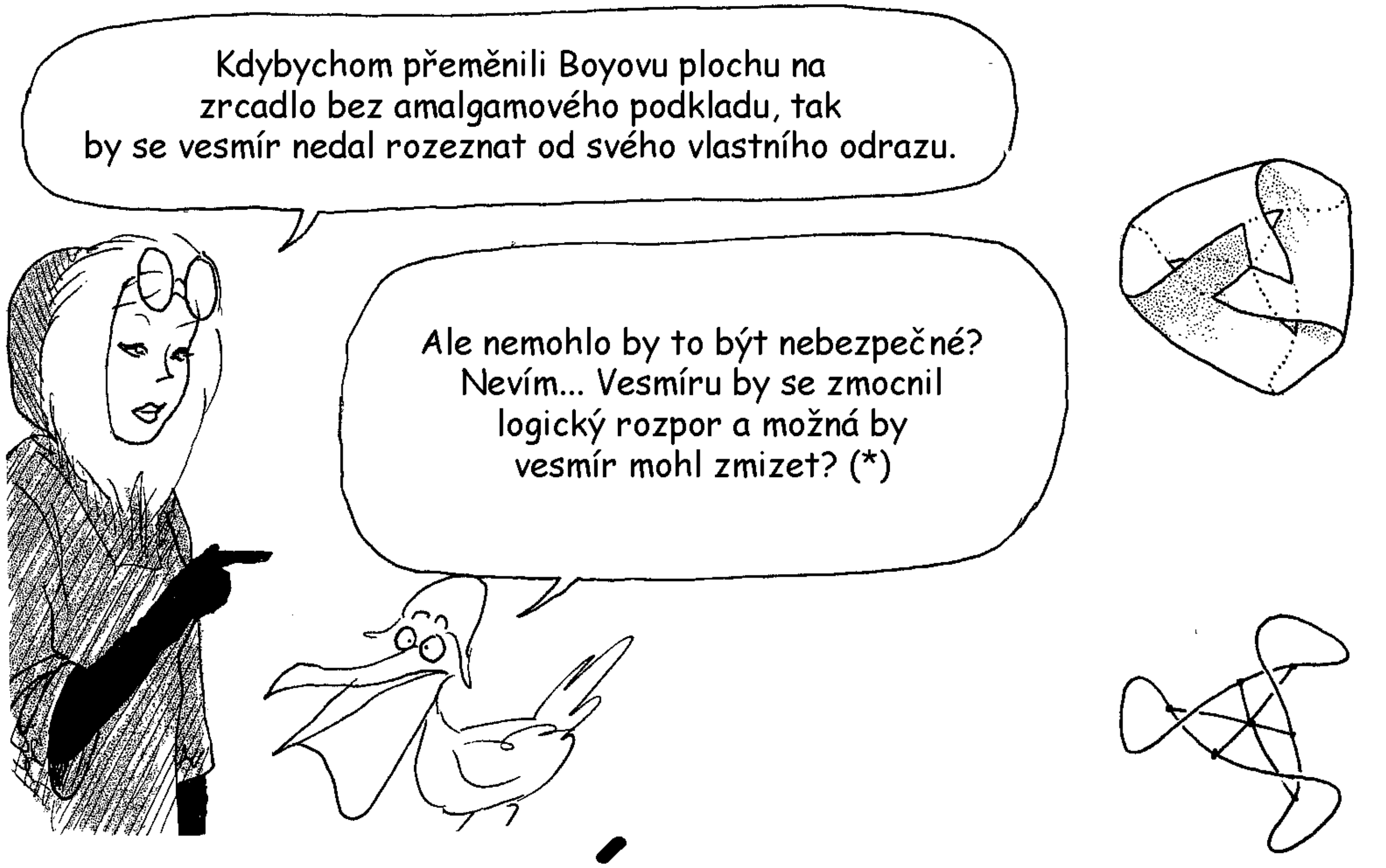
ZRCADLOVÉ STADIUM







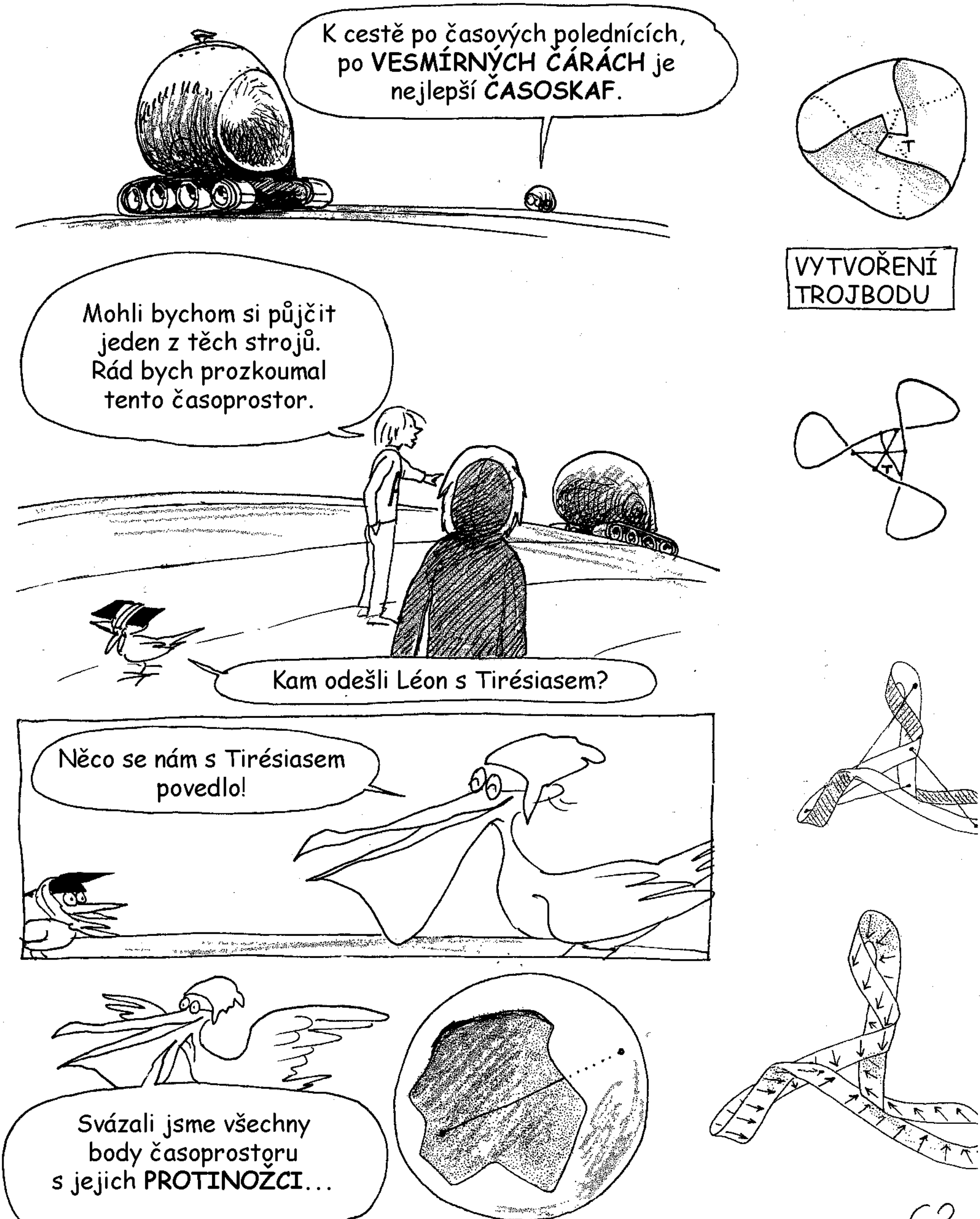
(*) MŮŽETE TAKÉ VYROBIT PODOBNÉ ZRCADLO ZE STARÝCH KLEINOVÝCH LAHVÍ.



