

Reakční doba řidiče

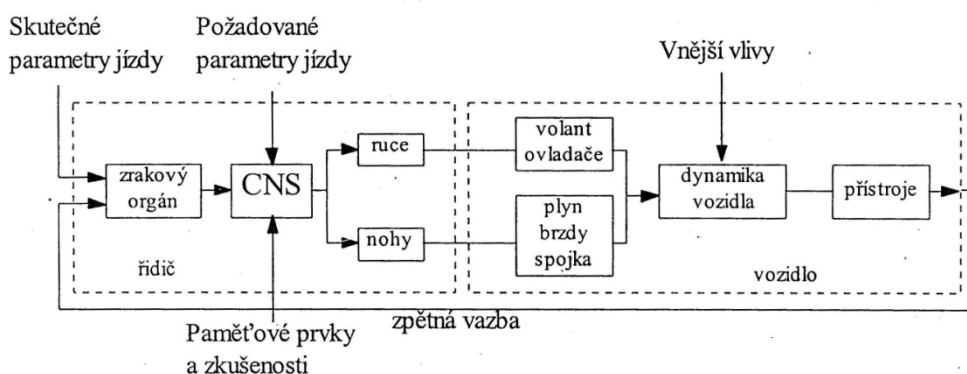
Jiří Plch, Doc., Ing., CSc.

jiri_plch@volny.cz

Úvod do problematiky

Reakční doba je předmětem celé řady výzkumných prací se zaměřením na stanovení relevantních časových úseků, zvláště v případech výskytu náhlého, neočekávaného výskytu podnětu (objektu). Celý problém je možné deklarovat na blokovém schématu, od kterého je možné odvodit obecnou formu problému.

Blokové schéma je uvedeno na obrázku 1 a ukazuje na provázanost biologického činitele s technickým zařízením.



Obr. 1 – Blokové schéma řidič – vozidlo

Jak je zřejmé, tu klíčovou roli zde hraje lidský činitel - řidič a bude ji proto věnována náležitá pozornost. U vozidla bychom mohli zkoumat technické možnosti „likvidace“ kinetické energie ($\frac{1}{2}m.v^2$) a celkové potřebné doby do okamžiku, kdy bude rovna 0 – stojící vozidlo, ale to je na další příspěvek.

Obecná forma reakční doby řidiče

Reakční dobu řidiče je možné považovat za zavedený termín „technikus“ a ve své podstatě jde o reakční dobu člověka při jakýchkoliv činnostech. Řidič – člověk má v tomto směru stejné vlastnosti zrakového systému. V souhrnu potom lze říci, že reakční doba řidiče je doba, která je nutná k tomu, aby zareagoval jeho biologický systém na podnět (objekt) z jeho zorného pole a to i v případech, kdy jde o podnět náhlý, neočekávaný. V obecné rovině můžeme tuto dobu rozdělit na tři základní části :

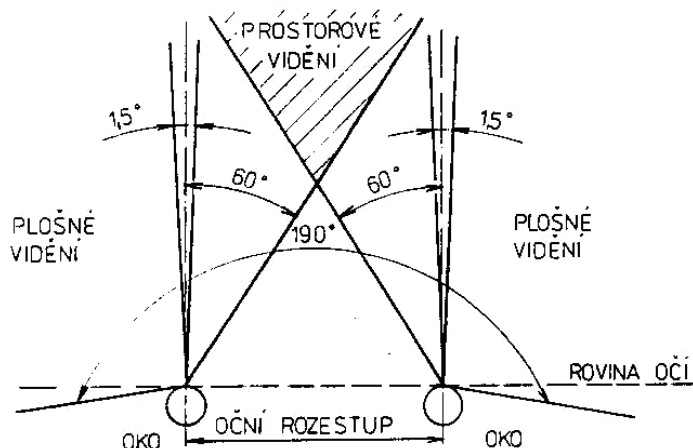
- I. Část – počátek vidění podnětu (objektu), uvádí se že je to optická reakce
- II. Část – doba nutná k rozpoznání podnětu (objektu) – uvádí se jako psychická reakce
- III. Část – vlastní odpověď biologického systému na podnět (objekt) – uvádí se svalová reakce

Již ze základních znalostí fyziologie zraku člověka, je fyzikálně pojímaný problém světla postaven na tom, že lidé potřebují vlastně světlo pouze k tomu, aby při výkonu svých činností jen viděli a celý problém je tak zúžen. Přetrvává názor a v mnoha směrech je chápán jen jako proces, který se odehrává na sítnici lidského oka s využitím jednotlivých receptorů sítnice, při fotopickém, mezopickém a skotopickém vidění, při odpovídajících úrovních osvětlení s přenesením této vizuální informace do CNS. Je však nutné konstatovat, že vidět neznamená rozpoznat, jak je mylně uváděno !

