

4. modulis

Inženieru atbildība un
pārskatatbildība
autonomajās sistēmās



Ethical Engineer

www.ethicalengineer.eu

SATURS

- 01 Atbildības un pilnvaru sadale
- 02 Izturības un cilvēka kontroles izstrāde
- 03 Atbildības apguve, izmantojot gadījumus
- 04 Izstrādāt izsekojamu inženierijas lēmumu



Co-funded by
the European Union

Šis projekts ir finansēts ar Eiropas Komisijas atbalstu. Par šo publikāciju (paziņojumu) atbild vienīgi autors, un Komisija neuzņemas nekādu atbildību par tajā ietvertās informācijas izmantošanu. Saskaņā ar jauno Vispārīgās datu aizsardzības regulas (GDPR) regulējumu lūdzu ņemiet vērā, ka partnerība apstrādās jūsu personas datus vienīgi projekta interesēs un nolūkos, neierobežojot jūsu tiesības.



Īss pārskats par kursu „Ētiskais inženieris”

Katras moduļa galvenā satura un mācību rezultāti

1. modulis	02. modulis	03. modulis	04. modulis	5. modulis	06. modulis
Ētika un pārredzamība	Priekšstati, taisnīgums un iekļaušana	Privātums un datu aizsardzība	Atbildība un drošība	Uz vērtībām balstīts dizains	Ilgspēja un ietekme
Ētikas principi un ES vērtības Pārredzamība un izskaidrojamība AI un robotikas gadījumu analīze	Priekšstati visā AI dzīves ciklā Taisnīguma mērķi un pierādījumi Iekļaujošas inženierijas gadījumi	Privātums jau projektēšanas posmā un Vispārīgā datu aizsardzības regula (GDPR) Datu pārvaldība un PET Novērtēšana un apstrīdējamība	Lomas un atbildība Kļūdas, noturība un nodošana Reģistrēšana un mācīšanās no incidentiem	Ētiskās dizaina prasības Datu, modeļu un saskarnes izvēle Kompromisi un ātrās pārbaudes	Energija, ūdens un aparatūra Ietekme uz sabiedrību un dzīves ciklu Rādītāji, pārvaldība un pārveidošana

Moduļa orientācija

AI kļūdas var radīt reālus zaudējumus. Šis modulis parāda, kā inženieri pirms ekspluatācijas nodrošina pārredzamību, drošību un atbildību.

Mērķis

Sagatavot inženierzinātņu studentus, lai viņi spētu sadalīt atbildību, analizēt kļūdas un pamatot ar drošību saistītus lēmumus, izmantojot pārbaudāmus pierādījumus.

Mērķauditorija

Augstskolu studenti inženierzinātņu, datorzinātņu, robotikas un ar drošību saistītajās disciplīnās.

Pamatojas uz

1.–3. modulis: ētika, pārredzamība, taisnīgums, privātums, datu pārvaldība un inženierijas lēmumu dokumentācija.

[Avoti] „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.

Moduļa orientācija

AI kļūdas var radīt reālus zaudējumus. Šis modulis parāda, kā inženieri pirms ekspluatācijas nodrošina pārredzamību, drošību un atbildību.

Ilgums

Pamata programma — 210 minūtes. Paplašinātā programma — 270 minūtes.

Mācību secība

Piešķirt pilnvaras, izstrādāt noturību, analizēt gadījumus un pieņemt atbildīgu inženierijas lēmumu.

Mācību rezultāti

Atbildības karte, kļūdu analīze, garantijas pamatojums un atbildības protokols.

[Avoti] „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.

Mācību rezultāts

Līdz moduļa
beigām studenti
spēs:

1. Atšķirt atbildību, pārskatatbildību un juridisko atbildību.
2. Kartēt lēmumu pieņemšanas un kontroles atbildību visā autonomās sistēmas dzīves ciklā.
3. Analizēt datu, modeļu, darbības, organizatoriskos un cilvēcisko faktoru kļūdu veidus.
4. Precizēt elastīguma, rezerves risinājumu, nodošanas, reģistrēšanas, pārliedības un izmaiņu kontroles pasākumus.
5. Izveidot atskaitīšanās dokumentāciju, kurā ir saistīti pierādījumi, atbildīgie, atlikušais risks un pārskatīšanas kārtība.

Atbildība jāplāno pirms klūmes

- Autonomās sistēmas sadala lēmumu pieņemšanu starp datu piegādātājiem, modeļu izstrādātāju komandām, integrētājiem, operatoriem, vadītājiem un regulētājiem. Ja pilnvaras nav skaidri noteiktas, drošības jautājums var palikt neatrisināts.
- Atbildība prasa, lai persona vai organizācija paskaidrotu un pamatotu lēmumu, sniegtu pierādījumus, pieņemtu pārskatīšanu un atbalstītu korekcijas vai novēršanas pasākumus.
- Inženieri to nodrošina, izmantojot lēmumu pieņemšanas tiesības, izsekojamību, testu rezultātus, uzraudzību, incidentu izskatīšanas procedūras un pilnvaras apturēt darbību.

Eiropas regulējumi saista pienākumus ar inženierijas pierādījumiem

Uzticamas AI vadlīnijas nosaka atbildību, cilvēka līdzdalību un tehnisko stabilitāti kā savstarpēji saistītas prasības.

ES AI likums piešķir pienākumus noteiktiem dalībniekiem un prasa, lai attiecīgās augsta riska sistēmas nodrošinātu riska pārvaldību, datu reģistrēšanu, cilvēka uzraudzību, precizitāti, stabilitāti un kiberdrošību. Produktu atbildības direktīva reglamentē atbildību par defektīviem produktiem, tostarp programmatūru, saskaņā ar tajā noteiktajiem nosacījumiem.

Pamatnostādnes neparedz katru projekta uzdevumu. Inženierijas pārvaldībā ir jānosaka, kurš pieņem lēmumus, īsteno, pārbauda, apstiprina, uzrauga un reaģē.

01

Atbildības un pilnvaru sadale

Jānošķir pienākumi, jānosaka lēmumu pieņemšanas tiesības un jāsaista ētiskās prasības ar pierādījumiem.

