



# Ze života hvězd

Když shořely první hvězdy, daly vesmíru tolik potřebné těžší prvky. Z nich pak vznikaly nové stálice, planety a také život. Jak to celé začalo? O zrození hvězd a vývoji galaktických ostrovů jsme si povídali s Richardem Wünschem z Akademie věd, který se zabývá numerickým modelováním mezihvězdné hmoty

Ptala se Jana Žďárská

## ? Co všechno utváří současný vesmír?

Jeho nejdůležitější složky jsou elektromagnetické záření, baryonová a temná hmota a temná energie. Elektromagnetické záření představuje především reliktní záření, ale také záření hvězd, plynu a prachu. Další složku tvoří baryonová hmota, k níž řadíme plyn, hvězdy a běžné částice, například protony a neutrony – elektrony se k ní počítají také, i když technicky vzato nejde o baryony. Důležitou součástí vesmíru pak reprezentuje temná hmota, která se sice podobá té baryonové, ale nevydává elektromagnetické záření. Jedná se pravděpodobně o zatím neznámé částice. A poslední složkou je hypotetická temná energie, odpovědná za urychlování expanze vesmíru. V současné době nevíme, zda jde o částice, nebo jen o vlastnost gravitace, či dokonce o jinou sílu, které zatím nerozumíme.

## ? V jakém poměru jsou uvedené složky v kosmu zastoupeny?

Jejich hmotnostní poměry se během vývoje vesmíru mění. Podle standardního

kosmologického modelu, založeného na analýze reliktního záření a dalších pozorováních, tvoří v současnosti temná energie 72,8 procenta, temná hmota 22,7 procenta a baryonová hmota 4,5 procenta hmotnosti vesmíru. Hmotnost elektromagnetického záření je zanedbatelná, pouze 0,001 procenta, ale v minulosti byl jeho podíl větší. Ještě podotknu, že na samotné hvězdy připadá asi jen devítina baryonové hmoty, tedy 0,5 procenta hmotnosti vesmíru.

## ? Kde se tedy nachází její zbytek?

Většina baryonové hmoty je rozptýlena v řídkém plynu mezi galaxiemi. Dřív se jí říkalo ztracená baryonová hmota, protože jsme ji ještě neuměli detekovat, dnes už ovšem metody její detekce známe. Je také třeba dodat, že se uvedená čísla mohou v blízké budoucnosti změnit. Kosmologové nyní pozorují rozdíl mezi rychlostí expanze spočítané z reliktního záření i z jiných metod. Nejpravděpodobnější vysvětlení zní, že je naše představa o temné energii příliš zjednodušená a budeme ji muset zrevidovat.

## ? Je pravda, že baryonová hmota může zářit a tím se také ochlazovat, ale temná hmota to neumí?

Ano, některé částice baryonové hmoty – tedy protony a elektrony – jsou elektricky nabitě, takže mohou vyzařovat elektromagnetické záření v podobě fotonů. Děje se tak při jejich vzájemných srážkách, přeskokách mezi energetickými hladinami v atomech, a obecně kdykoliv se pohybují se zrychlením. Důsledkem je fakt, že baryonovou hmotu můžeme pozorovat, a navíc zářením skutečně ztrácí energii a ochlazuje se. Temná hmota elektromagneticky neinteraguje, a zářením se tedy chladit nemůže. Interaguje však gravitačně, díky čemuž o ní víme – a doufáme, že interaguje slabě, protože na tom stavějí metody její přímé detekce.

## ? Kdy vznikly první hvězdy, hvězdokupy a galaxie?

Na počátku kosmu existovala jen temná energie ženoucí jeho expanzi, záření, temná hmota a postupně chladnoucí plyn