Obecné zorné pole člověka - řidiče

Obraz vytvořený na sítnici je v úhlovém rozmezí horizontální roviny, proloženou pravým a levým okem na úrovni 190° a tvoří základ zorného pole, jak je zřejmé z obrázku 2. U řidiče jde o jistá omezení, která vyplývají

z konstrukčního řešení předního skla vozidla, nicméně je z tohoto obecného zorného pole odvozovat všeobecně platné pojmy a důsledky pro zrakovou činnost.



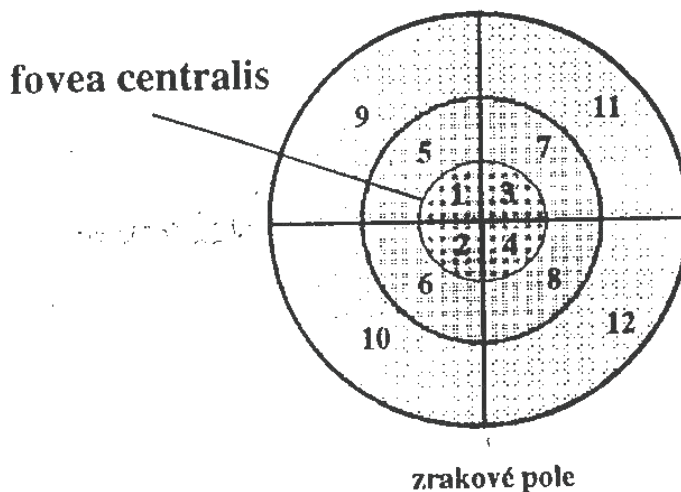
Obr.2 Zorné pole člověka v horizontální rovině

Z toho je zřejmé, že člověk je informován o dění, jevech v obklopujícím prostředí v poměrně širokém úhlovém rozmezí. V souhrnu však jde o nepřesné, neostré vidění – periferní. Když od hodnoty 190° , odečteme asi 3° je zřejmé, že obraz vytvořený na sítnici je z 98 % v periferní části zorného pole a je tedy obraz nepřesný a neostrý, ať již jde o monokulární či binokulární pole, znázorněné na obrázku 2 či zapojení jednotlivých druhů receptorů do procesu vidění.

Jedině přesné, ostré vidění je v oblasti, která je všeobecně známa pod pojmem foveální vidění a odpovídá procesům, které se odehrávají jen na ústřední jamce (fovea centralis) o velikosti ústřední jamky 0,2 mm. Na této části sítnice proběhnou všechny procesy s nejvyšší přesností a ostrostí a to nejen při fotopickém vidění, ale i automaticky se proces uskutečňuje i při mezopickém a skotopickém vidění. To platí i pro řidiče.

Tyto limitní stavy mají stanovené hodnoty fotometrických ekvivalentů pro viditelné záření, tak jak byly určeny CIE. Kvantifikaci těchto průběhů v absolutních hodnotách platí pro normalizovaného pozorovatele a jejich spektrální průběhy jsou známé.

Pro fotopické vidění, je hodnota fotometrického ekvivalentu viditelného záření, pro maximální vlnovou délku $\lambda_{f \max} = 555 \text{ nm}$, $K_{ff} = 683 \text{ lm/W}$, naproti tomu při skotopickém vidění, s hodnotou fotometrického ekvivalentu $K_{fs} = 1699 \text{ lm/W}$, pro $\lambda_{s \max} = 505 \text{ nm}$. Mezopická oblast je charakterizována přechodem od vidění fotopického do skotopického s hodnotou, odpovídající poměru zastoupení jednotlivých receptorů při vidění.



