



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Využití umělé inteligence k řešení ekonomických , manažerských a technických problémů v automobilovém průmyslu

Projekt IGA/2021/David/01

Jiří DAVID

Katedra strojírenství a elektrotechniky

Řešitelský tým



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Jiří David – KSE

Josef Bradáč – KSE

František Starý – KSE

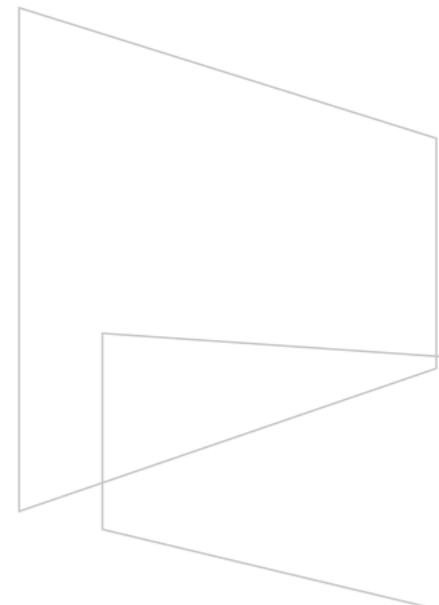
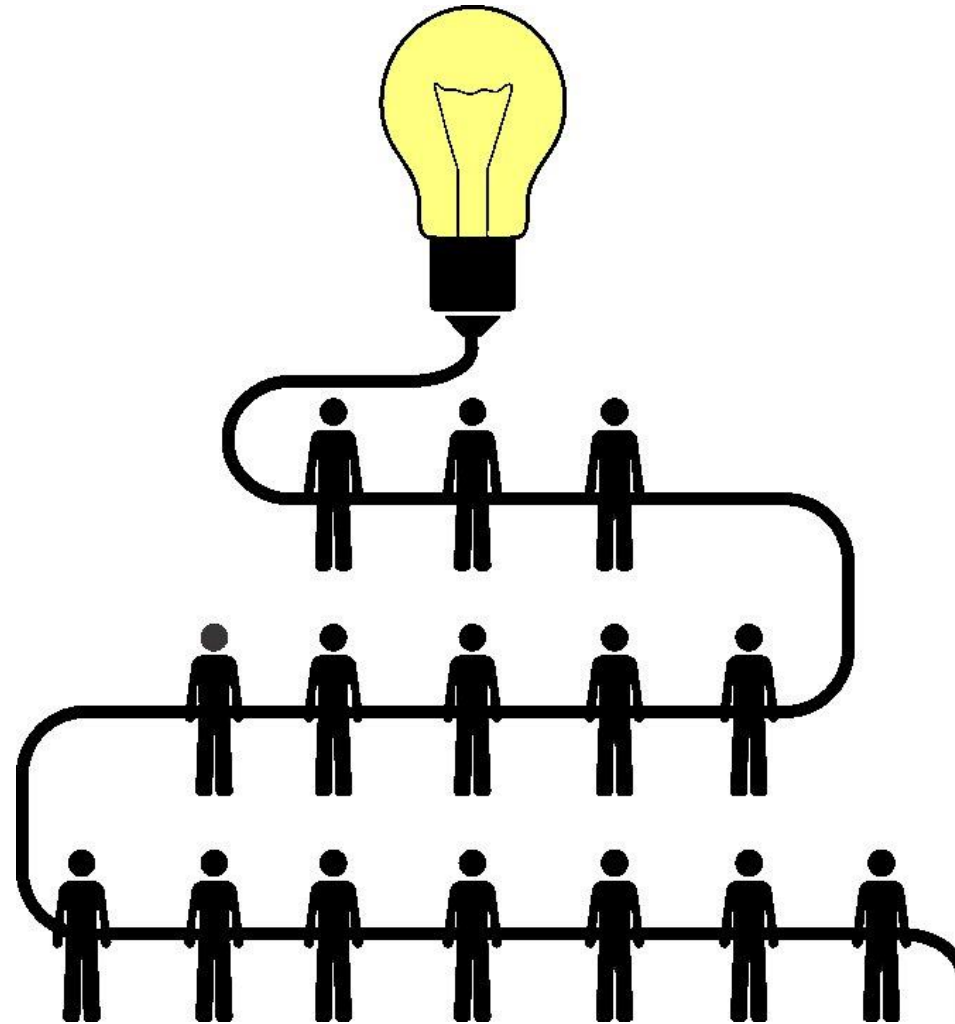
Pavel Brom – KKM

Petr Kasal – KKM

Jan Fábry – KŘVVK

Martin Folta – KŘVVK

Lukáš Herout – KI



Cíle projektu



ŠKODA AUTO Vysoká škola

- **rozvítet metody umělé inteligence na vybraných pilotních projektech z různých oblastí automotive** (technické, výrobní, logistické, ekonomické, manažerské, atd.) vycházejících z teoretických i z praktických zadání.
- **zvýšit povědomí pracovníků napříč ŠAVŠ o umělé inteligenci** a tak přispět ŠAVŠ k využívání metod a nástrojů umělé inteligence pro řešení různých výzkumných a aplikačních problémů.

Jako základní problémy byly zvoleny tyto pilotní projekty:

- **Tvorba modelu technického charakteru.** Pro tento model bylo zvoleno téma asistenčních systémů - prediktivního tempomatu jako modifikace adaptivního tempomatu.
- Využití metod umělé inteligence pro optickou kontrolu kvality produkce, která bude spočívat v aplikaci strojového vidění; lokalizace objektů - GPS, GSM; řízení procesů s využitím hlasové identifikace.
- **Tvorba modelů vycházející z úloh operačního výzkumu** - tyto modely se využívají v řadě ekonomických a technických oblastí k podpoře procesu rozhodování, liší se svou složitostí i konkrétním obsahem (modely kapacitní, řezné, směšovací, distribuční apod.).
- **Tvorba stochastických modelů ekonomických a technických procesů** - tyto modely jsou charakteristické faktem, že funkční vztah, který jej popisuje je často účelnou abstrakcí v tom smyslu, že skutečný vztah mezi proměnnými může mít náhodný charakter.



