



**Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně**  
**Fakulta multimediálních komunikací**

Disertační práce

**Design periferie pro interakci s osobním počítačem  
se zvláštním zřetelem na tělesně postižené  
s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční**

**Design of a peryphery for interaction with a personal computer  
with special intention to disabled  
with one hand partly or fully dysfunctional**

Autor: **MgA. Ondřej Puchta**

Studijní program: Výtvarná umění  
Studijní obor: Multimédia a design

Školitel: doc. akad. soch. Ferdinand Chrenka

Oponenti: prof. akad. soch. Peter Paliatka  
doc. PhDr. Zdeno Kolesár

Zlín, červen 2018

© Ondřej Puchta

Vydala **Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně** v edici **Doctoral Thesis**  
Publikace byla vydána v roce 2018

Klíčová slova: *průmyslový design, produktový design, osobní počítač, interakce, ergonomie, klávesnice, postižení*

Key words: *industrial design, product design, personal computer, interaction, ergonomics, keyboard, disability*

Práce je dostupná v Knihovně UTB ve Zlíně.

## **Abstrakt**

Disertační práce pojednává o designu periferie určené pro interakci s osobním počítačem, navržené se zvláštním zřetelem na potřeby tělesně postižených s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční.

Cílem práce je na základě východisek a výsledků provedeného výzkumu navrhnout design periferie pro interakci s osobním počítačem tak, aby byl minimalizován dopad používání PC na zdraví uživatele, a to zejména v pracovním procesu, ale i při jiných, např. volnočasových aktivitách.

Analyzovány jsou veškeré majoritní způsoby interakce s osobním počítačem, na základě čehož jsou následně vzájemně porovnány s ohledem na závažnost postižení uživatele a dobu strávenou prací s PC. Aby bylo možné objasnit současný stav problematiky, práce obsahuje popis historického vývoje ve zvolené oblasti. Zahrnut je přehled a analýza současné produkce, jak konvenčních, tak specializovaných zařízení, která jsou v rámci stanovených kategorií vzájemně porovnána. Získané poznatky jsou aplikovány na design funkčního prototypu a testováním je ověřena míra jejich přínosnosti. Na základě zjištění vyplývajících z provedených testů jsou předloženy dva výstupy s výrazně odlišnou koncepcí.

Závěry práce je možné využít v oblasti vědecko-výzkumné, neboť jednotlivé druhy periférií kategorizuje a předkládá výsledky jejich vzájemného porovnání. Současně mohou být přínosné i pro praxi, neboť poskytují ucelený pohled na současný design periférií pro interakci s osobním počítačem a popisují zjištěná pozitiva a negativa.

## **Abstract**

The dissertation thesis deals with the design of a periphery designed for interaction with a personal computer, designed with special intention to the needs of disabled users with one hand partly or fully dysfunctional.

The aim of the thesis is the design of a periphery for interaction with a personal computer based on the results of the research, as well as to minimize the impact of using the PC at the work, but also in the others, e.g. leisure activities.

All the major ways of interacting with a personal computer are analysed and compared with the respect to the nature of disabilities of users and the time spent working with the PC in order to clarify the current state of this problem, the thesis contains a description of the historical development in the selected area. An overview and analysis of current production, both conventional and specialized categories, are compared. The acquired knowledge is applied on the design of a functional prototype and verified the extent of their positives. Based on the findings from the tests carried out, there are presented two outputs with significantly different concepts.

The conclusions of the thesis can be used in the field of research, because they categorize individual types of peripheries and present the results of their mutual comparison. At the same time, they can be beneficial for the practice because they provide a comprehensive view of the current design of the peripheries for interacting with a personal computer.

# Poděkování

In memoriam děkuji profesoru Pavlu Škarkovi za uvedení do problematiky průmyslového designu, za vedení nejen této práce, za jeho nezištnost, bezprostřednost a za jeho skvělý smysl pro humor.

Děkuji docentu Ferdinandu Chrenkovi za odborné vedení a dovedení této práce, za jeho entuziasmus a nevyčerpatelné množství pozitivní energie, kterou všem tak štědře rozdává.

Děkuji vedoucímu ateliéru Průmyslový design docentu Martinu Surmanovi za inovativní designérská řešení a za jeho důvěru, díky které se nám podařilo dosáhnout mnohých velkých úspěchů.

Děkuji Martinu Mikešovi za jeho kamarádství, spontánnost, porcelán, spoluautorství stovek epizod seriálu APD a za ochotu kdykoliv s čímkoliv pomoci.

A v neposlední řadě děkuji svým rodičům za podporu všeho druhu, za jejich trpělivost a zarputilost bez kterýchžto jejich vlastností by tato práce vznikala ještě mnoho dalších let.