Atbildība, pārskatatbildība un civiltiesiskā atbildība ir atšķirīgas

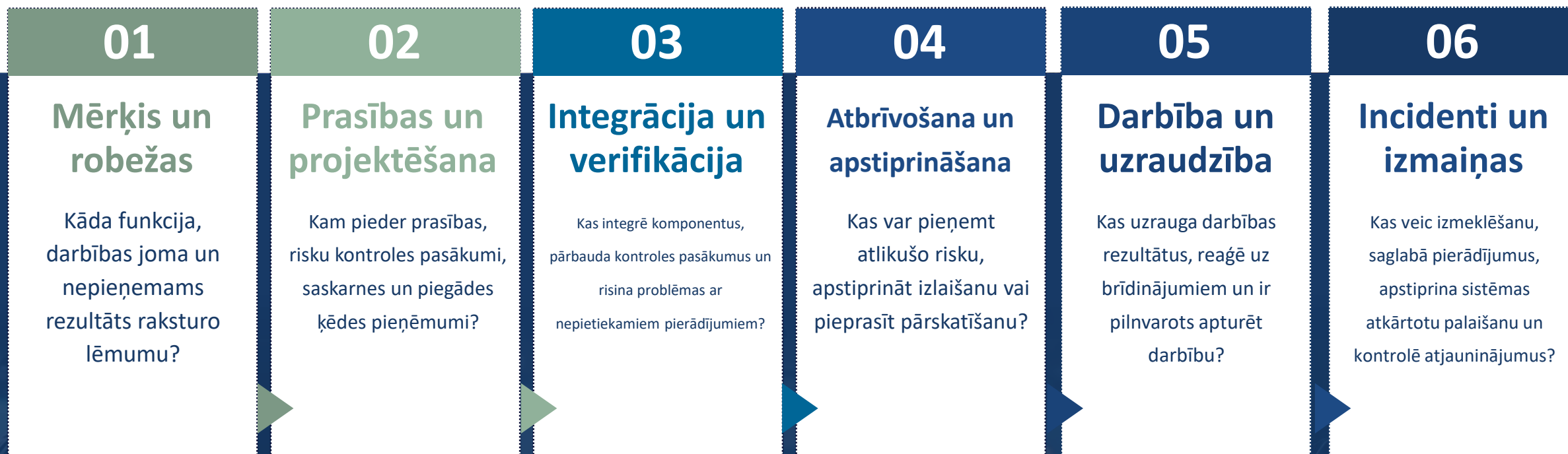
- Atbildība attiecas uz uzticētu pienākumu vai darbību un var tikt sadalīta starp dažādām lomām. Viens inženieris var veikt testu, bet cits – pārbaudīt rezultātu.
- Atbildība ir pienākums paskaidrot un pamatot lēmumu, sniegt pierādījumus un pieņemt pārskatīšanu. Norādītajam izlaides īpašniekam jāspēj aizstāvēt rezultātu.
- Juridiskā atbildība attiecas uz sekām, kas noteiktas saskaņā ar piemērojamiem tiesību aktiem un faktiem. Slimnīcā aprūpē iesaistās daudzi darbinieki, taču pilnvarām, lēmumu reģistriem un pārskatīšanas procedūrām ir jāparāda, kurš varēja apstiprināt, apturēt vai labot darbību.

[Avoti]

- <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02024R1689-20260727>
- <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2853/oj/eng>

Atbildības sadalījums sistēmas dzīves cikla laikā

Izvēlieties vienu ar drošību saistītu lēmumu. Katrā posmā nosakiet iestādi, atbildību, pierādījumus, kontroli un eskalāciju.



REZULTĀTS Atbildības karte, kas saista katru posmu ar lēmuma pieņemēju, kontroles atbildīgo, pierādījumu atbildīgo, apturēšanas pilnvaroto un pārskatīšanas iniciatoru.

Pašreizējais ES atbildības konteksts prasa precīzus apgalvojumus

- ES AI likums reglamentē noteiktus riskus un dalībnieku pienākumus. Tas neizveido pilnīgu civiltiesiskās atbildības kodeksu visiem ar AI saistītiem kaitējumiem.
- Direktīva (ES) 2024/2853 atjaunina noteikumus par atbildību par produktiem un iekļauj programmatūru produktu regulējuma ietvaros. Var būt piemērojami arī valstu civiltiesību akti, līgumi, datu aizsardzības, patērētāju aizsardzības, drošības noteikumi un nozares tiesību akti.
- Ierosinātā AI atbildības direktīva tika atsaukta 2025. gadā un nekļuva par ES tiesību aktu. Saglabājiert pierādījumus un saņemiet kvalificētu juridisku konsultāciju konkrētos gadījumos.

[Avoti]

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02024R1689-20260727>
- <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2853/oj/eng>
- https://eur-lex.europa.eu/procedure/EN/2022_303

Lēmumu pieņemšanas tiesības: kā pārvērst lomu sarakstu par pārvaldības sistēmu

- Noteikt, kurš var iestatīt darbības ierobežojumu, pieņemt risku, apstiprināt modeļa atjauninājumu, atcelt automatizāciju, apturēt lietošanu un paziņot par incidentu.
- Atdaliet sagatavošanu, pārbaudi un apstiprināšanu, ja ir svarīga neatkarība. Reģistrējiet apspriešanos un viedokļu atšķirības. Izvairieties no atbildības uzticēšanas komitejai, ja nav norādīts konkrēts lēmuma pieņēmējs.
- Pārbaudiet shēmu, simulējot reālu kļūmi, un noskaidrojiet, kurš rīkosies pirmajā minūtē, stundā un dienā.

[Avoti]

- <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02024R1689-20260727>

Pakalpojumu sniedzēji, ieviesēji, operatori un piegādātāji redz atšķirīgus pierādījumus

- Pakalpojumu sniedzējs kontrolē projektēšanas un izstrādes pierādījumus. Ieviesējs kontrolē lietošanas kontekstu, konfigurāciju, personālu un darbības procesu. Operators darbojas caur saskarni. Piegādātājs var kontrolēt modeļa, programmatūras vai aparatūras pierādījumus.
- Tehniskajai dokumentācijai un līgumiem būtu jāsavieno šie skatījumi, ņemot vērā paredzēto lietošanu, ierobežojumus, testus, žurnālus, atjauninājumus, incidentus un piekļuvi pārskatīšanai.
- Trūkstošs pierādījumu ceļš var padarīt atskaitīšanos par neiespējamu pat tad, ja lomas ir nosauktas.

[Avoti]

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02024R1689-20260727>
- <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/2853/oj/eng>

Riska pārvaldība prasa pilnvaras, resursus un eskalāciju

- Riska atbildīgais uzrauga risku un lemj, kā to pārvaldīt. Kontroles atbildīgais ievieš aizsardzības pasākumus. Pierādījumu atbildīgais uztur pārbaudei un pārskatīšanai nepieciešamos ierakstus.
- Atbildības piešķiršana bez budžeta, kompetences vai pilnvarām rada tikai formālu kontroli.
- Par katru nozīmīgu risku reģistrējiet atbildīgo personu, kontroles pasākumu, pieņemamības kritēriju, atlikušo risku, eskalācijas sliekšni un pārskatīšanas datumu.