Uplatnění umělých neuronových sítí v modelu prediktivního tempomatu osobního automobilu



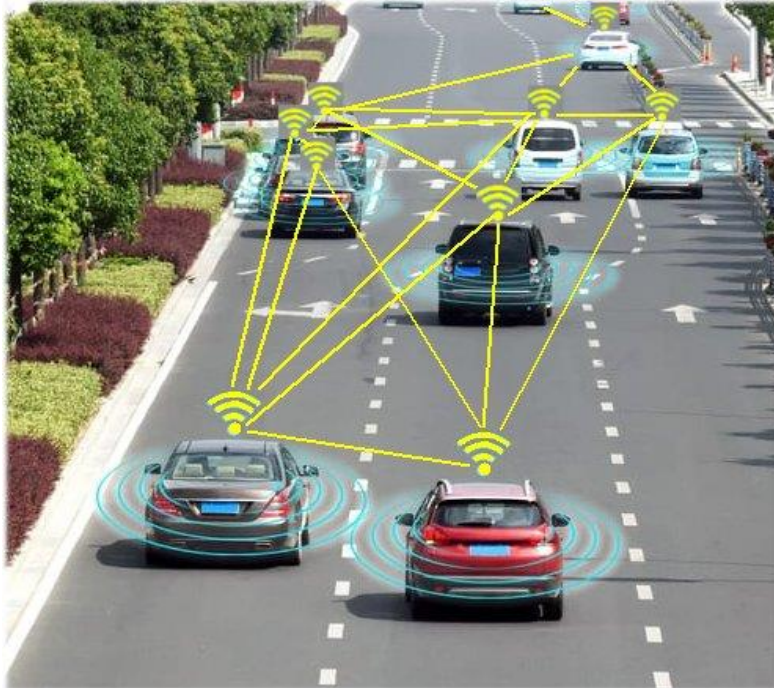
Automatizace řízení automobilu



ŠKODA AUTO Vysoká škola

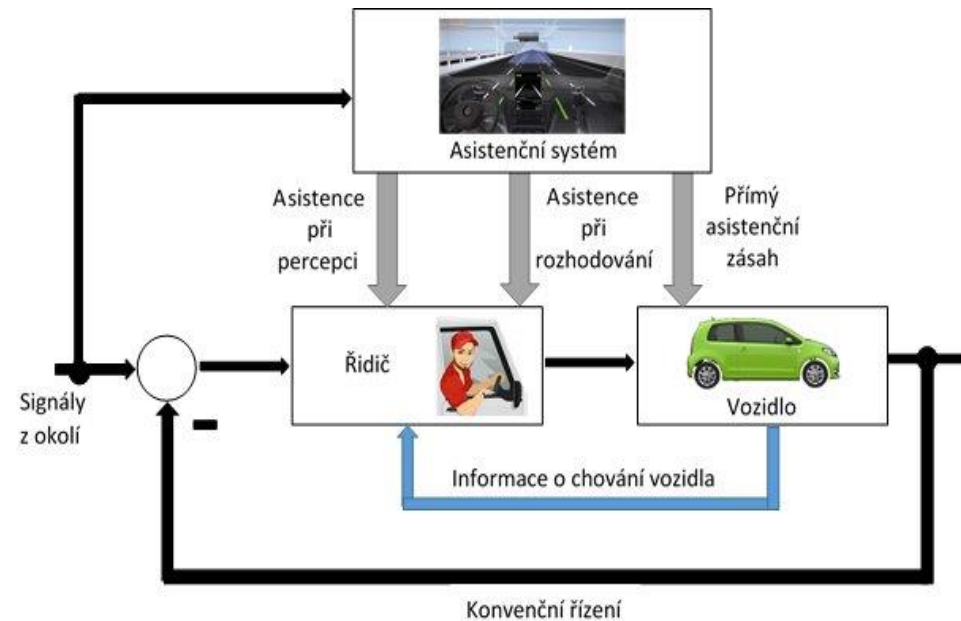
automatická dálnice

asistenční systémy



úplná automatizace funkce řidiče v definovaném úseku

kdo má zodpovědnost za pohyb automobilu a tedy za následky selhání



- A – hnací ústrojí**
- B – komunikace**
- C – komfort**
- D – bezpečnost**

podpořit bezpečné a rychlé rozhodování řidiče při řízení automobilu

úplná odpovědnost za řízení a všechny následky a pochybení zůstávají na řidiči

Adaptivní tempomat - ACC

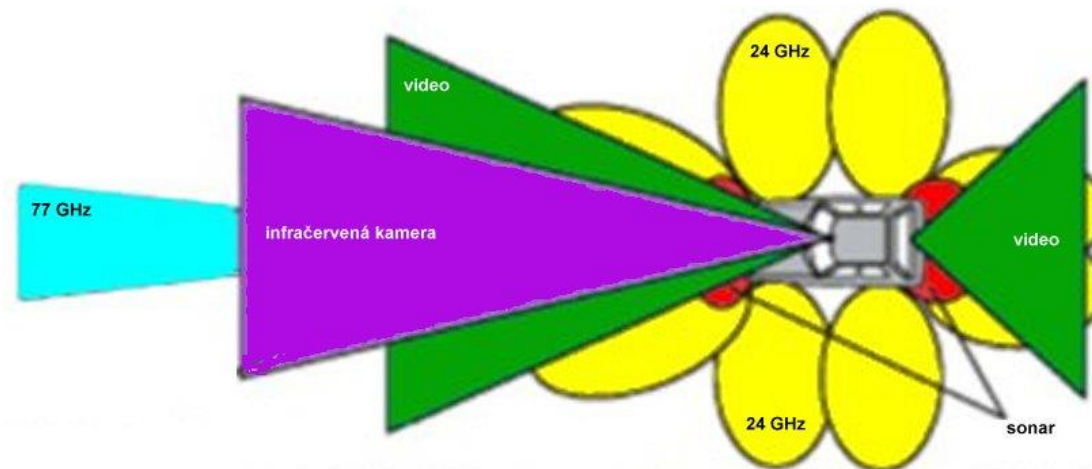


ŠKODA AUTO Vysoká škola

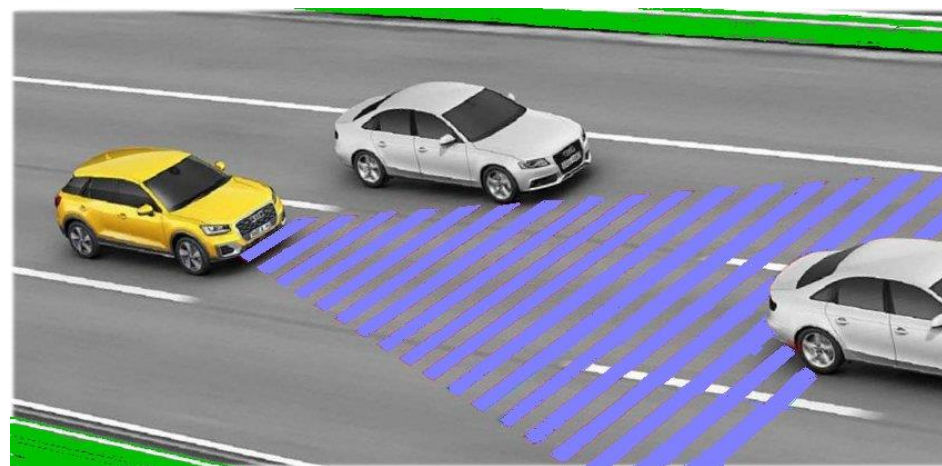
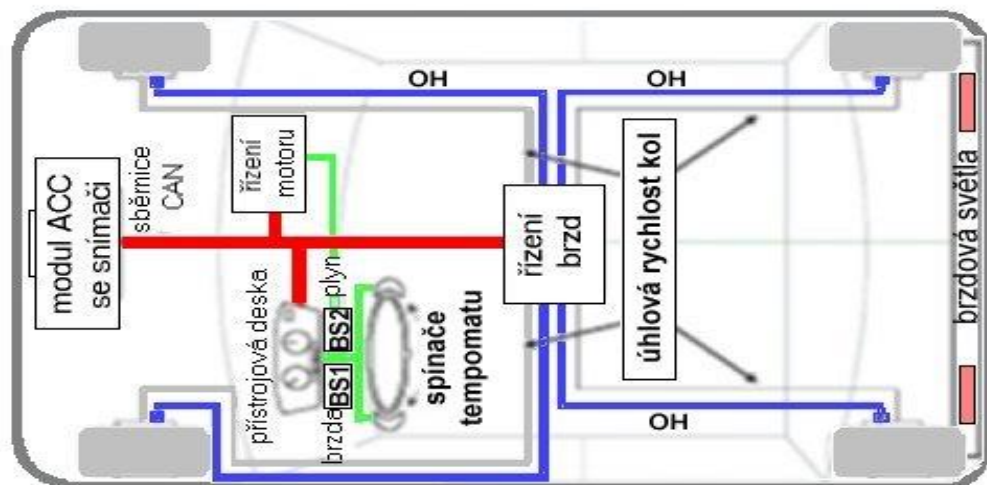
- nejčastějším systémem pro zlepšení viditelnosti, který však zasahuje do rychlosti vozidla