**Hvězdy určují chemický vývoj vesmíru. Jejich život začíná v hustém molekulárním oblaku. Jedna z takových hvězdných porodnic, Sh2-106 ze souhvězdí Labutě, je zachycena na snímku. Její bipolární strukturu utváří mladá hmotná hvězda, z jejíž polů unikají výtrysky horkého plynu**

baryonové hmoty. Vesmír se rozpínáním ochlazoval, a směs temné a baryonové hmoty tak časem podléhala vlastní gravitaci, díky níž se v původně téměř homogenním kosmu utvářely první struktury. Temná a baryonová hmota se shromažďovaly do vrstev a později do vláken, která se nakonec rozpadla na jednotlivé objekty – zárodky prvních galaxií. Díky gravitačnímu kolapsu se protogalaxie opět ohřály. Temná hmota se neměla jak ochladit, proto se zformovala do víceméně sférických objektů, v nichž se gravitace nachází v rovnováze s tlakem – tedy do galaktických hal. Baryonová hmota, které je pětikrát méně, sledovala kolaps temné hmoty; a protože se mohla zbavit části své energie elektromagnetickým zářením, pokračovala v kolapsu až do relativně tenkých disků, v nichž pak vznikaly první hvězdy.

### ? Proč právě do disku, a nikoliv do hmotného bodu?

Protože protogalaxie díky prvotním náhodným poruchám vždy alespoň trochu rotovaly a během kolapsu se rotace ještě urychlila. Je to dáno zákonem zachování momentu hybnosti.

## Kdo je...

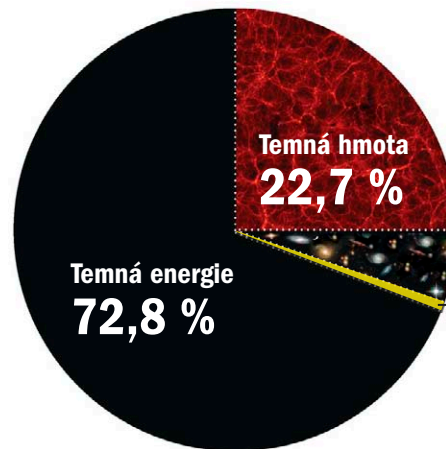
### Mgr. Richard Wunsch, Ph.D.

Vystudoval Matematicko-fyzikální fakultu Univerzity Karlovy, kde získal titul Ph.D. za práci na téma „Gravitační nestability v expandujících obálkách mezihvězdného plynu“. Na dvouletém postdoktorandském pobytu ve Varšavě se zabýval modelováním protoplanetárních disků a nestabilit vedoucích ke vzniku planet. V letech 2007–2009 pracoval jako „Marie Skłodowska-Curie fellow“ na univerzitě v britském Cardiffu. V současnosti působí na Astronomickém ústavu AV ČR coby



vedoucí Oddělení galaxií a planetárních systémů. Zabývá se fyzikou mezihvězdné hmoty, vznikem hvězd i hvězdokup a tím, jak tvorba hvězd ovlivňuje vývoj galaxií.

## Co tvoří vesmír



**Baryonová hmota v současnosti tvoří jen asi 4,5 % hmotnosti vesmíru. Na samotné hvězdy z ní ovšem připadá jen asi devítina, tedy 0,5 % hmotnosti kosmu**

## Všechny prvky těžší než vodík a helium vznikají ve hvězdách, které tak určují chemický vývoj vesmíru

### ? Tvoří temná hmota součást galaxií i hvězdokup?

Galaxie ji obsahují. Temná hmota však bez chlazení nemůže z kondenzovat do tak malých objektů, jako jsou hvězdokupy. Ty tedy samozřejmě obsahují temnou hmotu patřící mateřské galaxii, ale její hustota není oproti okolí vyšší.

### ? Vznik prvních galaxií a hvězd si vědci mohou jen představovat. Dokážeme jednou takový proces i pozorovat?

V současnosti to neumíme, ale ke skutečnému pozorování by mohl zásadně napomocet Vesmírný dalekohled Jamese Webba. Zatím můžeme vznik a další vývoj galaxií poměrně dobře modelovat na superpočítačích. Víme, že první hvězdné ostrovy byly relativně málo hmotné – o stovkách milionů až miliard hmotností Slunce, jako dnešní trpasličí galaxie – ale postupně se srážely a spojovaly, takže nakonec vznikly velké galaxie jako Mléčná dráha.

