

Modul 6

Udržitelnost a
společenský dopad
technologií umělé
inteligence



Co-funded by
the European Union



Ethical Engineer

www.ethicalengineer.eu

Přehled kurzu „Etický inženýr“

Hlavní obsah a výstupy pro účastníky každého modulu. Modul 6 je zvýrazněn zeleně.

Modul 01	Modul 02	Modul 03	Modul 04	Modul 05	Modul 06
Etika a transparentnost	Zaujatost, spravedlnost a inkluze	Soukromí a ochrana osobních údajů	Odpovědnost a bezpečnost	Návrh založený na hodnotách	Udržitelnost a dopad
Etické zásady a hodnoty EU Transparentnost a vysvětlitelnost Analýza případů z oblasti umělé inteligence a robotiky VÝSTUP: mapa etických otázek	Zaujatost v průběhu celého životního cyklu umělé inteligence Cíle spravedlnosti a důkazy Příklady inkluzivního inženýrství VÝSTUP: audit zaujatosti	Ochrana soukromí již od návrhu a GDPR Správa dat a PET Posuzování a napadnutelnost VÝSTUP: návrh s ohledem na ochranu soukromí	Role a odpovědnost Selhání, odolnost a předání Protokolování a poučení z incidentů VÝSTUP: záznam o sledovatelnosti	Požadavky na etický design Volba dat, modelů a rozhraní Kompromisy a agilní kontrolní body VÝSTUP: rozhodovací matice	Energie, voda a hardware společenské dopady a dopady v průběhu životního cyklu Metriky, správa a přepracování VÝSTUP: plán udržitelnosti

ZÁVĚREČNÁ PRÁCE: zkombinujte šest výstupů do etického inženýrského spisu s využitím jednoho případu z WP2 nebo inženýrského projektu

OBSAH

- 01** Systémová perspektiva
- 02** Úvod do udržitelné umělé inteligence
- 03** Dopady na životní prostředí a důkazy
- 04** Udržitelné inženýrské postupy
- 05** Řízení a etika
- 06** Shrnutí a literatura
- 07** Úkol zaměřený na činnost a návrh týmu



Co-funded by
the European Union

Tento projekt byl financován s podporou Evropské komise. Za tuto publikaci (sdělení) nese výlučnou odpovědnost autor a Komise nenese žádnou odpovědnost za jakékoli použití informací v ní obsažených. V souladu s novým rámcem GDPR upozorňujeme, že partnerství bude zpracovávat vaše osobní údaje výhradně v zájmu a za účelem projektu a bez jakéhokoli dotčení vašich práv.



Udržitelná umělá intelligence

Inženýrství s dlouhodobým
dopadem

Tento modul zkoumá AI jako fyzický a sociotechnický systém. Studenti propojují účel, data, modely, infrastrukturu, provoz a vyřazení z provozu s environmentálními, sociálními, ekonomickými a technickými důkazy. Modul rozvíjí praktické dovednosti pro měření, přepracování, správu a dlouhodobá inženýrská rozhodnutí.

Výstupy učení

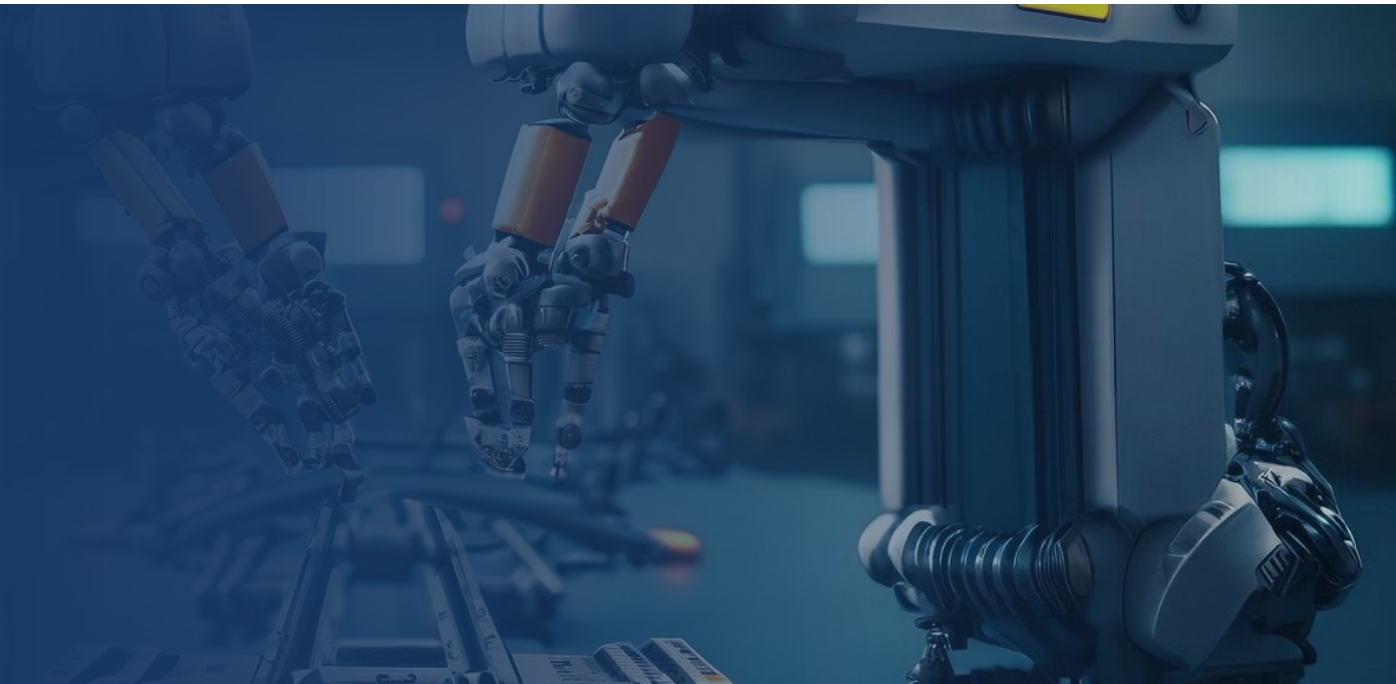
Na konci modulu budou studenti schopni:

