

Mobilní telefony a jejich dopad na životní prostředí

Elektronická informační příručka pro učitele středních škol

Autor: RNDr. Miloš Polák, Ph.D., email: milos@remobil.cz

Praha, rok 2020

Obsah

1	Předmluva	2
2	Úvod	2
3	Naše současná ekonomika je založená na spotřebě	3
3.1	Kolik přírody je skryto ve spotřebním zboží? Odpověď dává tzv. ekologický batoh	4
3.1.1	Co je to ekologický batoh	4
3.1.2	Ekologický batoh mobilního telefonu.....	4
3.2	Jak by tedy měla vypadat udržitelná spotřeba?	5
3.3	Nejde jen o suroviny, ale i o energii	6
4	Těžba surovin pro výrobu mobilního telefonu	7
5	Výroba a montáž mobilního telefonu	9
5.1	Jak se vyrábí procesory.....	10
6	Používání mobilního telefonu	11
6.1	Jaké je tedy udržitelné používání mobilního telefonu?.....	11
7	Konec životnosti mobilu – recyklace	12
7.1	Environmentální fakta o odpadních mobilech	12
7.2	Toxické prvky v mobilním telefonu	13
8	Remobil – neziskový projekt, který se snaží řešit problém	14
9	Zdroje a použité odkazy	15

1 Předmluva

Téměř každý student střední školy vlastní mobilní telefon a vytváří si k němu specifický vztah. Většina studentů si nedokáže život bez mobilního telefonu představit. Ale uvědomují si všechna negativa a pozitiva životního cyklu mobilního telefonu? Přemýšlí nad tím, kolik energie či materiálů musí být spotřebováno, aby byl vyroben jeden mobilní telefon? A co se s mobilním telefonem stane, když už je zastaralý a už jej nechtějí používat?

Hlavním cílem této elektronické příručky je souhrn základních informací o mobilních telefonech (zejména po skončení životnosti) a jejich dopadu na životní prostředí. Příručka je určena pro učitele středních škol a vznikla na základě poskytnutého grantu MHMP. Příručka je součástí vzdělávacího projektu „Životní cyklus mobilního telefonu“, který je založený na využití dokumentárního filmu ve výuce, konkrétně na dokumentárním filmu „Zemřít pro design“ (vítěz studentské ceny festivalu Jeden svět 2017, režie Sue Williams, USA/2016).

Film Zemřít pro design

Výroba notebooků, mobilů a elektroniky vůbec je toxická. Zaměstnanci kvůli agresivním chemikáliím umírají na nové druhy rakoviny, mají postižené děti. Výrobci to vědí. Maří soudní procesy a tutlají informace už 30 let. Jedovaté látky nelze zlikvidovat. Rozežirají nádrže, pronikají do vzduchu, cestují po planetě – a škodí všem. Snímek metodicky rozkrývá problém globálních rozměrů. A ukazuje, jak je dále stupňován nelidskými podmínkami v čínských výrobnách, technikami „likvidace“ starých přístrojů či praktikami, jimiž firmy dál nutí zákazníky kupovat nové modely. Na druhou stranu, ve světě se najdou i kutilové razící šetrné cesty, jak s elektronikou zacházet, aby pro nás neměla fatální následky.

Tato příručka poskytuje učitelům přehled informací včetně jejich zdrojů. Měla by být i zdrojem inspirace pro využití těchto informací jak v rámci samotného environmentálního vzdělávání, tak v rámci jiných školních předmětů.

2 Úvod

V roce 2050 celosvětová populace dosáhne 9 miliard lidí a je tudíž nezbytné, abychom se naučili efektivně využívat zdroje a suroviny už nyní. Bude čím dál tím větší tlak na původní přírodu i na primární zdroje surovin – každý člověk má dnes právo na dobrý život s dostatkem jídla, bezpečí a vzdělání. Už dnes existuje velký tlak na přírodní suroviny – např. kovy vzácných zemin, které se těží jen v některých zemích. Jejich těžba a úprava mají velké negativní dopady na životní prostředí.

Mobilní telefony jsou toho příkladem. Dnes už v průměru každý člověk vlastní mobilní telefon. Např. v ČR už mají lidé v šuplících běžně i 2 či 3 a více mobilů, které už nepoužívají. Odhaduje se, že například v Německu leží v šuplících 86 miliónů mobilů (odhad z roku 2012). V České republice se jedná v současné době asi o 10 až 12 miliónů mobilů (odhad spolku Remobil, z.s. z roku 2020). Tato zařízení obsahují cenné suroviny, například drahé kovy jako zlato a stříbro, kovy důležité pro high-tech průmysl, jako indium a tantal, nebo vzácné zeminy jako cer nebo neodym. Pokud chceme zmírnit dopady na životní prostředí v souvislosti s mobilními telefony, existují dvě základní možnosti:

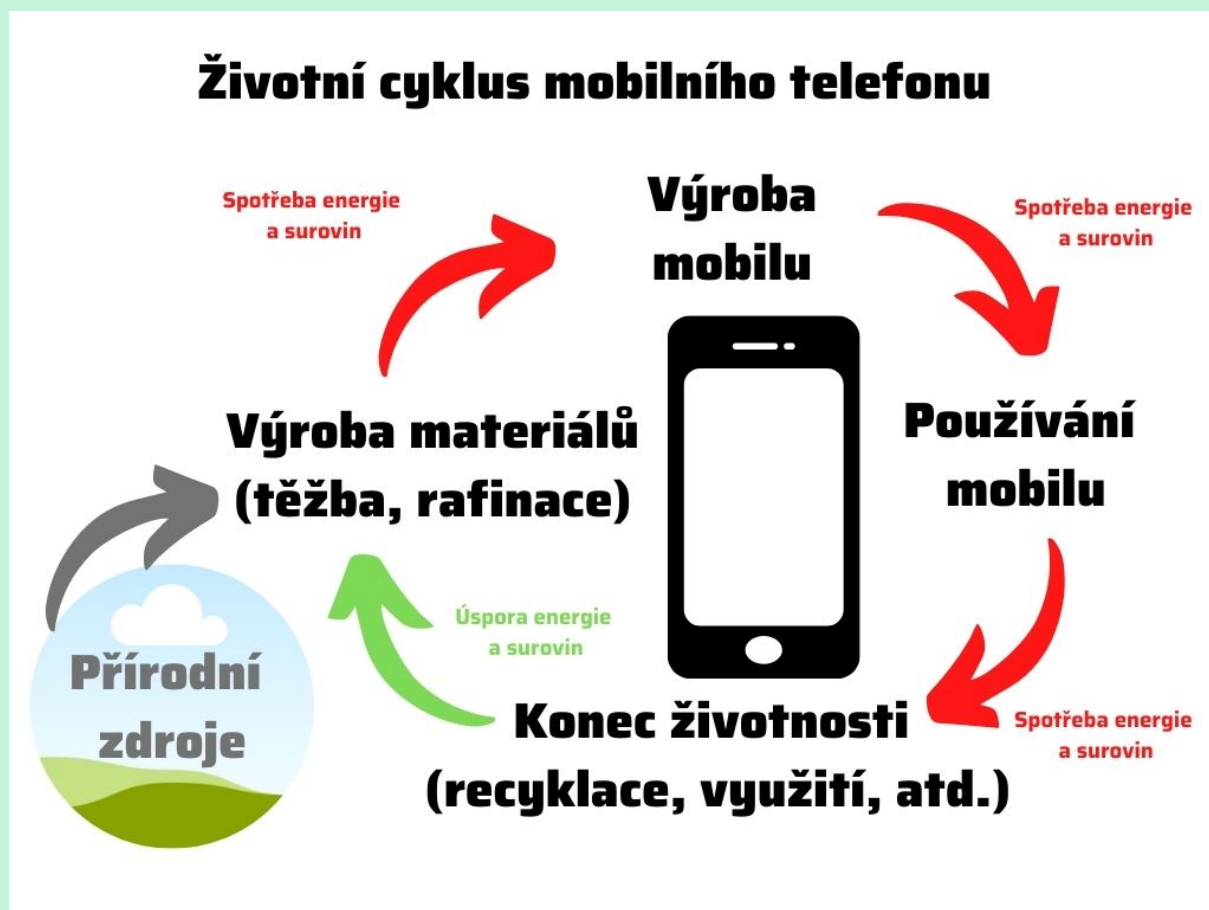
- menší spotřeba (např. prodloužení životnosti mobilů)
- recyklace a opětovné použití mobilů po skončení životnosti, např. na náhradní díly

Studenti si mají uvědomit, že naše činy mají důsledky. Nejen pro nás, ale také pro naše prostředí, ale i pro ostatní lidi. Vždy můžu udělat něco, aby byl svět o něco lepší. Takové myšlení je nezbytně nutné,

aby bylo možné zahájit změny, které povedou k řešení naléhavých globálních problémů jako je rostoucí spotřeba surovin, klimatická změna nebo nerovnoměrné rozdělení prosperity.

Životní cyklus mobilního telefonu se skládá ze 4 hlavních fází:

1. Těžba, rafinace a výroba materiálů potřebných pro výrobu mobilu
2. Výroba komponent a součástí a jejich montáž, výroba mobilu
3. Používání mobilu
4. Konec životnosti mobilu – recyklace a jiné využití



Obrázek 1 – Životní cyklus mobilního telefonu: 1. Nejprve je třeba vytěžit suroviny a vyrobit z nich materiály požadované kvality 2. Posléze z těchto materiálů vyrobit komponenty a součástky a ty zkompletovat do hotového výrobku – mobilního telefonu 3. Poté je mobilní telefon používán 4. Poslední fáze života mobilního telefonu, kdy se stane nepotřebným

3 Naše současná ekonomika je založená na spotřebě

Naše současná ekonomika je založená na spotřebě. Čím více zboží firma prodá, tím může mít potenciálně větší zisk. Nicméně naše spotřeba má důsledky. Jsme to my spotřebitelé, kdo se rozhoduje, co si koupí. Všechny tyto akce mají společné to, že směřují k jednomu cíli: uspokojit naše přání a potřeby. Současné spotřební zboží již nemůže být pouze funkční, ale musí nás přesvědčit také v symbolické rovině: například nestačí, že mě bunda dobře zahřeje, ale musí se mi líbit, musím se v ní cítit dobře a identifikovat se s určitou skupinou, aby ostatní věděli, kdo jsem.

Negativní a skryté důsledky popisuje krátký film *Story of Stuff*, který vypráví "příběh věcí" od okamžiku získávání území pro těžbu nerostných surovin, přes těžbu samotnou, mísení přírodní suroviny s

toxickou chemií a výrobu spotřebního zboží, až po jeho velmi efektivní prodej, kraťoučkou dobu používání a následnou likvidaci jakožto nebezpečného odpadu. Všechny ty věcičky, bez nichž se neobejdeme, přímo ovlivňují životy obrovských komunit lidí u nás i v zahraničí, většina tohoto dění je však dobře skryta našemu pohledu. Příběh věcí je dvacetiminutový krátký pohled na rub naší produkce a spotřeby. Věděli jste například, že z celkového objemu zboží na trhu se po šesti měsících od prodeje používá již pouhé 1 %?

Příběh věcí s českým překladem:

<https://arnika.org/pribeh-veci-story-of-stuff>

Příběh elektroniky (pouze anglicky):

<https://www.storyofstuff.org/movies/story-of-electronics/>

3.1 Kolik přírody je skryto ve spotřebním zboží? Odpověď dává tzv. ekologický batoh

3.1.1 Co je to ekologický batoh

Setkali jste se někdy s pojmem ekologický batoh? Zjednodušeně se dá říct, že každý produkt si s sebou nese určité množství materiálů, které musí být vytěženy a spotřebovány, aby tento produkt mohl být vyroben. Ekologický batoh ilustruje skryté toky, které nelze vidět v konečném produktu. V mnoha případech se obrovské množství zdrojů využívá nebo přenáší v rozvojovém světě, kde probíhá výroba surovin. Často je hmotnost ekologického batohu několikrát těžší než samotný produkt.