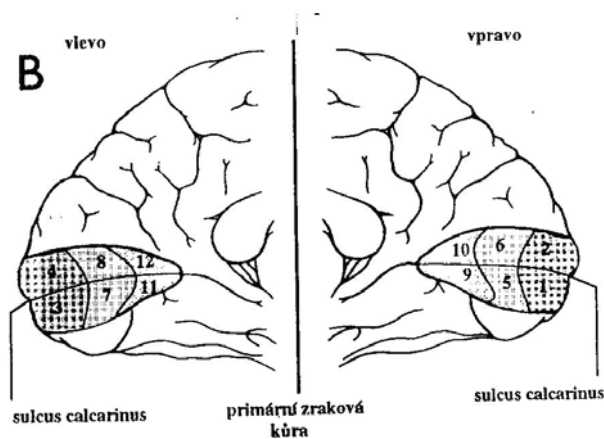
Obr. 3 – Sítnice lidského oka a skladba bloků pro analýzu podnětu

O rozložení jednotlivých receptorů (čípků a tyčinek) toho již bylo napsáno dostatek, zajímavější je, jakým způsobem je sítnice strukturována z pohledu procesu rozpoznávání. Můžeme si sítnici lidského oka znázornit v podobě terče, kde jsou jednotlivé lokality číselně označeny a mají svůj přesně definovaný význam v celém procesu.

	Skladba	Levá hemisféra		Pravá hemisféra	
Fovea centralis	čípky	L1 a L2	P3 a P4	P1 a P2	L3 a L4
Periferie I	čípky a tyčinky	L5 a L6	P7 a P8	P5 a P6	L7 a L8
Periferie II	tyčinky	L9 a L10	P11 a P12	P9 a P10	L11 a L12

TAB. I. – Lokality zorného pole a systém vyhodnocení

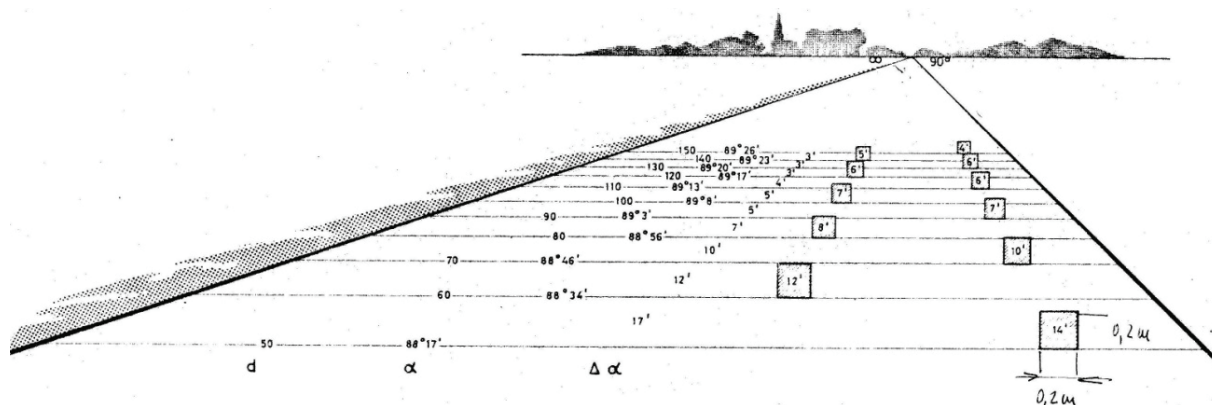
V CNS jsou potom vymezeny lokality, v e kterých dochází k velmi složitému procesu dekódování obrazu sítnice. Za pozornost stojí skutečnost, že fovea centralis, která je součástí žluté skvrny má zhruba průměr jen 0,2 mm, ale pro účely rozpoznávání má vymezen relativně obrovský objem, oproti objemu určenému pro periferie I a II. Tato skutečnost vyplývá z následujícího obrázku.



Obr. 4 Lokality v CNS určené pro dekódování obrazu sítnice

Zajímavý podnět

Již delší dobu, jsou analyzovány fyziologické zákonitosti zrakového systému, odvozené od funkčních vlastností sítnice oka se základními zrakovými receptory (čípky – tyčinky). Z celkového obrazu, který vznikne na sítnici lidského oka u řidiče, dochází k procesům, které mají rozpoznat „zajímavý podnět“.