1. Definovat hranice systému a funkční jednotku pro posouzení udržitelnosti.
2. Zmapovat environmentální, sociální, ekonomické a technické dopady v rámci celého životního cyklu umělé inteligence.
3. Odhadnout dopady na spotřebu energie, emise, spotřebu vody a hardware na základě stanovených předpokladů.
4. Porovnat technické varianty s využitím povinných prahových hodnot, kvality důkazů a míry nejistoty.
5. Vypracovat plán udržitelnosti s ochrannými opatřeními, odpovědnými osobami, metrikami a spouštěči přezkumu.



01

SYSTÉMOVÁ PERSPEKTIVA



AI je fyzický a sociotechnický systém

Služby umělé inteligence závisí na sběru dat, lidské práci, sítích, procesorech, datových centrech, elektřině, vodě, nerostných surovinách a organizačních rozhodnutích. Tyto závislosti mají dopady před nasazením, během provozu i po vyřazení z provozu.

Posouzení udržitelnosti proto pokrývá celý systém, včetně účelu, alternativ, dotčených osob, infrastruktury, údržby a konce životnosti. Rovněž uvádí, co je z posouzení vyloučeno a proč.

Technická otázka zní, zda systém přináší oprávněný přínos v rámci definovaných environmentálních a sociálních mezí.

Udržitelnost vyžaduje systémové myšlení

Udržitelné inženýrství v oblasti AI vyžaduje systémové myšlení napříč účelem, návrhem, infrastrukturou, měřením a řízením.

Začněte s potřebou a alternativou bez AI. Definujte funkční jednotku, například jednu ověřenou předpověď nebo jedno podložené inženýrské rozhodnutí. Vyberte referenční stav. Změřte dopady v relevantních lokalitách a časových obdobích. Porovnejte proveditelné možnosti.

Zaznamenejte nejistotu, přenesené dopady a podmínky, které vyžadují přepracování, omezené použití nebo vyřazení z provozu.

Definice udržitelné AI

Udržitelná AI znamená navrhovat, vyvíjet, nasazovat, provozovat a vyřazovat systémy AI tak, aby byl zajištěn legitimní dlouhodobý přínos v rámci definovaných environmentálních, sociálních, ekonomických a technických limitů.

Hodnocení využívá jasně vymezené hranice, funkční jednotku, výchozí stav, zdroje důkazů a období přezkumu. Zohledňuje přímé dopady, dopady na dodavatelský řetězec, rozložení přínosů a zátěží, rebound efekty a nejistotu.

Udržitelnost je technický požadavek s vlastníky a kritérii přijatelnosti.

Čtyři propojené dimenze udržitelnosti

Životní prostředí

Energie, emise skleníkových plynů, voda, půda, materiály, znečištění a elektronický odpad v průběhu celého životního cyklu.

Sociální

Práva, bezpečnost, spravedlnost, přístupnost, pracovní podmínky, participace, dopady na komunitu a náprava.

Ekonomické a technické

Cenová dostupnost, odolnost, udržitelnost, závislost na dodavatelích, dovednosti, spolehlivost, bezpečnost a dodržování předpisů.

Zmapujte dopady v průběhu celého životního cyklu AI

○ Účel a alternativy

Definujte potřebu, funkční jednotku, výchozí stav a variantu bez AI.

- DATA A MODELÝ
- Sběr, označování, ukládání, trénování, vyhodnocování a opětovné využití dat.

○ Infrastruktura a nasazení

Zahrňte výrobu hardwaru, sítě, datová centra, okrajová zařízení a integraci.

Zmapujte dopady v průběhu celého životního cyklu AI

○ Provoz a změny

Měření inferencí, monitorování, údržba, aktualizace, chování uživatelů a reboundní efekty.

○ Vyřazení

Naplánujte mazání dat, stažení modelů, opětovné využití hardwaru, opravy, recyklaci a uchovávání důkazů.

02

ÚVOD DO UDRŽITELNÉ UMĚLÉ INTELIGENCE

- Jaký přínos ospravedlňuje tento systém umělé inteligence?
- Jaké environmentální a sociální dopady by mohly nastat v průběhu jeho životního cyklu?
- Jaké důkazy by toto tvrzení podpořily?
- Mohlo by tuto potřebu uspokojit jednodušší digitální, mechanické nebo organizační řešení?

Udržitelná umělá intelligence

Dva směry dopadu.

Udržitelnost umělé intelligence

Měřte a snižujte spotřebu energie, emise, spotřebu vody, materiálů a práce a společenské dopady způsobené systémem.

AI pro udržitelnost

Zhodnoťte, zda aplikace umělé intelligence přináší dodatečný environmentální nebo sociální přínos ve srovnání s věrohodnou referenční hodnotou.

Oba směry vyžadují vymezení hranic, důkazy, ochranná opatření a sledování zpětných efektů.