3.1.2 Ekologický batoh mobilního telefonu

Celkové množství zdrojů, které byly použity v rámci celého životního cyklu mobilního telefonu od těžby surovin přes výrobu materiálů, výrobu samotného mobilního telefonu, používání mobilního telefonu až po jeho recyklaci, se nazývá „ekologickým batohem“ mobilního telefonu. Jde o neviditelnou a skrytou hmotnost vázanou na daný výrobek v rámci celého životního cyklu.

Dle studie Nordmann & Welfens (2015) ekologický batoh tlačítkového mobilního telefonu o hmotnosti 80 gramů představuje 75,3 kg skrytých materiálových toků. Přeloženo do srozumitelného jazyka, na výrobu 1 malého mobilu muselo být spotřebováno 75,3 kg materiálů, což je téměř 1000krát více, než činí samotná hmotnost telefonu. Současný mobilní telefon (smartphone) je těžší než tlačítkový a dle velikosti váží okolo 100 až 200 g. Pro vzdělávací účely jsme si hodnoty mírně zjednodušili:

- Hmotnost 1 mobilu = 100 g (tzn. 0,1 kg)
- Ekologický batoh 1 mobilu = 100 kg skrytých materiálových toků

Kolik přírody se tedy nachází v mobilním telefonu? Můžeme si to ukázat na příkladu mědi (viz Tabulka 1 níže), důležité součásti mobilních telefonů. Měď se používá v mobilních telefonech na výrobu elektrických a elektronických součástek (např. deska s plošnými spoji, kabel). Ekologický batoh 1 kg mědi obsahuje přibližně 348 kg abiotické (neživé) suroviny. Pro mobilní telefon je zapotřebí asi 12,8 g mědi, takže ekologický batoh mědi v mobilu je 4,46 kg ($0,0128 \text{ kg} \times 348$). Mobilní telefon ale obsahuje více než 50 druhů kovů a dalších materiálů. Příklady ekologického batohu některých surovin (kovů) potřebných na výrobu mobilních telefonů ukazuje následující Tabulka 1:

Tabulka 1 – Ekologický batoh vybraných surovin v mobilním telefonu

Surovina	V 1 mobilu (g)	Ekologický batoh vybraných primárních surovin		EKOLOGICKÝ BATOCH MOBILU*	
		Neživá příroda (kg/kg)	Voda (l/kg)	Neživá příroda (kg/kg)	Voda (l/kg)
Cu (měď)	12,8000	348,47	367,16	4,46	4,70
Au (zlato)	0,0347	540 000,00	691 000,00	18,74	23,98
Pd (paladium)	0,0150	320 301,00	510 615,00	4,80	7,66
Ag (stříbro)	0,3630	7 500,00	N/A	2,72	N/A
Ni (nikl)	1,5000	141,29	233,34	0,21	0,35
Pb (olovo)	0,6000	15,60	N/A	0,01	N/A
Sn (cín)	1,0000	8 486,00	10 958,00	8,49	10,96
CELKEM	16,3127			39,43	47,64

N/A = nejsou dostupná data.

* Jedná se pouze o část ekologického batohu, který je způsoben výše zmíněnými kovy. Celý ekologický batoh je zhruba 100 kg těžký.

Tedy pouhých 16,31 g výše uvedených kovů, které obsahuje náš mobil, si nese velmi těžký ekologický batoh: celkem 39,43 kg spotřebovaných surovin (např. uhlí na výrobu elektrické energie nebo horniny, ze které se daný kov získává) a 47,64 kg spotřebované vody.

Pro srovnání – každodenní jídlo, jako je ranní mléko, ukazuje, jak před zalitím kukuřičných lupínků mlékem je třeba použít hodně materiálu:

- postavit kravíny
- krmivo se pěstuje na poli pomocí strojů a hnojiv
- každodenní dojení krav pomocí strojů
- veterinární péče
- mléko se shromažďuje v nádobách, zahřívá a balí a končí nakonec nákladním autem v supermarketu
- my si pro něj jedeme taky autem a poté si ho teprve dáme k snídani
- atd.

Celkově potřebujeme více než 3,41 kg surovin (abiotických čili neživých a biotických čili živých) a přibližně 4,42 litrů vody na výrobu přibližně 1 litru mléka (údaje byly spočítány pro Německo).

3.2 Jak by tedy měla vypadat udržitelná spotřeba?

Dnešní způsob výroby a spotřeby není dlouhodobě udržitelný. Více udržitelná spotřeba v sobě obsahuje například:

1. Efektivní využívání zdrojů (surovin a energie) – např. vyrobit mobil, kde bude méně různých kovů atd., bude spotřebovávat méně energie atd. Ale pozor na tzv. *Jevonsův paradox* – vyrobím sice energeticky efektivní výrobek (LED dioda), ale jeho užívání se stane (i díky efektivitě) tak masivní, že celkový výsledek úspor může být negativní (tedy že se spotřeba naopak zvýší).
2. Navrhnout takové výrobky a takovým způsobem, že jsou plně recyklovatelné a opravitelné.
3. Používat místo vlastnit, „služba jako výrobek“, lepší je lépe žít než hodně vlastnit atd. Pokud bychom měli mobilní telefon pronajatý, pak by odpadnul problém se sběrem nepotřebných mobilů a recyklovala a využívala by se většina mobilů po skončení životnosti.

3.3 Nejde jen o suroviny, ale i o energii

Na výrobu nejrůznějších produktů je vedle materiálů potřeba také elektrická energie. To samé platí i pro mobilní telefony. Jejich zhotovení stojí opravdu velké množství energie. Energeticky nejnáročnější fází výroby mobilního telefonu není překvapivě těžba a výroba materiálů, jako jsou kovy, plast, či sklo, ale výroba mikročipů a dalších elektronických komponent.

Podle LCA studie (studie životního cyklu výrobků) na výrobu 1 kg mobilů (tzn. cca 10 ks) je zapotřebí zhruba 10 GJ (tedy 10 000 MJ). Další výdej energie je spojený s používáním mobilního telefonu, ale spotřeba už tvoří jen zlomek ve srovnání s energetickými nároky na výrobu mobilního telefonu.