## Obsah

Abstrakt.....	3
Abstract.....	4
1. ÚVOD.....	10
1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY .....	13
1.1 Historický vývoj klávesnice.....	14
1.1.1 První psací stroje .....	14
1.1.2 Vznik rozložení kláves QWERTY .....	17
1.2 Počítačové rozložení kláves QWERTY .....	20
1.3 Alternativní rozložení kláves .....	21
1.3.1 Národnostní přizpůsobení klávesnice QWERTY .....	22
1.3.2 Rozložení kláves Dvorak.....	23
1.3.3 Rozložení kláves Colemak .....	23
1.3.4 Rozložení kláves Maltron.....	24
1.4 Současná rozložení kláves pro psaní jednou rukou .....	25
1.4.1 Rozložení kláves Half-QWERTY .....	25
1.4.2 Rozložení kláves Dvorak One-handed.....	26
1.5 Ergonomie.....	27
1.5.1 Význam ergonomie v oblasti práce s PC .....	27
1.5.2 Metoda psaní všemi deseti prsty .....	29
1.5.3 Otázka univerzálního rozložení.....	29
2 METODIKA PRÁCE .....	31
2.1 Cíle dizertační práce .....	31
2.2 Výzkumné otázky dizertační práce:.....	31
2.3 Výzkum.....	31
3 DOSAVADNÍ VÝSLEDKY.....	32
3.1 Přehled HCI periférií určených k interakci s PC .....	32
3.2 Ovládání PC pomocí klávesnice .....	32
3.3 Dělení klávesnic podle užití.....	33
3.3.1 Kancelářské klávesnice .....	33
3.3.2 Multimediální klávesnice .....	34
3.3.3 Herní klávesnice .....	35

3.3.4	Klávesnice pro ovládání komplexních počítačových programů...	36
3.3.5	Klávesnice pro HTPC .....	36
3.3.6	Výhody klávesnice.....	37
3.3.7	Nevýhody klávesnice .....	38
3.4	Počítačová myš.....	38
3.4.1	Kancelářské počítačové myši.....	39
3.4.2	Multimediální počítačové myši .....	40
3.4.3	Herní počítačové myši .....	40
3.4.4	Počítačové myši k notebookům .....	41
3.4.5	Vertikální počítačové myši .....	42
3.4.6	Výhody počítačové myši.....	42
3.4.7	Nevýhody počítačové myši.....	43
3.5	Další polohovací zařízení .....	43
3.5.1	Trackball .....	43
3.5.2	Trackpad.....	44
3.5.3	Trackpoint.....	45
3.5.4	Grafický tablet.....	45
3.5.5	3D myš .....	46
3.6	Programy pro rozpoznávání řeči .....	47
3.6.1	Výhody programů pro rozpoznávání řeči .....	47
3.6.2	Nevýhody programů pro rozpoznávání řeči .....	48
3.7	Dotyková klávesnice .....	49
3.7.1	Výhody dotykového ovládání.....	49
3.7.2	Nevýhody dotykového ovládání .....	50
3.7.3	Vhodné použití.....	50
3.8	Promítaná klávesnice.....	51
3.8.1	Výhody promítané klávesnice .....	51
3.8.2	Nevýhody promítané klávesnice.....	52
3.8.3	1.4.3 Vhodné použití.....	52
3.9	Ovládání PC pomocí sledování pohybu očí .....	52
3.9.1	Výhody ovládání pomocí sledování očí.....	53
3.9.2	Nevýhody ovládání pomocí sledování očí.....	53
3.9.3	Vhodné použití.....	54

3.10	Ovládání PC pomocí EEG zařízení .....	54
3.10.1	Výhody EEG scanneru .....	55
3.10.2	Nevýhody EEG scanneru .....	55
3.10.3	Vhodné použití .....	55
3.11	Shrnutí.....	55
4	Dnes dostupné klávesnice.....	58
4.1	Apple.....	58
4.1.1	Apple Magic Keyboard .....	58
4.2	Logitech .....	59
4.2.1	Logitech K120 .....	59
4.2.2	Logitech Wireless Desktop MK270.....	60
4.2.3	Logitech K400 .....	60
4.2.4	Logitech G910.....	60
4.2.5	Logitech G13 Advanced Gameboard.....	61
4.3	Microsoft.....	62
4.3.1	Microsoft Natural Ergonomic Keyboard 4000.....	62
4.3.2	Microsoft Sculpt Ergonomic Desktop.....	62
4.4	WolfKing Timberwolf.....	63
4.5	Art. Lebedev studio.....	64
4.6	Konstrukce konvenčních počítačových klávesnic .....	65
5	Analýza obdobných produktů.....	67
5.1	Ergonomické klávesnice .....	67
5.1.1	MALTRON Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard.....	68
5.1.2	Datahand Ergonomic Keyboard .....	69
5.1.3	Kinesis Advantage 2 Contoured Keyboard.....	71
5.1.4	Kinesis Freestyle 2 Solo Ergonomic USB Keyboard .....	72
5.1.5	Safetype Keyboard .....	72
5.1.6	WayTools Textblade .....	73
5.1.7	Zhodnocení .....	74
5.2	Klávesnice ovládané jednou rukou.....	75
5.2.1	Lenovo N5902 .....	75
5.2.2	FrogPad.....	76
5.2.3	BAT keyboard .....	76