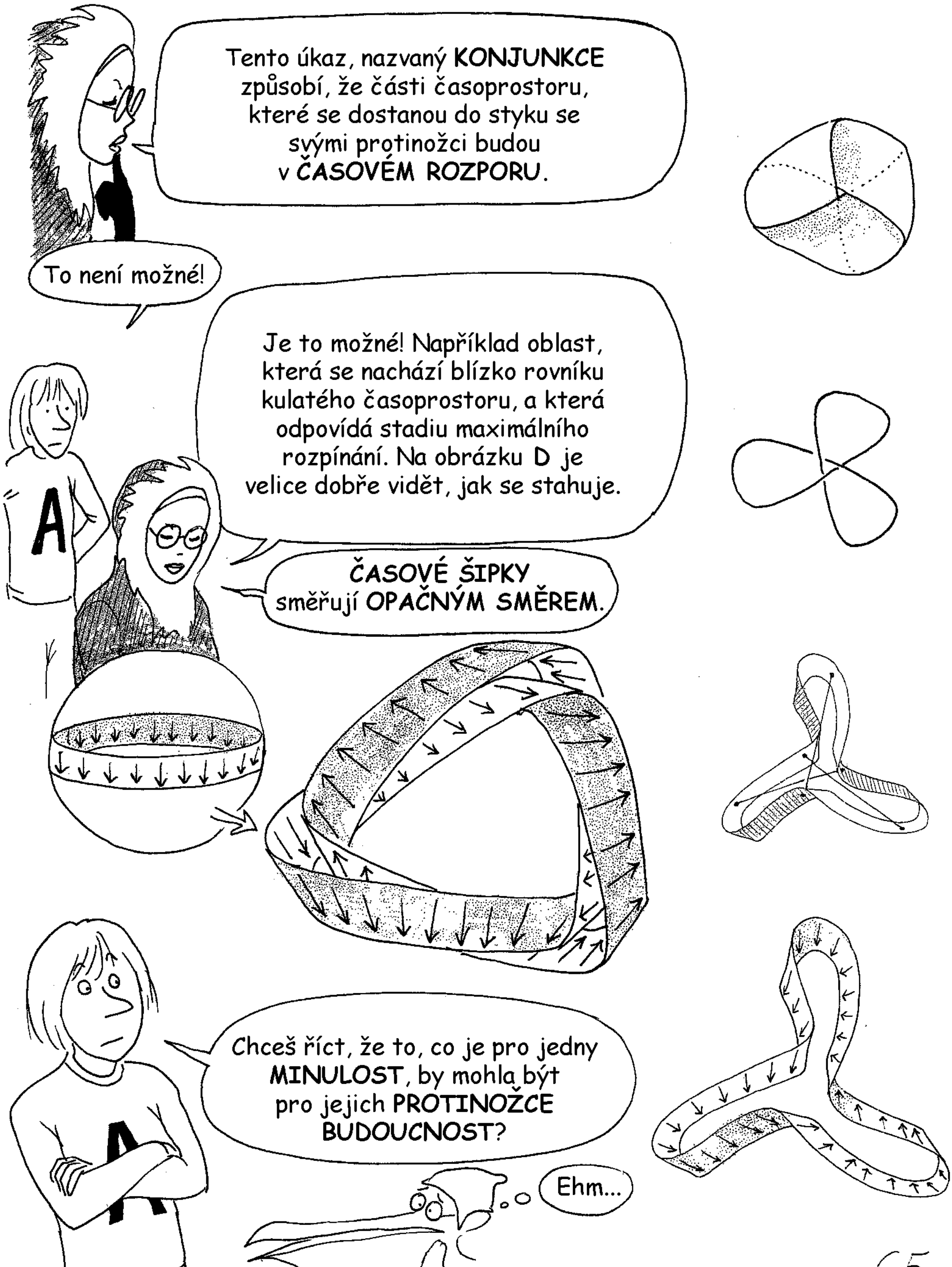
ZMATENÝ ČASOPROSTOR

(*) K POKUSU NIKDY NEDOŠLO.


Ve VELKÉM TŘESKU jsme se seznámili s FRIEDMANNOVÝM CYKLICKÝM modelem vesmíru, který se dá znázornit jako nekonečná řada vuřtů. Každý předěl je nový VELKÝ TŘESK.
MINULOST
ČAS
PROSTOR
BUDOUCNOST
VELKÝ TŘESK
Každý VELKÝ TŘESK je POLÁRNÍ singularitou.
A jak ty singularity SPOJÍME?
Přežehli kužel.
Čas
Můžeme si také představit, že stejné události by se mohly odehrávat donekonečna. V tom případě by to dalo...
Nebo si můžeme představit, že ČAS má jednoduše ZAČÁTEK a KONEC, takhle...
VELKÝ TŘESK
JSME ZDE
ČAS
PROSTOR
ČAS
ROZPÍNÁNÍ
STAHOVÁNÍ
V tomto klasickém modelu KULATÉHO ČASO-PROSTORU je jeden z pólů VELKÝ TŘESK a druhý ANTI VELKÝ TŘESK. Prostor je znázorněn rovnoběžnými křivkami, rovník představuje maximální rozpětí. "Časové linie" odpovídají poledníkům.