1 kg mobilů = zhruba 10 000 MJ spotřebované energie.
1 smartphone o hmotnosti 100 g = 1000 MJ spotřebované energie.

V tabulce níže je pro srovnání uvedeno, kolik energie je potřeba na výrobu 1 kg vybraných materiálů.

Tabulka 2 – Energie, které je potřeba k získání 1 kg vybraných materiálů

• Železo (ze železné rudy): 20–25 MJ (5 550 až 6 950 watthodin)
• Ocel (z recyklované oceli): 6–15 MJ (1 665 až 4 170 watthodin)
• Ocel (ze železa): 20–50 MJ (5 550–13 900 watthodin)
• Hliník (z typické směsi 80 % čerstvého a 20 % recyklovaného hliníku): 219 MJ (60 800 watthodin)
• Hliník (ze 100 % recyklovaného hliníku): 11,35–17 MJ (3150 až 4750 watthodin)
• Hliník (z bauxitu): 227–342 MJ (63 000 až 95 000 watthodin)
• Sklo (z písku atd.): 18–35 MJ (5 000 až 9 700 watthodin)
• Papír (z primární suroviny – stromy): 25–50 MJ (6 950 až 13 900 watthodin)
• Plasty (ze surové ropy): 62–108 MJ (17 200 až 31 950 watthodin)
• Měď (ze sulfidové rudy): 60–125 MJ (16 600 až 34 700 watthodin)
• Křemík (z oxidu křemičitého): 230–235 MJ (63 900 až 65 300 watthodin)
• Elektronický křemík (CVD proces): 7,590–7,755 MJ (2,108,700 až 2,154,900 watthodin)
• Nikl (z rudného koncentráту): 230–270 MJ (63 900 až 75 000 watthodin)

4 Těžba surovin pro výrobu mobilního telefonu

Na výrobu mobilních telefonů je potřeba více než 60 materiálů. Ty je třeba vytěžit, zpracovat, dále z těchto materiálů vyrobit komponenty, ty potom smontovat. Každý z nás používá mobilní telefon několikrát za den. Ale co to opravdu držíme v ruce?

Mobilní telefon je tvořen několika komponenty: kryt, klávesnice, baterie, desky s plošnými spoji, anténa, reproduktor nebo mikrofon. Pro výrobu těchto komponent jsou zapotřebí různé suroviny, které se těží po celém světě. Celkově potřebujeme asi 60 surovin pro stavbu mobilního telefonu: plasty pro kryt a klávesnice; různé kovy pro kabely, kontakty, desky s plošnými spoji a baterie; sklo pro displej, keramiku pro různé drobné komponenty atd.

Množství látek či surovin, které se v mobilu nacházejí, je někdy extrémně malé, nicméně pokud si to vynásobíme počtem prodaných mobilních telefonů, dojdeme k velkým číslům.

Některé z kovů v mobilních telefonech jsou klasifikovány jako vzácné kovy, někdy je nazýváme jako „kritické materiály“. Jedná se např. o tantal, který se získává z rudy koltanu. O „vzácnosti“ kovů rozhoduje jak ekonomika (cena kovu), tak geopolitická situace. Některé z kovů se těží jenom na určitých místech a tyto státy pak mají kontrolu nad globálním tokem takového prvku. Velké množství informací o kritických surovinách lze získat např. na stránkách Evropské komise:

https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en

Tabulka 3 – Hmotnostní podíl vybraných kovů pro průměrný tlačítkový mobilní telefon o hmotnosti 100 g včetně baterie (složení se velmi liší v závislosti na modelu a výrobci), použití těchto kovů a místo těžby (Zdroj: Nordmann & Welfens, 2015)

Prvek	Značka	Hm. %	Použití v mobilu	Těžba
Měď	Cu	10-15 %	Dobrá elektrická vodivost. Měď se nachází společně s dalšími kovy na desce s plošnými spoji.	Chile, Peru, USA, Indonésie
Křemík	Si	8-15 %	Používá se v mikročipech a ve skle displeje, ale lze jej nalézt také v podložce klávesnice (jako silikon). Křemík se získává z čistého křemenného písku.	Celosvětově, zejména Čína, Rusko, USA
Hliník	Al	4 - 9 %	Používá se v tenkých krytech a bateriích (pokud je kryt vyroben z hliníku, může se hmotnostní podíl Al zvýšit až na 20 %).	Čína, Rusko, Kanada
Kobalt	Co	~ 4 %	Společná součást elektrod v lithium-iontových bateriích; je-li použit jiný typ baterie, je podíl Co výrazně nižší.	Kongo, Kanada, Čína, Rusko, Zambie
Lithium	Li	3 - 4 %	Tvrký lehký kov, tepelně stabilní, vysoká hustota energie. Používá se v baterii, pokud se používají lithium-iontové baterie, jinak podstatně méně (jako u kobaltu).	Chile, Bolívie, USA, Argentina, Tibet
Železo	Fe	~ 3 %	Běžný kov, který lidé používají již více než 3000 let. V mobilu najdete železo např. v podobě šroubků.	Brazílie, Čína, Austrálie, Indie
Stříbro	Ag	0,16%	Žádný jiný kov nevede elektřinu efektivněji než stříbro. Najdete jej např. v klávesnici, ve vodivých lepidlech a na desce s plošnými spoji	Peru, Mexiko, Čína, Austrálie
Zlato	Au	0,024 %	Stejně jako stříbro se i zlato používá pro kontakty kvůli své dobré vodivosti (deska s plošnými spoji, kontaktní plochy, konektory). Jelikož je velmi odolný proti korozi, používá se pro silně používané kontaktní povrchy.	JAR, Čína, USA, Austrálie
Palladium	Pd	0,005%	Nachází se v elektrických kontaktech a kondenzátorech.	JAR, Rusko
Tantal	Ta	~ 0,004 %	Tantal se získává z rudy koltan (kolumbit-tantalit) a používá se v mikrokondenzátorech. Tantalové kondenzátory nabízejí dlouhou životnost, jsou spolehlivé a navzdory své malé velikosti umožňují vysokou dielektrickou pevnost.	Brazílie, Austrálie, Kongo, Mozambik, Rwanda
Platina	Pt	< 0,001 %	Používá se ve slitinách, kde kovy nesmí za žádných okolností korodovat, například s vysoce namáhanými kontakty na desce s plošnými spoji.	JAR, Rusko, Kanada
Indium	In	~ 0,002 %	Těžký kov se v přírodě často vyskytuje společně se zinkem, a proto se získává jeho tavením; používá se jako dotyková vrstva v displeji (LCD a dotykové obrazovky).	Čína, Jižní Korea, Japonsko
Gallium	Ga	~ 0,0013 %	Používá se jako sloučenina arsenid gália pro přeměnu elektrických na optické signály → technologie LED	Čína

