

ZMIZÍ NEBO ZŮSTANE

Cíl

Žáci se seznámí s kondenzačními čarami za letadly a naučí se rozlišovat jejich 3 typy. Díky aktivitě si žáci uvědomí, že kondenzační čáry představují oblačnost přímo způsobenou člověkem.

Přehled

Žáci budou zkoumat rozdíly mezi třemi typy kondenzačních čar. Různé typy čar pro názornost ztvární na modrý papír pomocí bílé barvy. Poté budou kondenzační čáry pozorovat venku na obloze a zaznamenávat svá pozorování. Po patnácti minutách provedou další sledování, aby viděli, jak se změnily kondenzační čáry, které pozorovali.

Přínos pro žáky

Žáci budou schopni: (1) rozeznat tři typy kondenzačních čar; (2) pochopit, že kondenzační čáry jsou vytvářeny proudovými letadly; a (3) rozumět tomu, že některé kondenzační čáry se stanou oblaky.

Čas

- První část: 30 minut (nebo 60 minut celkem)
- Druhá část: 30 minut

Úroveň

Lehké – nejvhodnější pro žáky 1.–5. tříd

Pomůcky

- Sešit *Víš, že oblaka mají jména?*
- Příklad pracovního listu *Zmizí nebo zůstane?*
- Malé plastové kelímky na barvu
- Bílé tempery
- Štětce (jeden ke každému kelímku s barvou)
- Voda
- Lepidlo
- Nůžky

Pro každého žáka:

- Brčko – přestříhnout v půlce, stačí kratší kousek
- Modrý papír
- Vystřižnutá proudová letadla (3 kusy na žáka, viz str. 6)
- Lepenka nebo pevný papír



Příprava

- Přečtěte si sešit *Víš, že oblaka mají jména?* – buď jej třídě přečtete nahlas, nebo nechte žáky, aby si jej přečetli sami. Sešit si můžete stáhnout na www.globe-czech.cz/cz/materialy
- Na lepenku nebo pevný papír nakreslete svislé čáry.
- Připravte kelímky s barvou a vodu.

POZNÁMKY PRO UČITELE

Kondenzační čáry za letadly jsou oblaka, která vznikají, když se vodní pára sráží a zmrzne na malých částicích (aerosolech), které se vyskytují ve výfukových plynech letadel. Část vodní páry pochází z okolního vzduchu a část pochází z výfukových plynů letadla. Všechny kondenzační čáry jsou tvořeny stejnými materiály a stejným způsobem, avšak vyskytují se po různě dlouhou dobu. Kvůli rozdílné „životnosti“ se kondenzační čáry dělí na tři skupiny: krátkodobé, trvalé nerozšiřující se a trvalé rozšiřující se.

1. *Krátkodobé kondenzační čáry (Short-lived contrails)* vypadají jako krátké bílé čáry, které se tvoří za letadlem a mizí skoro tak rychle, jak se letadlo pohybuje po obloze. Vzduch, kterým letoun prolétá, je trochu vlhký a je v něm k dispozici pouze malé množství vodní páry k vytvoření kondenzační čáry. Ledové částice, které se rychle tvoří, se znovu vypaří.



Obrázek 1. Krátkodobá kondenzační čára (foto NASA)

2. *Trvalé úzké kondenzační čáry, které se nerozšiřují (Persistent, non-spreading contrails)* vypadají jako dlouhé bílé čáry, které zůstávají viditelné i poté, co letadlo opustilo prostor. To ukazuje, že vzduch, kterým letoun prolétá, má k dispozici více vlhkosti než pro krátkodobé kondenzační čáry. Trvalé kondenzační čáry se dále dělí na dvě kategorie: ty, které se rozšiřují a ty, které se nerozšiřují. Trvalé kondenzační čáry vypadají jako dlouhé úzké čáry bílou tužkou přes oblohu.



Obrázek 2. Trvalá úzká kondenzační čára, která se nerozšiřuje (foto NASA)

3. *Trvalé kondenzační čáry, které se rozšiřují (Persistent, spreading contrails)* zpočátku vypadají jako dlouhé bílé čáry. Pak se zdá, že se mění na cirrocumulus nebo oblaka cirrus. Tento typ kondenzačních čar s největší pravděpodobností ovlivní klima, protože pokrývá větší plochu a vydrží déle než krátkodobé a trvalé nerozšiřující se kondenzační čáry.



Obrázek 3. Trvalá kondenzační čára, která se rozšiřuje (foto NASA)



Protože se kondenzační čáry tvoří ve vysokých nadmořských výškách, kde jsou obvykle velmi silné větry, posouvají se z oblastí, ve které vznikly.