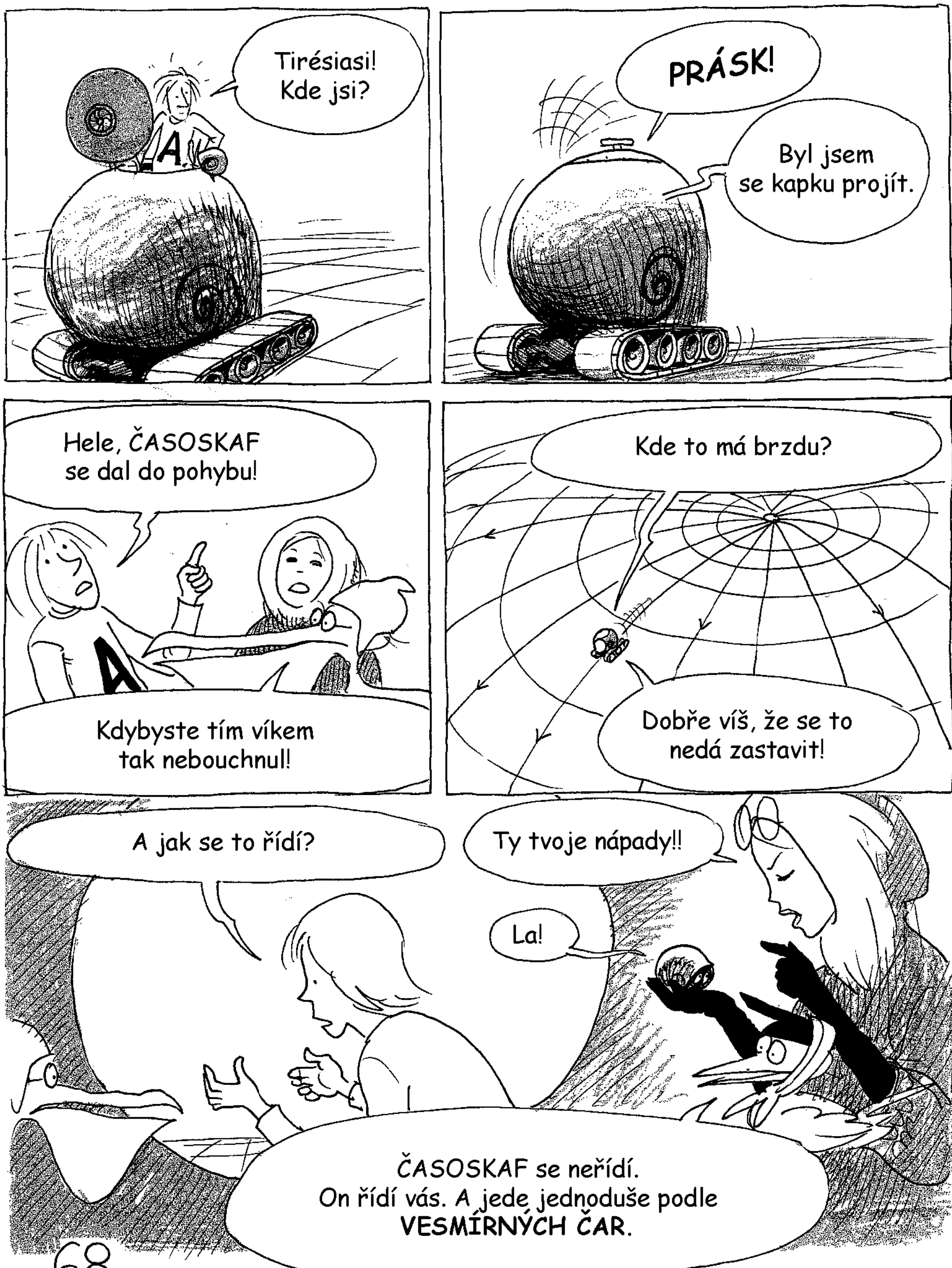

K cestě po časových polednících, po **VESMÍRNÝCH ČÁRÁCH** je nejlepší **ČASOSKAF**.
VYTVOŘENÍ TROJBODU
Mohli bychom si půjčit jeden z těch strojů. Rád bych prozkoumal tento časoprostor.