5.2.4	Maltron Single Hand Keyboard .....	77
5.2.5	Zhodnocení.....	78
6	Navrhované řešení.....	79
6.1	Design periferie .....	81
6.1.1	Obouruká varianta.....	83
6.2	Prototypy .....	83
6.2.1	Elektronická část prototypu .....	86
6.2.2	Výroba těla klávesnice .....	87
6.2.3	Výroba podpory zápěstí .....	88
6.2.4	Testování prototypu .....	88
6.2.5	Zhodnocení prototypu.....	90
6.3	Finální návrhy.....	91
6.3.1	Klávesová varianta.....	91
6.3.2	Dotyková varianta.....	94
7	Přínosy práce.....	97
7.1	Přínosy pro vědu a výzkum.....	97
7.2	Přínosy pro praxi .....	97
8	Závěr .....	98
	Seznam zkratk: .....	99
	Seznam ilustrací: .....	100
	Seznam použité literatury.....	102
	Příloha 1 Rozměrový náčrt navrhovaného řešení - klávesové varianty .....	108
	Příloha 2 Rozměrový náčrt navrhovaného řešení - dotykové varianty .....	109

# 1. ÚVOD

Osobní počítače jsou rozšířeny napříč všemi myslitelnými odvětvími komerční i nekomerční sféry, jsou využívány v pracovním procesu, ve školství i v domácnostech. Z výzkumu zveřejněného na internetových stránkách Českého statistického úřadu vyplývá, že 68,7 % populace České Republiky ve věku 16 – 72 let aktivně používá osobní počítač (PC), v rámci celé Evropské Unie pak dokonce 78 % (ČSÚ, 2016). Aby uživatel byl schopen s osobním počítačem pracovat, je potřebná oboustranná interakce. Uživatel potřebuje do PC zadat dotaz a následně požadované informace získat. Tento druh komunikace je v angličtině nazýván Human Computer Interaction (zkráceně HCI) a v rámci tohoto textu se bude tento termín vyskytovat často.

V oblasti HCI existuje mnoho komunikačních prostředků. Za standardní lze považovat počítačovou klávesnici pro zadávání alfanumerických znaků, myš pro ovládání grafického rozhraní (tedy zadávání souřadnic x a y) a rovněž displej sloužící pro zobrazení informací a současně i pro kontrolu zadaných požadavků. Existují však i jiné možnosti interakce s osobním počítačem, mezi ně lze zařadit například zadávání požadavku hlasem, jeho zaznamenání, interpretaci a následnou odpověď ve formě zvukového výstupu pomocí reprodukcího zařízení, ale i mnohé další.

Ačkoliv PC významně urychlují a usnadňují práci napříč širokým spektrem druhů lidských činností, bohužel s sebou přinášejí různorodé komplikace. Ty se stupňují v závislosti na průměrném množství hodin, intenzitě vykonávané práce, ergonomii pracovního prostředí, perifériích a jiných faktorech. V důsledku produkce křemíkových čipů a dalších elektronických součástí PC stoupá ekologická zátěž na životní prostředí, neboť nejenže je k jejich výrobě nutná elektrická energie, ale současně je využíváno mnoho škodlivých chemikálií. Mezi nejzávažnější a nejbezprostřednější problémy patří bezesporu zdravotní rizika a komplikace.

Na zdravotní problémy spojené s používáním PC si stěžuje přibližně 10,1 % uživatelů, přičemž asi 4,8 % z nich byla klinicky prokázána (Andersen, 2003, s. 4). Jiné studie uvádějí dokonce ještě vyšší čísla, a to až 13,1 % klinicky ověřených případů, ovšem u osob, které s počítačem pracují déle než 8 let, v průměru více než 12 hodin denně (Ali a Sathiyasekaran, 2006, s. 319 - 325). Ačkoliv zatím nebyl proveden žádný relevantní výzkum (ke dni 30. 3. 2018) lze usuzovat, že roste riziko vzniku zdravotních komplikací, pokud uživatel může obsluhovat osobní počítač pouze jednou rukou (při stejném objemu zadaných dat).

Riziko vzniku syndromu RSI (Repetitive Strain Injury – onemocnění z opakovaného namáhání) lze snížit mimo jiné ergonomicky vhodným designem periferie pro HCI, který respektuje anatomii lidského těla a zbytečně nezatěžuje pohybové ústrojí uživatele (Rempel, Barr, Brafman a Young, 2006, s. 293 - 298).