Kondenzační čáry jsou oblaky „způsobené člověkem“, protože jsou tvořené vodní párou pocházející ze vzduchu a proudových letadel, která kondenzuje na částicích z výfukových plynů letadel. Další typy oblaků jsou také tvořeny vodní párou, která se sráží na částicích přítomných v atmosféře (částice pocházejí i z jiných zdrojů, jako jsou sopky nebo prachové bouře, ne výhradně z výfukových plynů letadel).

Kondenzační čáry se tvoří výhradně ve velmi vysokých nadmořských výškách (obvykle přes 8000 m), kde je vzduch extrémně studený (méně než -40°C). Ostatní oblaky mohou vzniknout v různých výškách, od oblaků velmi nízko nad zemí, jako je mlha, až po ty velmi vysoko nad zemí, jako jsou oblaka typu cirrus.

Je důležité kondenzační čáry zkoumat, protože oblaka mají obrovský vliv na zemský systém. Jakákoliv změna v globálním oblačném pokrytí může přispět k dlouhodobým změnám zemského klimatu. Taktéž jakákoliv změna v klimatu Země může mít dopad na přírodní zdroje. Kondenzační čáry

za letadly, zejména trvalé kondenzační čáry, představují člověkem způsobený nárůst oblačnosti na Zemi a mohou ovlivňovat klima.

Vědci se nejvíce zajímají o trvalé kondenzační čáry, protože vytvářejí dlouhotrvající a někdy rozsáhlé oblaky, které by se v atmosféře normálně nevytvořily. Trvalé kondenzační čáry za letadly mohou vydržet hodiny až dny a rozprostírají se přes tisíce čtverečních kilometrů, časem se stávají nerozeznatelnými od přirozeně se vyskytujících cirrů nebo cirrocumulů.

Vědci mají z kondenzačních čar obavy, protože předpokládaný nárůst letecké dopravy by mohl vést k dalšímu zvětšení oblačného pokrytí oblohy. Znalost toho, kdy a kde se kondenzační čáry tvoří, je klíčem k určení jejich přispění k oblačnému pokrytí oblaky cirrus a jejich vlivu na energetickou rovnováhu. Proto je důležité sbírat informace také o krátkodobých kondenzačních čarách.

Poznámka: v této aktivitě je použití barvy analogií toho, co se děje při tvorbě kondenzačních čar. Vysvětlíte prosím žákům, že nevytvářejí stejný proces, který probíhá v atmosféře při vytváření kondenzačních čar.

Co a jak dělat

První část:

(V této části se osvědčilo vytvořit ve třídě více stanovišť, kde se žáci střídají v aktivitách.)

- Poskytněte žákům tři kelímky s barvou, štětec v každém kelímku a čtvrtku modrého papíru (obyčejný, savý papír funguje nejlépe). Označte a naplňte kelímky podle následujících poměrů (barva: voda)
 - Kelímek A (Krátkodobé kondenzační čáry) – dejte do kelímku bílou barvu a rozřeďte ji vodou (1:6)
 - Kelímek B (Trvalé nerozšiřující se kondenzační čáry) – naplňte kelímek hustou bílou barvou (1:0)
 - Kelímek C (Trvalé rozšiřující se kondenzační čáry) – dejte do kelímku bílou barvu a rozřeďte ji vodou (1:3)
- Dejte každému žákovi tři samolepky letadel a požádejte je, aby samolepky rovnoměrně rozmístili na okraj papíru. Můžete také okopírovat obrázky letadel, které naleznete na konci této lekce, a nechat žáky, aby na své papíry letadla nalepili lepicí páskou nebo lepidlem. Letadlo by mělo být nalepené tak, jakoby vylétalo z papíru pryč.



Obrázek 4: Vytváření kondenzačních čar na modrém papíru



3. Ukažte žákům, jak namalovat tři typy kondenzačních čar na papír.

- **Krátkodobé kondenzační čáry:** namočte štětec do kelímku „A“. Začněte u ocasu letadla a vytvořte čáru přes celý papír. Pozorujte ji. Foukejte na ni brčkem, aby uschla rychleji. Čára bude pomalu mizet.
- **Trvalé nerozšiřující se kondenzační čáry:** namočte štětec do kelímku „B“ a dobře barvu promíchejte. Pak udělejte přes papír čáru. Začněte u ocasu letadla. Tato čára zůstane bílá a výrazná i poté, co na ni budete foukat brčkem, abyste ji osušili.
- **Trvalé rozšiřující se kondenzační čáry:** namočte štětec do kelímku „C“. Začněte u ocasu letadla a vytvořte čáru přes celý papír. Čára se rozšíří, ale zůstane stejná i poté, co na ni budete foukat brčkem, abyste ji osušili.