Kam odešli Léon s Tirésiasem?
Něco se nám s Tirésiasem povedlo!
Svázali jsme všechny body časoprostoru s jejich **PROTINOŽCI**...

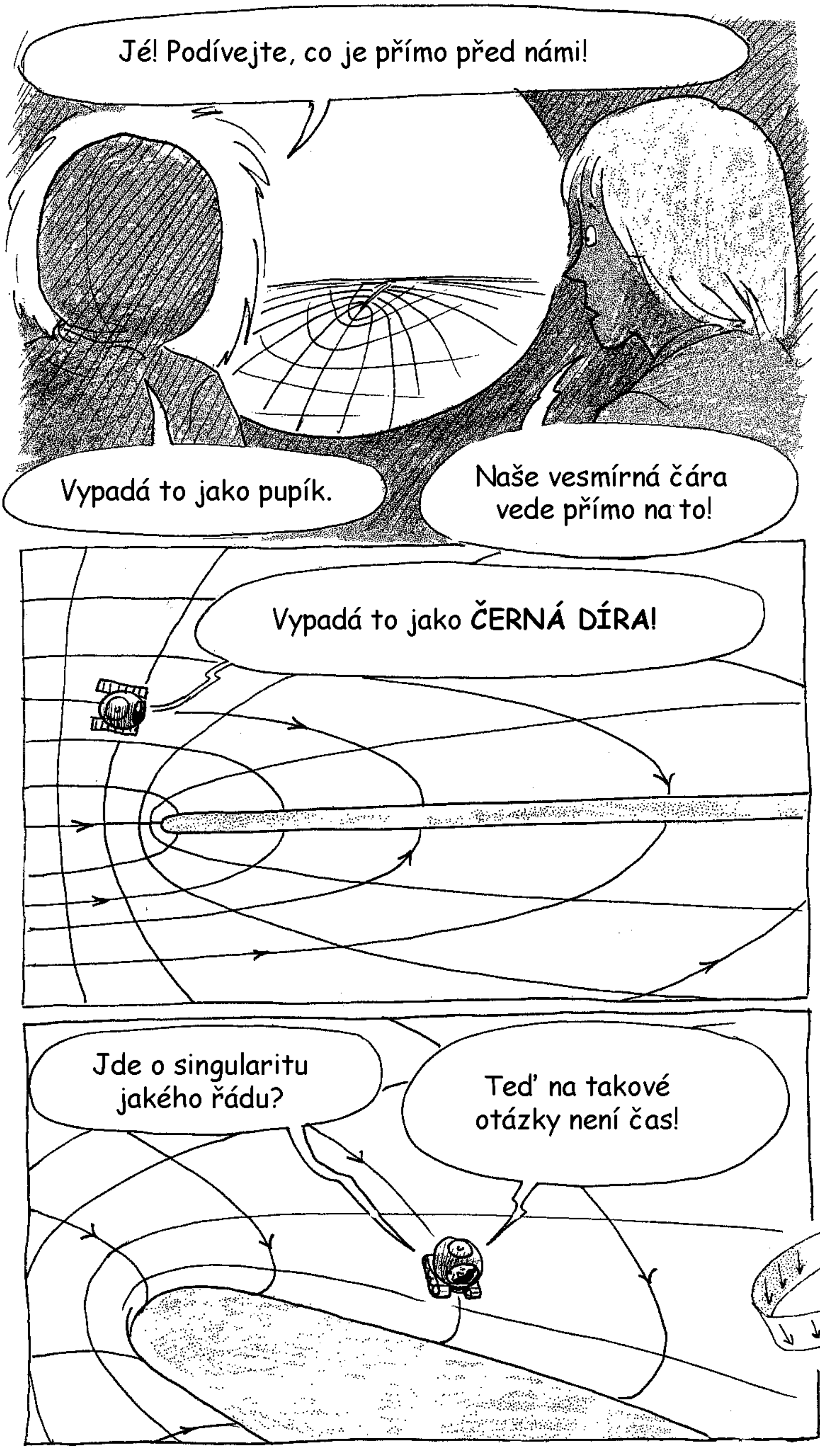
(*) Nápad HOYLA a SAKHAROVA.