### ? Vraťme se k tvorbě hvězd: Proč je důležité se danou otázkou zabývat?

Jeden důvod je antropocentrický – příběh vzniku našeho Slunce tvoří součást našeho vlastního původu. Se zrozením hvězd se pojí tvorba planet, takže zformování Země a celé naší soustavy přímo souvisí se zrodem Slunce, a tudíž s teorií tvorby hvězd. V podstatě všechny prvky těžší než vodík a helium vznikají ve hvězdách, které tak určují chemický vývoj vesmíru. Hrají také důležitou roli ve vývoji galaxií: Svým zářením, hvězdnými větry a některé z nich i výbuchy supernov poskytují energii, jež v galaktických ostrovech udržuje koloběh hmoty mezi

**Naše Galaxie vlastní asi 150 kulových hvězdokup. Snímek zachycuje kupu M3 ze souhvězdí Honicích psů, která se pro svůj rekordní počet proměnných hvězd stala nejčastěji pozorovatelnou kulovou hvězdokupou**

jednotlivými složkami mezihvězdného plynu a hvězdami samotnými.

**? Zodpovídají hvězdy i za vznik elektromagnetického záření?**

Ano, hvězdy jsou přímo či zprostředkovaně zodpovědné za většinu elektromagnetického záření, které k nám z kosmu přichází. A drtivou část informací o vesmíru získáváme právě díky němu – s výjimkou částic kosmického záření, neutrin a odnedávna



**Nejvíce se rodí málo hmotných stálic – červených trpaslíků – a nejméně pak těch nejhmotnějších hvězd, zářících modrobíle**

těž gravitačních vln. Proto je tak důležité pochopit, jak se hvězdy utvářejí.

**? Hvězdy se rodí v molekulárních oblacích. Jak takové mračno vypadá a z čeho se skládá?**

Molekulární oblak sestává z mezihvězdného plynu a obsahuje také určité množství prachu, typicky jedno procento hmotnosti. Jde o natolik husté a velké objekty, že díky obsaženému prachu zastiňují světlo hvězd

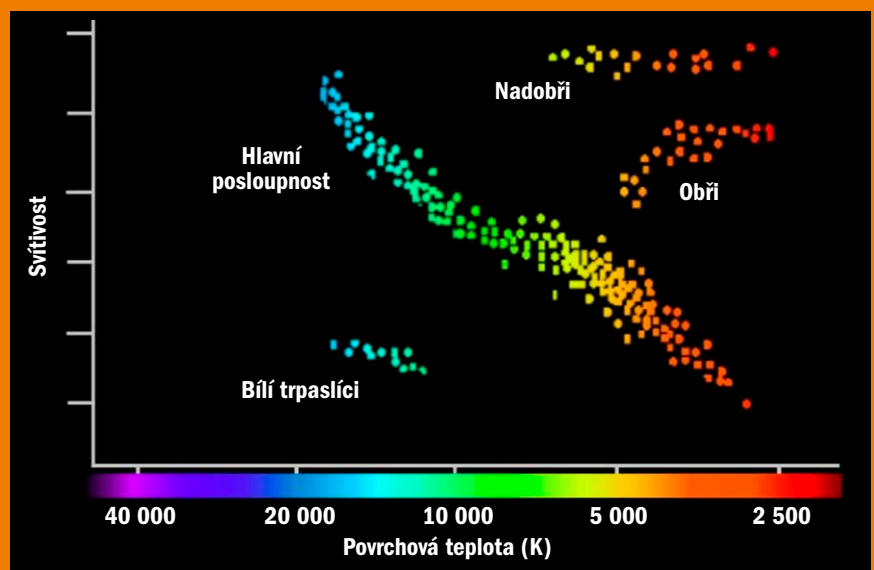
za nimi, a na obloze je proto sledujeme jako temné oblasti. Za dobrých podmínek je lze pozorovat i pouhými očima: Jsou zodpovědné například za temné oblasti – pásy či jakési rozdvojení – Mléčné dráhy na nebi.

**? Jak tvorba hvězd ve zmíněných oblacích probíhá?**

Plyn v molekulárních oblacích díky své relativně vysoké hustotě ještě víc září a ochladí se až na stovky kelvinů. Tím se velmi sníží tlak a oblak začne gravitačně kolabovat. Protože se kolaps odehrává nadzvukovou rychlostí, oblak je obrovský – řádově desítky parseků – a řídký plyn má nepatrnou viskozitu, stane se proudění plynu turbulentním, a tudíž i velmi