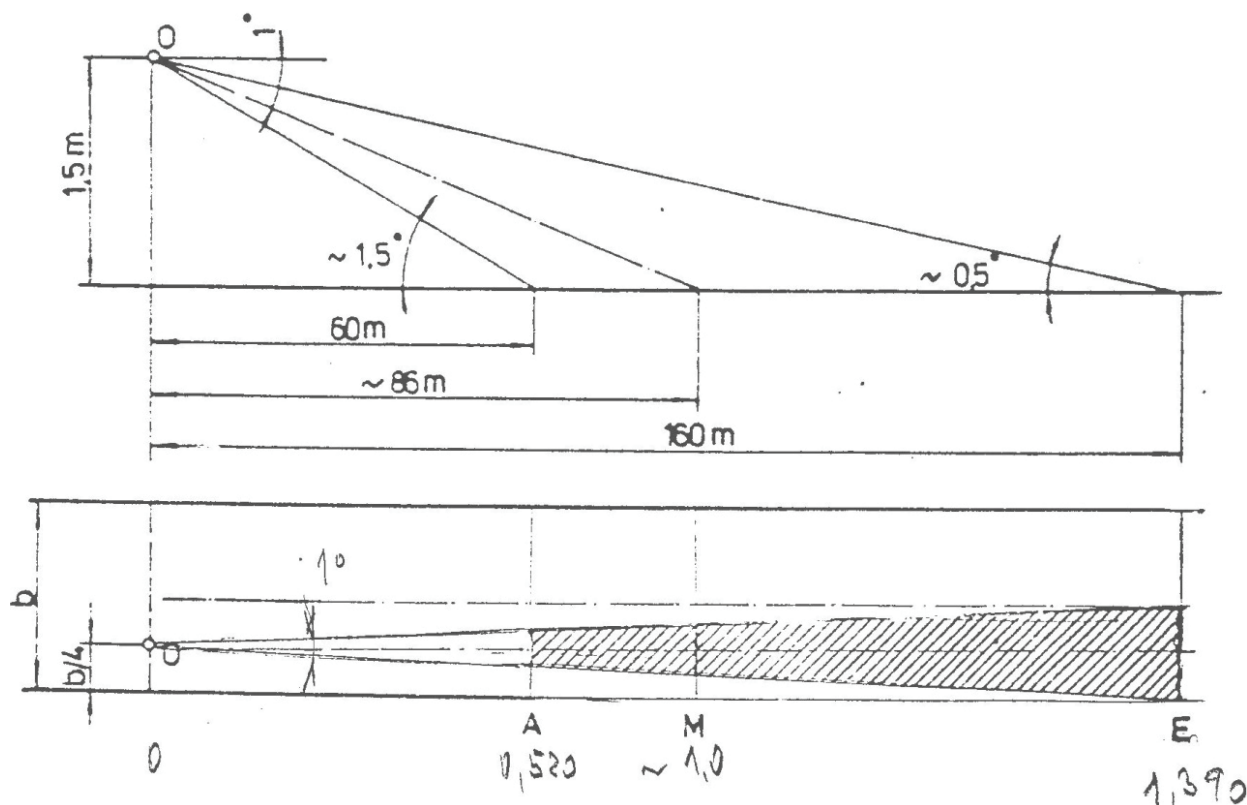


Obr. 5 Perspektivní pohled řidiče

U řidiče jde o podněty, které jsou rozhodující pro jeho činnost při vlastním řízení vozidla, ve všech případech, avšak vždy tomu tak není.

Je možné považovat zajímavý podnět za jednu z klíčových otázek zrakového vnímání řidiče. Proč a jakým způsobem si vybírá „zajímavý podnět“? Výběr tohoto zajímavého podnětu je natolik komplikovaný a složitý, že nelze jednoznačně určit, proč právě došlo v dané chvíli k tomuto výběru a ne k jinému. U řidiče k tomu přistupuje například pud sebezáchovy a další. Nelze nikdy vyloučit, že nastane situace, že zajímavý podnět není, v daném okamžiku, tím klíčovým podnětem pro řidiče a jeho výkon určitých činností.

Podněty (objekty) přicházejí jednak z periferie, jak je zřejmé z obrázku 5, ale i přímo ze zorného pole řidiče – foveální vidění, jak je zřejmé z obrázku 6.