[Avoti]

- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>
- <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

Ētiskie principi klūst par prasībām un izmantojamiem pierādījumiem

- Autonomija kļūst par cilvēka autoritāti, informāciju un reaģēšanas laiku. Taisnīgums kļūst par sadales pārbaudi, godīgu procesu un tiesiskās aizsardzības līdzekli. Pārredzamība kļūst par mērķauditorijai pielāgotiem pierādījumiem un izsekojamību. Nekaitīgums kļūst par apdraudējuma kontroli, pārbaudi un uzraudzību.
- **Vāciet pierādījumus, kas pamato lēmumu:** prasības, briesmu analīze, testu rezultāti, modeļu kartes, datu lapas, apstiprinājuma ieraksti, žurnāli, izmaiņas un incidenti.
- Pārbaudītājam jāspēj izsekot, kā konkrēts rezultāts ir saistīts ar sistēmas versiju, datu robežām, apstākļiem, kontroli, cilvēka rīcību un apstiprinājumu.

[Avoti]

- <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02024R1689-20260727>

Praktisks mehāniskās inženierijas piemērs: lēmums par sūkņa atbrīvošanu

Tehniskās apkopes komanda ierosina pēc gultņu nomaiņas atjaunot centrālās dzesēšanas procesa sūkņa darbību ar pilnu slodzi. Lēmumu atbalsta mākslīgā intelekta stāvokļa monitors, taču atļaujas piešķiršana joprojām ir inženieru atbildība.

01

Kritiskais lēmums

Atļaut sūkņa nepārtrauktu darbību ar 3600 apgr./min. Lēmumu par atļauju pieņem apkopes vadītājs.

02

Atbildīgais darbs

Mehānikas inženieris nosaka vibrācijas un temperatūras robežvērtības. Tehniķis reģistrē saskaņošanu, griezes momentu un gultņu uzstādīšanu.

03

Neatkarīgi pierādījumi

Atsevišķs uzticamības inženieris pirms apstiprināšanas pārskata sākotnējās vibrācijas, termiskās tendences, izlīdzināšanas ziņojumu un izslēgšanās testu.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

Praktisks mehāniskās inženierijas piemērs: lēmums par sūkņa atbrīvošanu

Tehniskās apkopes komanda ierosina pēc gultņu nomaiņas atjaunot centrālās dzesēšanas procesa sūkņa darbību ar pilnu slodzi. Lēmumu atbalsta mākslīgā intelekta stāvokļa monitors, tomēr atļaujas piešķiršana joprojām ir inženieru atbildība.

04

Kontroles

Izmantojiet kontrolētu ātruma palielināšanu, automātisku izslēgšanos pie augstas vibrācijas, aizsargātu drošības zonu un manuālu izslēgšanu uz vietas.

05

Apstādināšanas pilnvaras

Sūkni var apturēt vadības telpas operators un drošības vadītājs. Piegādātājs nevar atcelt objekta apturēšanas pilnvaras.

06

Lēmums un pārskatīšana

VEIKT PĀRSTRĀDĀŠANU, līdz tiks izturēts brauciena tests un neatkarīgais pārskats. Apstiprināt 24 stundu uzraudzītu darbību, pēc tam izvērtēt tendences pirms pilnīgas nodošanas ekspluatācijā.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

Praktisks mehāniskās inženierijas piemērs: lēmums par sūkņa atbrīvošanu

Tehniskās apkopes komanda ierosina pēc gultņu nomaiņas atjaunot centrālās procesa sūkņa darbību ar pilnu slodzi. Lēmumu atbalsta mākslīgā intelekta stāvokļa monitors, taču atļaujas piešķiršana joprojām ir inženieru atbildība.

Atbildība mainīja atļaujas piešķiršanu

Modeļa novērtējums kļuva par vienu no elementiem versiju ķēdē ar neatkarīgu verifikāciju, ko sauc par apturēšanas pilnvarām un pakāpenisku apstiprināšanu.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

02

Projektējiet elastīgumu un cilvēka kontroli

Noteikt kļūdu toleranci, rezerves risinājumus, nodošanu, ierobežotas pilnvaras, reģistrēšanu un izmaiņu kontroli.

Kļūdu izturība sākas ar definētu kļūdu.

Kļūdu izturība ļauj sistēmai turpināt darbību drošās robežās pēc noteiktas kļūdas. Sāciet ar attiecīgo sensoru, aktuatoru, datu, programmatūras, komunikācijas un cilvēka darbības kļūdu nosaukšanu.

Inženierijas pierādījumiem jāparāda, kura kritiskā funkcija tiek aizsargāta, kā tiek atklāta kļūda un kāda pāreja nodrošina sistēmas drošību.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

Kļūdu izturība sākas ar definētu kļūdu

01

Kļūda modeļa

Definējiet ticamus atsevišķus, kombinētus un kopīgus kļūdu cēloņus, to ilgumu un drošības funkcijas, kuras tie var ietekmēt.

02

Vadība arhitektūra

Izmantojiet neatkarīgu rezerves sistēmu, dažādību, uzraudzību, izolāciju un drošu stāvokli, kas atbilst apdraudējumam.

03

Pārbaude

Pārbaudiet atklāšanas pārklājumu, pārejas laiku, darbību traucējumu gadījumā, operatora reakciju un atlikušos atsevišķos kļūdu avotus.

Konstrukcija ir kļūdu izturīga tikai attiecībā uz tām kļūdām un darbības apstākļiem, kas ir pamatoti ar pierādījumiem.

nezināmas atkarības un nepārbaudītas kombinētas kļūdas rada atlikušo risku.

Redundancei nepieciešama neatkarība un lēmuma noteikuma likme

[Avoti]

- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

- Divas sastāvdaļas nodrošina vāju aizsardzību, ja tām ir kopīgs enerģijas avots, dati, programmatūras defekti vai vides neaizsargātība. Noteikt, kā tiek konstatētas un novērstas nesaskaņas.
- Izmantojiet dažādus sensorus vai metodes, ja ir svarīgi novērst kopējas cēloņa kļūdas. Pārbaudiet pārklājumu, aizturi un pāreju pēc nesaskaņas.
- Dokumentējiet aizsargāto funkciju, pieņemto neatkarību, pierādījumus un atlikušos vienīgos kļūdu avotus.

Atklāšana, ierobežošana un atjaunošana veido vienu kontroles ķēdi

- Atklāšana identificē neparastu uzvedību. Diagnostika nosaka iespējamus cēloņus. Ierobežošana novērš izplatīšanos. Rezerves risinājums pāriet uz drošāku funkciju vai stāvokli. Atjaunošana atjauno pakalpojumu kontrolētos apstākļos.
- Katram posmam ir nepieciešams laika ierobežojums, novērojams signāls un atbildīgā persona. Brīdinājums bez reālas reaģēšanas ir vāja aizsardzība. Rezerves risinājums, kas balstās uz bojāto komponentu, nav neatkarīgs.
- Testējiet visu ķēdi reālistiskā slodzē un traucētos sakaros.