**Hvězdná pout'**

Hertzsprungův–Russellův (HR) diagram vyjadřuje závislost povrchové teploty hvězd na jejich svítivosti nebo absolutní magnitudě v různých fázích vývoje. Hvězdy nezaplňují celý diagram rovnoměrně, ale shlukují se na určitých místech podle stáří, velikosti a hmotnosti. Na vodorovné ose je zanesena teplota, svislá osa popisuje svítivost, popřípadě absolutní magnitudu kalibrovanou podle Slunce. **Převážná část hvězd včetně té naší se kupí kolem diagonály, v tzv. hlavní posloupnosti.** Hvězdy tam setrvávají až 90 % svého života, v dané fázi se v jejich nitru spaluje vodík na helium a zůstávají poměrně stabilní.



chaotickým. Díky gravitaci a turbulenci vzniknou v oblaku hustá vlákna a rozpadnou se na sférické objekty, takzvaná jádra molekulárních oblaků nebo také globule.

### ? Globule již představují přímo zárodky hvězd. Jaké procesy v nich probíhají?

Jedná se o nejhustší a nejchladnější složky mezihvězdného plynu. Hustota v nich přesahuje milion molekul na centimetr krychlový a teplota se ustálí okolo deseti Kelvinů. Jejich poloměr dosahuje asi desetiny parseku a hmotnost se pohybuje od desetin do sta ekvivalentů Slunce. Tyto zárodky se dalším gravitačním kolapsem přemění na hvězdu, dvojhvězdu (nejčastěji) nebo vícehvězdný systém.

### ? Uvnitř globule vznikne hustá a chladná koule plynu, protohvězda. Jak se z ní stane zářivá horká stálice?

Na protohvězdu se gravitačním kolapsem nabaluje stále víc plynu z okolních zbytků globule. Část ho také skončí v takzvaném protoplanetárním prachoplynném disku, rotujícím kolem protohvězdy. S rostoucí hmotností se protohvězda uvnitř v důsledku komprese stále víc ohřívá. Zároveň se tepelná energie přenáší směrem od jejího jádra k povrchu, kombinací záření a konvekce. Dané procesy také vytvářejí tlakovou sílu, jež zpomaluje a téměř zastavuje kolaps protohvězdy vlastní gravitací. Ohřívá látka stoupá ze středu k okrajům, kde se ochladí a klesá zpět k jádru. Tam se znovu ohřeje, přičemž se popsany děj mnohokrát opakuje. Teplota na povrchu se však mění jen málo.

### ? Vydává protohvězda záření už v popsaném stadiu?

Zatím ještě nezáří ve viditelném světle. Je na to příliš chladná, protože má na povrchu jen něco přes dva tisíce kelvinů. Stačí to ovšem, aby mohla zářit v infračerveném oboru.

### ? Kdy se zažehne termojaderná reakce?

Teplota ve středu protohvězdy je ovšem mnohem vyšší, a když dosáhne asi milionu Kelvinů, začnou se slučovat lehká atomová jádra na těžší a začnou probíhat termojaderné reakce. Nejdříve se poměrně rychle spálí deuterium a lithium na helium, později se slučuje vodík na helium. Daný bod se považuje za okamžik vzniku hvězdy. Gravitační kontrakce protohvězdy se zastaví, protože tok energie vznikající termonukleární reakcí vyrovná gravitační sílu a zajistí na dlouho rovnovážný stav hvězdy, která se „usadí“ na hlavní posloupnosti HR diagramu (*viz Hvězdná pouť*).

### ? Hvězdy se tedy rodí ve skupinách. Vznikají takto hvězdokupy? A jak velké hvězdy obsahují?

Ano, je to přesně tak. Jak molekulární oblak kolabuje, začnou se v něm v určitém okamžiku tvořit hvězdy a vznikne hvězdokupa. Popsaným způsobem se přitom rodí hvězdy nejrůznějších hmotností, od 0,08 zhruba do 120 ekvivalentů Slunce, a jejich rozdělení podle hmotnosti je v podstatě vždycky stejné, přinejmenším u hvězd vznikajících v naší Galaxii: Nejvíce se utváří málo hmotných hvězd – červených trpaslíků – nejméně pak těch nejhmotnějších, zářících modrobílým světlem.

### ? Molekulární oblak, v němž by se mohly ještě dlouho tvořit nové hvězdy, je však již během několika milionů let zničen: Dojde k ohřátí chladného plynu, jeho ionizaci a rozfoukání do okolí. Jaké jsou příčiny popsaného scénáře?