Okruh tělesně postižených obsahuje velké množství různých handicapů. Bylo by velmi komplikované až nemožné pokoušet se navrhnout periférii, která by byla vhodná pro všechny druhy postižení, neboť na závažnosti postižení závisí způsob HCI od nějž se pak odvíjí efektivita a chybovost zadávání znaků. Proto je zaměření dizertační práce blíže specifikováno a zúženo na design periferie pro interakci s osobním počítačem se zřetelem na tělesně postižené s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční. Tedy na osoby, které mohou osobní počítač, respektive periférie ovládat pouze jednou rukou.

Z výsledků výzkumu nazvaného Estimating the Prevalence of Limb Loss in the United States: 2005 to 2050 (Odhad výskytu ztráty končetin ve Spojených státech) vyplývá, že v roce 2005 žilo v USA přibližně 500 000 obyvatel s částečnou amputací horní končetiny a asi 50 000 s úplnou amputací. Z celkového počtu 291 166 000 obyvatel v tomtéž roce (Census, 2006), prodělalo částečnou nebo úplnou amputaci přibližně 0,2 % obyvatelstva USA (horní nebo dolní končetiny). Předpokládá se, že se tento stav více než zdvojnásobí do roku 2050. Stejný zdroj mimo jiné uvádí, že v roce 2016 absolvovalo amputaci 185 000 občanů USA (Ziegler-Graham, 2007, s. 1 – 4).

Globálně bylo v roce 2015 v provozu přibližně 1,6 miliardy PC (Enders, 2013), pokud by bylo aplikováno stejné procento handicapovaných, pak získaný velmi hrubý odhad počtu osobních počítačů ovládaných uživateli s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční činí přibližně 1 500 000 PC s předpokladem růstu v budoucnosti. Cílová skupina tedy v rámci celosvětové populace není zanedbatelná, v roce 2015 čítala celosvětová populace asi 7,3 miliard, z toho 1 500 000 osob činí 0,02 % (Public Reference Bureau, 2016).

Je třeba zdůraznit, že cílem tohoto odhadu nebylo stanovit přesný počet uživatelů cílové skupiny, ale vymezit jejich počet alespoň řádově. Také je třeba počítat s faktem, že ne každá takto postižená osoba je ochotna investovat do specializované periferie. V závislosti na těchto faktorech lze předpokládat, že cílová skupina sestává z desítek až stovek tisíc osob v celosvětové populaci.

Aby bylo možné důkladně objasnit současný design periferií pro komunikaci s PC, jeho standardy či stereotypy, je nutné provést analýzu historického vývoje, a to od vzniku prvních psacích strojů až po současnost.

Vzhledem k tomu, že se v dnešní době stále častěji setkáváme s různými atypickými druhy periferií pro komunikaci s PC, je přínosné tyto rozčlenit do kategorií z různých hledisek, například na souřadnicové a znakové, analogové a digitální, virtuální a fyzické a podobně. K jednotlivým typům periferií je poskytnut komentář z hlediska ergonomie, efektivnosti a dalších parametrů.

Pro ověření správnosti navrhovaného řešení bude nutné zhotovit funkční prototyp. Ten se tvarově i technologicky bude lišit od finálního návrhu, především z důvodu úspory nákladů na zhotovení. Při velkosériové výrobě se totiž používají postupy, které by byly pro vytvoření prototypu příliš nákladné. Proto bude v hojné míře využito např. technologie 3D tisku.

Navrhované řešení bude vycházet ze závěrů studií a ze zjištění získaných v průběhu testování prototypu. Výsledný design bude respektovat potřeby cílové skupiny. Důraz bude kladen zejména na funkčnost, ergonomii ovládání periferie při zachování estetických kvalit a bude uzpůsoben výrobním technologiím.

# 1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Od počátku sériové výroby psacích strojů v průběhu 80. let 19. století se rozložení znaků na klávesnici téměř nezměnilo. To lze vysvětlit tím, že účel klávesnice se u osobních počítačů nejprve odchýlil od pouhého zadávání textu, což existovalo u psacích strojů, k zadávání příkazů a práci s daty, aby se k němu po vzniku graficky ovládaných operačních systémů opět navrátily. Jediným výraznějším rozdílem tak zůstalo rozšíření o numerickou klávesnici a systémové klávesy, od kterých však někteří výrobci opět upustili (Apple, Ultrabooky, mobilní zařízení obecně).