[Avoti]

- - <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

Pakāpeniska funkcionalitātes samazināšana saglabā vissvarīgākās funkcijas

[Avoti] - <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

- Kontrolētā veidā samaziniet funkcionalitāti, ja pasliktinās uzticamība, sensoru darbība, sakari vai aprēķini. Noteikt, kuras funkcijas paliek, kuras tiek apturētas un kā lietotāji uztver šīs izmaiņas.
- Piemēri ietver zemāku ātrumu, samazinātu automatizāciju, konservatīvus sliekšņus, lokālu kontroli vai drošu izslēgšanu.
- Pārliecinieties, ka degradētais režīms ir stabils, novērojams un piemērots videi. Reģistrējiet tā iedarbināšanas iemeslu un maksimāli pieļaujamo ilgumu.

Cilvēka uzraudzība ir laika ierobežota sistēmas funkcija

- Lai uzraudzība būtu jēgpilna, cilvēkam ir jāatpazīst situācija, jāsaprot sistēmas stāvoklis, jāpieņem lēmums un jārīkojas, pirms rodas kaitējums. Reagēšanas laiks ietver uztveri, interpretāciju un fizisku rīcību reālos darba apstākļos.
- Izstrādājiem brīdinājumus, nenoteiktības attēlošanu, pilnvaras, pārrakstīšanu, rezerves risinājumus un apmācību kā vienu funkciju. Retu notikumu nepārtraukta uzraudzība bez atbalsta nav uzticama.
- Veiciet testus, iesaistot reprezentatīvus operatorus, apstākļus un kļūdu scenārijus.

Nodošanā jānorāda stāvoklis, laiks un pilnvaras

- Pāreja maina kontroli starp automatizāciju un personu vai citu sistēmu. Saņēmējam ir nepieciešams zināt pašreizējo stāvokli, iemeslu, pieejamās darbības, atlikušo laiku un apstiprinājumu, ka kontrole ir nodota.
- Iepriekšēji brīdinājumi var sagatavot operatoru. Ja netiek saņemta atbilde, var būt nepieciešama minimāla riska manevra veikšana. Saskarnēm jānovērš neskaidra kopīga pilnvaru sadale.
- Reģistrējiet izraisītāju, sniegto informāciju, reakciju un rezultātā iegūto stāvokli.

[Avoti]

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02024R1689-20260727>
- <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/easa-artificial-intelligence-concept-paper-issue-2>

Aģentu sistēmām nepieciešama ierobežota darbības telpa

- Sistēmas, kas plāno, izsauc rīkus vai veic darbības savstarpēji savienotos pakalpojumos, var radīt garas darbību ķēdes. Pirms ieviešanas definējiet atļautos mērķus, datus, rīkus, fiziskos stāvokļus, izdevumu vai resursu ierobežojumus un aizliegtās darbības.
- Prasiet apstiprinājuma posmus darbībām, kas ir kritiskas drošībai vai neatgriezeniskas. Uzraugiet rīku izsaukumus, stāvokļa izmaiņas un neizpildītos ierobežojumus. Nodrošiniet ātru atcelšanu, drošu rezerves risinājumu un skaidru pārskatu operatoram.
- Atbildības pierādījumiem jāparāda, kas apstiprināja darbības robežas, kura versija tika izmantota un kā darbība tika apturēta vai atcelta.

[Avoti]

- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>
- <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02024R1689-20260727>

Žurnāli ļauj rekonstruēt notikumus un gūt pieredzi

- Noderīgi žurnāli saista laiku, sistēmas versiju, konfigurāciju, ieejas datus, izejas datus, uzticamību, trauksmes signālus, cilvēku darbības, pārrakstījumus un izmaiņas. Tiem jāatbalsta reaģēšana uz incidentiem, neievācot nevajadzīgus personas datus.
- Noteikt strukturētu formātu, pulksteņa sinhronizāciju, identifikatorus, integritāti, piekļuvi, uzglabāšanu, rotāciju, eksportēšanu un dublējumu. Pārbaudīt, vai pārbaudītājs spēj rekonstruēt kritisko lēmumu.
- Žurnāls kļūst par atbildības kontroles līdzekli, ja kāds to uzrauga, anomālijas izraisa rīcību un ieraksts var kalpot par pamatu pārskatīšanai pēc incidenta.

[Avoti]

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02024R1689-20260727>
- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

Reagēšana uz incidentiem noslēdz atbildības ciklu

- Noteikt, kā personālam identificēt, ierobežot, ziņot, izmeklēt un gūt mācības no incidenta vai gandrīz notikuša negadījuma. Saglabāt pierādījumus un aizsargāt skartās personas. Piešķirt pilnvaras darbības apturēšanai, ārējai paziņošanai, komunikācijai un darbības atsākšanai.
- Izvērtējiet tehniskos, cilvēciskos, organizatoriskos un piegādes ķēdes cēloņus. Korektīvajiem pasākumiem ir nepieciešami atbildīgie, termiņi un pārbaude.
- Dalieties ar gūtajām atziņām starp līdzīgām sistēmām un atjauniniet riska novērtējumu.

[Avoti]

- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02024R1689-20260727>

Pārliecības pamatojums saista drošības apgalvojumus ar pierādījumiem

- Pārliecības gadījumā tiek izklāstīts apgalvojums, to pamatojošais argumentācijas pamats un pārbaudāmie pierādījumi. Piemērs: robots paliek drošās attāluma robežās, jo uztvere, ātruma kontrole, aizsardzības apstādināšana un pārbaudes pierādījumi darbojas kopā.
- Reģistrējiet pieņemumus, darbības apstākļus, pārliecību, trūkstošos pierādījumus un pretpierādījumus. Katru kontroles elementu saistiet ar izmērāmu pieņemšanas kritēriju.
- Gadījumā jānorāda sistēmas versija un apstiprināšanas datums. Tas atbalsta pārskatīšanu un nevar aizstāt testēšanu vai neatkarīgu pārbaudi.

[Avoti]

- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>
- <https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/easa-artificial-intelligence-concept-paper-issue-2>

Izmaiņu kontrole novērš garantijas pierādījumu novecošanos

- Noteikt apstiprinātā modeļa, programmatūras, aparatūras, datu, konfigurācijas un darbības apstākļu bāzes līniju. Klasificēt katru izmaiņu un novērtēt tās ietekmi uz apdraudējumiem, saskarnēm, cilvēku darbu un iepriekšējiem pierādījumiem.
- Prasiet mērķtiecīgus regresijas testus, neatkarīgu pārskatīšanu attiecībā uz drošībai svarīgām izmaiņām, pakāpenisku izlaišanu, uzraudzību un atgriešanos pie iepriekšējās versijas. Informējiet dalībniekus, kuri paļaujas uz mainītajiem pierādījumiem.
- Būtiska modifikācija var mainīt regulatīvās atbildības. Pārbaudiet AI likumu un piemērojamos produktu vai nozares noteikumus pirms izlaišanas.

