



ŠKODA AUTO Vysoká škola

Uplatnění umělých neuronových sítí v modelu prediktivního tempomatu osobního automobilu

Jiří David - Pavel Brom - František Starý - Vojtěch Dynybyl

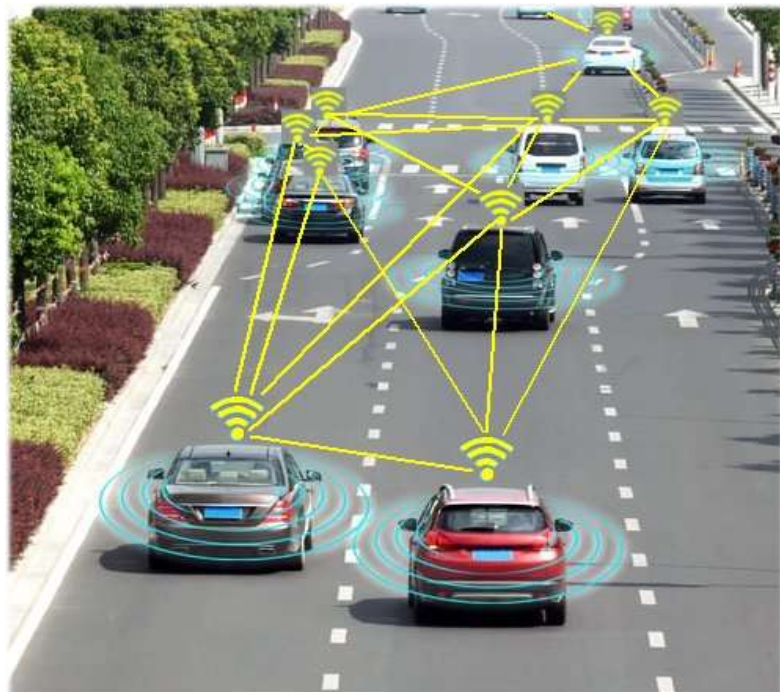
Automatizace řízení automobilu