*Ilustrace 1 Psací stroj Olivetti MPI, 1932*

U psacích strojů se naopak zachovalo velké množství stereotypů, které při navrhování klávesnic dodnes přežívají. Hlavním důvodem je neochota uživatelů učit se novému rozložení znaků, přestože by vhodná inovace mohla přinést zvýšení efektivity a komfortu používání, a také snížení nákladů na výrobu a výslednou cenu. Stávající rozložení znaků vychází především z původního požadavku na omezení zasekávání kladívek s literami psacího stroje. Prosadilo se rozložení zvané QWERTY (podle prvních písmen prvního řádku). QWERTY přestalo být relevantní již v roce 1961, kdy IBM uvedlo elektrický psací stroj, který místo kladívek využíval takzvaný typingball – jediná kulová tisková hlava obsahovala všechny znaky, a tedy eliminovala problém se zasekáváním.

## 1.1 Historický vývoj klávesnice

Jak již bylo zmíněno, počítačové klávesnice se vyvinuly z těch používaných na psacích strojích. Dále bude uvedeno několik důležitých milníků, respektive jmen vynálezců a jejich inovací, které se promítají do návrhu počítačových klávesnic dodnes.

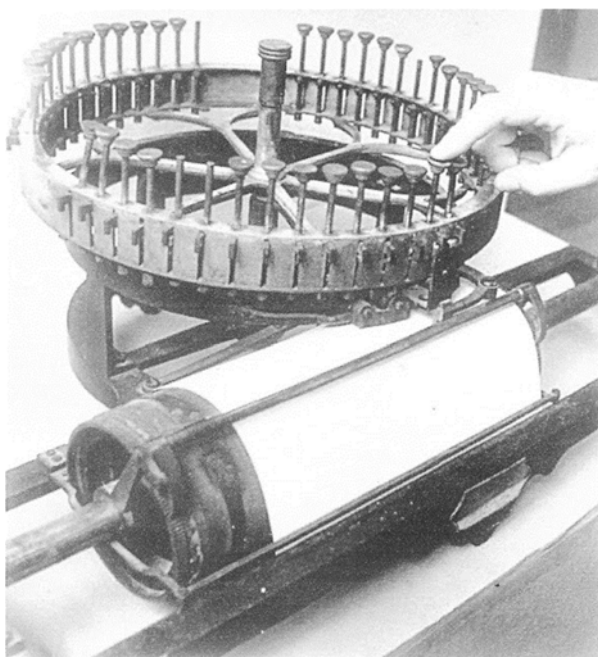
Důvodem vzniku a rozšíření psacích strojů byla potřeba rychlé produkce tiskovin s jednotnou grafickou úpravou, která souvisí s vynálezem knihtisku. Johannes Gutenberg mezi lety 1447 a 1448 svým tiskařským lisem nejen vzhled, ale i rychlost, se kterou bylo možné publikovat texty. Díky tomu se zásadně snížila cena, neboť se výrazně zkrátila doba nutná k vyprodukování jednoho textu. Po prvotní přípravě stroje bylo možné vyprodukovat tisíce kopií za zlomek času. Ne všechny texty však bylo nutné produkovat ve velkých sériích, například úřední dokumenty, dopisy apod. Řada vynálezců a badatelů se poroto zaměřila na vývoj stroje, který by byl schopen produkovat texty s originálním obsahem a jednotnou úpravou bez předchozí úmorné přípravy. Během 19. stol. se tyto požadavky podařilo naplnit vynálezem psacího stroje. Hned několik osobností se souběžně nezávisle na sobě věnovalo vývoji a jejich koncepce se od sebe v překvapivě vysoké míře lišily. V průběhu několika desítek let se podařilo dosáhnout standardizace, s jejímiž klady ale i zápory je dodnes možné se setkat na klávesnicích počítačů i strojů. Přes sto let stará východiska a designérská rozhodnutí, tehdy naprosto relevantní a racionální, jsou dnes slepě přebírána a přenášena dokonce i na virtuální klávesnice dnešních mobilních telefonů a tabletů.

### 1.1.1 První psací stroje

Britský vynálezce Henry Mill si nechal patentovat první psací stroj již v roce 1714, což svědčí o dlouhodobé snaze vyřešit potřebu produkce malosériových tištěných textů. Bohužel se nedochovala žádná výkresová dokumentace, která by popisovala, na jakém principu měl stroj pracovat. Z textového popisu je zřejmé, že stroj měl být schopen tisknout písmena na papír za sebou v takové kvalitě srovnatelné s knihtiskem (Clemens, 1977).

Po dlouhé odmlce, trvající téměř devadesát let, v roce 1801 přichází s psacím strojem Pellegrino Turri. Zkonstruoval jej pro svou slepou přítelkyni, komtesu Carolinu Fantoni da Fivizzano, aby jí tak umožnil psát dopisy. Je také vynálezcem kopírovacího papíru, který zprostředkoval otisknutí písmen na papír díky obsahu uhlíku. Svůj vynález si nenechal patentovat, ani neměl ambici vyrábět jej sériově. Do dnešní doby se dochovaly pouze některé z dopisů (Daskeyboard, 2011).