Hvězdy obíhají ve společném gravitačním potenciálu po velmi výstředných dráhách, orientovaných ve všech možných směrech. Vznikne tak víceméně sférický útvar složený

## Slovníček

**Reliktní záření** nebo též kosmické mikrovlnné pozadí vyplňuje celý vesmír a **pochází z období asi 380 tisíc let po Velkém třesku**. Jde o nejbližší, a tedy nejmladší „objekt“, který můžeme přímo pozorovat. Toto elektromagnetické záření představuje nejvýznamnější zdroj poznatků o mladém kosmu.

**Parsek (pc)** je jednotka vzdálenosti používaná v astronomii. V odborné literatuře mívá přednost před jednotkou světelného roku, jež se uplatňuje v populárně-naučných textech. Parsek vyjadřuje vzdálenost, ze které je pod úhlem jedné obloukové vteřiny vidět úsečka dlouhá 1 au, tedy zhruba 150 milionů kilometrů (astronomická jednotka odpovídá vzdálenosti Země–Slunce). Platí přitom, že **1 pc = 3,26 světelného roku**.

## Po zániku mateřského oblaku se hvězdokupa většinou rozpadne. Někdy se hovoří o syndromu náhlého úmrtí novorozeneých hvězdokup

z hvězd, a čím víc jich je, tím kulatěji útvar vypadá. Zároveň však hvězdy dále interagují s plynem molekulárního oblaku, v němž se rodí. Děje se tak prostřednictvím jejich záření a také hvězdných větrů, tedy plynu unikajícího rychlostí až tři tisíce kilometrů za sekundu z jejich povrchu. Zvláštní postavení mají hmotné hvězdy osmkrát přesahující hmotnost Slunce: Jejich záření a hvězdné větry jsou velmi energetické, navíc dané hvězdy na konci života explodují jako supernovy. A protože žijí velmi krátce, jen tři a půl až čtyři miliony let, odehrají se zmíněné výbuchy na začátku existence hvězdokupy. Ke zničení mateřského oblaku tak stačí, aby se na hvězdy přeměnilo jen několik procent jeho hmoty.

### ? Kolik hvězd se obvykle utvoří z jednoho oblaku?

Efektivita tvorby hvězd, tedy poměr hmotnosti vzniklé hvězdokupy a mateřského oblaku, je

poměrně malá. Pro vznik hvězd, který v současnosti za běžných podmínek v galaxiích probíhá, jde zhruba jen o tři až pět procent. Z jednoho oblaku tedy typicky vznikne od stovek do stovek tisíců hvězd.

### ? Co se s hvězdokupou děje po zničení molekulárního oblaku?

Když se z hvězdokupy odstraní velká část hmoty představující mateřský oblak, přestane být většinou gravitačně vázaná a rozpadne se. Její členky se pak volně roztýlí v galaxii. Někdy se hovoří o syndromu náhlého úmrtí novorozeneých hvězdokup.

### ? A může se stát, že se hvězdokupa nerozpadne?

Ano, takto nějak se utvořily kulové hvězdokupy, které se většinou vyskytují v galaktických halech. Jsou systematicky hmotnější než jejich protějšky vznikající v discích

## osobnosti Richard Wunsch

galaxií a vzešly nejspíš z velmi hmotných molekulárních oblaků. V jejich případě efektivita tvorby hvězd pravděpodobně výrazně přesáhla zmiňovaných pár procent: možná kvůli vysoké hmotnosti oblaku, možná z jiných, neznámých důvodů. Při jejich vzniku z nich byla odstraněna hmota oblaku, která odpovídala jen malé části celkové hmoty, takže zůstaly gravitačně vázané. V Mléčné dráze existuje asi sto padesát kulových hvězdokup a jsou velmi staré, skoro stejně jako samotný vesmír. Formovaly se tedy v době vzniku naší Galaxie.