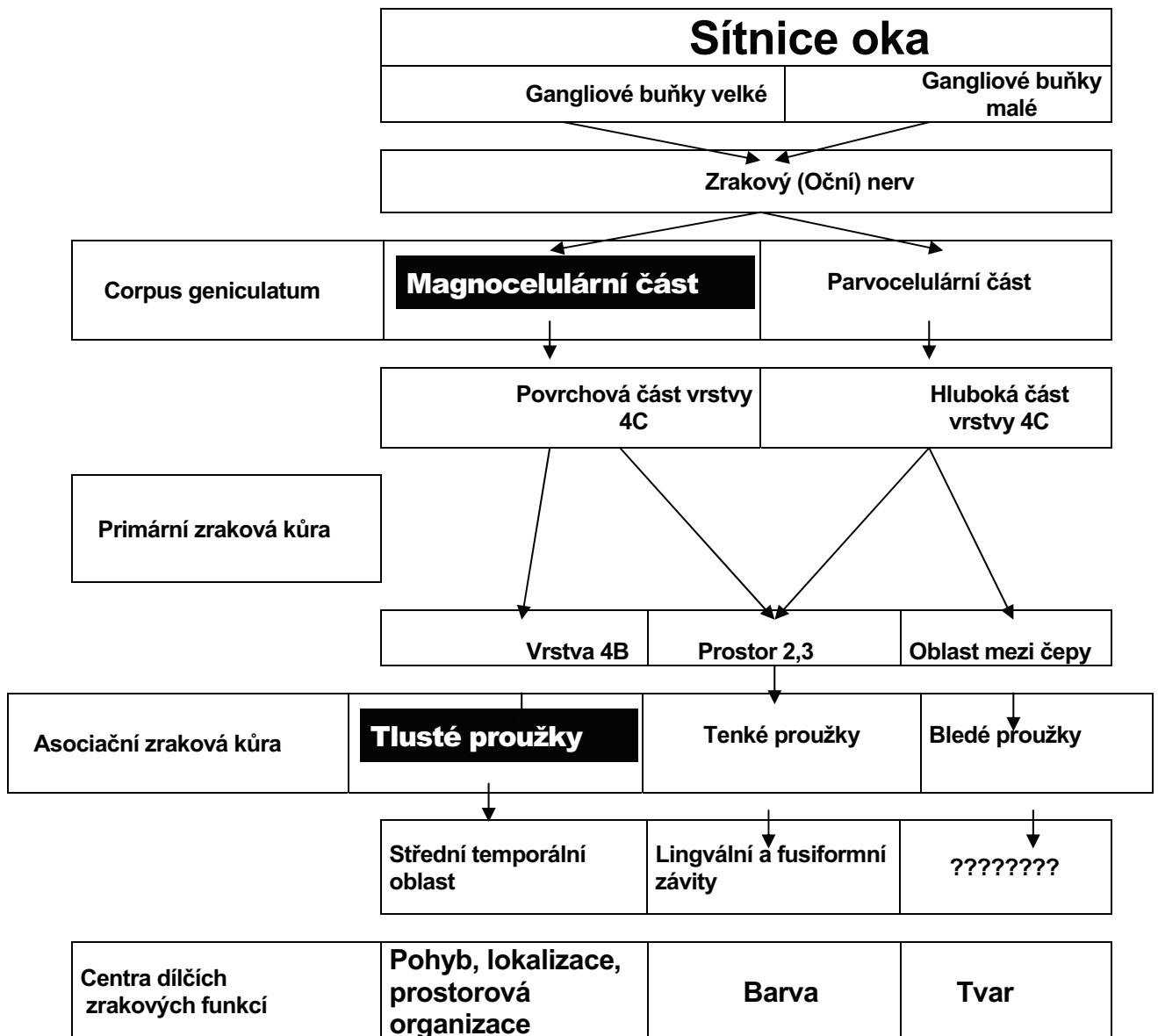
Obr. 6 – Zorné pole řidiče ve foveální oblasti

Je-li podnět u řidiče natolik zajímavý, tak se automaticky převede z periferního vidění do oblasti foveálního vidění, tedy místa s nejostřejším nejpřesnějším viděním. Tato skutečnost platí pro všechny tři základní druhy vidění (fotopické, mezopické i skotopické).

Zajímavý podnět, který byl registrován sítnicí a byl převeden do místa nejostřejšího a nepřesnějšího vidění, se postupně převádí do center rozpoznávání, postupující přes strukturované vertikální a horizontální neuronové vazby k analýze ve třech centrech pro každé oko, za odpovídající dané úrovni osvětlení prostoru takto :

- první centrum - analyzuje pohyb, lokalizuje podnět a jeho prostorovou organizaci,
- druhé centrum - analyzuje barvu podnětu,
- třetí centrum - určuje tvar podnětu.

schematicky je celý proces rozpoznávání pro jedno oko naznačen na obrázku 7.