William Austin Burt si v roce 1829 nechal pod názvem Typewriter patentovat další návrh psacího stroje. Ten neobsahoval klávesnici, ale otočný kotouč, pomocí něhož se volila či „vytáčela“ jednotlivá písmena, která byla poté otisknuta. Psaní bylo velice zdlouhavé, rychlostí se nemohl rovnat ručnímu písmu a nakonec nedošlo ani na jeho průmyslovou výrobu (Daskeyboard, 2011). Obdobného systému je dnes využíváno u takzvaných reliéfních štítkovačů.



*Ilustrace 2 William Austin Burt, Typewriter, 1829*

V první pol. 19. stol. se začíná rozvíjet podniková komunikace a sílí tlak na vznik technologie, která by umožnila mechanizaci procesu psaní. Rozšiřuje se telegraf, který je schopen přenést až 130 slov za minutu, ale brzdí jej zápis, kde je pomocí ručně psaného textu možné zaznamenat maximálně 30 slov. Zejména díky tomuto podnětu vzniká hned několik prototypů psacích strojů, i když ani jeden z nich nebyl sériově vyráběn.

Jedním z nich je Cembalo scriviano z roku 1855 italského vynálezce Pietra Conti de Calivegna (Daskeyboard, 2011). Název jeho prototypu psacího stroje by se dal volně přeložit jako „Písařovo cembalo“, což není náhoda. Klávesnice vychází z klaviatury, přebírá dokonce i černobílé rozlišení kláves rozdělených do dvou horizontálních řad. Konstrukce je revoluční právě díky využití principu psaní za pomoci klávesnice. Obsahuje 32 kláves, s písmeny umístěnými uprostřed a interpunkčními znaménky po stranách. Klávesy byly spojeny s kladívky otiskujícími jednotlivé znaky. Prototyp také jako první obsahoval zvonek signalizující konec řádku. Prototyp se zachoval dodnes.



*Ilustrace 3 Cembalo Scrivano, 1855*

Rasmus Malling-Hansen si nechal patentovat další psací stroj v roce 1865. Jeho návrh nazvaný „Skrivekugle“, tedy „Psací koule“ se dostal do produkce v roce 1870, čímž se stal prvním sériově vyráběným a komerčně prodávaným psacím strojem vůbec. Svůj název získal díky unikátnímu rozmístění tlačítek sestavených do polokulovitého tvaru. Optimalizované rozložení tlačítek umožňovalo psát rychleji než s pomocí inkoustového pera (Dalkov, 2016). Některé společnosti jej využívaly ještě na počátku 20. stol. Stroj ke svému chodu potřeboval elektřinu, neboť jednotlivá tlačítka se po zmáčknutí vracela do původní polohy díky elektromagnetickým cívkám.



*Ilustrace 4 Skrivekugle, 1865*



### 1.1.2 Vznik rozložení kláves QWERTY

Vývoj rozložení alfanumerických znaků nazvaného QWERTY probíhal postupně v několika fázích v průběhu 19. stol. Christopher Latham Scholes ve spolupráci s Carlosem Gliddem a Samuelem W. Soulem sestrojili prototyp psacího stroje nazvaného Typewriter, který poprvé využíval toto rozložení. Patent byl v roce 1868 prodán společnosti E. Remington and Sons, která se do té doby zabývala zejména výrobou zbraní. Do produkce se zařízení dostalo v roce 1873 (Clemens, 1977). Systém QWERTY byl postupně převzat dalšími výrobci psacích strojů a v téměř nezměněné podobě se používá dodnes.



*Ilustrace 5 Typewriter, 1875*

V prvním desetiletí 20. stol. již můžeme hovořit o standardizaci rozložení znaků na klávesnici psacích strojů. Ačkoliv se v závislosti na konkrétních producentech rozložení drobně lišila, vycházela většinou právě ze systému QWERTY. Také mechanická část byla řešena podobně. Tlačítka byla kovovými táhly spojena s kladívky, na jejichž hlavičkách plasticky vystupovaly jednotlivá písmena, číslice a znaky. Při stisku klávesy došlo pomocí táhel k přenesení pohybu na kladívko, které hlavičkou dopadlo na inkoustem napuštěnou stuhu, díky čemuž vznikl otisk na vloženém papíru. Později byly na hlavičku kladívka umístěny dva znaky. Stisknutím klávesy shift (česky zvednout) došlo ke změně polohy všech kladívek, což vedlo k otisknutí spodního znaku na kladívku. Díky tomu se zdvojnásobil počet znaků při zachování stejného množství kláves a bylo tak možné psát majuskule i minuskule (velká a malá písmena).