ŠKODA AUTO Vysoká škola

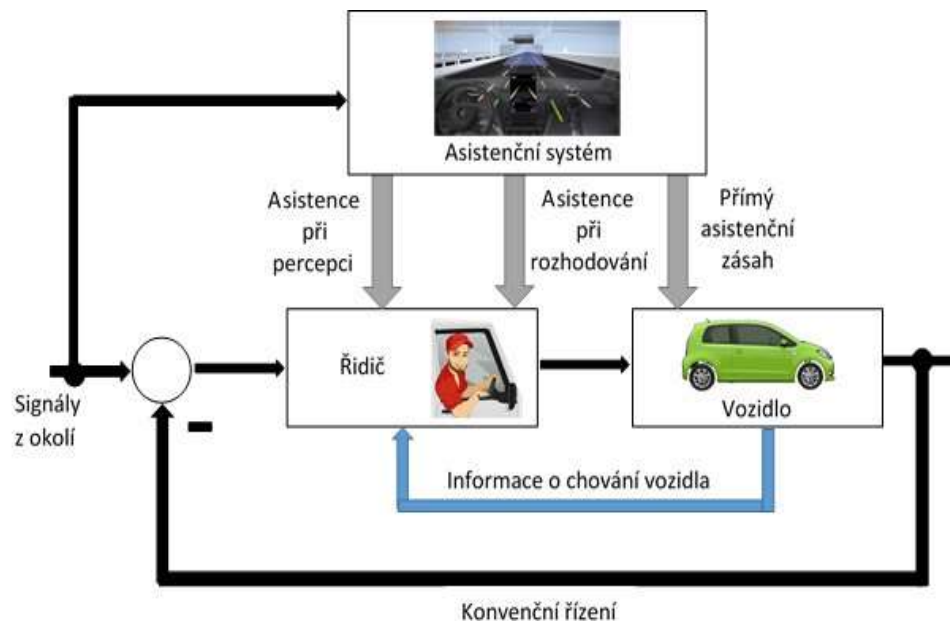
automatická dálnice

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

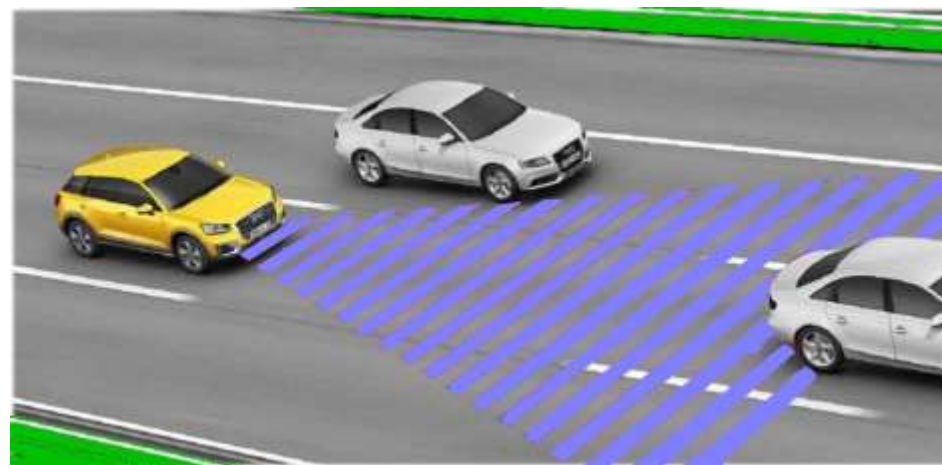
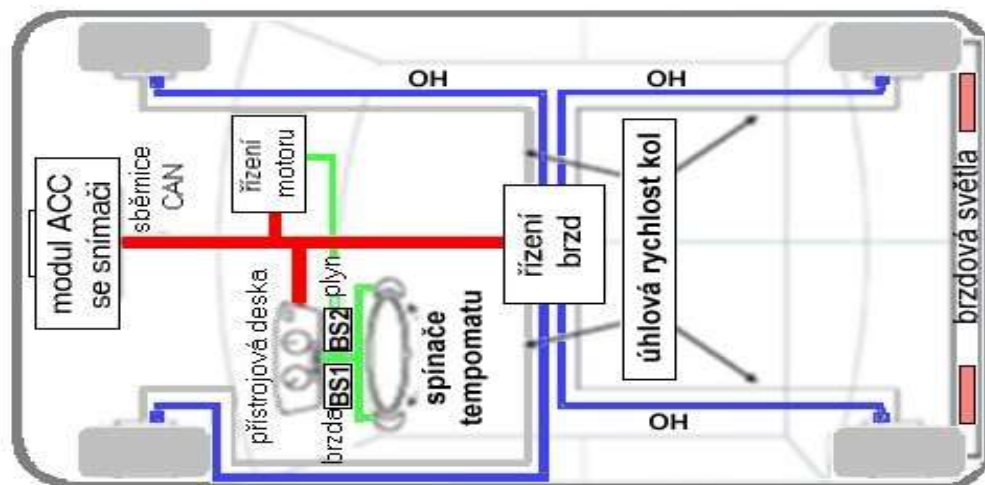
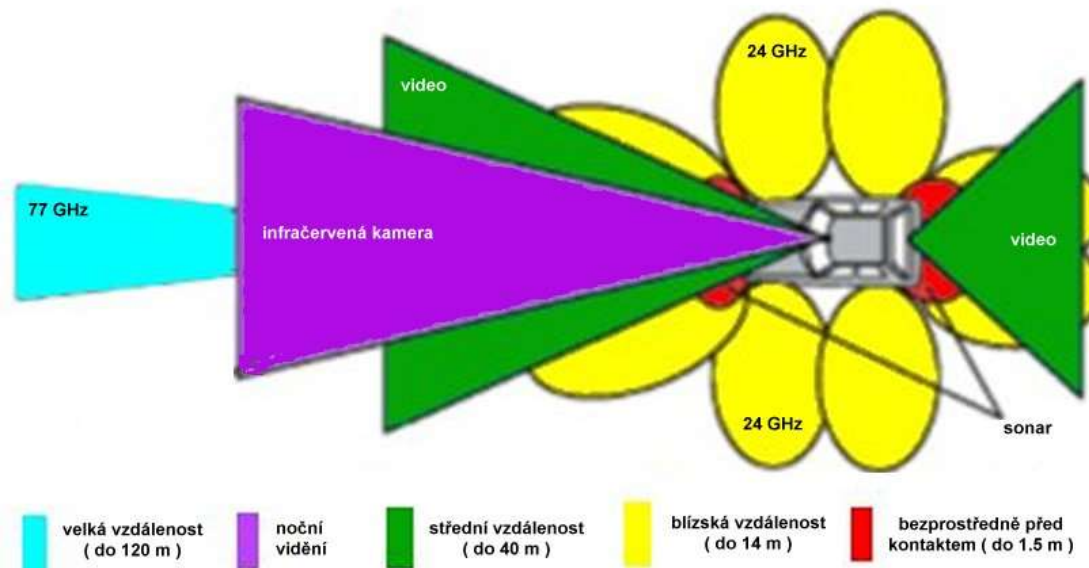