4. Zdůrazněte, že všechny kondenzační čáry, stejně jako oblaka, nakonec z oblohy zmizí.

5. Nechte žáky, aby po názorné ukázce učitele pracovali samostatně a zkusili si předvedené kroky sami. Žáci mohou opatřit své tři typy kondenzačních čar popiskem, aby jim to pomohlo lépe si zapamatovat která je která.

Druhá část:

Tato část přirozeně navazuje na předchozí. Poté, co žáci experimentovali se třemi typy kondenzačních čar, je vezměte ven, aby pozorovali kondenzační čáry na obloze během dne, kdy jsou kondenzační čáry viditelné.

1. Rozdejte žákům kusy lepenky, pevného papíru nebo tmavšího papíru s pevnou podložkou o velikosti, která je pro jejich věk přiměřená. Než je žákům rozdáte, namalujte uprostřed vrislou čáru. Ukažte žákům *Příklad pracovního listu Zmizí nebo zůstane* (str. 7), aby viděli, co mají dělat.
2. Abyste se ujistili, že žáci chápou, kde se na obloze nacházejí kondenzační čáry, nechte je namalovat malé budovy nebo stromy na spodním okraji obrázku, aby naznačily horizont. To poskytne žákům správnou perspektivu, uvědomí si lépe, že kondenzační čáry se nenacházejí přímo nad domem či stromem, ale mnohem výše na obloze. Využít můžete i plakát GLOBE mraky, kde je znázorněno, v jakých výškách létají letadla.
3. Vezměte žáky ven pozorovat a povídat si o kondenzačních čarách, které vidí. Těsně před tím, než půjdete ven, poznamenejte si do levého horního rohu papíru, kolik je hodin.
4. Když se žáci vrátí dovnitř, dejte jim znovu tři kelímky s bílou barvou. Požádejte je, aby na levou stranu papíru namalovali kondenzační čáru/čáry, které pozorovali. Podívejte se na *Příklad pracovního listu pro žáky k aktivitě* na konci této aktivity.
5. Nechte žáky vytvářet hypotézu, co si myslí, že se s kondenzačními čarami stane po 10 minutách od jejich prvního pozorování.
6. Po 10 minutách vezměte žáky opět ven, aby pozorovali kondenzační čáry, které předtím zakreslili. Požádejte je, aby na pravou stranu svého papíru namalovali, jak kondenzační čáry vypadají nyní. Jejich obrázky by měly být jiné, než ty původní. Toto by jim mělo pomoci pochopit, že se kondenzační čáry mění v čase.
7. Nechte žáky sdílet jejich pozorování a výsledky s celou třídou. Odpovězte si společně na otázky *Kolik kondenzačních čar jste viděli? Byly všechny stejného typu? Pokud ne, čím by to podle vás mohlo být způsobené?*

Přizpůsobení pro mladší a starší žáky

Mladší žáci: Požádejte žáky, aby si vyklidili lavice. Poté, co s žáky proberete tři typy kondenzačních čar, dejte každému žáku kousek pěny na holení a nechte je vytvořit tři typy kondenzačních čar na lavici nebo na papír.



DALŠÍ BádÁNÍ

- **Vzdělávací aktivita pro starší žáky:**

Vytvořte s celou třídou *akrostich*, kde použijete slova „contrails“ nebo „kondenzační čáry“, případně jiná slova související s tématem (letadlo, oblaka aj. *Akrostich* je báseň, v níž počáteční písmena každého verše tvoří slovo. Možná budete muset žáky v tomto procesu vést. Konečný výsledek by měl být něco, co si můžete pověsit ve třídě, aby se ostatní mohli podívat.

- **Vzdělávací aktivita pro mladší žáky:**

Udělejte s žáky interaktivní psací aktivitu o kondenzačních čarách, tzv. *Predictable chart* (předvídatelná tabulka). Začněte tím, že napíšete „KONDENZAČNÍ ČÁRY“ na horní okraj flipchartového papíru. Dále dejte třídě příklad první věty ústně i písemně. První věta může znít takto: „Jsou dlouhé (paní učitelka).“ Po vaší větě nechte ostatní žáky vám diktovat větu za pomoci stejného předvídatelného vzoru / asociací. Příklady žáků mohou být: „Jsou bílé (Kristýna). Jsou vysoko na obloze (David).“ Nezapomeňte napsat jejich jméno za větou (v závorkách). Takto může každé dítě přispět do tabulky a podílet se na aktivitě. Pokračujte v tomto procesu, dokud nebude mít každé dítě na flipchartu vlastní větu. Pak znovu přečtěte všechny věty, aby je žáci slyšeli. Pokud chcete v aktivitě pokračovat dále, запиšte myšlenku žáka na proužek papíru, nechte je papír rozstříhat a nalepit na jiný papír ve správném pořadí spolu s jejich jménem, a pak je nechte ještě nakreslit obrázek jejich věty. Vystavte je na nástěnce, nebo je shromážděte do třídní knihy.