[Avoti]

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02024R1689-026727>
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02023R1230-20260727>
- <https://unece.org/transport/documents/2021/03/standards/un-regulation-no-156-software-update-and-software-update>

03

Mācīties atbildību, izmantojot gadījumus

Analizējiet projektu un oficiālos gadījumus tehniskajā, cilvēciskajā un organizatoriskajā līmenī.

Projekta gadījums: AI pašbraucošie taksometri

- Piemērā „Ethical Engineer” tiek izskatīti pašbraucošie taksometri kā pakalpojums, kas var uzlabot mobilitāti un efektivitāti, vienlaikus izraisot jautājumus par drošību, atbildību, nodarbinātību un sabiedrības uzticību.
- Inženierijas fokuss: darbības joma, uztveres robežas, rezerves risinājumi, attālinātais atbalsts, pasažieru informācija, atbildība par incidentiem un sociālā ietekme.
- Atveriet „Ethical Engineer” pašbraucošo taksometru gadījumu. Noskaidrojiet, kas var atļaut darbību, kas var apturēt autoparku un kādi pierādījumi tam nepieciešami.

[Avoti]

- <https://ethicalengineer.eu/download/223/>
- <https://ethicalengineer.eu/ethical-engineer-case-studies/>

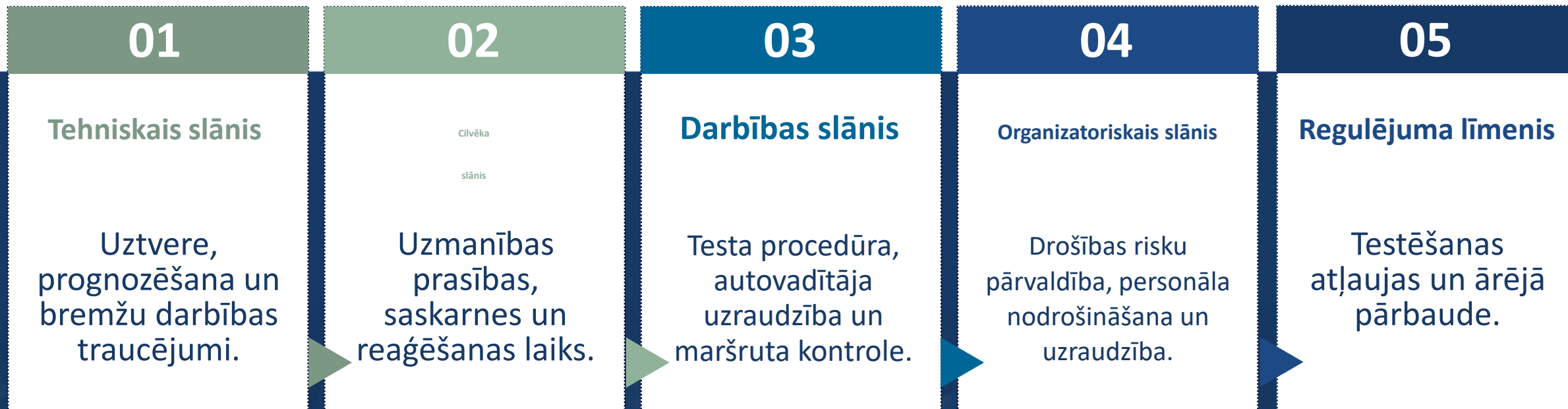
Oficiāls gadījums: „Uber” pašbraucošā automašīna avārijā

- 2018. gadā Uber testa automašīna Tempe, Arizonā, notrieca un nogalināja gājēju. NTSB konstatēja nepietiekamu drošības riska novērtējumu, neefektīvu uzraudzību un vāju drošības kultūru. Sadursmes brīdinājuma un automātiskās avārijas bremzēšanas funkcijas bija atslēgtas.
- Šis gadījums liecina, ka cilvēka veikta uzraudzība nevar kompensēt nepilnīgu sistēmas un organizācijas izstrādi.
- Izsekojiet kļūdu caur uztveri, klasifikāciju, bremzēšanu, operatora lomu, uzraudzību un pārvaldību.

[Avoti] <https://www.nts.gov/investigations/Pages/HWY18MH010.aspx>

Piemērojiet daudzpakāpju kļūdas analīzi „Uber” gadījumam

Rūpīga neobjektivitātes pārbaude pārvērš pierādījumus par atbildīgu argumentāciju



Rūpīgi izmantojiet „piecu kāpēc” metodi. Neapstājieties pie operatora kļūdas, bet turpiniet meklēt cēloņus līdz pat augstākstāvošajam lēmumam, pierādījumu trūkumu un kontroli, kas varētu būt novērsuši vai mīkstinājuši notikumu.

Oficiālais gadījums: Boeing 737 MAX

- ASV Pārstāvju palātas komitejas izmeklēšana examined the design, development and certification of the Boeing 737 MAX after two crashes killed 346 people. The report considered MCAS design, sensor dependence, pilot information, certification and organisational pressures. izskatīja Boeing 737 MAX konstrukciju, izstrādi un sertifikāciju pēc divām avārijām, kurās gāja bojā 346 cilvēki. Ziņojumā tika izvērtēta MCAS konstrukcija, atkarība no sensoriem, informācija pilotiem, sertifikācija un organizatoriskais spiediens.
- Inženierijas aspekti: vienpunktu kļūme, automatizācijas pilnvaras, pieņēmumi par reaģēšanu, izmaiņu paziņošana un neatkarīga pārskatīšana.
- Jautāji, kādi dokumenti un lēmumi bija nepieciešami katrā apstiprināšanas posmā.

[Avoti] <https://democrats-transportation.house.gov/committee-activity/boeing-737-max-investigation>

Atbildība „Boeing” lietā skar vairākas organizācijas

- Vienas sastāvdaļas izskaidrojums nav pietiekams. Izsekojiet lēmumus visā gaisa kuģa projektēšanas, programmatūras, drošības novērtēšanas, apmācības, sertifikācijas, vadības un aviokompānijas darbības procesā.
- Noskaidrojiet, kurš sagatavoja pierādījumus par apdraudējumu, kurš tos pārskatīja, kurš kontrolēja informāciju un kurš apstiprināja gala sistēmu. Izpētiet, vai ražošanas un grafika radītais spiediens ietekmēja lēmumus par drošību.
- Izveidojiet izsekojamības ķēdi, kas pirms sertifikācijas padara redzamas pieņēmumus, izmaiņas un atšķirīgus viedokļus.