Potenciální škody v průběhu celého životního cyklu

Oblast	Jak může umělá inteligence ohrozit udržitelnost	Příklad
Spotřeba energie	Trénování a provoz velkých modelů spotřebovává obrovské množství elektřiny a vody.	Datová centra pro LLM (velké jazykové modely) odebírají megawatty energie.
Elektronický odpad	Rychlé obměny hardwaru a specializované čipy pro umělou inteligenci zvyšují množství elektronického odpadu.	GPU a TPU se stanou zastaralými během 2–3 let.
Zaujatost a nerovnost	Nespravedlivé nebo netransparentní algoritmy mohou prohlubovat sociální nerovnost.	Zaujaté nástroje pro hodnocení úvěrové bonity nebo nábor zaměstnanců.
Nadměrná spotřeba	Reklama optimalizovaná pomocí umělé inteligence podporuje neudržitelné spotřební vzorce.	Doporučovací systémy propagující fast fashion.
Těžba surovin	Těžba vzácných minerálů pro výrobu čipů poškozuje ekosystémy.	Těžba lithia a kobaltu pro servery.

Potenciální přínosy podložené důkazy

Oblast	Jak může umělá inteligence ohrozit udržitelnost	Příklad
Modelování klimatu	AI zlepšuje předpovědi počasí, lesních požárů a uhlíkových cyklů.	GraphCast od DeepMind pro rychlejší předpovědi počasí.
Energetická účinnost	Umělá inteligence optimalizuje spotřebu energie v budovách a průmyslových systémech.	Díky umělé inteligenci společnosti Google se podařilo snížit spotřebu energie na chlazení datových center o 40 %.
Udržitelné zemědělství	Přesné zemědělství minimalizuje plýtvání hnojivy a vodou.	Analýza plodin pomocí dronů pro řízení zavlažování.
Oběhové hospodářství	Umělá inteligence pomáhá při sledování materiálů, recyklaci a třídění odpadu.	Vizuální AI identifikuje recyklovatelné materiály v třídících zařízeních.
Monitorování životního prostředí	Satelitní AI sleduje odlesňování, znečištění a úbytek biologické rozmanitosti.	Modely umělé inteligence odhalují nelegální rybolov a kácení lesů.

Oblasti použití a otázky týkající se důkazů

Oblast	AI pomáhá	AI škodí
Informatika	Kompresce modelů, ekologický software, AI na okraji sítě	Energeticky náročný trénink modelů, hromadění dat
Inženýrství	Inteligentní sítě, optimalizace spotřeby energie	Nadměrná závislost na automatizaci, ztráta odolnosti
Obchod / Ekonomika	Prognózy v oblasti udržitelného dodavatelského řetězce	Manipulativní marketing, plánované zastarávání
Zdravotní vědy	Diagnostika pomocí umělé inteligence snižuje plýtvání a zpoždění	Porušování soukromí, zaujatost ve zdravotních datech
Environmentální vědy	Automatizované monitorování ochrany přírody	Nákladné senzory a nároky na cloudové výpočetní kapacity

03

DOPADY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A DŮKAZY

Uhlíková stopa se vztahuje na celý životní cyklus

Systémy umělé inteligence se opírají o fyzickou infrastrukturu, která spotřebovává energii, vodu a materiály. Dopady vyplývají ze sběru dat, výroby hardwaru, vývoje modelů, nasazení, inferencí, síťování, ukládání, údržby a vyřazení.

Před výpočtem uhlíkové stopy je třeba definovat hranice. Uvedte funkční jednotku, výchozí stav, geografickou oblast, časové období, metodu alokace, faktory spotřeby elektřiny, předpoklady týkající se hardwaru a kvalitu dat.

Výsledek bez těchto podrobností je obtížné interpretovat nebo porovnávat.

Energie a emise skleníkových plynů

Trénování, ladění, inferenční výpočty, zpracování dat a ukládání – to vše spotřebovává elektřinu. Význam této spotřeby závisí na pracovní zátěži, hardwaru, využití, umístění, čase a dodávkách elektřiny.

Uveďte referenční stav, funkční jednotku, naměřené nebo odhadované kilowatthodiny, typ hardwaru, dobu trvání, využití, alokaci datového centra a emisní faktor. Oddělte vývoj od provozu a identifikujte nejistotu.

Snižte poptávku prostřednictvím dostatečnosti, menších modelů, opětovného použití, efektivního softwaru, hardwaru správné velikosti, plánování a ověřených nízkouhlíkových zdrojů.

Energie a emise skleníkových plynů

Trénování, ladění, inferenční výpočty, zpracování dat a ukládání – to vše spotřebovává elektřinu. Význam této spotřeby závisí na pracovní zátěži, hardwaru, využití, umístění, čase a dodávkách elektřiny.

Uveďte referenční stav, funkční jednotku, naměřené nebo odhadované kilowatthodiny, typ hardwaru, dobu trvání, využití, alokaci datového centra a emisní faktor. Oddělte vývoj od provozu a identifikujte nejistotu.

Snižte poptávku prostřednictvím dostatečnosti, menších modelů, opětovného použití, efektivního softwaru, hardwaru správné velikosti, plánování a ověřených nízkouhlíkových zdrojů.

Spotřeba vody a místní kontext

- Dopady na vodu zahrnují přímou spotřebu vody na chlazení a nepřímou spotřebu vody související s výrobou elektřiny a zařízení. Výsledek se liší v závislosti na technologii, klimatu, ročním období, skladbě zdrojů elektřiny a místním nedostatku vody.
- Uveďte umístění, období, zdroj vody, způsob chlazení, odběry nebo spotřebu, alokaci a nejistotu. Vyhněte se použití jedné globální hodnoty pro všechny systémy.
- Zvažte snížení poptávky, vhodné chlazení, recyklovanou vodu, řízení tepla a plánování, a to při ochraně potřeb místních komunit a ekosystémů.