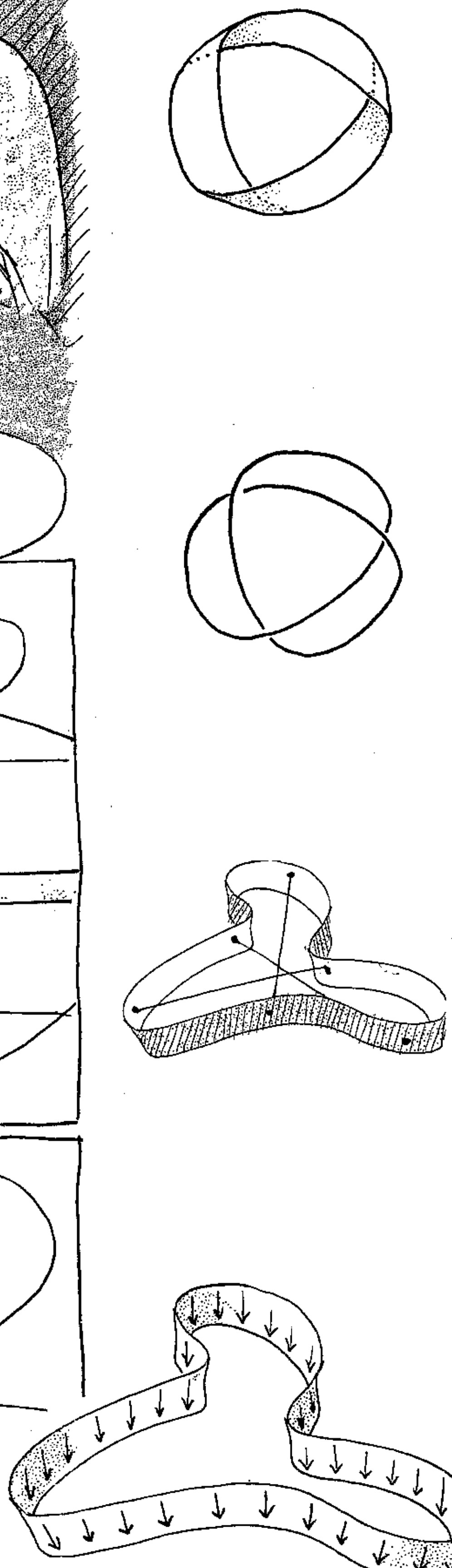

Tento úkaz, nazvaný KONJUNKCE způsobí, že části časoprostoru, které se dostanou do styku se svými protinožci budou v ČASOVÉM ROZPORU.
To není možné!
Je to možné! Například oblast, která se nachází blízko rovníku kulatého časoprostoru, a která odpovídá stadiu maximálního rozpínání. Na obrázku D je velice dobře vidět, jak se stahuje.
ČASOVÉ ŠIPKY směřují OPAČNÝM SMĚREM.
Chceš říct, že to, co je pro jedny MINULOST, by mohla být pro jejich PROTINOŽCE BUDOUCNOST?
Ehm...