[Avoti] <https://democrats-transportation.house.gov/committee-activity/boeing-737-max-investigation>

Projekta gadījums: mākslīgais intelekts pulsējošās sirds sūkņos

- Piemērs no „The Ethical Engineer” aplūko pretrunu starp standartizētu medicīnisko ierīču dizainu un individualizētu aprūpi. Standartizācija var uzlabot pieejamību un apkopi, taču dažādiem pacientiem var būt nepieciešami atšķirīgi darbības parametri vai uzraudzība
- Inženierijas fokuss: mērķa populācija, fizioloģiskās atšķirības, drošības robežas, klīniskā personāla pilnvaras, trauksmes signāli, pierādījumi un atbildība par pielāgojumiem.
- Atveriet gadījumu par pulsējošo sirds sūkni. Noteiciet, kurš var mainīt iestatījumu un kurš ir atbildīgs par tā validāciju.

[Avoti]

- <https://ethicalengineer.eu/download/235/>
- <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/745/oj/eng>

Drošības atbildības sistēma izmanto konkrētai jomai raksturīgus pierādījumus

01

Medicīnas ierīces

Riska pārvaldība, klīniskie pierādījumi, kvalitātes sistēmas, uzraudzība un klīnisko speciālistu pilnvaras.

02

Mašīnas un robotika

Aizsardzības pasākumi, drošības funkcijas, validācija, lietošanas instrukcijas, apkope un kontrolētas modifikācijas.

03

Aviācija un transportlīdzekļi

Sertifikācija vai tipa apstiprināšana, cilvēka faktori, ekspluatācijas ierobežojumi, programmatūras atjauninājumu kontrole un neatkarīga pārbaude.

04

Kritiskā infrastruktūra

Nepārtrauktība, kiberdrošība, operatora pilnvaras, incidentu koordinācija un atjaunošana.

Atbildības karti var izmantot atkārtoti. Pieņemamības pierādījumi un kompetentās iestādes atšķiras atkarībā no jomas.

[Avoti] <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/745/oj/eng>.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02023R1230-20260727>
<https://www.easa.europa.eu/en/document-library/general-publications/easa-artificial-intelligence-concept-paper-issue-2>
<https://unece.org/transport/documents/2021/03/standards/un-regulation-no-156-software-update-and-software-update>

Salīdziniet atbildību visos trīs gadījumos

- Taksometru gadījums uzsver darbības jomu un autoparka pārvaldību. Izmeklēšana saistībā ar Uber pievērš uzmanību drošības kultūrai un testu uzraudzībai. Boeing gadījums parāda sertifikāciju, informāciju un organizatorisko spiedienu. Sirds sūkņa gadījums izceļ klīnisko autoritāti un individuālās atšķirības.
- Katram gadījumam identificējiet kritisko lēmumu, atbildīgo personu, nepieciešamos pierādījumus, pilnvaras apturēt procesu un korektīvos pasākumus.
- Atdaliet atkārtoti izmantojamās atbildības kontroles no jomas pierādījumiem, kas nepieciešami atļaujas saņemšanai.

[Avoti]

- <https://ethicalengineer.eu/download/223/>
- <https://www.nts.gov/investigations/Pages/HWY18MH010.aspx>
- <https://democrats-transportation.house.gov/committee-activity/boeing-737-max-investigation>
- <https://ethicalengineer.eu/download/235/>

Praktiskais uzdevums: Veikt strukturētu kļūdu analīzi

Izvēlieties Uber,
Boeing vai sirds
sūkņa gadījumu.

1. Definējiet nevēlamo notikumu un sistēmas robežas.
2. Izveidojiet lēmumu un apstākļu hronoloģiju.
3. Identificējiet tehniskos, cilvēciskos, darbības un organizatoriskos faktorus.
4. Atrodiet trūkstošos vai ignorētos pierādījumus.
5. Ierosiniet preventīvus, atklāšanas, seku mazināšanas un atjaunošanas kontroles pasākumus.
6. Norīkojiet atbildīgos un pārbaudes pierādījumus.

Rezultāts:

Vienas lappuses kļūdu karte un divu minūšu atbildības paziņojums.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://www.nts.gov/investigations/Pages/HWY18MH010.aspx>
- <https://democrats-transportation.house.gov/committee-activity/boeing-737-max-investigation>
- <https://ethicalengineer.eu/download/235/>

Dilemma: izlaišana pēc neizskaidrojama gandrīz notikuša negadījuma

- Piegādātājs ziņo, ka ar drošību saistīts atjauninājums atbilst standarta kritērijiem. Pēc tam pārstāvja veiktajā lauka testā notiek viens neizskaidrojams gandrīz noticis negadījums. Vadība vēlas izlaist produktu, lai ievērotu līgumā noteikto termiņu.
- Izlemiet: TURPINĀT, PĀRSTRĀDĀT vai APSTĀT. Norādiet, kādi pierādījumi trūkst, kurš var aizkavēt izlaišanu un vai ierobežots tests ir pamatots. Noteikt tā darbības robežas, uzraudzību, apturēšanas iemeslus un atgriešanos pie iepriekšējās versijas.
- Reģistrējiet spēcīgāko pretēju viedokli un pierādījumus, kas varētu mainīt lēmumu.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

04

Izstrādājiet izsekojamu inženierijas lēmumu

Aizpildiet atskaites dokumentu, pārskatu par izlaišanu, mācību pārbaudi un dokumentācijas ierakstu.

Projekta gadījums A: Autonomais noliktavas robots

- Mobilais robots pārvieto paliktņus jaukta tipa noliktavā. Programmatūras atjauninājums uzlabo maršruta efektivitāti, bet palielina tuvu garāmbraukšanu darbinieku tuvumā. Piegādātājs sniedz modeļa rādītājus, bet nevis sistēmas līmeņa drošības testu. Vietējie vadītāji vēlas tūlītēju ieviešanu pirms sezonas maksimuma.
- Lemjiet: turpināt (GO), pārskatīt (REVISE) vai apturēt (STOP). Noteikt darbības robežas, atklāšanas, ātruma un attāluma kontroles, atjauninājuma apstiprināšanu, žurnālus, apturēšanas pilnvaras un atkārtotas palaišanas pierādījumus.
- Norādiet atbildīgo personu par katru lēmumu.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02023R1230-20260727>

Aizpildītais atbildības protokols: noliktavas

robota atjauninājums

Robeža

Jauktā gājēju ejas 3, marķēti pārejas, sauss grīdas segums, uzraudzīta dienas maiņa un maksimālais ātrums 1,2 m/s.