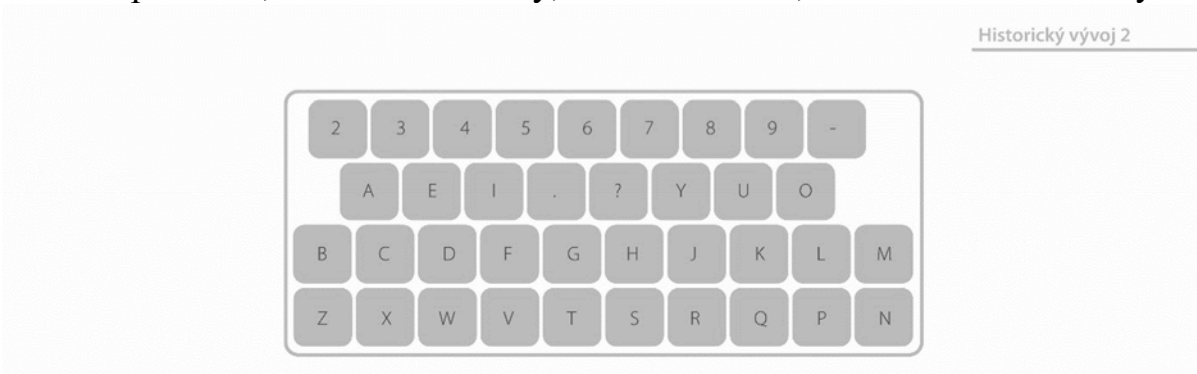
První prototyp Scholese a jeho spolupracovníků ještě vycházel z klaviatury piana. 35 kláves bylo rozděleno do dvou řad, které byly vzájemně o polovinu šířky klávesy navzájem posunuty. Číslice se nacházely na levé straně, písmena

byla řazena abecedně. Ve spodní řadě byla umístěna první polovina abecedy, horní řada začínala písmenem N. Zcela chyběly klávesy pro číslice nula a jedna, které byly nahrazovány písmeny I a O.



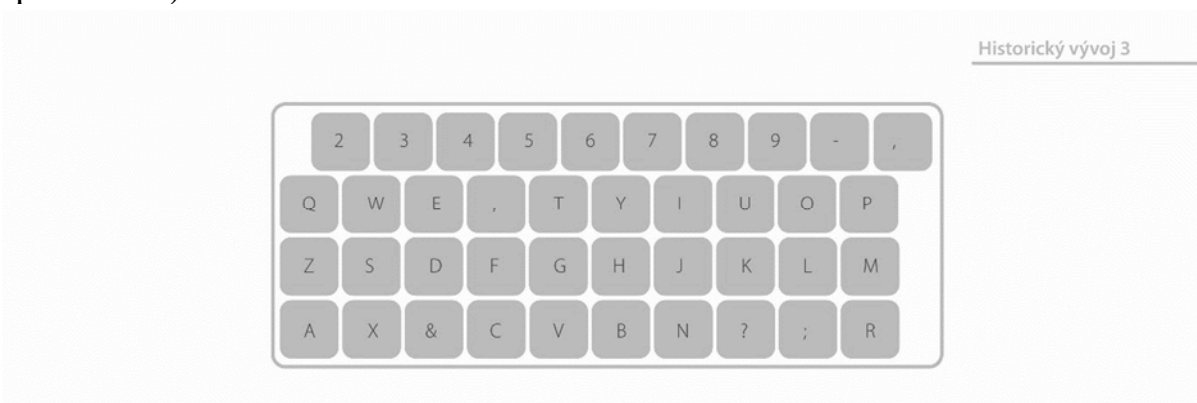
*Ilustrace 6 Počátky QWERTY rozložení 1*

Scholes se následujících pět let věnoval výzkumu frekvence výskytu po sobě následujících dvojic písmen, na základě čehož upravil rozložení znaků a upustil od předchozího abecedního pořadí. V dubnu roku 1870 vzniklo rozložení členěné do čtyř horizontálních řad (Clemens, 1977). První řada obsahovala číslice a pomlčku, druhá samohlásky, tečku a otazník, třetí a čtvrtá souhlásky.



*Ilustrace 7 Počátky QWERTY rozložení 2*

V roce 1873 došlo k zmiňovanému prodeji patentu firmě E. Remington and Sons. zaměstnanci společnosti provedli další drobné úpravy, díky kterým se klávesnice opět přiblížila dnešnímu systému QWERTY. První číselná řada byla zachována, ale některé samohlásky většina souhlásek změnila pozici. Přibyla tlačítka pro čárku, dvojtečku a symbol & (& zřejmě proto, že byl součástí názvu společnosti).