- **klasický tempomat** funguje na volné silnici jako pouhý regulátor rychlosti a zachovává konstantní rychlost automobilu

- **adaptivní tempomat** monitoruje pomocí čidel stav před automobilem a objeví-li se pohybující se překážka (automobil), dojede k ní na předurčenou vzdálenost, kterou poté zachovává



velká vzdálenost (do 120 m) noční vidění střední vzdálenost (do 40 m) blízká vzdálenost (do 14 m) bezprostředně před kontaktem (do 1.5 m)

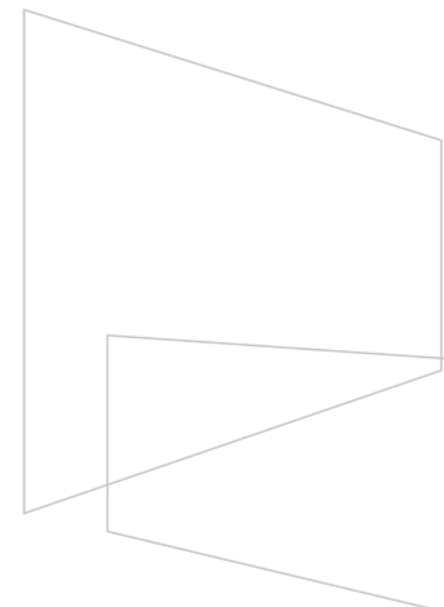
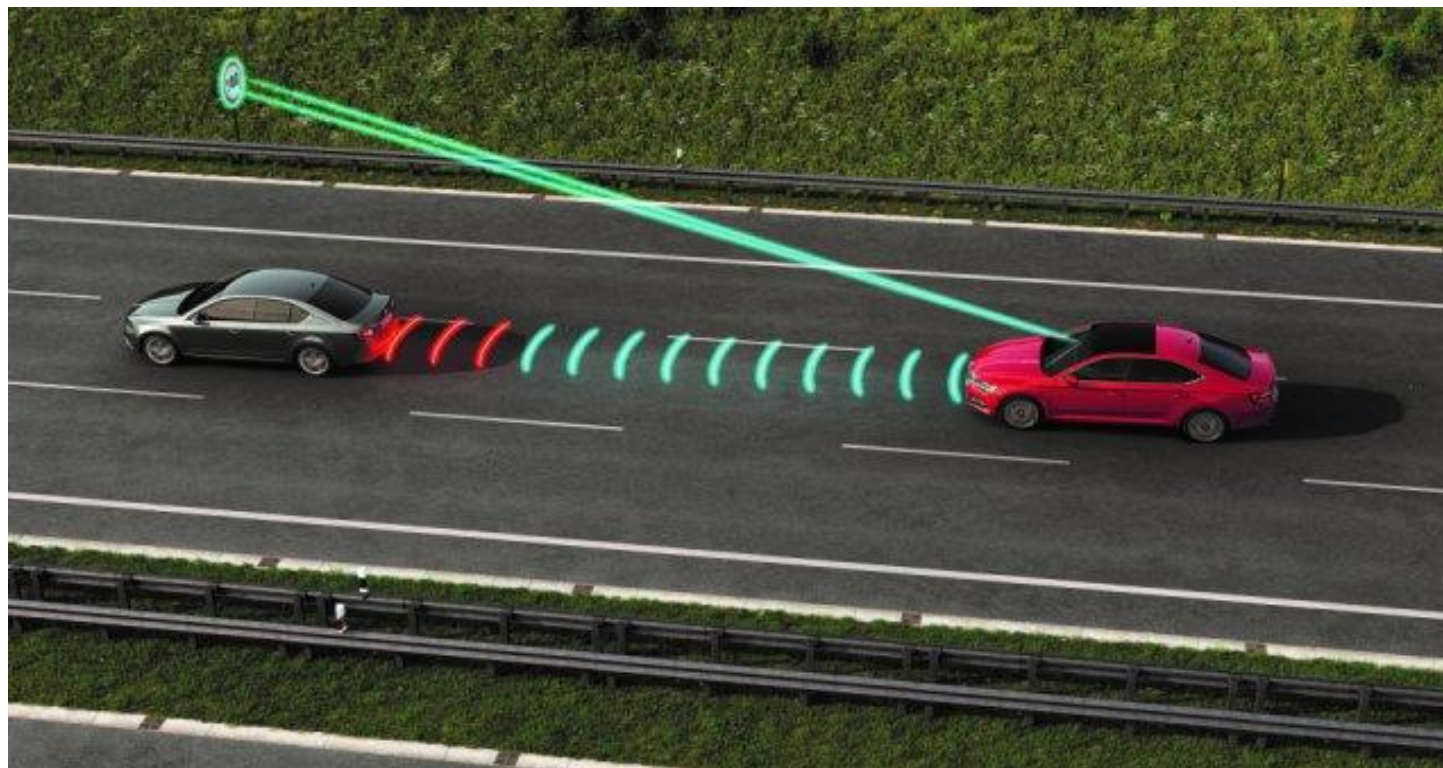


Prediktivní tempomat – PCC

- modifikace tempomatu adaptivního
- stejně jako on udržuje řidičem nastavený odstup od vpředu jedoucího auta
- na rozdíl od tempomatu klasického, ale jen slepě nedrží řidičem nastavenou rychlost, ale upravuje ji podle podmínek – dopravních značek nebo parametrů trasy