Hardware, materiály a elektronický odpad

Procesory, servery, úložiště, sítě a okrajová zařízení mají dopady spojené s těžbou, rafinací, výrobou, přepravou a likvidací. Sociální rizika mohou nastat také v těžebních a dodavatelských řetězcích.

Zaznamenejte typ zařízení, dobu životnosti, přiřazení k pracovnímu zatížení, opravitelnost, možnosti modernizace, doklady od dodavatele a postup při ukončení životnosti. Zahrňte předčasnou výměnu způsobenou volbou softwaru nebo nákupem.

Upřednostňujte delší používání, vysoké využití, modulární opravy, opětovné použití, renovaci a ověřené zpětné získávání materiálů.

Důkazy týkající se cloudu a datových center

Provozní dopady

- Měřte spotřebu elektřiny na pracovní zátěž, její přidělení, využití, umístění a čas. Ukazatele datových center, jako je efektivita spotřeby energie a efektivita spotřeby vody, poskytují kontext a nenahrazují měření pracovní zátěže.
- Nařízení EU o podávání zpráv se vztahuje na dotčené provozovatele datových center. Používejte aktuální rozsah a pravidla pro podávání zpráv.

Dopady na lidské tělo a systém

- Zahrňte servery, akcelerátory, úložiště, sítě, chladicí zařízení, systémy budov a cykly výměny. Požádejte dodavatele o informace ohledně metod, hranic a předpokladů pro alokaci.
- Využijte pokyny JRC pro osvědčené postupy v oblasti energetického managementu, chlazení, opětovného využití a monitorování.

[Zdroje] Aplikace KA220-HED schválená organizací Ethical Engineer, WP3 Výuka a učení (vývoj OER), str. 61–70.

Využití umělé intelligence v oblasti životního prostředí vyžaduje adicionální

- AI může podporovat provoz energetické sítě, monitorování životního prostředí, přesné zemědělství, budovy, dopravu a optimalizaci průmyslu.
- Důvěryhodné tvrzení porovnává systém umělé intelligence s realistickou referenční úrovní, zahrnuje uhlíkovou stopu služby umělé intelligence, testuje přesnost a důsledky selhání, identifikuje, kdo má prospěch nebo nese riziko, a sleduje rebound efekt.
- Pokračujte pouze tehdy, pokud naměřený čistý přínos zůstává v provozním kontextu významný.

SOUHRN DŮKAZŮ TÝKAJÍCÍCH SE ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

Použijte tabulku jako kontrolní seznam důkazů. Uveďte systémové hranice, funkční jednotku, referenční stav, metodu, zdroj dat, nejistotu, vlastníka a spouštěč přezkumu pro každý významný dopad.

Oblast dopadu	Environmentální náklady	Udržitelné řešení
Spotřeba energie	Vysoká spotřeba energie pro trénování/inferenci	Obnovitelné zdroje energie, efektivní modely
Spotřeba vody	Chlazení datových center	Recyklace vody, inteligentní plánování
Hardware	Těžba vzácných materiálů	Etické získávání surovin, delší životní cykly
Emise uhlíku	Energie z fosilních paliv	Kompenzace uhlíkových emisí, ekologická datová centra
Elektronický odpad	Toxické materiály	Oběhové hospodářství, recyklační programy

04

POSTUPY UDRŽITELNÉHO INŽENÝRSTVÍ



Udržitelné inženýrství pro AI

Udržitelné inženýrství pro AI definuje účel a omezení, vybírá proveditelný přístup s nejnižší náročností na zdroje, měří podstatné dopady a uchovává podklady související s návrhem, nákupem, provozem a vyřazením z provozu.

Kombinuje požadavky na dostatečnost, účinnost, odolnost, udržitelnost, cirkulární charakter, zapojení zainteresovaných stran a odpovědnou AI.

Výstupem je sledovatelné rozhodnutí s výchozí situací, kritérii přijatelnosti, ochrannými opatřeními, vlastníky a podmínkami přezkumu.

Zásady udržitelného návrhu

01

Nejprve dostatečnost

Umělou inteligenci používejte pouze tehdy, když to odůvodňují přínosy a důkazy.

02

Efektivita

Omezte množství dat, parametrů, operací, přenosů a nevyužitou kapacitu.

03

Modularita a životnost

Navrhujte komponenty tak, aby bylo možné je znovu použít, opravit, aktualizovat a řízeně vyřadit z provozu.

04

Důkazy o životním cyklu

Zahrňte přímé dopady, dopady na dodavatelský řetězec a sociální dopady.

05

Společný návrh

Zapojte dotčené osoby do definování přínosů, zátěží, prahových hodnot a přezkumu.

Efektivní hardware a infrastruktura

- Přizpůsobte pracovní zátěž hardwaru, který splňuje požadavky na výkon, spolehlivost a spotřebu energie. Zlepšete využití díky správnému dimenzování, plánování a sdílení kapacity.
- Vyhodnoťte možnosti cloudu, okrajových zařízení a lokálních řešení s ohledem na provozní a zabudované dopady, latenci, ochranu soukromí, odolnost, opravy a síťové nároky.
- U zařízení prověřte měření spotřeby, chlazení, proudění vzduchu, teplotní rozsahy, dodávky z obnovitelných zdrojů, situaci s vodou a opětovné využití tepla. Vyžádejte si od dodavatele doklady o hranicích a alokaci.