Lēmums Pārskatīt

Pilnīga ieviešana tiek atlikta. Var turpināt ierobežotu izmēģinājuma projektu ārpus satiksmes maksimuma.

Atbildīgie

Par atļaujas izsniegšanu atbild operāciju direktors. Par atstarpes kontroles pasākumiem atbild drošības inženieris. Par pierādījumu atjaunināšanu atbild piegādātājs. Maiņas vadītājam ir tiesības apturēt darbību.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02023R1230-20260727>

Aizpildītais atbildības protokols: Nolikavas

robota atjauninājums

Pierādījumi

Versiju reģistrs, bīstamības pārskats, 200 maršruta izmēģinājumi, minimālā attāluma rezultāti, aizsardzības apstāšanās tests, darbinieka pārgājiens un atgriešanās tests.

Kontroles

Ātruma ierobežojums, ģeogrāfiski norobežoti šķērsojumi, skaņas signāls tuvojoties, neatkarīgs aizsardzības skeneris, incidentu žurnāls un tūlītēja atgriešanās

Pārskatīšana

Apstiprināt tikai tad, ja ir izturēti visi aizsardzības testi, nav notikuši neizskaidrojami tuvi pabraucieni un ir atrisinātas darbinieku atsauksmes. Veikt atkārtotu novērtēšanu pēc 50 darba stundām.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:02023R1230-20260727>

Projekta gadījums B: Medicīnisko trauksmes signālu prioritizēšana

- Mākslīgā intelekta pakalpojums veic pacientu trauksmes signālu rangu noteikšanu attālās uzraudzības komandai. Modeļa atjauninājums kopumā samazina viltus trauksmes signālu skaitu, taču tā ietekme uz retām sirds slimībām ir neskaidra. Personāls var redzēt novērtējumu, bet nevar identificēt modeļa versiju vai ranga noteikšanas iemeslu.
- Noteikt validācijas, rezerves risinājuma, saskarnes, reģistrēšanas, eskalācijas un incidentu kontroles pasākumus, kas nepieciešami pirms izlaišanas
- Norādiet, kas pieņem atlikušo risku un kāds rezultāts izraisa tūlītēju atgriešanos pie iepriekšējās versijas.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2017/745/oj/eng>

Komandas uzdevums: izveidot atbildības ķēdi

Izvēlieties noliktavas robotu vai medicīniskās trauksmes gadījumu. Piešķiriet sistēmas īpašnieka, drošības vadītāja, piegādātāja, operatora, pārbaudītāja un reģistrētāja lomas.

1. noteikt kritisko lēmumu un sistēmas robežas.
2. Izplānojiet prasības, ieviešanu, pārbaudi, apstiprināšanu, darbību un reaģēšanu uz incidentiem.
3. Katrā posmā pievienojiet pierādījumu īpašnieku, kontroles īpašnieku un apturēšanas pilnvaroto.
4. Vienojieties par secinājumu „GO”, „REVISE” vai „STOP”.
5. Sagatavojiet divu minūšu aizstāvības prezentāciju, balstoties uz izsekojamības ķēdi.

[Avoti]. „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.

Pārliecinoša atbildības analīze saista pilnvaras ar pierādījumiem

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

- Spēcīga analīze definē sistēmas robežas un nevēlamu notikumu. Tā nošķir uzticētos pienākumus, atbildīgos lēmumus un juridisko kontekstu. Kļūdu analīze ietver tehniskos, cilvēciskos un organizatoriskos faktorus.
- Kontroles pasākumi vērsti uz novēršanu, atklāšanu, seku mazināšanu un atjaunošanu. Katram kontroles pasākumam ir pieņemamības kritērijs un atbildīgā persona. Dokumentācijā tiek fiksēti pieņēmumi, atšķirīgi viedokļi, atlikušais risks, uzraudzības un darbības atsākšanas nosacījumi.
- Alternatīvi lēmumi var būt pamatoti, ja to pierādījumi, pilnvaras un pārskatīšanas nosacījumi ir skaidri formulēti.

Darba lapa: Atbildības un izsekojamības reģistrs

Sistēma, paredzētais lietojums un darbības robežas:

Kritiskie lēmumi un nevēlami notikumi:

Atbildīgās lomas un lēmuma pieņēmējs, kurš ir atbildīgs:

Tehniskie, cilvēkresursu un organizatoriskie faktori:

Drošības kontroles pasākumi un pieņemšanas testi:

Pārlicības pierādījumi, žurnāli un izmaiņu reģistri:

[Avoti] „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.

Turpinājums nākamajā slaidā

Lēmums: TURPINĀT PĀRSTRĀDĀT APSTĀJIES

Atlikušais risks, pilnvaras pārtraukt un pārskatīšanas iemesls:

Incidents, novēršanas pasākumi un darbības atsākšanas kārtība:

Atšķirīgs viedoklis vai alternatīvs skatījums:

[Avoti] „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.

Lomu spēle: izlaides pārskatīšana, ņemot vērā termiņu spiedienu

- Piegādātāja atjauninājums atbilst kritērijiem, taču lauka testā atklāts viens neizskaidrojams gandrīz noticis negadījums. Vadība vēlas, lai izlaide notiktu saskaņā ar līgumā noteikto termiņu.
- Lomas: inženierijas vadītājs, drošības inženieris, produkta īpašnieks, piegādātājs, operatora pārstāvis un neatkarīgais pārbaudītājs.
- Izlemiet, kādi pierādījumi ir nepieciešami, kurš var aizkavēt izlaišanu, kā tiek reģistrētas atšķirīgas domas un kādi apstākļi ļauj veikt ierobežotu testu. Norādiet vienu nepieņemamu argumentu un vienu pamatotu iemeslu apstiprināšanai.

[Avoti]

- „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.
- <https://www.nist.gov/itl/ai-risk-management-framework>

Individuālā pārdomāšan & Pārnese

Uzrakstiet īsu
inženierijas
argumentāciju.

1. Kāds lēmums prasīja skaidru atbildību?
2. Kāda kontrole nebija pietiekama vai vispār nebija?
3. Kādi pierādījumi būtu bijuši jāņem vērā, lai mainītu lēmumu?
4. Kam bija nepieciešamas pilnvaras apturēt procesu?
5. Vai komanda spēja identificēt, izskaidrot un novērst kļūdu?
6. Kā jūs ieviestu atbildības mehānismu savā nākamajā projektā?

Rezultāts:

Pārnesiet šo argumentāciju uz citu disciplīnu un norādiet vienu izmaiņu lomās, laika plānā vai pierādījumos.

[Avoti] „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.