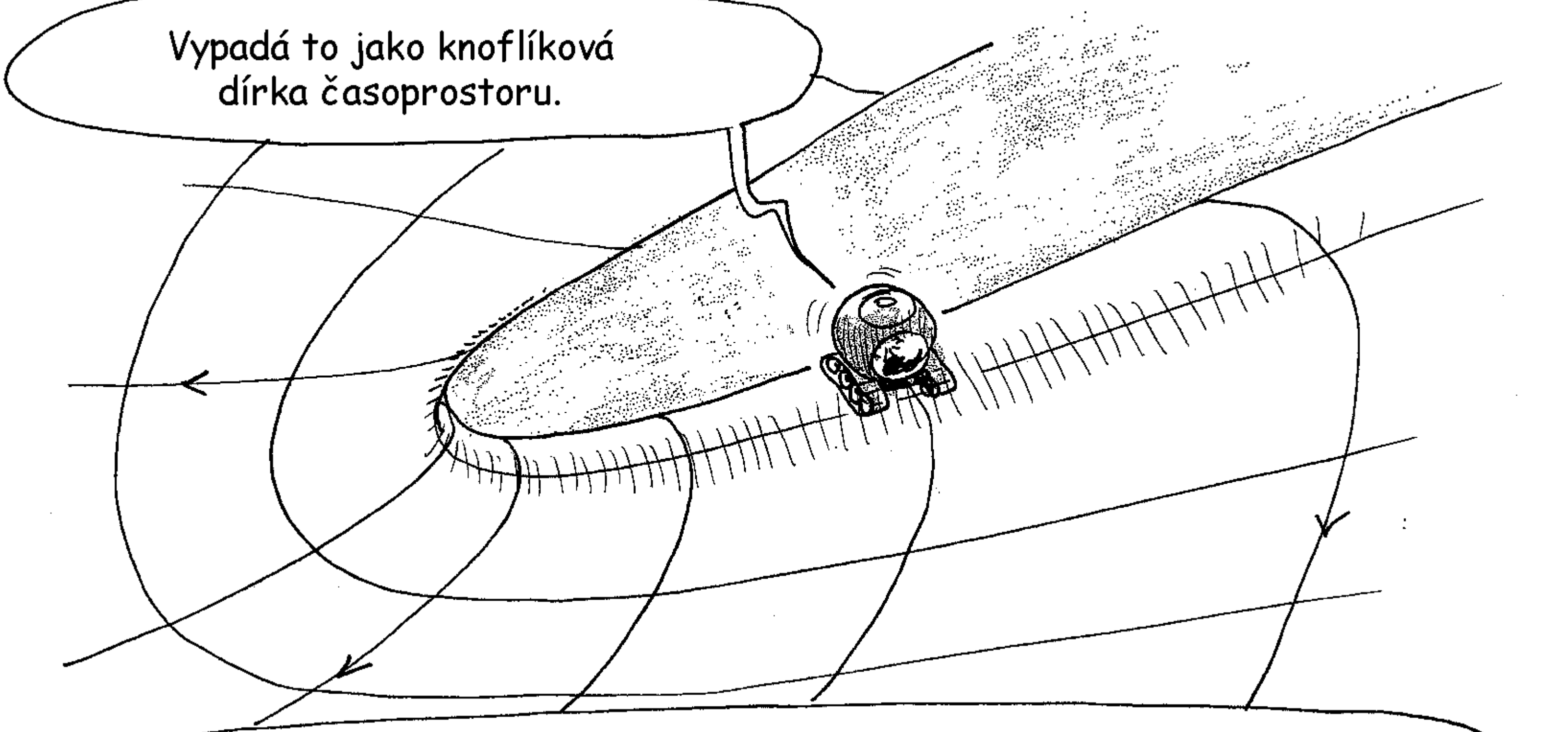

Můj milý Léone, vy jste to ale vyvedl.
Chcete říct, že to může pohroužit vesmír do neudržitelně rozporné situace?
Něco jako logická slepá ulička.
Až SRÁŽEDLO začne působit, tak se vesmír srazí a my se prudce srazíme s časem běžícím pozpátku.
Kde je vlastně Tirésias?
Nastupme do ČASOSKAFU. Zkusíme ho zavolat.
Je pohřešovaný?

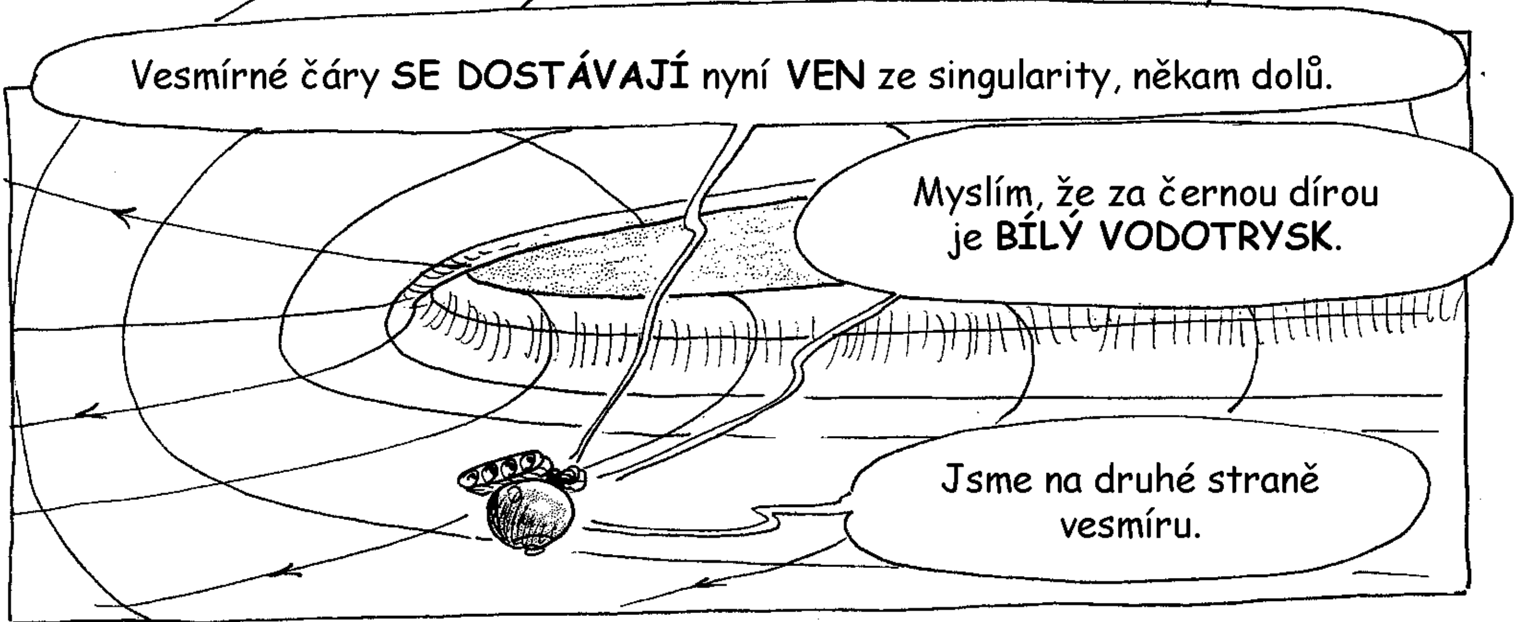
(*) Viz **VELKÝ TŘESK** (vyd. BELIN).