ŠKODA AUTO Vysoká škola

- 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

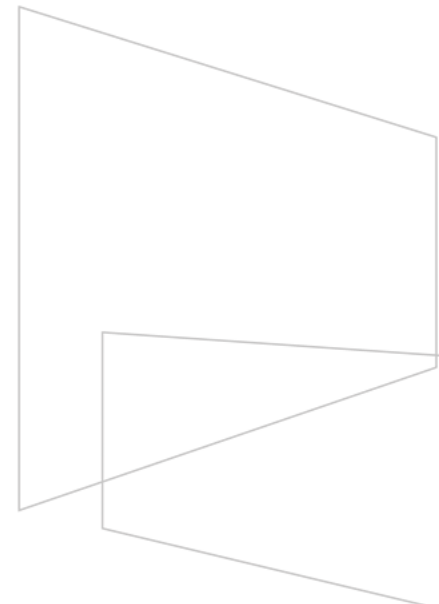
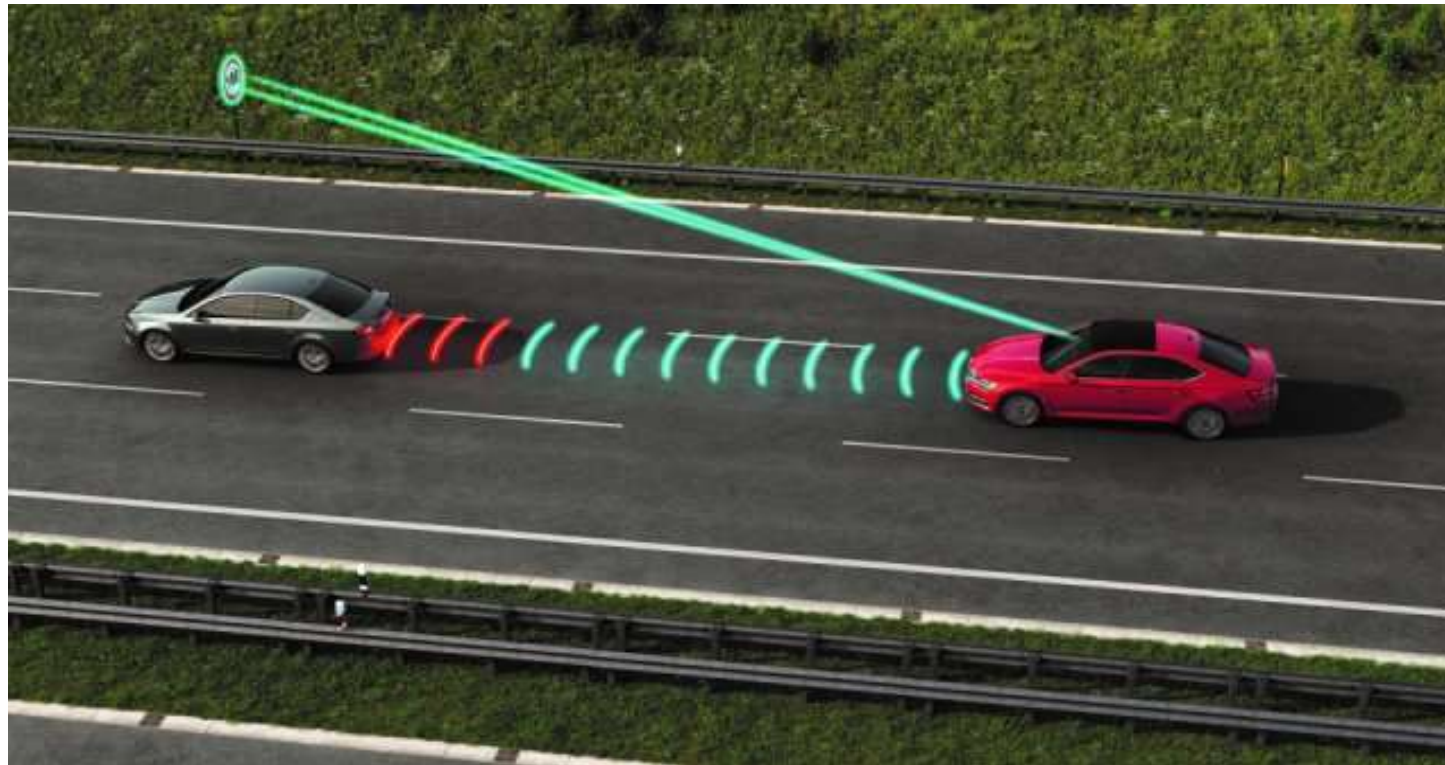