ŠKODA AUTO Vysoká škola

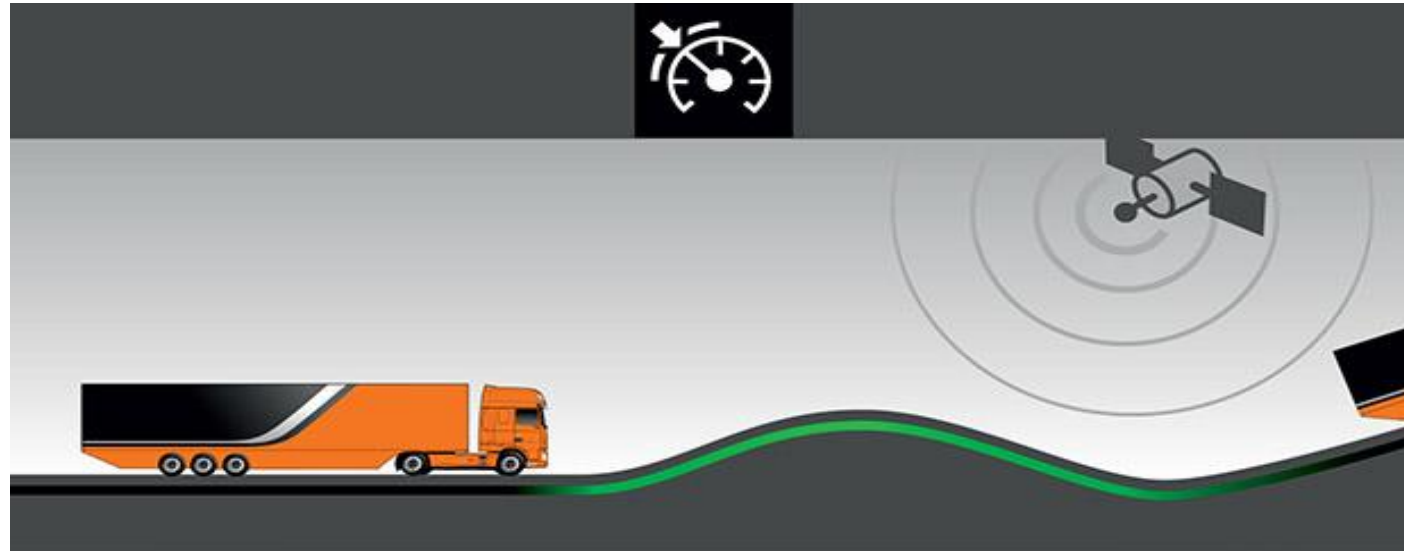


Prediktivní tempomat – PCC

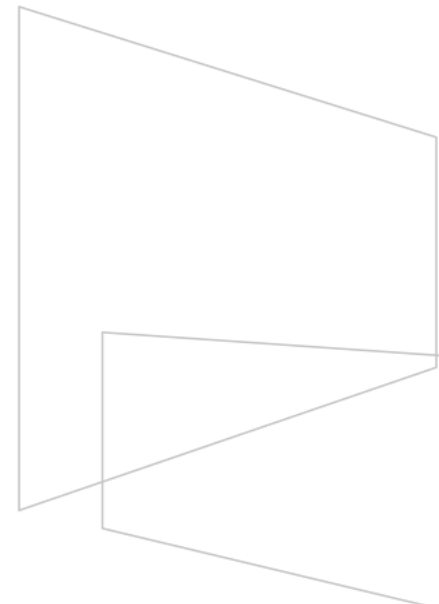
- údaje získává nejen z kamer, ale také z dat navigačního systému.
- předvídá podmínky jízdy pro následující 1–2 kilometry



ŠKODA AUTO Vysoká škola



Pokud k němu zapnete funkci udržování jízdního pruhu, máte **částečně autonomní řízení.**



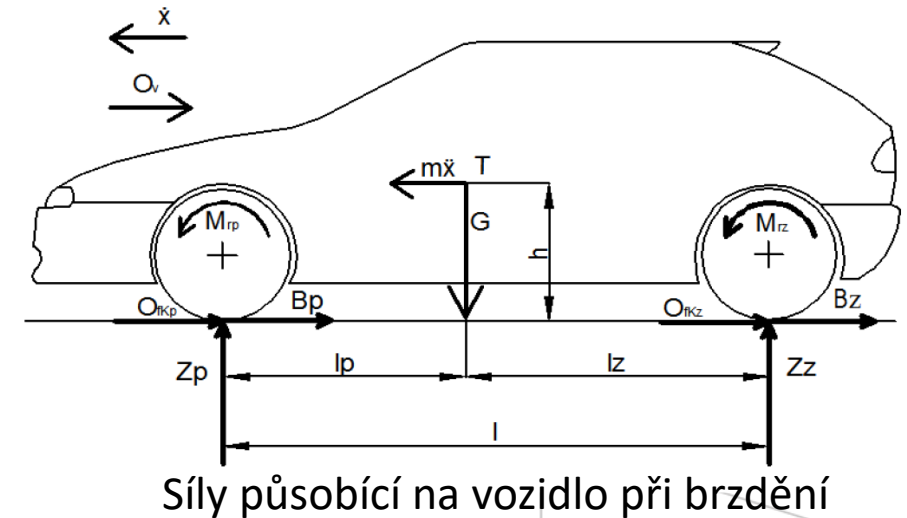
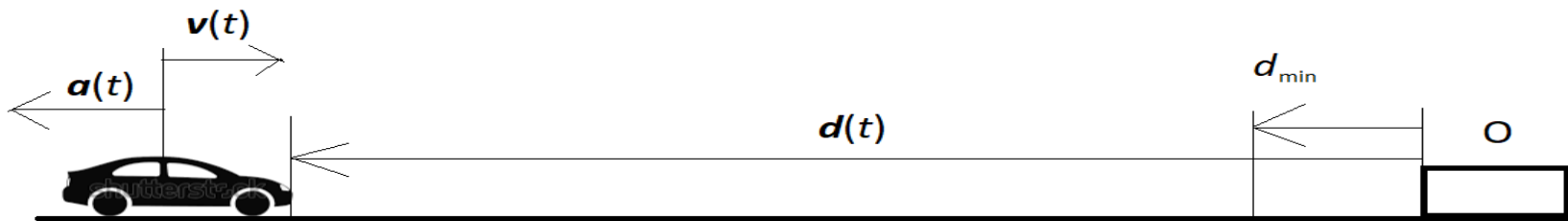
Matematicko – fyzikální model pohybu vozidla



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Řízení rychlosti v rámci činnosti ACC/PCC souvisí s aktem brzděním, které je zde chápáno jako účelové snižování rychlosti.

Při řízení činnosti ACC/PCC je důležitá dráha do zastavení. Je to vzdálenost, kterou ujede vozidlo od doby zpozorování statické překážky do úplného zastavení, resp. vzdálenost, kterou ujede vozidlo od doby zpozorování dynamické překážky do dosažení předvolené bezpečné vzdálenosti od této překážky a přizpůsobení se její rychlosti.



a_{lin} konstantní zpomalení za bezpečný způsob nouzového zastavení v čase t_{lin} .

$$t_{lin} = \frac{2(d_0 - d_{min})}{v_0}, \quad a_{lin} = \frac{v_0}{t_{lin}} = \frac{v_0^2}{2(d_0 - d_{min})}.$$

Adheze

- je schopnost materiálu přilnout k odlišnému či shodnému materiálu, nebo také přenos tečných sil u dvou odlišných povrchů bez zřetelného pohybu.