Algoritmická a softwarová efektivita

- Začněte s jednoduchou výchozí hodnotou. Před trénováním nového modelu znovu použijte vhodný model. Zvažte menší architektury, redukci vlastností, prořezávání, kvantizaci, řídké výpočty, destilaci, dávkování, ukládání do mezipaměti a předčasné ukončení.
- Měřte kvalitu a využití zdrojů při stejné funkční jednotce a provozních podmínkách. Testujte výkon podskupin, robustnost, latenci a vliv údržby.
- Uvádějte výpočetní výkon a spotřebu energie společně s výkonem, aby bylo možné ověřit tvrzení o účinnosti.

Systemy cirkulární umělé intelligence

Opětovné použití

Využívejte stávající data, modely, komponenty a infrastrukturu, pokud jejich účel, původ, práva a výkon zůstávají vhodné.

Opravy a modernizace

Navrhujte hardware a software s ohledem na modulární údržbu, bezpečné aktualizace a dlouhou životnost.

Odstavujte zařízení zodpovědně

Vyřadte nebezpečné nebo nepotřebné modely, bezpečně smažte data, uchovejte důkazy o rozhodování a zajistěte, aby byl hardware předán k ověřenému opětovnému použití, renovaci nebo recyklaci. Vyhněte se předávání zastaralého vybavení do prostředí bez bezpečné podpory.

Metriky se stávají technickými kontrolními opatřeními

Pro každý významný dopad materiálu definujte:

1. funkční jednotka a referenční stav.
2. hranice, místo a období měření.
3. měřítko pro energii, emise, vodu, materiály a kvalitu služeb.
4. zdroj dat, metoda alokace a nejistota.
5. vlastník, prahová hodnota pro přijetí a frekvence přezkumu.
6. opatření v případě, že důkazy překročí prahovou hodnotu.

Použijte specifikaci softwarové uhlíkové intenzity tam, kde to odpovídá danému systému. Udržujte environmentální údaje v souvislosti s bezpečností, právy a výsledky služeb.

Systémové myšlení a dlouhodobá odpovědnost

- Udržitelný inženýrský přístup propojuje každé technické rozhodnutí s materiálními, environmentálními, sociálními a provozními důsledky.
- Spolupracujte s odborníky v dané oblasti, dotčenými komunitami, týmy zařízení, oddělením nákupu, dodavateli a údržbáři. Uveďte předpoklady a nejistoty. Uchovejte důkazy, které zpochybňují preferovanou variantu.
- Definujte podmínky pro zastavení. Po změnách účelu, dat, modelu, hardwaru, dodavatele, rozsahu, populace, umístění nebo právních předpisů přehodnoťte posouzení.

Udržitelné inženýrské postupy

Pomocí souhrnné tabulky propojte každou praxi s požadavkem, měřítkem, zdrojem důkazů, odpovědnou osobou, prahovou hodnotou přijatelnosti a bodem přezkumu v rámci životního cyklu.

Inženýrské zaměření	Výzva v oblasti udržitelnosti	Strategie zmírňování dopadů
Návrh algoritmu	Vysoké výpočetní nároky	Používejte efektivní modely a transferové učení
Hardware a infrastruktura	Spotřeba energie a chlazení	Obnovitelné zdroje energie, efektivní chlazení
Životní cyklus softwaru	Časté aktualizace	Modulární aktualizace, opětovné použití
Materiály	Těžba vzácných zemin	Recyklace, etické získávání surovin
Správa	Nedostatek měřítek	Sledování emisí CO ₂ , spotřeby energie a vody

05

ŘÍZENÍ A ETIKA V OBLASTI UDRŽITELNÉ UMĚLÉ INTELIGENCE

Správa a etika

Důkazy o udržitelnosti patří do rámce technického řízení. Ovlivňují účel, požadavky, architekturu, zadávání zakázek, uvedení do provozu, monitorování, reakci na incidenty a vyřazení z provozu.

Správa by měla určit, kdo definuje hranice, schvaluje metody, vlastní kvalitu dat, zpochybňuje tvrzení, akceptuje zbytkové dopady a může systém omezit nebo zastavit.

Environmentální cíle zůstávají propojeny s právy, bezpečností, spravedlností, přístupností, pracovními podmínkami a dopady na komunitu.

Co je řízení udržitelnosti?

Řízení udržitelnosti je systém rozhodovacích práv, procesů, důkazů, kontrol a odpovědnosti, který se používá k definování přijatelných dopadů v průběhu celého životního cyklu AI.

Propojuje právní a profesní povinnosti s technickými požadavky, měřením, účastí zainteresovaných stran, zadáváním zakázek, oprávněním k uvolnění, monitorováním, nápravnými opatřeními a vyřazením z provozu.

Správa a etika

Hlavní cíle

Potvrďte legitimní účel a věrohodnou výchozí úroveň.

- Stanovte povinné právní, bezpečnostní a environmentální limity.
- Vyžadujte důkazy o přínosech a podstatných dopadech.
- Přidělte pravomoci k rozhodování, měření a zastavení.

Umožněte nezávislé zpochybnění, zapojení zainteresovaných stran a nápravu.

Systém přezkoumejte po podstatných změnách nebo v případě nových důkazů.

Správa a etika

Transparentnost

Metody, rámec, zdroje dat, předpoklady a omezení.

- Odpovědnost
- Jmenování odpovědní za rozhodnutí, důkazy, kontroly a nápravná opatření.
- Spravedlnost a účast

Rozdělení přínosů a břemen, včetně dotčených komunit a pracovníků.

Bezpečnost a odolnost

Kontroly selhání, záložní řešení, monitorování a poučení z incidentů.