Prediktivní tempomat – PCC

- 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

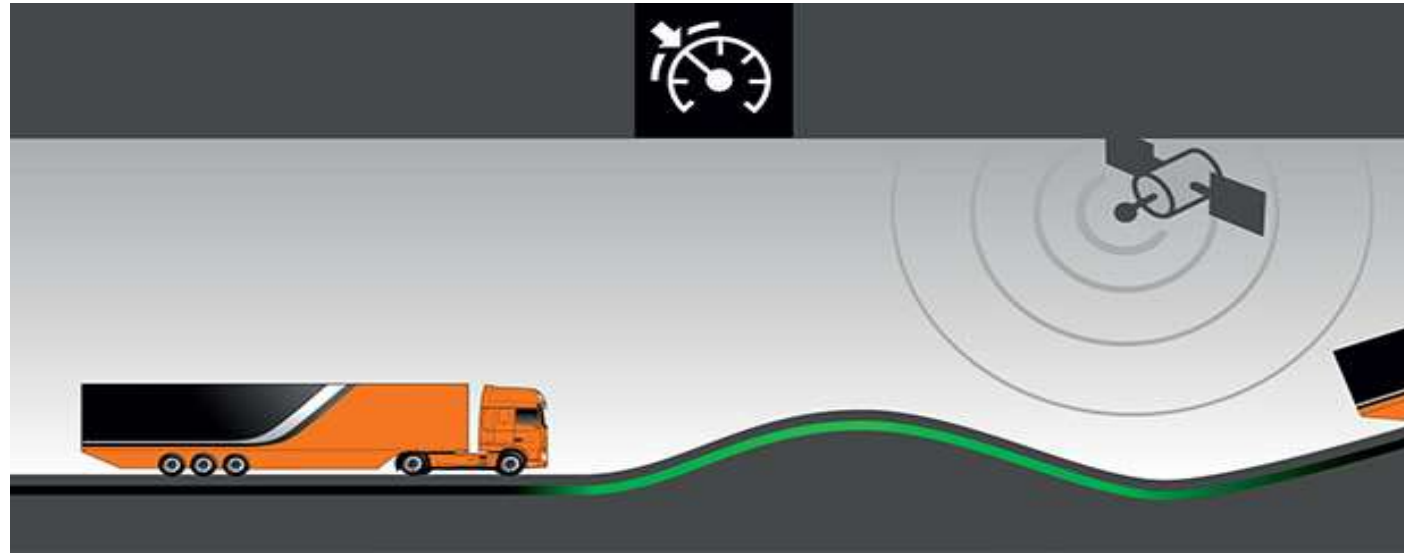


Prediktivní tempomat – PCC

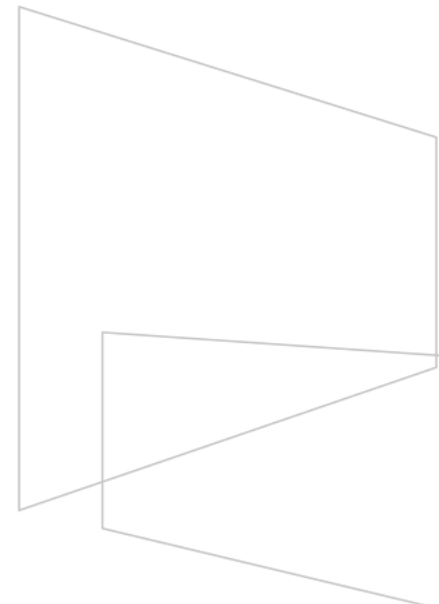
- údaje získává nejen z kamer, ale také z dat navigačního systému.
- předvídá podmínky jízdy pro následující 1–2 kilometry