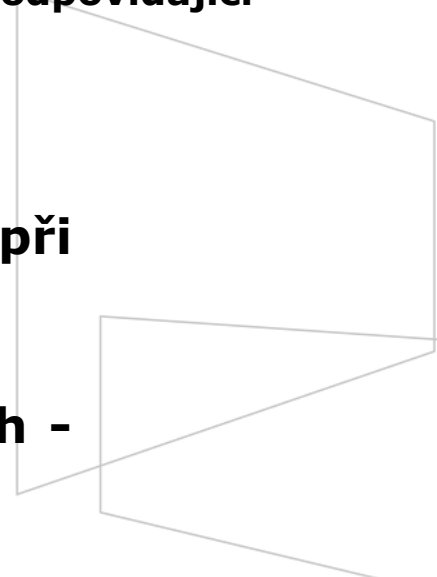
- reálně dosažitelné zpomalení vozidla při intenzivním brzdění je dáno hlavně dvěma vzájemně zcela nezávislými parametry

Účinnost brzd vozidla.

Adheze pneumatik na vozovce.

$$a = (u \cdot f + 0,01 \cdot s)g$$

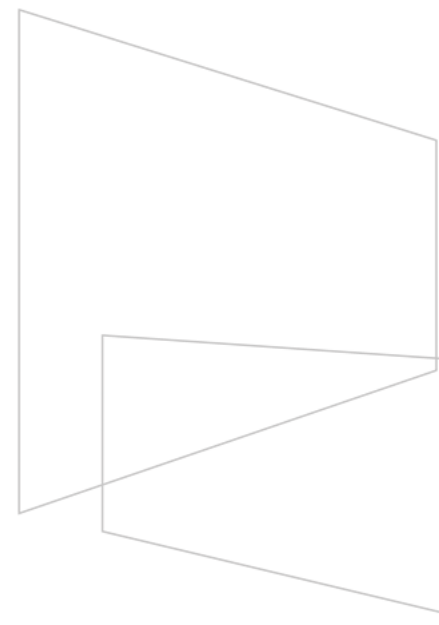
- **a** je dosažitelné (dosažené) zpomalení v $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$
- **u** je poměr adhezni tíhy nebo účinnost brzdění (při zablokování všech kol vozidla je $u = 1$),
- **f** je součinitel tření (adheze)
- **s** je sklon vozovky ve směru pohybu vozidla (v procentech - kladné stoupání, záporné klesání)
- **g** je velikost gravitačního zrychlení $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$





Využití neuronových sítí pro podporu řízení ACC

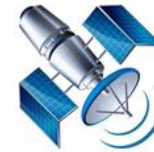
- úlohy týkající se zpracování neúplných, nepřesných, rozporných a neurčitých informací, regresní úlohy, predikce, klasifikační úlohy, rozpoznávání složitých signálů a obrazů, úlohy optimalizačního charakteru za obtížných, často časově značně proměnlivých podmínek.
- jedná se hlavně o řešení problémů, kde není znám jednoznačný algoritmus řešení, ale existuje dosti velká množina příkladů, jejichž řešení je známé.



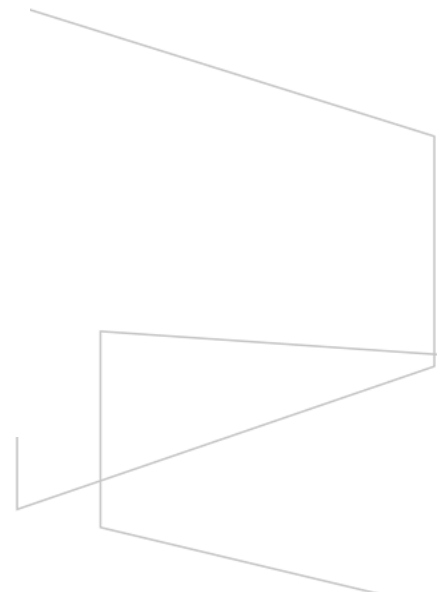
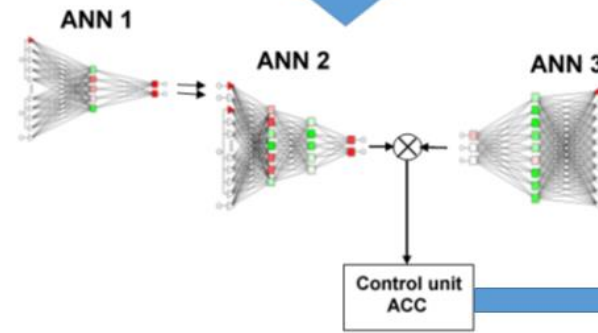
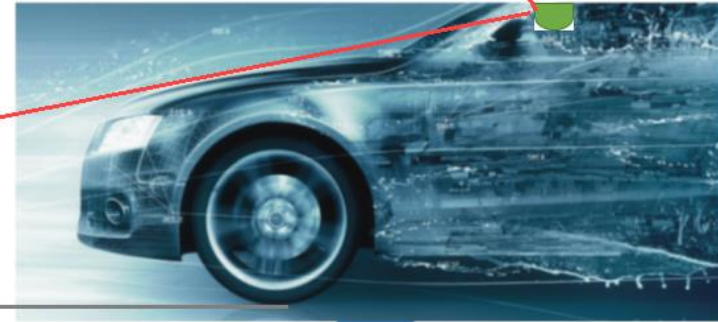
Princip