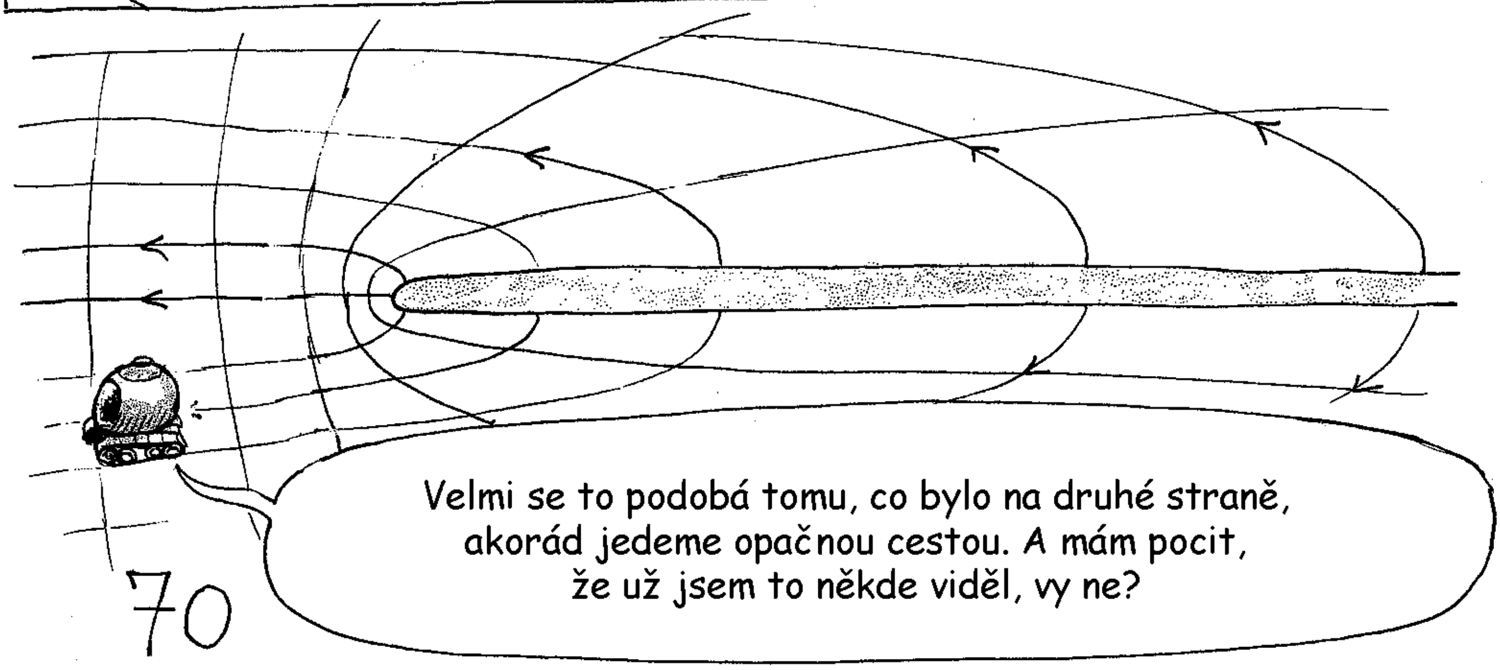

Tirésiasi! Kde jsi?
PRÁSK!
Byl jsem se kapku projít.
Hele, ČASOSKAF se dal do pohybu!
Kdybyste tím víkem tak nebouchnul!
Kde to má brzdu?
Dobře víš, že se to nedá zastavit!
A jak se to řídí?
Ty tvoje nápady!!
La!
ČASOSKAF se neřídí. On řídí vás. A jede jednoduše podle **VESMÍRNÝCH ČAR**.