ŠKODA AUTO Vysoká škola



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



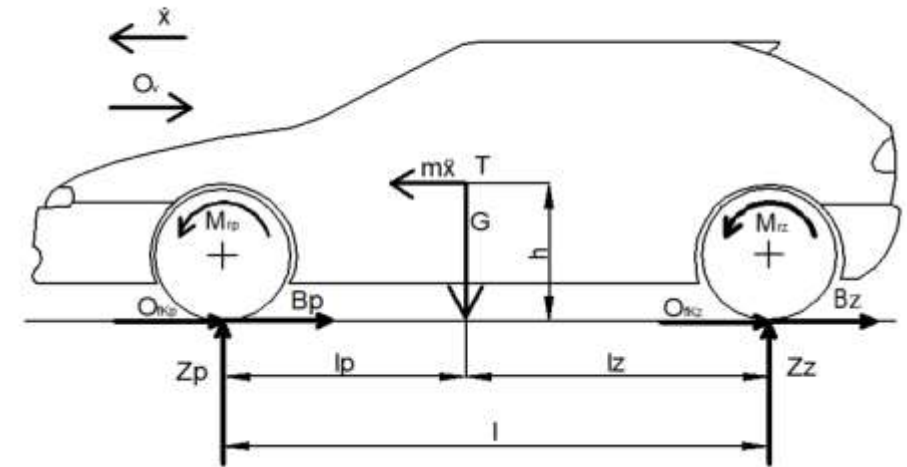
Matematicko – fyzikální model pohybu vozidla



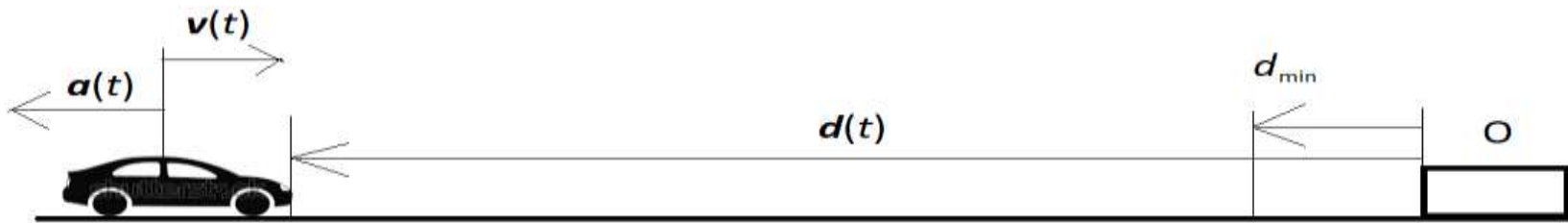
ŠKODA AUTO Vysoká škola

Řízení rychlosti v rámci činnosti ACC/PCC souvisí s aktem brzdění, 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.



Síly působící na vozidlo při brzdění



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 adhezní 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 $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$



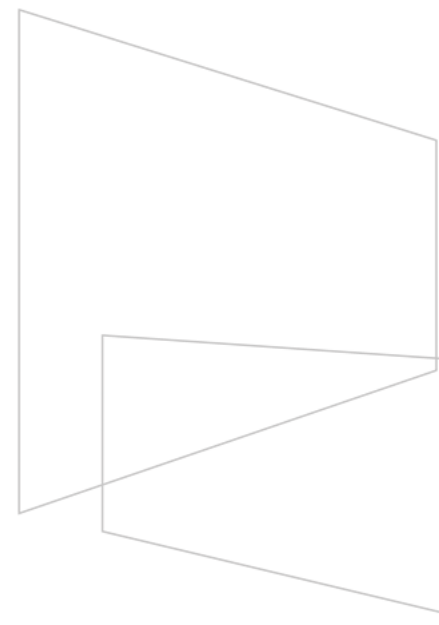
Faktory, které ovlivňují součinitel adheze f jsou:

- jakost směsi a stav povrchu pneumatiky
- jakost a povrch vozovky
- rychlost vozidla
- poměry, které jsou ve stopě kola, hlavně na skluzu (skluz - je pomalejší otáčení kola, než je odpovídající skutečné rychlosti vozidla).