ŠKODA AUTO Vysoká škola



asfalt nový suchý asfalt rozbitý suchý smés povrchů mokrá štěk suchý

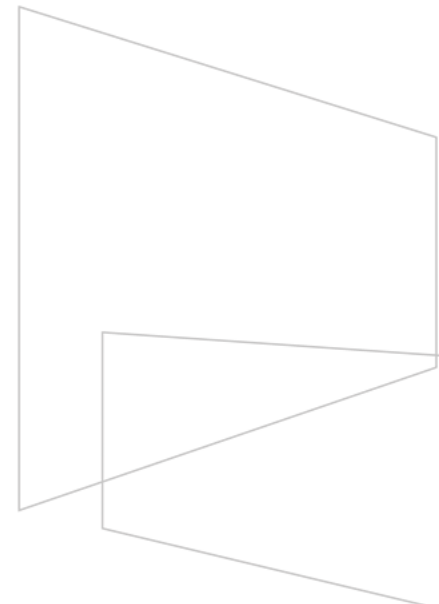
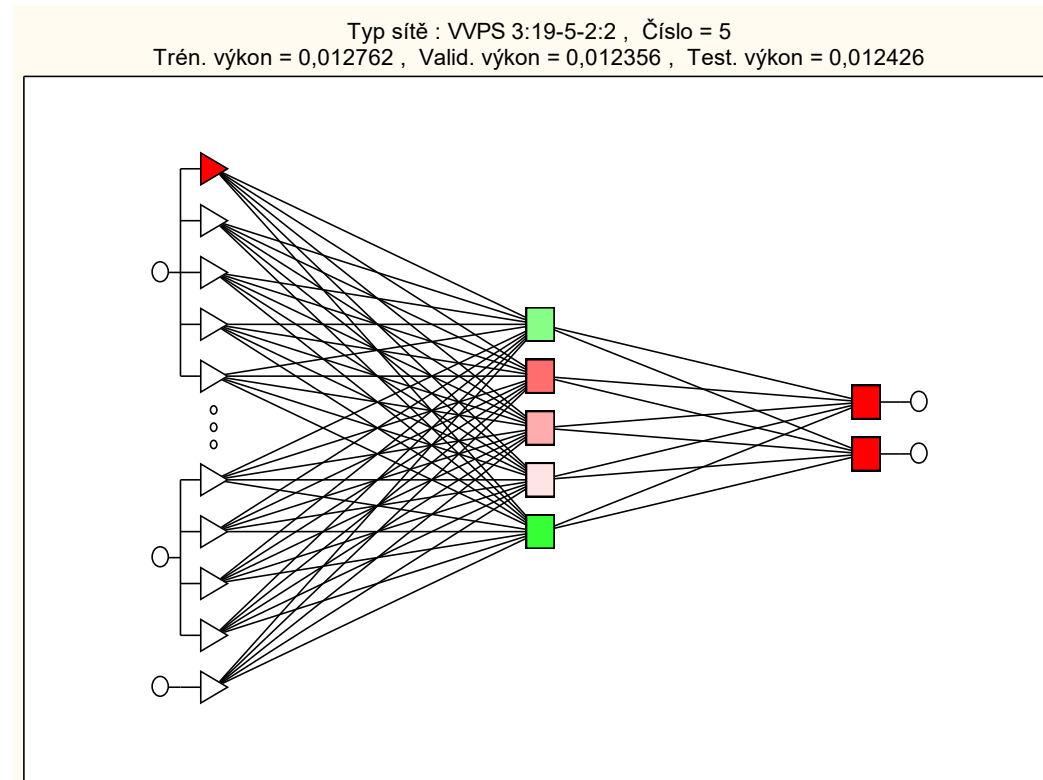


První neuronová síť

- predikuje intervalovou **hodnotu součinitele adheze** na základě **tří kategorických proměnných**, které charakterizují **typ povrchu vozovky** (beton, asfalt, štěrk, struska, kámen, led a sníh), **stav povrchu vozovky** (v kategoriích pro jednotlivé typy povrchu - nový drsný, ježděný, zježděný, s přebytkem dehtu, zhutněný, volně ložený, zhutněný, lámaný, ledovka, utlačený a neutlačený) a **stav vozovky z hlediska počasí** (suchá, mokrá)



ŠKODA AUTO Vysoká škola

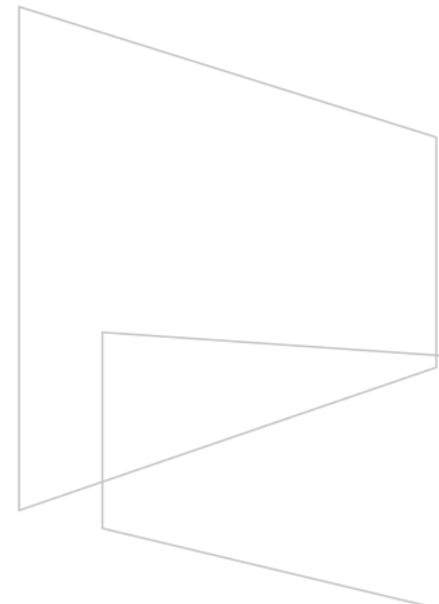
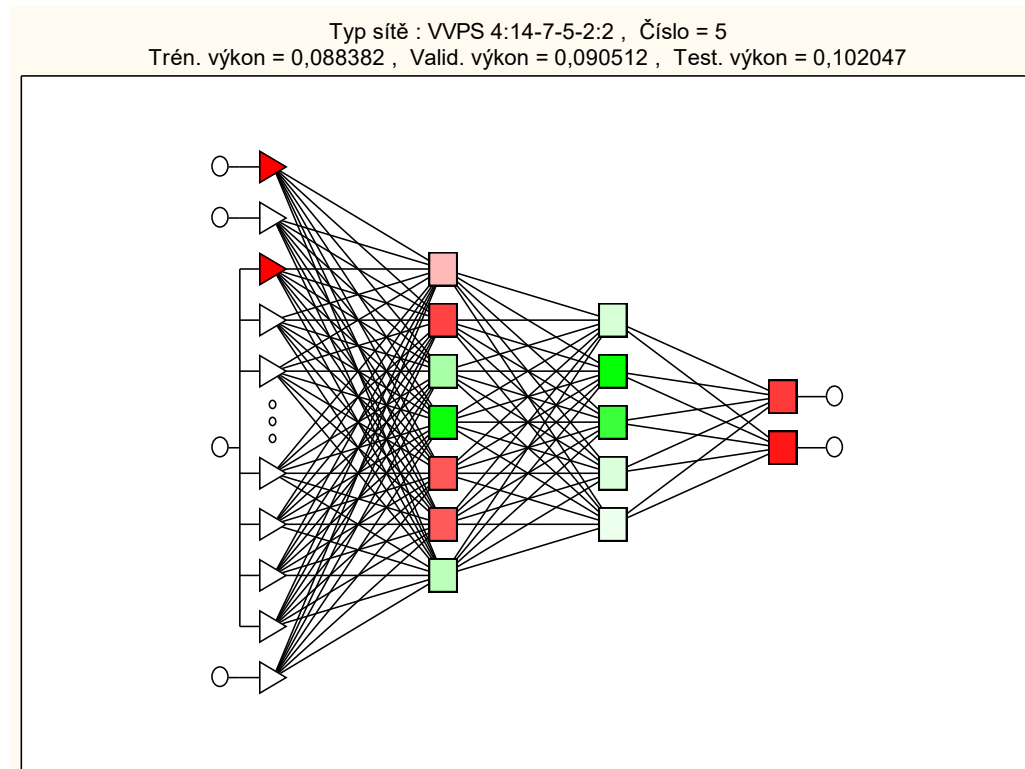


Druhá neuronová síť

- predikuje **interval zpomalení** – predikce je prováděna v závislosti na **intervalu součinitele adheze** (výstup z první neuronové sítě), rychlosti vozidla, stavu počasí (v kategoriích – náledí, mokro sucho), **velikosti adhezní tíhy** charakterizují účinnost brzdění a **sklonu vozovky** ve směru pohybu vozidla.