Zvláště těžba drahých kovů je velmi náročná na zdroje, protože jsou tyto kovy často dostupné pouze na nízkých úrovních koncentrace. V mobilu je okolo 0,024 g zlata – na toto množství musí být přesunuto minimálně 100 kg zlatonosné horniny. Kromě toho jsou ke zpracování zlata používány toxické látky, jako je rtuť nebo kyanid, které slouží k oddělení zlata od rudy. Obecně jde o velký zásah do životního prostředí. Průmyslová těžba často probíhá v zemích s nízkými ekologickými předpisy, kde i díky tomu působí obrovské znečištění vzduchu, vody a půdy, což má mimo jiné negativní dopady na zdraví místních obyvatel. Těžba některých surovin je navíc spojena s problematikou lidských práv a s nedodržením mezinárodních sociálních standardů a dětskou prací. Jde například o tantal, zlato nebo cín. Doly jsou často velmi nebezpečné. Často dochází k nehodám, ale také k chronickým onemocněním od prachu, výparů, přetížení, špatného větrání a nedostatku ochranného oděvu. V těchto drsných podmínkách často pracují i děti.

FILM

Napadlo vás někdy, že se ve vašem mobilu mohou skrývat vzácné minerály potřísněné krví obětí války v Demokratické republice Kongo? A že každým zavoláním nepřímo podporujete největší válečný konflikt od doby druhé světové války, kterému za posledních patnáct let padlo za oběť pět milionů lidí? Ne, to není žert, bez vzácných minerálů, jejichž drtivá většina pochází z ilegálních dolů v této zemi, by se totiž váš mobil neobešel. O tom vypráví dokumentární film *Krev v mobilech*. Dánský režisér Frank Piasecki Poulsen své pátrání začíná na Světovém mobilním kongresu v Barceloně. Ke svému zděšení zjišťuje, že mu žádný z výrobců nemůže zaručit, že právě jeho mobily nemají s nelítostnou válkou o naleziště minerálů v Demokratické republice Kongo nic společného. Vypraví se proto na místo činu a po náročné cestě se dostává do jednoho z největších dolů v regionu v konžské Bisie. Dětská práce, prostituce nezletilých dívek, smrt zavalením a přestřelky mezi členy místních gangů jsou zde každodenní realitou. Stejně jako všudypřítomná korupce v celé Demokratické republice Kongo. Odkaz na film *Krev v mobilech*: <https://promitejity.cz/detail-filmu/4-krev-v-mobilech>

Jiným příkladem problematické těžby je největší zlatý důl na světě Grasberg a jeden z největších dolů na měď nacházející se v Indonésii, kde pracuje cca. 23 000 pracovníků, důl zabírá 99 km² ve výšce asi 4 000 m. Celkově tato oblast zahrnuje asi 2 000 km². V roce 2012 se očekávalo, že důl vyprodukuje 31 t zlata (v současné době ekvivalent 2,85 miliardy EUR) a 421 000 t mědi (v současnosti ekvivalent 1,4 miliardy EUR). Od otevření dolu na konci 60. let došlo k vážným konfliktům mezi místními obyvateli a provozovateli dolů. Mnoho lidí zde ztratilo svou půdu bez náhrady; tisíce byly přemístěny. Oblast, která je zničena těžbou, má také důležitý duchovní význam pro domorodé obyvatele. Každý den se do řek vypustí více než 238 000 tun toxického důlního odpadu. Indonéští horníci zde pracují za mzdu 1,5 dolaru za hodinu.

Další info např. https://cs.wikipedia.org/wiki/D%C5%AFI_Grasberg nebo https://en.wikipedia.org/wiki/Grasberg_mine

5 Výroba a montáž mobilního telefonu

Jedná se o výrobu elektronických součástek, jako jsou čipy, baterie, displej atd. Největší dopad na životní prostředí má výroba čipů a desek plošných spojů. Většina mobilů se montuje v JV Asii, zejména v Číně. V rámci ekologického batohu se neprojevují např. špatné pracovní podmínky v Číně. Při výrobě mobilních telefonů se používá mnoho toxických chemikálií, kterým jsou pracovníci často vystaveni bez ochrany. Důsledky s tím spojené jsou např. rakovina, respirační choroby, potraty. Extrémně dlouhá a nepravidelná pracovní doba jsou zde často pravidlem, nadměrné přesčasy jsou na denním pořádku.

Délka pracovní doby navíc zvyšuje riziko zranění a nehody. Neexistují zde odbory, které by chránili zaměstnance.

5.1 Jak se vyrábí procesory

<https://www.okay.cz/jak-se-vyrabi-procesory/> :

Procesory jsou pravděpodobně nejsofistikovanější výrobky, které kdy člověk vytvořil. Překvapivá může být skutečnost, že materiál potřebný pro jejich výrobu je na Zemi velmi běžný. Řeč je o křemíku, který tvoří více než čtvrtinu hmoty zemské kůry. Vyskytuje se většinou ve formě oxidu křemičitého (SiO₂), který je hlavní složkou písku.

Aby to nebylo tak jednoduché, je na výrobu procesoru potřeba blok čistého křemíku. Čistého do té míry, že v miliardě atomů tohoto prvku může být přítomen pouze jeden atom jiného prvku. Takový materiál lze získat pouze pomocí časově náročného procesu o několika fázích. Roztavený křemík se používá k vytvoření jediného válcovitého krystalu o průměru několika desítek centimetrů a hmotnosti kolem 100 kilogramů. Tento válec se nařeže na tenké plátky o tloušťce maximálně 1 milimetr. Tyto plátky, kterým se říká substrátové disky neboli „wafery“, se poté leští, aby byl povrch na obou stranách dokonale hladký. Výrobci procesorů kupují připravené wafery od firem, které se specializují na jejich výrobu. Jeden jediný wafer stačí na výrobu několika stovek procesorů.