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

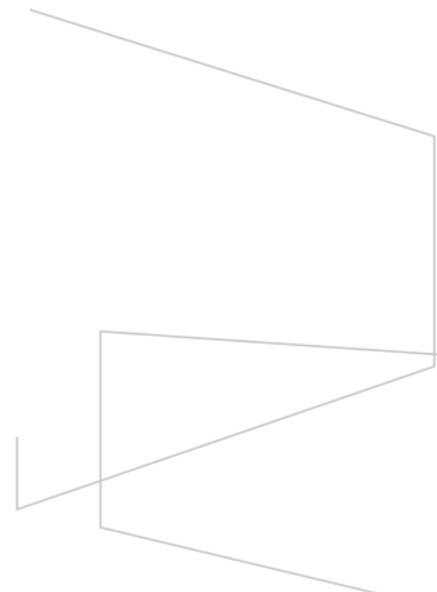
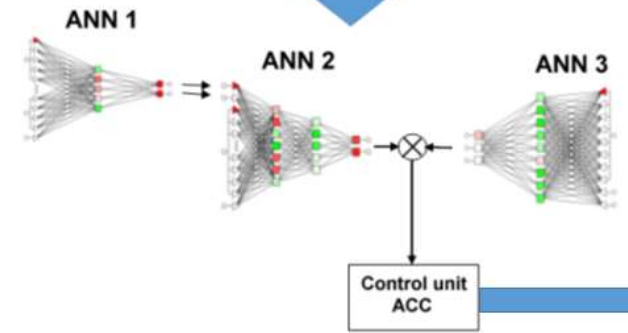
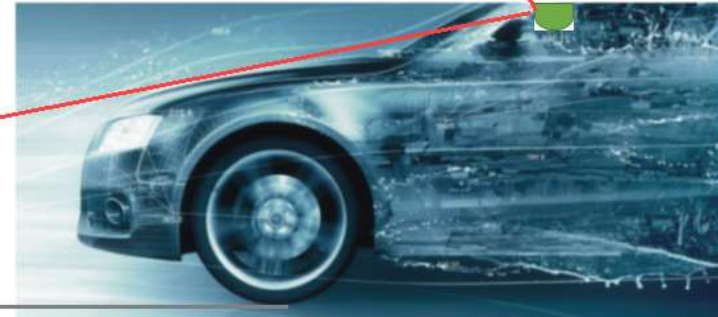


asfalt nový suchý

asfalt rozbitý suchý

směs povrchů mokrá

štěk suchý

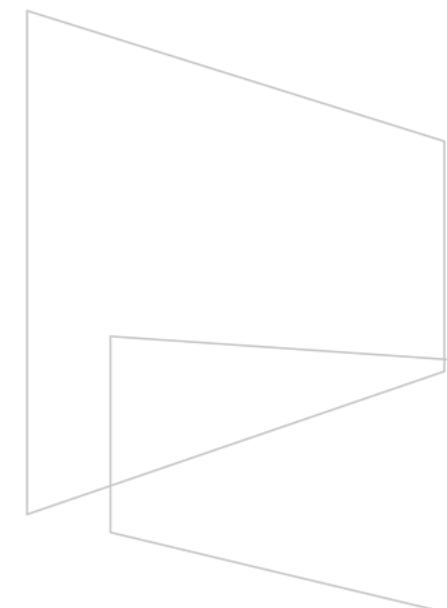
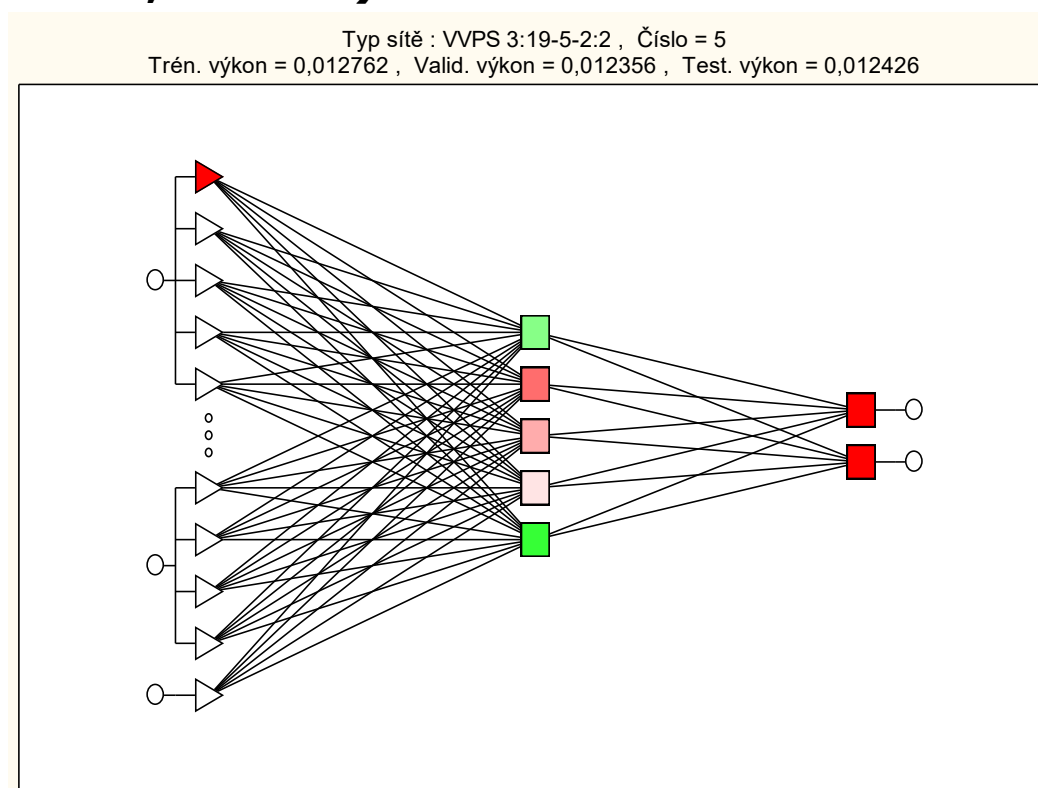