Udržitelnost

Etické základy a současné povinnosti

Etický princip	Význam pro AI	Souvislost s udržitelností
Prospěšnost	AI by měla přinášet prospěch jednotlivcům i společnosti.	Měla by být optimalizována s ohledem na dlouhodobé blaho, nikoli na krátkodobý zisk.
Zásada neškodnosti	Vyhýbat se způsobování škody nebo rizika.	Je třeba předcházet negativním environmentálním a sociálním externalitám.
Spravedlnost	Zajistěte spravedlivý přístup a výsledky.	Rovný přístup k udržitelným technologiím.
Autonomie	Respektovat kontrolu a souhlas uživatelů.	Transparentnost rozhodnutí umělé inteligence.
Odpovědnost	Inženýři a organizace nesou odpovědnost.	Zveřejňujte ukazatele udržitelnosti a dopady.

Dokončený záznam o udržitelnosti: Řízení chladičů Ai

ROZHODNUTÍ REVIZE:

Zavést pilotní projekt řízení chlazení s podporou umělé inteligence v jedné datové hale. Zachovat záložní režim založený na pravidlech a pravomoc operátora k zastavení systému.

FUNKČNÍ JEDNOTKA:

Jedna hodina chlazení, která udržuje schválenou teplotní obálku.

VÝCHOZÍ STAV:

Stávající řízení za odpovídajících povětrnostních podmínek a při odpovídajícím pracovním zatížení.

Dokončený záznam o udržitelnosti: Řízení chladičů Ai

DŮKAZY:

Měřená spotřeba elektřiny na chlazení, spotřeba vody, vstupní teplota serverů, alarmy a zásahy obsluhy.

PRAHOVÉ HODNOTY:

Tepelná bezpečnost a spolehlivost provozu zůstávají povinné. Spotřeba vody se nesmí zvýšit v období lokálního přetížení.

KONTROLA:

Vedoucí zařízení provádějí kontroly jednou týdně. Zastavte provoz po překročení prahové hodnoty, poruše senzoru nebo nevysvětlitelné akci řídicího systému.

Nástroje řízení a důkazy

HODNOCENÍ ŽIVOTNÍHO CYKLU

Definujte hranice, funkční jednotku, inventář, metodu posouzení dopadu a interpretaci.

UHLÍKOVÁ INTENZITA SOFTWARE

Změřte provozní energii a emise obsažené v produktu na funkční jednotku, je-li to vhodné.

POSOUZENÍ DOPADŮ A PRÁV

Propojte dotčené osoby, rizika, ochranná opatření, důkazy a nápravná opatření.

NÁKUP A VYKAZOVÁNÍ

Vyžádejte si od dodavatelů informace o metodách, alokaci, spotřebě energie, vody a materiálů, opravách a důkazy o incidentech.

ZÁZNAMY O MODELU A SYSTÉMU

Zaznamenejte účel, komponenty, hodnocení, limity, důkazy o udržitelnosti a historii změn.

Rizika spojená s tvrzeními o udržitelnosti

„Greenwashing“

Tvrzení postrádají vymezení, výchozí stav, metodu nebo ověření.

Vynechané dopady

Vývoj, data, sítě, zabudovaný hardware, voda, práce nebo vyřazení z provozu zůstávají mimo výpočet.

Slabé faktory

Údaje o průměrné spotřebě elektřiny nebo vody nezohledňují místo a čas.

Přenos dopadů

Zvýšení účinnosti v jedné složce zvyšuje riziko nebo spotřebu zdrojů jinde.

Rizika spojená s tvrzeními o udržitelnosti

Rebound

Nižší náklady zvyšují celkovou poptávku.

Omezená účast

Lidé, kteří nesou tuto zátěž, nemají vliv, důkazy ani možnost nápravy.

Otázky k přezkoumání nákupu

1. Jaká funkční jednotka a výchozí stav podporují tvrzení dodavatele?
2. Které dopady na spotřebu energie, vody a materiálů jsou měřeny, odhadovány nebo vyloučeny?
3. Kde a kdy byly tyto faktory shromážděny?
4. Jak se rozdělují sdílená infrastruktura a zabudovaný hardware?
5. Co podporuje tvrzení o elektřině z obnovitelných zdrojů?
6. Která data, modely a záznamy jsou uchovávány?
7. Lze hardware a software opravit, modernizovat a převést?
8. Které incidenty, překročení prahových hodnot a auditní důkazy musí být zveřejněny?

Budoucí priority pro udržitelnou umělou inteligenci

Priority pro inženýrskou praxi

- Auditované a interoperabilní měření.
- Energetické a výkonové benchmarky spojené s kvalitou služeb.
- Efektivní dedukce a plánování s ohledem na pracovní zátěž.
- Delší životnost hardwaru, opravy a cirkulární zadávání veřejných zakázek.
- Rozhodování o spotřebě elektřiny a vody s ohledem na místo a čas.
- Důkazy o distribučních a komunitních účincích.
- Jasné podněty k revizi v případě změn rozsahu, modelu, hardwaru a dodavatele.

Vzdělávání by mělo propojit tyto priority s reálnými rozhodnutími o návrhu a důkazy z praxe.

Hodnotící kritéria udržitelnosti

Pomocí tabulky zkontrolujte účel, hranice, funkční jednotku, výchozí stav, metody, environmentální důkazy, sociální důkazy, možnosti, prahové hodnoty, vlastníky, nejistotu a spouštěče přezkumu.