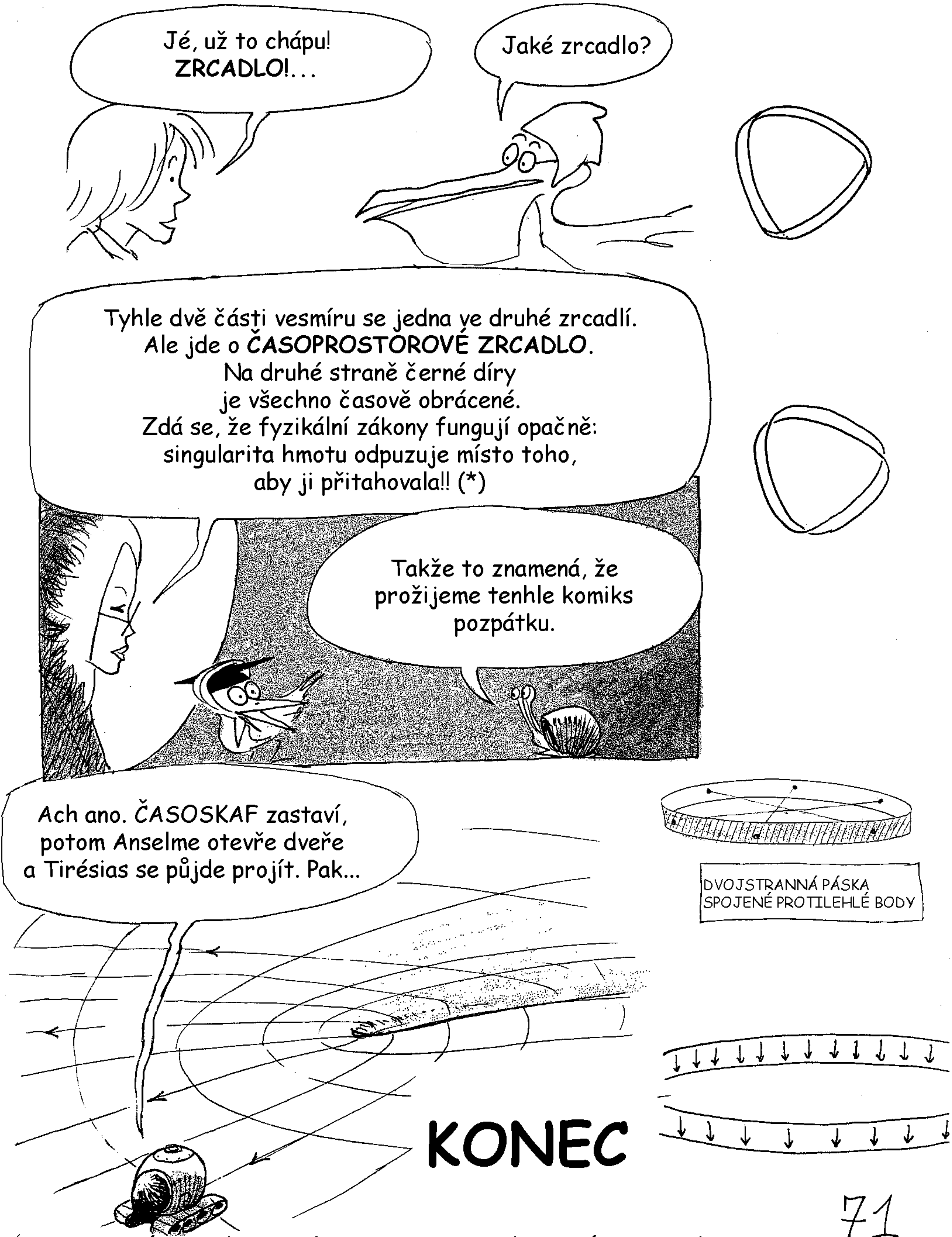

Jé! Podívejte, co je přímo před námi!
Vypadá to jako pupík.
Naše vesmírná čára vede přímo na to!
Vypadá to jako **ČERNÁ DÍRA**!
Jde o singularitu jakého řádu?
Teď na takové otázky není čas!




Vypadá to jako knoflíková dírka časoprostoru.


Vesmírné čáry SE DOSTÁVAJÍ nyní VEN ze singularity, někam dolů.
Myslím, že za černou dírou je BÍLÝ VODOTRYSK.
Jsme na druhé straně vesmíru.


Velmi se to podobá tomu, co bylo na druhé straně, akorád jedeme opačnou cestou. A mám pocit, že už jsem to někde viděl, vy ne?



(*) STEJNÉ USPOŘÁDÁNÍ EXISTUJE I VE ČTVRTÉM ROZMĚRU.

VĚDECKÝ DODATEK

BOY, Hilbertův žák, objevil plochu v roce 1902.

Jérome SOURIAU (syn matematika J. M. SOURIAUA) v roce 1981 uskutečnil první analytické znázornění. Poloempirická metoda se zakládá na přiřazení povrchových poledníků k elipsám, které jsou poté parametrované.

Bod je určen:

$$\begin{cases} x = X_1 \cos\mu - Z_1 \sin\alpha \sin\mu \\ y = X_1 \sin\mu + Z_1 \sin\alpha \cos\mu \\ z = Z_1 \cos\alpha \end{cases} \qquad \begin{cases} X_1 = \dfrac{A^2 - B^2}{\sqrt{A^2+B^2}} + A\cos\theta - B\sin\theta \\ Z_1 = \sqrt{A^2+B^2} + A\cos\theta + B\sin\theta \end{cases}$$

$$\alpha = \frac{\pi}{8}\sin 3\mu \qquad \begin{cases} A(\mu) = 10 + 1{,}41\sin\left(6\mu - \pi/3\right) + 1{,}98\sin\left(3\mu - \pi/6\right) \\ B(\mu) = 10 + 1{,}41\sin\left(6\mu - \pi/3\right) - 1{,}98\sin\left(3\mu - \pi/6\right) \end{cases}$$

poledníky: křivky $\mu =$ konst.; θ v rozmezí od 0 do 2π, μ v rozmezí od 0 do π.

Níže napsaný program BASIC udává nákres znázorněný na titulní straně.

```
1  REM  TRACE MERIDIENS DE LA SURFACE DE BOY
3  HOME : TEXT
50 PI = 3.141592:P3 = PI / 3:P6 = PI / 8:P8 = PI / 8
60  HGR : HCOLOR= 3
90  FOR MU = 0 TO PI STEP 0.1
95 P = P + 1
100 D = 34 + 4.794 *  SIN (6 * MU - P3)
110 E = 6.732 *  SIN (3 * MU - P6)
120 A = D + E:B = D - E
130 SA =  SIN (P8 *  SIN (3 * MU))
140 C2 =  SQR (A * A + B * B):C3 = (4 * D * E) / C2
160 CM =  COS (MU):SM =  SIN (MU)
180  FOR TE = 0 TO 6.288 STEP .06
190 TC = A *  COS (TE):TS = B *  SIN (TE)
200 X1 = C3 + TC - TS
210 Z1 = C2 + TC + TS
250  REM  VOICI LES 3 COORDONNEES
300 X = X1 * CM - Z1 * SA * SM
310 Y = X1 * SM + Z1 * SA * CM
350  REM  PROGRAMME DE DESSIN
360  HPLOT 130 + X,80 + Y
400  NEXT TE: NEXT MU
```