První neuronová síť

- 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

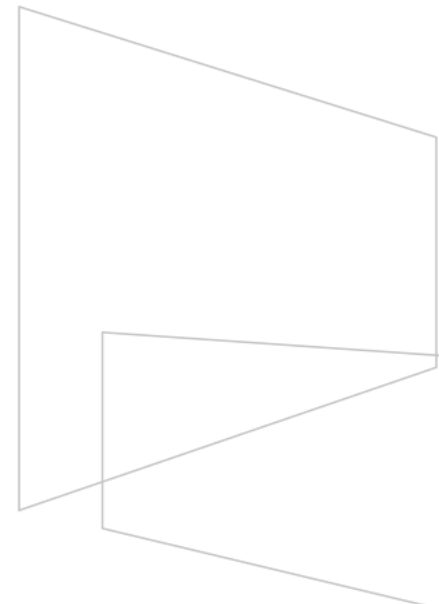
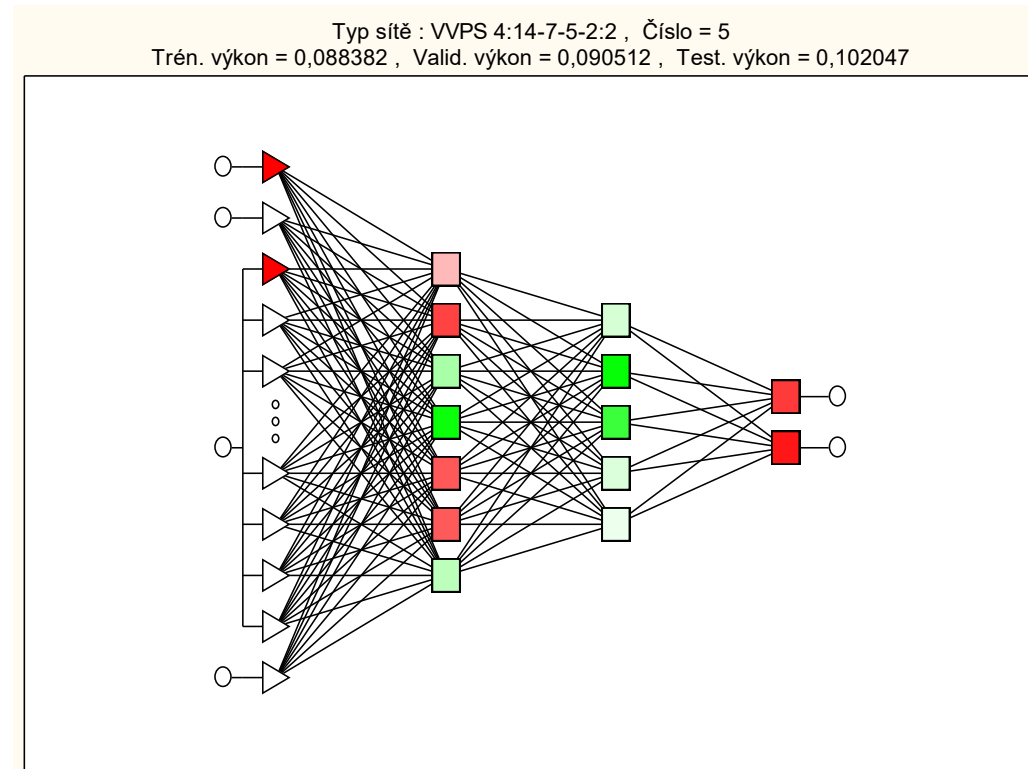