Tests

1. Kā atbildība atšķiras no pienākuma?
2. Kāpēc divi sensori var nedarboties kā viena vadības sistēma?
3. Kas padara cilvēka uzraudzību nozīmīgu?
4. Kas ietilpst pārliedības dokumentācijā?
5. Kādi pierādījumi pamato incidenta rekonstrukciju?
6. Kāpēc ar drošību saistītiem atjauninājumiem būtu jāizraisa atkārtota pārskatīšana?
7. Kam jāpieņem atlikušais risks?

Viktorīnas atbildes un mācību pamatojums

1. Atbildība ietver pamatojumu, pierādījumus, pārskatīšanu un korekciju.
2. Sensoriem var būt kopīgs cēlonis, dati vai savstarpējā atkarība.
3. Lai uzraudzība būtu jēgpilna, ir nepieciešama pilnvara, informācija, kompetence un reaģēšanas laiks.
4. Apgalvojums, pamatojošs arguments, pierādījumi, pieņēmumi, ierobežojumi un versija.
5. Versiju žurnāli, konfigurācija, ieejas dati, izejas dati, trauksmes signāli, darbības un izmaiņas.
6. Izmaiņas var padarīt par spēkā neesošām pieņēmumus par apdraudējumu, kontroles pasākumus vai agrākus pierādījumus.
7. Konkrēta loma ar pilnvarām, kompetenci un organizācijas mandātu.

Mācību rezultātu pārbaude

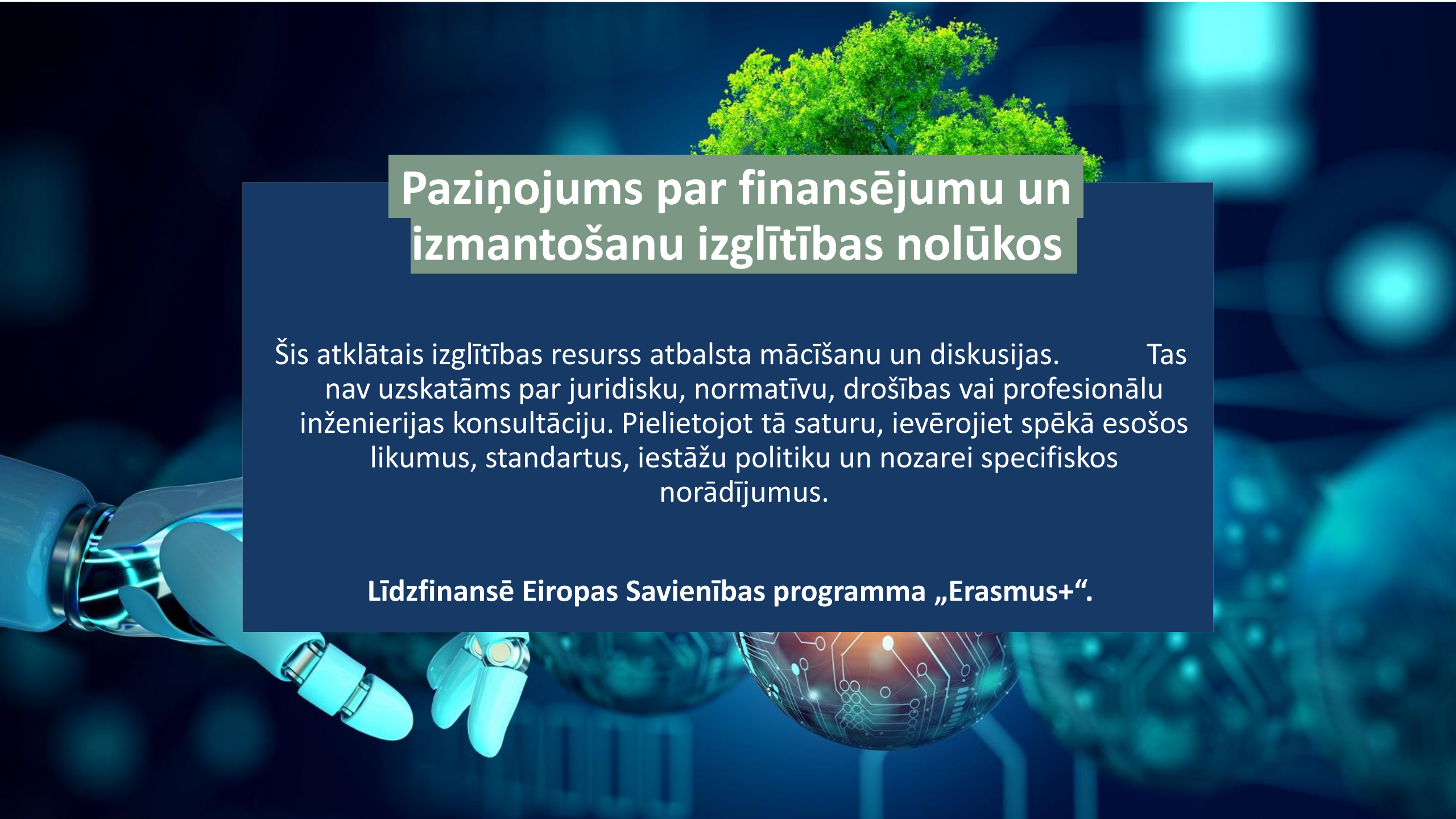
Pirms pabeigšanas pārliedziniet, ka varat:

1. Atšķiriet atbildību, pārskatatbildību un civiltiesisko atbildību.
2. Attēlojiet lēmumu pieņemšanas un kontroles atbildību visā dzīves ciklā.
3. Analizējiet daudzslāņainos kļūdu cēloņus.
4. Precizējiet elastīguma, rezerves risinājumu, nodošanas, reģistrēšanas, garantijas un izmaiņu kontroles pasākumus.
5. Izstrādājiet izsekojamu lēmumu, iekļaujot atlikušo risku un pārskatīšanu.

Pierādījumi:

Atbildības karte, kļūdu analīze, garantijas pamatojums un atbildības reģistrs.

[Avoti] „Ethical Engineer” apstiprināja KA220-HED pieteikumu, WP3 „Mācīšana un mācīšanās”.



Paziņojums par finansējumu un izmantošanu izglītības nolūkos

Šis atklātais izglītības resurss atbalsta mācīšanu un diskusijas. Tas nav uzskatāms par juridisku, normatīvu, drošības vai profesionālu inženierijas konsultāciju. Pielietojot tā saturu, ievērojiet spēkā esošos likumus, standartus, iestāžu politiku un nozarei specifiskos norādījumus.

Līdzfinansē Eiropas Savienības programma „Erasmus+“.



Ethical Engineer

www.ethicalengineer.eu

Paldies

Jūs esat pabeidzis 4. moduli



Co-funded by
the European Union