Až 15 týdnů a 500 výrobních procesů

Cesta od křemíkového waferu k procesoru je velmi dlouhá. Výrobní proces trvá až 15 týdnů a vyžaduje minimálně 500 procesů. V této fázi se na povrch waferu nanáší miliardy tranzistorů. Po propojení pomocí několika vrstev kovových cest lze wafer rozřezat a vložit do ochranného pouzdra.

Absolutní čistota a práce v přetlakovém prostředí

Během celého procesu je velmi důležité zachovávat nejvyšší možnou úroveň čistoty. Vzduch v místnostech, kde se procesory vyrábějí, se neustále filtruje. Dělníci musí nosit speciální ochranné overaly, obličejové masky, brýle a speciální obuv. Když vstupují do místnosti, musí projít speciálními vzduchovými kapsami. Uvnitř místností je udržován přetlak, aby vzduch v případě narušení nepronikl dovnitř. Tyto procedury jsou naprosto nezbytné. I ta nejmenší prachová částice na křemíkové struktuře procesoru totiž způsobí nevratnou škodu. Ve výsledku jsou výrobní linky, na kterých se procesory vyrábí 100 000x čistší než operační sály! Proces výroby procesorů si můžete prohlédnout i na přiloženém videu níže.

A pak přijde to nejtěžší

Po nesmírně dlouhém výrobním procesu přichází ta nejnáročnější část – testování. Procesory se totiž nevyrábějí jako specifické modely. Všechny vyrobené procesory vznikly totožným způsobem a teprve jejich testováním se určí kvalita a taktovací rychlost. Každý procesor musí projít náročnými testy, které podle kvality křemíku a tranzistorových spojů určí, jak může být procesor vlastně výkonný. Asi devadesát procent procesorů, které se takto vyrobí, je nekompromisně smeteno ze stolu, protože nesplňuje náročné normy. Zbýlých 10% výrobce roztřídí podle maximálního bezpečného výkonu a z jedné várky tak vzniknou jak špičkové procesory, tak nejlevnější kousky.

Krátké video o výrobě křemíkových čipů:

<https://youtu.be/aCOyq4YzBtY>

6 Používání mobilního telefonu

Téměř každý (mladý) člověk dnes vlastní a používá mobilní telefon a k výraznému rozvoji došlo nejvíc za posledních 20 let.

Stále víc mladších dětí používá mobilní telefon. Mobilní telefon má dnes spoustu jiných funkcí – přehrávač hudby, filmů, hry, internet, fotoaparát atd. Už když kupujeme mobilní telefon, tak jeho ekologický batoh je 43,5 kg.

Během fáze používání musíme rozlišovat mezi dvěma typy spotřeby energie. Přímá spotřeba energie mobilního telefonu probíhá používáním a nabíjením zařízení. Spotřeba energie je závislá na tom, jak používáme náš mobilní telefon.

Mobilní telefony spotřebovávají elektrickou energii také nepřímo, a to provozováním mobilní sítě, která je tvořena základnovými stanicemi, anténami, rozvodnami a kabelovým systémem. Bez této buněčné infrastruktury by naše mobilní telefony vůbec nefungovaly. Přímou spotřebu energie mobilního telefonu lze odvodit z toho, jak často zařízení používáme a nabíjíme. To ukazuje, že spotřeba energie smartphonu je o téměř 50% vyšší než u starších mobilních telefonů.

Ve srovnání s jinými elektronickými zařízeními v domácnosti (vysavač, pračka, lednice atd.) mají mobilní telefony malou spotřebu elektrické energie. Pokud bychom ale započítali nepřímou spotřebu elektrické energie, pak na každý mobil připadá (v roce 2009 v Německu) 31,9 kWh spotřeby.

Ekologický batoh fáze užívání mobilního telefonu (pouze přímá spotřeba energie) je 31,7 kg. Toto se týká starého tlačítkového mobilu a nepočítá se spotřeba sítě. U smartphonů jsou obě čísla ještě vyšší.

6.1 Jaké je tedy udržitelné používání mobilního telefonu?

Zpravidla nemůžeme nahlédnout do ekologických batohů produktů, které kupujeme. Nemůžeme mít ani přehled o všech dopadech našeho spotřebitelského chování na všechny lidi žijící dnes i v budoucnu. Přesto můžeme přispět svými spotřebitelskými aktivitami k ochraně naší planety a umožňovat ostatním lidem dobrý život. V anglicky mluvícím světě byly pro vlastní chování spotřebitele vyvinuty snadno zapamatovatelné pokyny: takzvaná pravidla R.

Rethink, Refuse, Reduce, Reuse, Repair, Recycle

Rethink (přehodnocení, zvážení, promyšlení) - při nákupu spotřebního zboží jako je například mobilní telefon se ujistěte, že výrobce dbá při výrobě na ochranu životního prostředí. Příkladem takového mobilního telefonu může být např. značka Fairphone. Ty opravdu ekologické mobilní telefony mají často nezávislý certifikát, který zaručuje spotřebiteli, že se výrobce mobilu snažil zmírnit dopady na životní prostředí (např. značka Ecolabel, viz <https://ec.europa.eu/environment/ecolabel/news.html>)

Refuse (odmítnout, odepřít, nepřijmout) - odmítněte ihned kupovat spotřební zboží, např. pokud je to možné, můžete si danou věc půjčit (např. vrtačku, atd.). Pokud jde o mobilní telefon, odmítněte tvrzení reklamy, že potřebujete každé dva roky nový mobil a používejte mobil delší dobu.

Reduce (redukovat, snížit, omezit) - přemýšlejte o tom, zda existuje několik věcí, bez kterých se můžete obejít. Opravdu už potřebujete nový mobil? Nebo je ještě funkční a k tomu, k čemu ho používáte, bohatě stačí?