ŠKODA AUTO Vysoká škola



Třetí neuronová síť

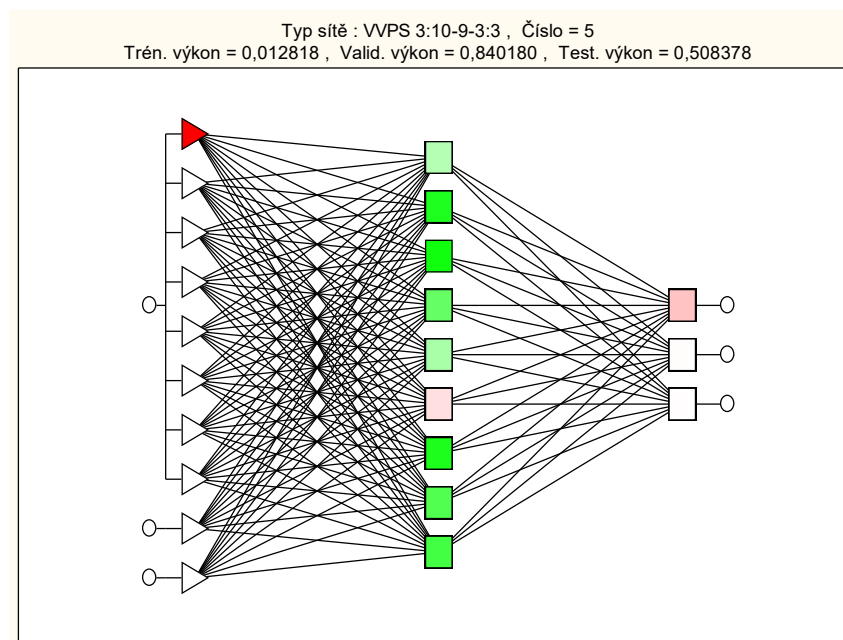
- predikuje **maximální hodnotu zpomalení** ve tvaru minima, maxima a mediánu.

- tento interval zpomalení je omezován maximální hodnotou zpomalení v závislosti na typu vozidla a jeho parametrech.

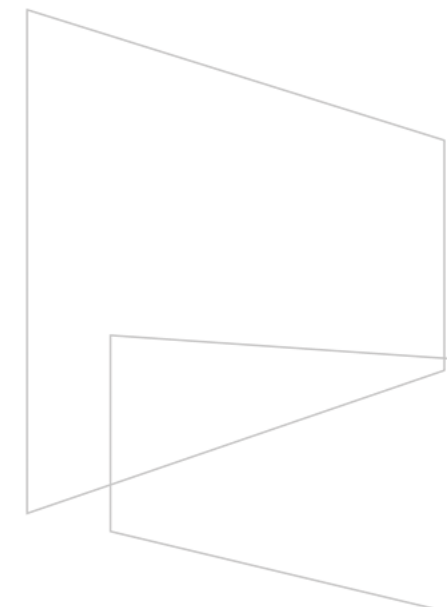
Vstupními parametry jsou **typ vozidla** (v kategoriích – minivozy, malé vozy, nižší střední třída, střední třída, vyšší střední třída, vyšší střední třída, luxusní vozy, sportovní vozy a terénní vozy), **stav brzd** (ve dvou limitních kategoriích - studené a teplé) a **naložení vozidla** (opět ve dvou limitních kategoriích – prázdné a naložené).



ŠKODA AUTO Vysoká škola



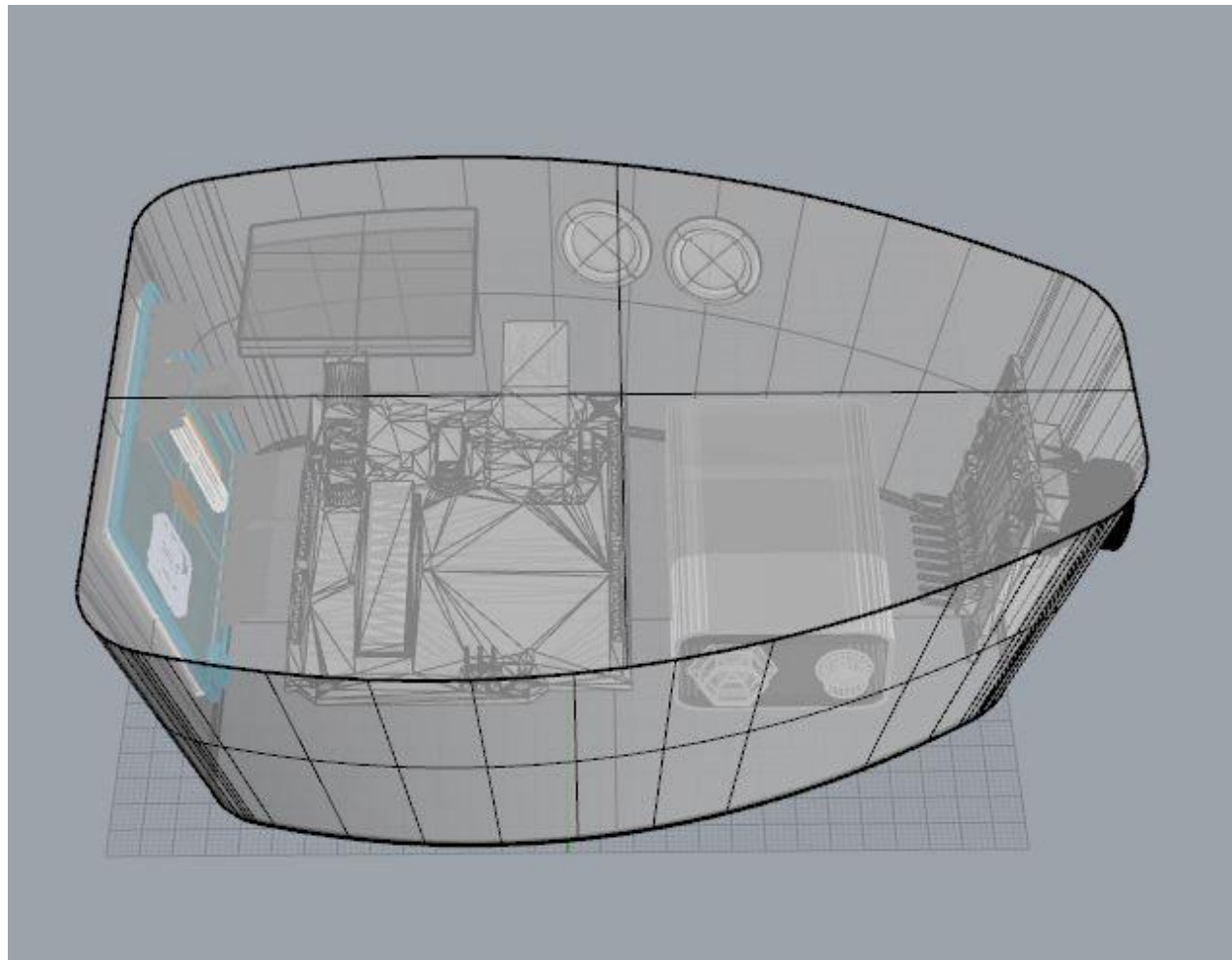
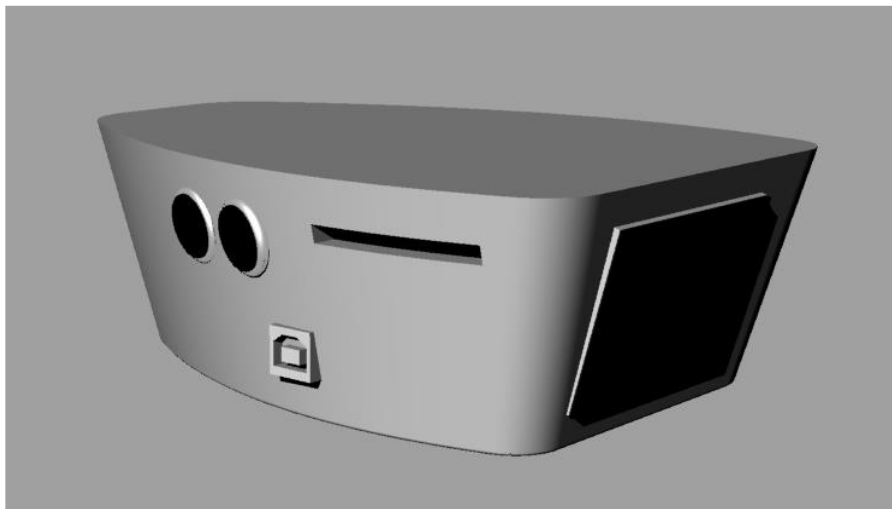
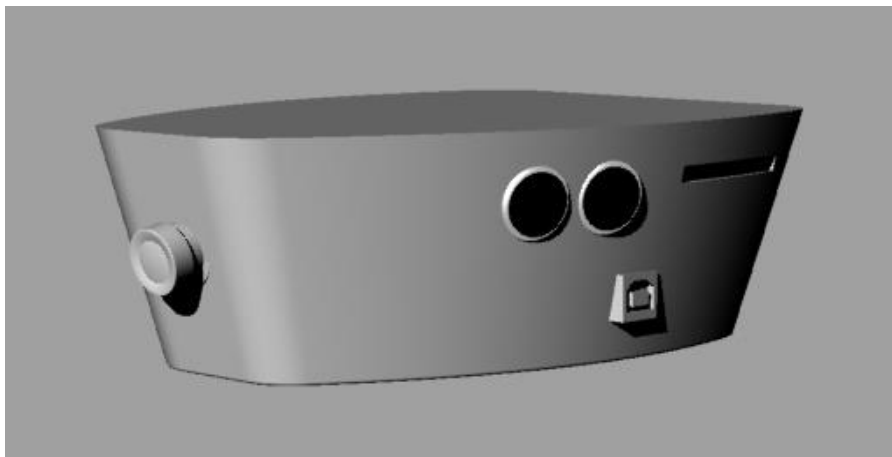
Výsledná hodnota je pak předána řídicí jednotce tempomatu.