Důraz na správu a řízení	Praktické kroky	Příklad
Transparentnost	Zveřejňujte modelové karty a informační listy k datovým sadám	Modelové karty společnosti Google
Odpovědnost	Přiřadte odpovědnost za každou fázi životního cyklu	Vedoucí pracovníci v oblasti odpovědné AI
Spravedlnost	Audity zaujatosti, testování spravedlnosti	Sada nástrojů IBM AI Fairness 360
Odpovědnost za životní prostředí	Sledování emisí CO ₂ , spotřeby vody a materiálů	Nástroje pro reporting v oblasti ekologické AI
Globální spolupráce	Sladění předpisů a etických zásad	Rámce OECD / UNESCO

Řízení kompromisů

Nejprve uplatněte povinné právní, bezpečnostní a environmentální limity a limity týkající se práv. Poté porovnejte proveditelné možnosti.

Přesnost a spotřeba energie

Vyberte variantu s nejnižší spotřebou zdrojů, která splňuje definovanou prahovou hodnotu služby.

Latence a propustnost

Dávkové zpracování může zlepšit využití zdrojů, ale zároveň ovlivnit dobu odezvy.

Edge a cloud

Porovnejte spotřebu energie, nároky na síť, zabudovaný hardware, ochranu soukromí, odolnost a údržbu.

Ochrana soukromí a výpočetní výkon

Otestujte dopad technik na ochranu soukromí na celý systém. Zaznamenejte kvalitu důkazů, dotčené zúčastněné strany a spouštěcí událost, která vede k přehodnocení rozhodnutí.

Rizika a úskalí

- „Greenwashing“

Tvrzení bez referenční hodnoty, vymezení nebo měření.

- Skryté náklady

Jsou opomenuty náklady na data, skladování, přenos, hardware, vodu, pracovní sílu a vyřazení z provozu.

- Úzká optimalizace

Zvýšení lokální efektivity oslabuje bezpečnost, spravedlnost, ochranu soukromí, odolnost nebo udržitelnost.

Rizika a úskalí

- **Nejisté údaje**

Odhady se jeví jako přesné, zatímco faktory a alokace zůstávají nedostatečné.

- **Rozsah a zpětný ráz**

Po zvýšení efektivity roste poptávka.

- **Společenský dopad**

Výhody a zátěže jsou rozdělovány bez účasti nebo nápravy.

Sladění a standardy

Metody posuzování životního cyklu

Pro stanovení cílů, rozsahu, inventarizace, posouzení dopadů a interpretace použijte zásady norem ISO 14040 a 14044.

Software a měření pomocí umělé inteligence

Vhodných případech použijte specifikaci uhlíkové intenzity softwaru a SCI pro umělou inteligenci. MLCommons Power podporuje srovnávání energetické náročnosti pracovních úloh.

Sladění a standards

Kontext EU

Uplatňujte aktuální pravidla EU pro podávání zpráv o datových centrech, osvědčené postupy JRC a aktuální zákon o umělé inteligenci v souladu s rozsahem a rolí.

Etika a společenský dopad

Využijte zásady OECD a UNESCO spolu s podklady od zainteresovaných stran a oborovými standardy. U každého použitého rámce zaznamenejte jeho verzi, rozsah a důvod použití.

06

SYNTÉZA A ODKAZY

Závěrečné poznámky

Udržitelné inženýrství v oblasti umělé inteligence začíná odůvodněnou potřebou, jasně vymezenými hranicemi a věrohodným výchozím bodem. Měří environmentální a sociální dopady v průběhu celého životního cyklu a na základě důkazů upravuje návrh, zadávání zakázek, provoz a vyřazení z provozu.

Promyšlené rozhodnutí volí proveditelnou variantu s nejnižší náročností na zdroje, chrání zákonná práva a bezpečnostní limity, uvádí nejistoty a jmenuje osoby odpovědné za důkazy, kontroly a přezkum.

Správcovství znamená udržování přínosů v rámci definovaných limitů a přijímání opatření v případě, že se důkazy změní.

Základní literatura a další doporučená literatura

- Mezinárodní energetická agentura. Energie a umělá inteligence.
- ISO 14040: zásady a rámec posuzování životního cyklu.
- Nadace Green Software Foundation. Specifikace uhlíkové intenzity softwaru a SCI pro AI.
- Společné výzkumné středisko Evropské komise. Kodex chování pro datová centra a osvědčené postupy pro rok 2025.
- Evropská unie. Současný zákon o umělé inteligenci a nařízení o podávání zpráv datových center.
- OECD. Zásady umělé inteligence a měření dopadů umělé inteligence na životní prostředí.
- UNESCO. Doporučení týkající se etiky umělé inteligence a sada nástrojů „AI for Environment“.
- MLCommons. Srovnávací analýza spotřeby energie.
- Schwartz a spolupracovníci. Zelená AI.
- Zdroje projektu Ethical Engineer a sbírka případových studií.

Přímé odkazy jsou uvedeny v poznámkách přednášejícího.

07

ÚLOHA A VÝZVA PRO TÝMY

Aplikovaná aktivita

Vyberte systém umělé inteligence z vašeho oboru:

Definujte potřebu, funkční jednotku, hranice a výchozí stav.

1. Identifikujte dopady na energetiku, emise, vodu, materiály a sociální oblast.
2. Rozlište naměřená data, odhady a opomenutí.
3. Porovnejte stávající návrh, efektivní návrh a variantu bez využití umělé inteligence.
4. Použijte povinné prahové hodnoty a doporučte pokračovat (GO), revidovat (REVISE) nebo zastavit (STOP).
5. Uveďte vlastníka, míru nejistoty a podnět k přezkoumání.

Výstup:

Jednostránkové hodnocení a dvouminutová obhajoba před inženýrskou komisí.