- **Pozorování oblaků – GLOBE Cloud Protocols:**

Začněte s třídou pozorovat oblaka a sdílet výsledky svých pozorování v databázi. Více informací o tom, jak zaznamenávat situaci na obloze, jak formulovat výzkumnou otázku a sbírat data o oblačnosti, naleznete v manuálu pro učitele GLOBE Meteorologie (metodika a pracovní listy), dostupném na www.globe-czech.cz/cz/materialy, v originále na www.globe.gov.

- **Bádání o kondenzačních čarách:**

Proveďte vědecký výzkum kondenzačních čar. Vy a vaši žáci můžete zkoumat otázky jako: *Kolik je kondenzačních čar během různých dnů v týdnu? Jak ovlivňuje směr větru / teplota typ kondenzačních čar, které vidíme na obloze? Jak souvisí vítr na úrovni země se směrem pohybu oblaků nahore?* Nebo sestavte počty kondenzačních čar, které vaše třída pozoruje během různých ročních období, abyste zjistili, jak je ovlivňuje roční doba. Toto může být nejnázřejší realizovatelné se žáky na prvním stupni, ale také to vyžaduje nejdelší čas.

- **Kalendář kondenzačních čar:**

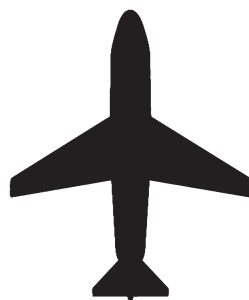
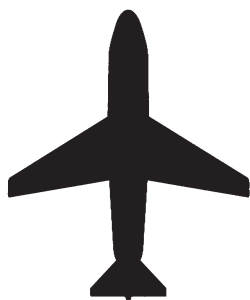
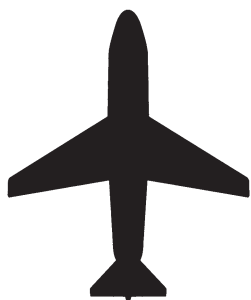
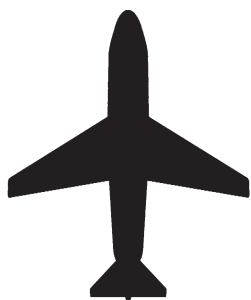
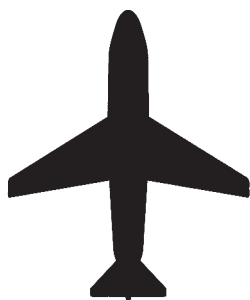
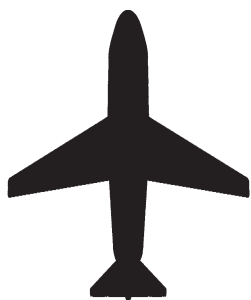
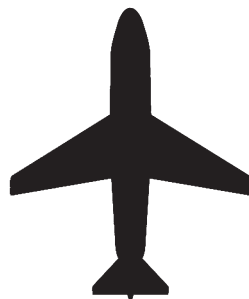
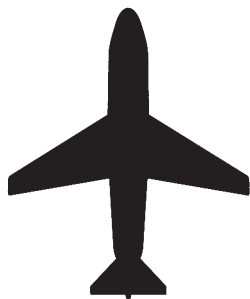
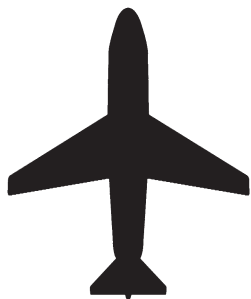
Ved'te si ve třídě kalendář nebo tabulku, kde si po určitou dobu budete zaznamenávat vaše pozorování kondenzačních čar.

- **Odkud kam letí?**

Svá pozorování můžete propojit s aplikací Flightradar24, která poskytuje údaje letovém provozu po celém světě. Na mapovém podkladu v reálném čase vidíte letadélka, která vám po rozkliknutí prozradí, odkud kam letí. Žáci tak mohou pozorované kondenzační čáry přiřadit ke konkrétnímu letu. Aplikace je zdarma, pro telefony i webové prohlížeče na www.flightradar24.com.

Vzdělávací aktivita Zmizí nebo zůstane byla upravena se svolením autorů, podle aktivity To Spread or Not To Spread, GLOBE v Alabamě v Huntsville.

NÁLEPKY LETADEL



ZMIZÍ NEBO ZŮSTANE – Příklad pracovního listu

Tady je příklad, jak bude vypadat dokončený záznamový arch vašeho pozorování kondenzačních čar. Rozdělte papír svislou čarou na dvě poloviny, запиšte čas pozorování a zakreslete kondenzační čáry, které vidíte na obloze.

12:30

Pozorování 1

Čas



12:45

Pozorování 2

Čas