## Kulové hvězdokupy v Mléčné dráze jsou staré jako sama Galaxie

### ? Co se děje se zbytkem hmoty zničeného molekulárního oblaku?

Většina se jí ohřeje zhruba na deset tisíc kelvinů a rozptýlí se v plynném galaktickém disku. Časem z ní vzniknou další molekulární oblaky a celý proces se opakuje, takže se trochu podobá koloběhu vody na Zemi. Určitá část se pak zahřeje na vysoké teploty, miliony kelvinů a víc, a spolu s hmotou hvězdných větrů a hmotou vyvrženou supernovami unikne mimo galaktický disk, do hala.

## Koloběh života

Hvězdy vznikají v hustých molekulárních oblacích a v závislosti na počáteční hmotnosti se jejich životní cesty ubírají dvěma směry: Hvězdy nízké hmotnosti (na ilustraci vlevo) se vyvíjejí pomalu. Nakonec odhodí své vnější vrstvy a utvoří tzv. planetární mlhovinu, v jejímž nitru se ukrývá odhalené jádro v podobě bílého trpaslíka. Ten se za dlouhé miliardy let stane černým trpaslíkem. Takový osud čeká i naše Slunce.

Oproti tomu masivní hvězdy (vpravo) žijí kratší dobu a svůj rychlý vývoj zakončí dramatickou explozí supernovy. Podle hmotnosti zbytku se promění v neutronovou hvězdu, nebo černou díru. Ať už se hvězda vydá kteroukoliv cestou, část svého materiálu vrací do mezihvězdného prostoru. Supernova navíc molekulární mračna obohatí o cenné těžké prvky.

### ? V souvislosti s tvorbou hvězd se zmiňuje i pojem „metalický déšť“.

#### Můžete nám ho přiblížit?

Hmota vyvržená supernovami a hvězdné větry obsahují prvky těžší než vodík a helium. Astronomové je všechny z historických důvodů nazývají kovy – nejběžnější „kovy“ ve vesmíru představují uhlík a kyslík. Zmíněná hmota tedy unikne jako horký plyn do galaktického hala, nějakou dobu tam zůstane, časem se ochladí a utvoří hustší chladnější oblaky. Ty pak vlivem gravitace spadnou na galaktický disk, přičemž se jim říká metalický nebo kovový déšť. Popsaným způsobem se kovy distribuují po galaxii, a navíc to velmi pěkně zapadá do zmiňované analogie s koloběhem vody.

### ? Přesuňme se nyní do naší Galaxie.

#### Jak je velká a jakou má hustotu?

Mléčná dráha představuje velkou diskovou galaxii a skládá se z víceméně sférického hala temné hmoty, do něž se noří rotující disk plynu a hvězd. Malé množství hvězd a plynu se nachází také v halu. Hvězdný disk obsahuje několik stovek miliard hvězd a je asi desetkrát hmotnější než disk plynu. Ten je tenčí, s tloušťkou okolo sta parseků, a sahá zhruba padesát kiloparseků od středu Galaxie, zatímco hvězdný disk má poloměr přibližně „jen“ dvanáct kiloparseků. Typická hustota zmíněného plynu činí asi jeden atom na centimetr krychlový a jeho teplota dosahuje necelých deseti tisíc kelvinů. Hvězdy i plyn v disku Mléčné dráhy obíhají kolem jejího

středu a díky souhře rotace a gravitace se plyn zahušťuje v takzvaných spirálních ramenech, kde vznikají molekulární oblaky, ve kterých se pak rodí hvězdy.

### ? Jak rychle se hvězdy v Galaxii tvoří?

#### A může se stát, že se všechnen plyn pro jejich vznik vyčerpá?

V Mléčné dráze vznikají hvězdy poměrně rychle, asi v ekvivalentu tří hmotností Slunce za rok. Popsanou rychlostí by se všechnen plyn v disku spotřeboval přibližně za dvě miliardy let. Protože je Galaxie mnohem starší – přes třináct miliard roků, tedy téměř jako vesmír – nejpravděpodobnější vysvětlení zní, že nějaký plyn také průběžně získává. Jelikož víme, že většinu baryonové hmoty tvoří řídký plyn mezi galaxiemi, přirozeně očekáváme, že se jeho část chladí a „natéká“ do galaxií. Jedná se však o otevřený problém: Zatím se nepodařilo detekovat přitékající plyn přímo.