Obr. 7 – Vlastní proces rozpoznávání

SYNTEZA ROZPOZNÁVÁNÍ PRO ODPOVĚD BIOLOGICKÉHO SYSTÉMU

Ze syntézy, která je složena ze šesti dílčích informací (levé a pravé oko), lze říci, že podnět byl v konečné fázi rozpoznán a z CNS jsou odeslány výkonnému biologickému systému potřebné informace jak, je lapidárně uvedeno na obrázku 1. Mělo by tak docházet k adekvátní reakci řidiče na podnět. Z praxe však víme, že za některých stavů tomu tak není.

V řadě publikací jsou uváděny některé hodnoty reakčních časů řidičů, jak je zřejmé z následujících tabulek.

reakční doba řidiče při úhlu pohledu do 0.75 stupňů na objekt	
optická reakce	0.00 s
psychická reakce	0.22 – 0.58 s
svalová reakce	0.15 – 0.21 s
celková reakční doba	0.37 – 0.79 s

a)

reakční doba řidiče při úhlu pohledu do 5 stupňů na objekt	
optická reakce	0.32 – 0.55 s
psychická reakce	0.22 – 0.58 s
svalová reakce	0.15 – 0.21 s
celková reakční doba	0.69 – 1.34 s

b)

reakční doba řidiče při úhlu pohledu nad 5.0 stupňů na objekt	
optická reakce	0.41 – 0.70 s
psychická reakce	0.22 – 0.58 s
svalová reakce	0.15 – 0.21 s
celková reakční doba	0.78 – 1.49 s

c)

TAB. II – Reakční doby řidiče při vidění podnětu v různých místech zorného pole

Reakční doby byly stanoveny za definovaných světelných podmínek, často v popisu však chybí. Samostatnou kapitolou je zrakové vnímání řidiče při skotopickém vidění – jízda v noci.

Právě tato skutečnost, že všechny podněty, které jsou registrovány na sítnici lidského oka, jsou nakonec převáděny zpětně do místa s nejvyšší ostrostí a to pro všechny druhy vidění, vede k tomu, že se mění zraková ostrost. Jakým způsobem, ukazuje výčet hodnot v tabulce III.

Oblast / Vidění	Oblast	Fotopické	Mezopické	Skotopické
Úroveň zrakové ostrosti	Fovea centralis	100	100 ÷ 40	≥ 40

TAB.III. – Zraková ostrost pro ústřední jamku

Rozpoznávání při skotopickém vidění

Jak je z předcházející tabulky zřejmé, tak zraková ostrost při skotopickém vidění pro ústřední jamku klesne ze 100 % je na 40 %. I když je v periférních částech sítnice podstatně vyšší. Jde o to, že citlivost tyčinek, které jsou rozmístěny prakticky od žluté skvrny dále - vždy se oko řidiče natáčí tak, aby podnět byl zpracován místem nejostřejšího vidění.

I tak je situace v těchto případech velmi složitá, obraz na sítnici lidského oka je nepestrý, nebarevný bez jasnějšího nástínu prostoru, jak je zřejmé z dalšího obrázku. Jde o jednu z nejsložitějších zrakových úloh řidiče. Je bezprostředně závislá na rychlosti zrakového vnímání řidiče.



Obr. 8 – Obraz při skotopickém vidění

V těchto případech je pak správné hovořit o rychlosti zrakového vnímání, která vychází z jednoduchého vztahu

$$v_r = 1/t_r \quad (1)$$

kde je t_r doba registrace a rozpoznání podnětu (s) a právě doba nutná k registraci a rozpoznání podnětu je ta nejsložitější. Analytické vyjádření funkčních závislostí této doby je uvedeno v rovnici (2).

$$t_r = f(\Delta L, \alpha, e^x, k_t, p), \quad (2)$$

kde je ΔL minimální jasový rozdíl nutný pro registraci podnětu,

α úhlová hodnota pozorování podnětu,

e^x expansní pohyb podnětu,

k_t koeficient vyjadřující stáří řidiče,

p pravděpodobnostní činitel ($p=1$)