Reuse (opětovně použít, znovu použít) - používejte spotřební zboží co nejdéle nebo ho předejte dalším. Sdílejte, vyměňujte. Nemusíte vždy kupovat nový mobilní telefon. Kvalitní telefon se dá koupit i použitý.

Repair (opravit, spravit) - udržujte a opravujte spotřební zboží, abyste z něj mohli mít dlouhodobý užitek. Pokud už nefunguje baterie u mobilního telefonu, nechte si ji vyměnit.

Recycle (recyklace, využití materiálů) - recyklujte to, co již nelze opravit. V případě mobilního telefonu můžete odevzdat mobil v rámci sběrného projektu na škole, který pořádá Remobil, z.s. společně s Recyklohraním, o.p.s..

7 Konec životnosti mobilu – recyklace

V současné době nelze získat zpět všech 60 materiálů, které se v mobilu nacházejí. Nicméně v rámci kovů lze získat asi 17 druhů kovů. Ty se pak nazývají druhotné suroviny. Existuje několik typů hutí, kde lze recyklovat různé kovy. Mobily se zpracovávají v sekundárních hutích pro měď, kde lze získat měď, olovo, nikl, cín a drahé kovy – zlato, stříbro a palladium. Hliník nebo železo v těchto hutích získat nelze, to je možné v hliníkových hutích. Takto získané kovy používá průmysl opět pro výrobu např. nových mobilních telefonů.

Elektronický průmysl si málokdo spojuje se znečištěním. Čistá hi-tech výroba a žádné kouřící komíny, které chrlí tuny škodliviny do ovzduší, navozují dojem, že dopady tohoto průmyslového odvětví jsou zanedbatelné. Opak je bohužel pravdou. Elektronické výrobky znamenají mix stovek komponentů, z nichž mnohé obsahují těžké kovy a další nebezpečné látky.

V každé domácnosti v ČR se průměrně nachází přes 70 kusů různých elektrospotřebičů, přitom mobilní telefon patří vůbec k nejčastěji obměňovaným elektrospotřebičům. Celosvětově vzniká ročně okolo 50 miliónů tun vysloužilých elektrospotřebičů, v České republice je to asi 150 tisíc tun ročně. Co se týká mobilních telefonů, celosvětově se ročně prodá asi 1,9 miliardy kusů nových mobilních telefonů, v České republice potom asi 2–3 milióny kusů. Odhaduje se, že v České republice ročně vznikne asi 2,5 miliónů odpadních mobilních telefonů. Jenom v Praze to může být asi 300-350 tisíc kusů ročně. Dále se odhaduje, že asi 60 % odpadních mobilních telefonů skončí na skládkách a ve spalovnách, 10 % skončí v „recyklaci“, 30 % je skladováno v šuplíkách.

Tím dochází k trvalé ztrátě materiálových zdrojů a potenciálnímu uvolňování toxických látek do životního prostředí. Je tedy třeba vhodnou vzdělávací formou neustále působit na spotřebitele tak, aby bylo zachováno co nejvíce materiálových zdrojů a do životního prostředí bylo emitováno minimum toxických látek.

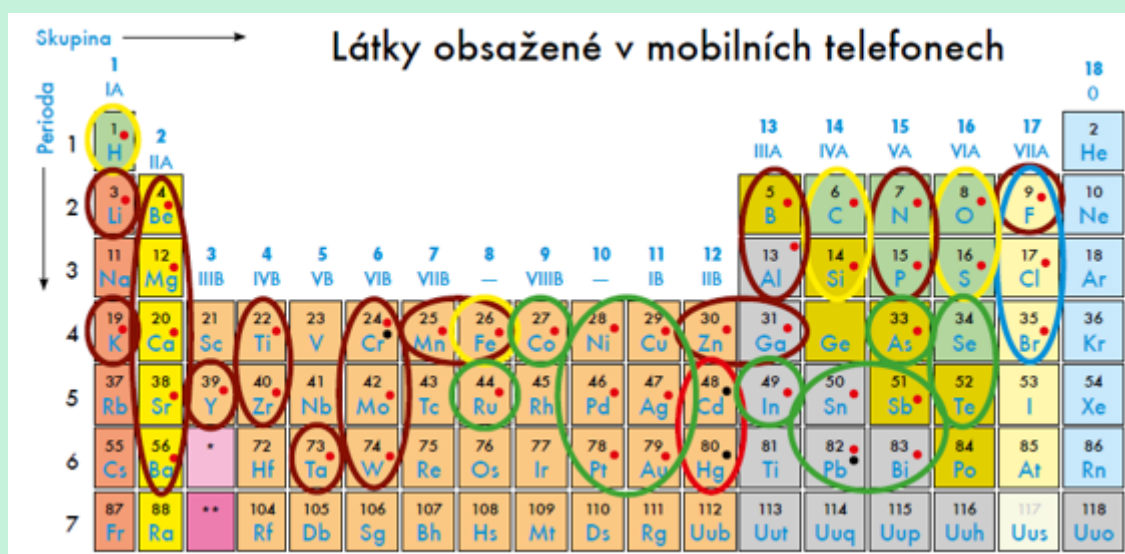
7.1 Environmentální fakta o odpadních mobilech

Zde uvádíme jen některá fakta, která rámuji zejména environmentální problém odpadních mobilních telefonů. Většina faktů je uvedena pro ČR či globálně:

- Mobilní telefon je nejčastěji kupované i obměňované elektrozařízení a jeho vybavenost v domácnostech v ČR je nejvyšší ze všech spotřebičů (přes 200 %).
- Počet SIM karet je na celém světě přibližně stejný jako počet jejich obyvatel.
- Každý občan ČR, používá svůj mobilní telefon v průměru okolo 3,5 roku, a to i přesto, že telefon je stále funkční (v ekonomicky vyspělejších zemích je tato doba ještě o jeden rok kratší).