### ? Tvoří se tedy nové stálice v každé galaxii?

Záleží na tom, zda má galaxie dostatek plynu pro vznik molekulárních oblaků. Galaxie můžeme rozdělit na modré, kde hvězdy vznikají, a na červené, které je netvoří, takže se jim někdy říká mrtvé. První zmíněné jsou modré proto, že jejich světlu dominují mladé horké hvězdy zářící bílomodře. A protože září opravdu hodně, všechny okolní hvězdy přesvítlí.



Vizualizace zobrazuje „mrtvou“ galaxii MASC 2129-1 (vpravo) ve srovnání s Mléčnou dráhou. Zatímco naše Galaxie má množství modře zářících oblastí tvorby nových hvězd, mrtvou galaxii, v níž se už žádné stálce nerodí, zbarvuje žluté světlo starší hvězdné populace



### ? Jak vypadá galaxie, kde se hvězdy již netvoří? Zanikne?

Vyskytují se v ní převážně červené trpasličí, málo hmotné hvězdy, jež září velmi slabě. Zato mohou žít velmi dlouho, až biliony let – tedy mnohem déle, než existuje vesmír. Jinak ovšem taková galaxie nemá důvod zanikat. Prostě se jen vyvíjí extrémně pomalu a vládne v ní nuda, alespoň z pohledu astrofyziků studujících tvorbu hvězd.

### ? Jak se stane, že z některé galaxie „životodárný“ plyn unikne?

Může k tomu dojít například při srážce dvou podobně hmotných galaxií. Část plynu je při kolizi vyvržena mimo galaxie



a část se spotřebuje na intenzivní tvorbu hvězd, která v takové situaci započne.

### ? Hrozí podobná srážka i Mléčné dráze?

Ano, a dokonce se to právě děje: Mléčná dráha totiž v současnosti pohlcuje trpasličí galaxii Sagittarius. Aktuální modely vývoje vesmíru ukazují, že velké hvězdné ostrovy vznikají postupnými srážkami

Tykadla, ve vzdálenosti přibližně dvaceti megaparseků.

### ? Existuje nějaká dosud nezodpovězená otázka z oblasti tvorby hvězd, na kterou byste si vy osobně přál znát odpověď?

Rád bych věděl, jak vypadaly první hvězdy v galaxiích na počátku vesmíru. Zmíněná část kosmu zatím zůstává mimo dosah našich přístrojů. Prvním hvězdám se

## Opakující se proces rozpadu a vzniku molekulárních oblaků se trochu podobá koloběhu vody na Zemi

těch menších. Mléčná dráha má stejný původ a zažila už mnoho kolizí. Popsaný proces navíc pokračuje. Okolo našeho galaktického domova obíhá několik desítek satelitních trpasličích galaxií, které se s ním postupně srazí a stanou se jeho součástí. Nejznámější z nich představují Magellanova mračna.

### ? A mohou se srazit velké diskové galaxie? Došlo by tak k jejich zániku?

Při kolizích velkých diskových galaxií vznikají rozměrné eliptické galaxie. Stejný osud zřejmě potká i Mléčnou dráhu a M31 neboli galaxii v Andromedě, jež se téměř jistě srazí – podle odhadů přibližně za osm miliard let. Při kolizích však hvězdné ostrovy nezanikají, nýbrž splynou. Podobnou událost můžeme dokonce pozorovat, a to poměrně nedaleko: Jedná se o galaxie NGC 4038 a NGC 4039 alias

trochu nelogicky říká hvězdy populace III a nejspíš byly velmi hmotné: Konkrétně dosahovaly stovek, možná i tisíců ekvivalentů Slunce. Celý hvězdotvorný proces ve vesmíru přitom odstartovaly a dost možná souvisejí s mnoha dalšími záhadami, například se zrodem kulových hvězzdokup či obíhání černých děr v centrech galaxií. Existuje značná šance, že nám chystané přístroje – jako obří pozemní teleskop ESO/ELT či Vesmírný dalekohled Jamese Webba – zprostředkují o prvních hvězdách a galaxiích nové poznatky. ↻

*Mgr. Jana Žďárská působí jako místopředsedkyně Kosmologické sekce České astronomické společnosti, pracuje na Fyzikálním ústavu AV ČR. K astronomii ji v dětství přivedl otec, v rámci její popularizace se věnuje ponejvíc rozhovorům s vědeckými osobnostmi a reportážím z astronomických akcí*