Týmový projekt 1: Přepřarování AI pipeline

Týmový projekt 1

Přepřarujte proces analýzy dat umělé inteligence s využitím případové studie projektu Ethical Engineer. Zmapujte sběr dat, zpracování, model, infrastrukturu, provoz a vyřazení z provozu. Definujte funkční jednotku a výchozí stav. Odhadněte podstatné dopady na základě uvedených předpokladů. Porovnejte alespoň dvě varianty přepřarování a alternativu bez využití umělé inteligence.

Výstupy

Prezentace o pěti snímcích

- Jednostránkový plán udržitelnosti
- Tabulka důkazů se zdroji a nejistotami
- Rozhodnutí: POKRAČOVAT, UPRAVIT nebo ZASTAVIT

Týmový projekt

2: Udržitelný systém umělé inteligence

Úkol

Navrhněte systém umělé inteligence pro reálný inženýrský problém. Ukažte zamýšlenou společenskou nebo environmentální hodnotu a to, jak budou řízeny dopady samotného systému.

Zahrnout

- Zainteresované strany a dopady v průběhu životního cyklu
- Ukazatele zdrojů
- Spravedlnost, ochrana soukromí, pracovní podmínky a přístupnost
- Řízení, cíle a body k posouzení

Výstupy

Návrh v podobě šesti snímků a dvoustránkové dokumentace.

Týmová práce a prezentace

Kontrola výstupů
učení

Než dokončíte práci, ujistěte se, že umíte:

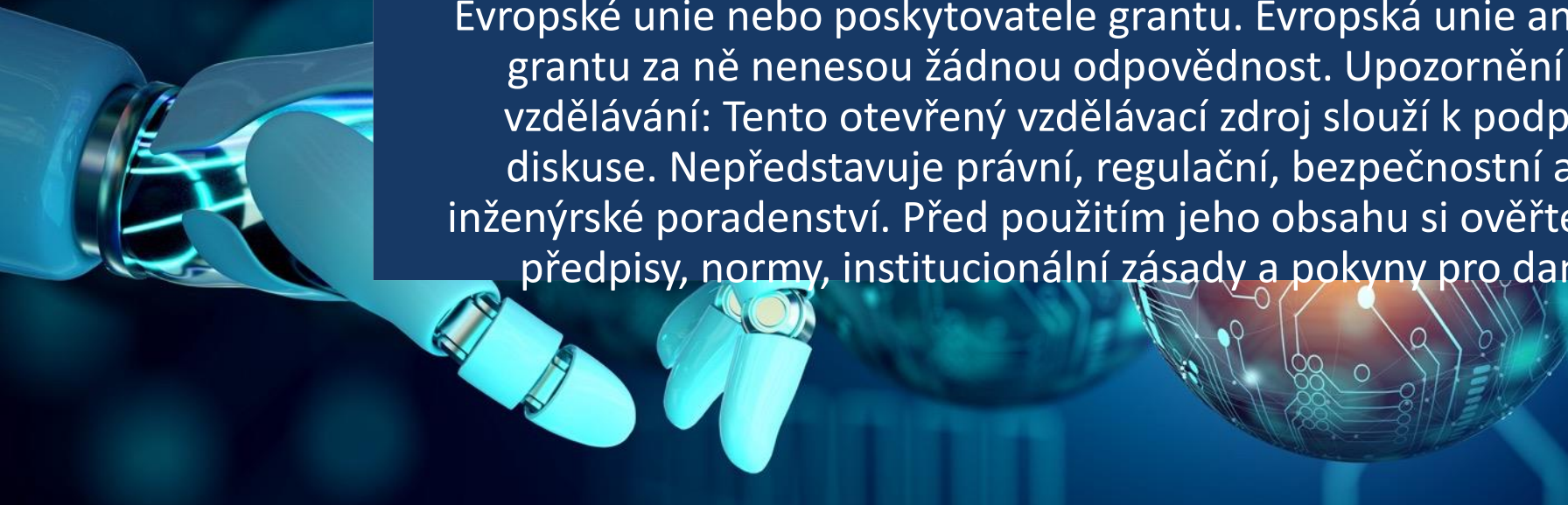
1. Definujte hranice, funkční jednotku a výchozí stav.
2. Zmapujte dopady v rámci celého životního cyklu AI.
3. Odhadněte dopady na spotřebu energie, emise, spotřebu vody a hardware na základě předpokladů.
4. Porovnejte možnosti s využitím prahových hodnot, kvality důkazů a míry nejistoty.
5. Vypracujte plán udržitelnosti s ochrannými opatřeními, odpovědnými osobami a spouštěči přezkumu.

Důkazy:

Mapa životního cyklu, záznam výpočtů, srovnání variant a rozhodnutí o udržitelnosti.



Oznámení o financování a vzdělávacím využití



Spolufinancováno programem Erasmus+ Evropské unie. Financováno Evropskou unií. Názory a stanoviska vyjádřená v tomto dokumentu jsou výhradně názory autora nebo autorů a nemusí nutně odrážet názory Evropské unie nebo poskytovatele grantu. Evropská unie ani poskytovatel grantu za ně nenesou žádnou odpovědnost. Upozornění k využití ve vzdělávání: Tento otevřený vzdělávací zdroj slouží k podpoře výuky a diskuse. Nepředstavuje právní, regulační, bezpečnostní ani odborné inženýrské poradenství. Před použitím jeho obsahu si ověřte platné právní předpisy, normy, institucionální zásady a pokyny pro danou oblast.



Ethical Engineer

www.ethicalengineer.eu

Děkujeme

Dokončili jste **modul 6**



Co-funded by
the European Union