- V ČR odhadem vzniklo mezi roky 2010–2020 na 26 miliónů nepotřebných mobilních telefonů.
- K recyklaci se dostane pouhých 5–10 % mobilních telefonů.
- Recyklací 100 kusů mobilních telefonů uspoříme např. 967 km ujetých v průměrném osobním automobilu, 2 990 litrů vody nebo 159 kg ekvivalentu CO₂.
- V telefonu se nachází mnoho recyklovatelných kovů, např. měď, nikl, antimon, z drahých je to zlato, stříbro, palladium, z toxických olovo, chrom, rtuť a z kritických kovů např. neodym.
- Recyklace mobilních telefonů významně šetří naše životní prostředí.
- Množství využitelných materiálů v mobilním telefonu je asi 90 %.
- Mobilní telefon o váze 100 g na sebe váže více než 100 kg spotřebované přírody a má tak extrémně těžký tzv. ekologický batoh, který je asi 1000 x těžší než samotná hmotnost mobilu.
- Množství kadmia, které obsahuje určitý typ baterie ze starého a nepotřebného mobilního telefonu, může znečistit 600 tisíc litrů vody.
- V USA se vyplatí těžit zlatonosnou horninu o koncentraci zlata 3 až 5 g/tunu (obrovská produkce odpadu, devastující dopad na krajinu). Naproti tomu jedna tuna desek plošných spojů z mobilních telefonů obsahuje 300–350 g zlata.
- Ročně se vyrobí na celém světě téměř 2 miliardy mobilních telefonů.

Látky obsažené v mobilních telefonech



Obrázek 2 – Látky obsažené v mobilních telefonech v rámci periodické soustavy prvků

7.2 Toxické prvky v mobilním telefonu

- **Arsen** (As; nachází se v polovodičových prvcích, jako jsou tranzistory a diody) - v trávicím ústrojí se přeměňuje na toxický oxid arsenitý, který při vyšších dávkách vyvolává průjmý, křeče a může způsobit i zástavu srdce
- **Beryllium** (Be; konektory) - je karcinogenní (zvláště pak jeho soli), při dlouhodobém vdechování navíc zapříčiňuje speciální plicní onemocnění zvané chronická berylióza

- **Brómované zpomalovače hoření** (TBBPA / TBBA; desky plošných spojů a kryty) –neurotoxické látky, při dlouhodobějším vystavení jejich vlivu může dojít ke zhoršení paměti, v těhotenství dokáží u žen vyvolat změny nálad a chování
- **Nikl** (Ni; v ocelových slitinách a akumulátorech) - ve větších koncentracích způsobuje rakovinu a může negativně ovlivnit vývoj plodu v těhotenství
- **Polyvinylchlorid** (PVC; obal a tělo mobilu) - při spalování PVC unikají do ovzduší vysoce toxické a karcinogenní látky na bázi chloru, jako chlorovodík, hexachlorbenzen nebo polychlorované bifenyly
- **Rtuť** (Hg; fluorescenční trubice v displejích starších mobilů) – těžký kov koncentrující se hlavně v ledvinách, otrava způsobuje například chudokrevnost, zažívací potíže, psychické problémy či revmatické choroby

8 Remobil – neziskový projekt, který se snaží řešit problém

ŽIJEME VE SVĚTĚ, KDE více než 5 MILIARD LIDÍ POUŽÍVÁ MOBILNÍ TELEFONY. Věděli jste, že se v České republice každý rok prodá okolo 3 milionů nových mobilů? Takto enormní výroba a spotřeba vede samozřejmě k enormní produkci odpadů. Přitom těžba materiálů a výroba nových mobilních telefonů mají negativní dopad na naše životní prostředí. Většinu lidí se nepotřebné mobilní telefony hromadí doma. Namísto skladování v šuplíku mohou tyto telefony stále ještě pomoci. Zbavte se vašeho nepotřebného mobilu v rámci neziskového projektu REMOBIL. Z každého mobilu věnujeme 10 Kč na dobročinné účely. Nepoužitelné telefony odborně recyklujeme, jiným najdeme další využití. Vy tak pomáháte přírodě a lidem. Díky certifikátu navíc přesně víte, jak velká byla vaše pomoc. Zapojte se také. Děkujeme.

Remobil je neziskový projekt, který se snaží řešit problém narůstajícího elektroodpadu se zaměřením na mobilní telefony. Základní myšlenka je zřejmá z našeho videa: https://youtu.be/2jS_EaEZhqk

mise: ochrana životního prostředí a zdraví člověka zajištěním efektivního systému sběru a recyklace nepotřebných mobilních telefonů

vize: sebrat 100 tisíc mobilů v rámci jedné celorepublikové kampaně a přispět tak 1 mil. Kč na dobročinné účely

hodnoty: TO-DO-IT, Transparentnost, Odpovědnost, Dobročinnost, Odbornost, Inovativnost, Trvalá udržitelnost

Více na www.remobil.cz a na www.recyklujmobil.cz

9 Zdroje a použité odkazy

- Ekologický batoh 80 g mobilního telefonu má hmotnost 75, 3 kg (Nordmann & Welfens, 2015)
- Ekologický batoh 1 litru mléka (Nordmann & Welfens, 2015)
- Hmotnostní podíl vybraných kovů v mobilním telefonu (viz Tabulka 1) (Valero Navazo et al., 2013)
- Ekologický batoh vybraných primárních surovin - https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/misc/MIT_2014.pdf
- Celková energie potřebná k výrobě mobilu neboli skrytá energie (tzv. vtělená energie či *embodied energy* či *emergy*) je 1 GJ (Raghavan & Ma, 2011)
- Tabulka spotřeb energií na výrobu 1 kg materiálu - <https://www.lowtechmagazine.com/what-is-the-embodied-energy-of-materials.html>

Zdroje:

Nordmann, J., & Welfens, M. J. (2015). *Die Rohstoff- Expedition. Entdecke, was in (d)einem Handy steckt!*

Raghavan, B., & Ma, J. (2011). The energy and emergy of the internet. *Proceedings of the 10th ACM Workshop on Hot Topics in Networks, HotNets-10*. <https://doi.org/10.1145/2070562.2070571>

Valero Navazo, J. M., Villaba Méndez, G., & Talens Peiró, L. (2013). Material flow analysis and energy requirements of mobile phone material recovery processes. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(2014), 567–579. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-013-0653-6>