Druhá neuronová síť

- 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

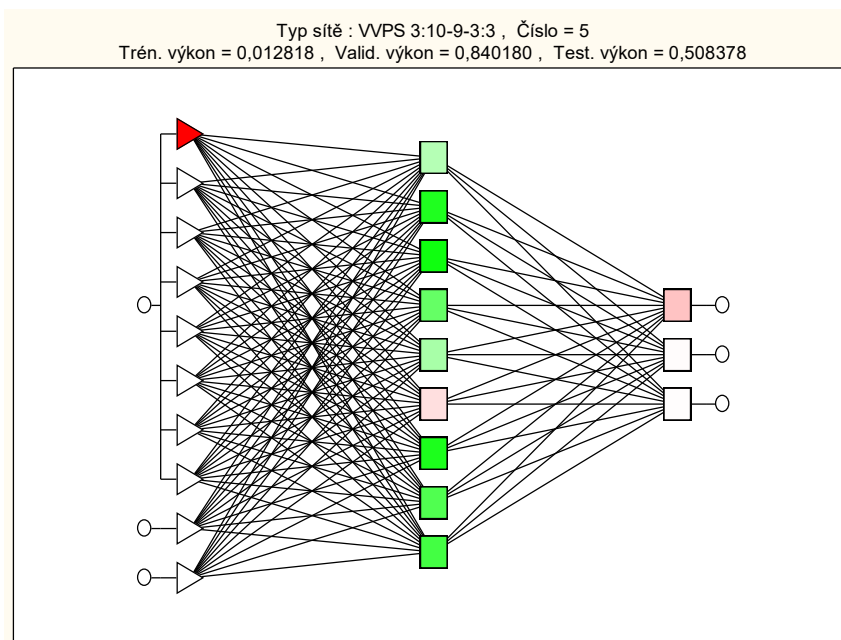
- predikuje **maximální hodnotu zpomalení** ve tvaru minima, maxima a mediánu.

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

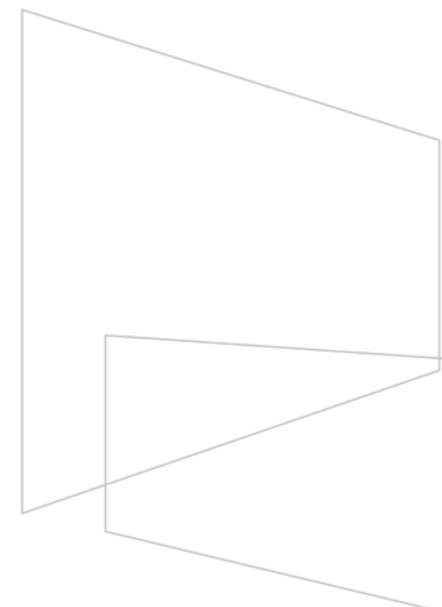
Vstupními parametry jsou **typ vozidla** (v kategoriích – minivozy, malé vozy, nižší střední třída, střední třída, vyšší střední třída, vyšší střední třída, luxusní vozy, sportovní vozy a terénní vozy), **stav brzd** (ve dvou limitních kategoriích - studené a teplé) a **naložení vozidla** (opět ve dvou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



ŠKODA AUTO Vysoká škola



Výsledná hodnota je pak předána řídicí jednotce tempomatu.





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