Některé uváděné výsledky jsou uvedeny v následující tabulce

Reakční doba řidiče pro skotopické vidění	
Optická reakce	2,51
Psychická reakce	0,58
Svalová reakce	0,21
Celkem	3,30

TAB. IV. – Reakční doby pro skotopické vidění
(nekontrastní podnět, 50 letý řidič)

Závěr

Lze bez nadsázky tvrdit, že činnost zraku je jednou z nejsložitěji řízených činností u člověka vůbec a že na činnost zrakového orgánu reaguje celý organismus, přitom pro běžnou denní práci jsou reakce chápány jako přirozený návyk, vytvořený vývinem zrakového orgánu po několik tisíciletí. Všechny tyto podněty a rozpoznávání probíhají při určitých, malých rychlostech.

Situace se výrazným způsobem mění, vezmeme-li v úvahu dnes průměrně dosahované rychlosti vozidel a dobu, po kterou se zrakový orgán „učí“ správně třídit zrakové podněty a je rozpoznávat. Platí bezeschybně, že vidět neznamená rozpoznat.

Ze souhrnu funkčních bloků řidiče a vozidla je také zřejmé, že v těchto případech, kdy je proces rozpoznávání přerušen jinou, pro řidiče v daném okamžiku upřednostněnou, vyšší funkční činností (telefonování, hádka se spolujezdcem a pod), která je tak nadřazena procesu zrakového rozpoznávání, potom však platí kruté lapidární rčení – viděl, nerozpoznal, nepřežil.

Samostatnou kapitolou je, zda biologický systém člověka - řidiče je připraven podávat „výkon“ na odpovídající úrovni – zda je zrak člověka je na tento složitý proces zpracovávání a rozpoznávání zrakových podnětů připraven či nepřípraven. U každého z nás existují biologické hodiny, které se samozřejmě podílejí i na tom, jakým způsobem je vlastní biologický systém, během trvání 24 hodinové periody, připraven, či nepřípraven výkonu a zda v určitém časovém období je činnost řidiče v průběhu jízdy, vykonávána za stavu kontinuální nesoustředěnosti s těmi nejtragičtějšímými následky, ale to je na další samostatnou přednášku.

Literatura a odkazy

- [1] CORNSWEET, T.N.: Visual Perception, Acd. Press, New York - London 1970
- [2] DAVSON, H.Ed.: The Eye II - The Visual Process, Acd. Press, New York - London 1962
- [3] FUORTES, M.G.F.: Handbook of SensoryPhysilolog VII/2 Physiologof Photoreceptor Organs Springer - Verlag Berli-Heidelberg - New York, 1972
- [4] GERŠUNI, G.V.: Fiziologija sensorych sistem - I. Fiziologija zrenija , Izdat. Nauka, Leningrat 1971
- [5] GLEZER, V.D., CUKKERMANN, I.I. : Informacija i zrenija, Izdat. AN SSSR, Moskva - Leningrat 1961
- [6] GRANIT, R...: Receptors and Sensory Perception, New Haven 1956
- [7] PLCH, J.: Příspěvek k teorii naváděcích světlotechnických soustav, KDP, FE VUT 1972
- [8] PLCH, J.: Zrakové vnímání řidiče, Sylaby přednášek USI VUT v Brna, 2000
- [9] PLCH, J. : Světelná technika v praxi, IN EL Praha 2000, 210 stran,
- [10] PLCH, J.: Vidět neznamená rozpoznat, Konference Dlouhé stráně 2010. strana
- [11] MAŇÁK, Vl.: Zrak, I. díl Fyziologie zrakového systému, aplikovaná na hygienu osvětlování, Vlnařský průmysl, Generální ředitelství Brno 1977
- [12] HELD, R.: Plasticity in Sensory - Motor Systems, Sci. Am. 213, 1965, 84
- [13] JARBUS, A.L.: Rol dviženij glaz v procese zranija, Izd. Nauka Moskva 1965
- [14] WERBLIN, F.S.: The Control of Sensitivity in the Retina, Sci. Am. 228, 1973, 71
- [15] KŘIVOHLAVÝ, J.: Průvodní fyziologické projevy při zrakové činnosti, Světelná technika, 1965, 5, 41
- [16] DAVSON, H.: Physiology of the Eye. Churchill Livingstone, 1980, 644 s"
- [17] OLÁH, Z.: Zrak a práca. Vydavateľstvo Poľana, Bratislava, 2002, 172 s.