Intelligentní senzor kamerového vidění pro pokročilý adaptivní tempomat



ŠKODA AUTO Vysoká škola



Inteligentní senzor kamerového vidění pro pokročilý adaptivní tempomat



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Průmyslový vzor – EUIPO (Úřad Evropské unie pro duševní vlastnictví, Alicante, Španělsko)

Núm./Nr./No/n°/n.	Fecha/Datum/Date/Date/Data
008797534-0001	15/12/2021

Alicante, 04/01/2022

Karin KUHL

Departamento de Operaciones
Hauptabteilung Kerngeschäft
Operations Department
Département «Opérations»
Dipartimento Operazioni



Zapsáno / Registered 15/12/2021

No 008797534-0001



ÚŘAD EVROPSKÉ UNIE PRO DUŠEVNÍ VLASTNICTVÍ POTVRZENÍ O ZÁPISU DO REJSTRÁRIKU

Toto osvědčení o zápisu do rejstříku se vydává pro níže uvedené průmyslový vzor Společenství. V rejstříku zapsaných průmyslových vzorů Společenství byly provedeny odpovídající zápisy.

EUROPEAN UNION INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE CERTIFICATE OF REGISTRATION

This Certificate of Registration is hereby issued for the Registered Community Design identified below. The corresponding entries have been recorded in the Register of Community Designs.

Výkonný ředitel / The Executive Director

Christian Archambeau



www.euipo.europa.eu



- **Application of Artificial Neural Networks to Streamline the Process of Adaptive Cruise Control**

[David, Jiří](#) -- [Brom, Pavel](#) -- [Starý, František](#) -- [Bradáč, Josef](#) -- [Dynybyl, Vojtěch](#)

Application of Artificial Neural Networks to Streamline the Process of Adaptive Cruise Control. *Sustainability*. 2021. sv. 13, č. 8, s. 1--25. ISSN 2071-1050.

URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/8/4572/htm>

- **Uplatnění umělých neuronových sítí v modelu prediktivního tempomatu osobního automobilu**

[David, Jiří](#) -- [Brom, Pavel](#) -- [Dynybyl, Vojtěch](#) -- [Starý, František](#)

Uplatnění umělých neuronových sítí v modelu prediktivního tempomatu osobního automobilu. In *RADIOKOMUNIKACE 2021*. Pardubice: UNIT s.r.o., 2021, s. 179--189. ISBN 978-80-905345-7-5.

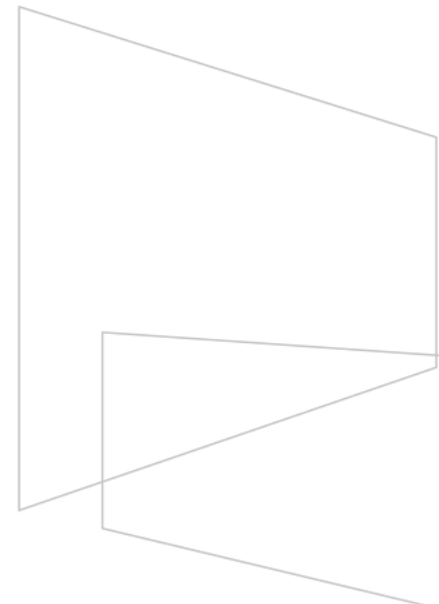
- **Inteligentní senzor kamerového vidění pro pokročilý adaptivní tempomat**

[David, Jiří](#) -- [Starý, František](#) -- [Bradáč, Josef](#) -- [Dynybyl, Vojtěch](#) -- [Folta, Martin](#)

ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA O.P.S. *Inteligentní senzor kamerového vidění pro pokročilý adaptivní tempomat*. DAVID, J. -- STARÝ, F. -- BRADÁČ, J. -- DYNBYL, V. -- FOLTA, M. 008797534-0001, EUIPO, 2021.

- **Vývoj a trendy automatizovaných a elektrotechnických systémů v automobilech**

[David, Jiří](#) -- [Starý, František](#) -- [Bradáč, Josef](#) -- [Dynybyl, Vojtěch](#) In *Studie automotive*, ŠKODA AUTO VYSOKÁ ŠKOLA o.p.s. (v tisku)



Semináře umělé inteligence

v roce 2021 pro řešitelský tým

v roce 2022 pro pracovníky ŠAVŠ



ŠKODA AUTO Vysoká škola

1. termín

10. února 2022

kontaktní osoba J. Bradáč (KSE)

2. termín

září 2022

Náplň

- Fuzzy systémy
- Neuronové sítě
- Genetické algoritmy





ŠKODA AUTO Vysoká škola

Děkuji za pozornost.

doc. Ing. Jiří David, Ph.D.

Katedra strojírenství a elektrotechniky, ŠKODA AUTO Vysoká škola, o.p.s.

730 803 185, jiri.david@savs.cz

www.savs.cz