*Ilustrace 8 Počátky QWERTY rozložení 3*

Po odkupu patentu společnost Remington and Sons provedla další inovace. Zejména zaměnila polohu písmene R za tečku, čímž vznikla řada kláves, která dala jméno rozložení QWERTY. Všechny čtyři řady kláves byly vzájemně mírně posunuty kvůli mechanické části táhel psacího stroje. Tato změna také přetrvala dodnes, byť některé typy počítačových klávesnic se vracejí k pravidelné mřížce rozložení, čímž zvyšují ergonomii, neboť dochází k menšímu namáhání uživatele při psaní.

Psací stroj Remington No. 2, který vznikl roku 1878, obsahuje pouze drobné změny oproti předchozí generaci (Clemens, 1977). Číslice 0 a 1 stále chybí, horní řada tedy nezvykle začíná číslicí 2. Oproti dnešnímu stavu jsou prohozeny klávesy pro písmena X a C. Písmeno M je stále ve třetí řadě, teprve později bylo přesunuto na konec čtvrté řady, vedle písmene N. Ačkoliv na klávesnici nebyla klávesa pro vykřičník, tento symbol bylo možné napsat tak, že uživatel nejprve stiskl klávesu tečka, poté se vrátil a stiskl apostrof. Obdobně bylo možné napsat středník, pomocí dvojtečky a čárky.

Historický vývoj 4



*Ilustrace 9 Počátky QWERTY rozložení 4*

Některé prameny uvádějí, že rozložení QWERTY je takové, jaké je, z toho důvodu, aby se předešlo nechtěnému zasekávání písmen při příliš rychlém psaní. Proto jsou často používaná písmena umístěna co nejdále od sebe (Dalkov, 2016). Ať už tomu tak je, nebo není, toto rozmístění má blahodárný vliv na zdraví uživatele. Naopak, pokud by bylo cílem co nejméně „záseků“, bylo by logičtější umístit frekventovaná písmena tak, aby byla psána co nejnižším počtem prstů, aby nebylo možné zmáčknout dvě naráz.

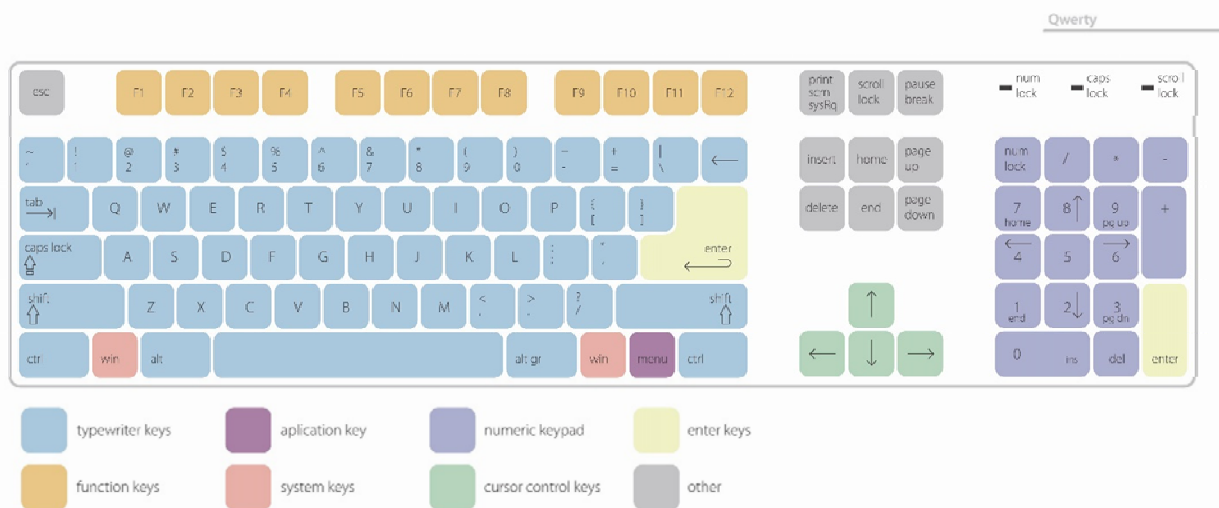


*Ilustrace 10 Zaseknutá kladívka psacího stroje*

## 1.2 Počítačové rozložení kláves QWERTY

Předchozí kapitola se zabývala stručným popisem historického vývoje klávesnic zejména proto, aby bylo možné vysvětlit současný, na první pohled nepřehledný, komplikovaný a nepříliš logický stav rozložení klávesnice QWERTY. Od počátku 20. stol. se do té doby dramatický vývoj zpomalil, systém rozložení kláves byl stabilizován. Uživatelé si zvykli na používání systému QWERTY, který jim v produktivitě práce kladl minimální překážky, a nebyli ochotni se učit novým, byť i efektivnějším, typům rozložení. Nové psací stroje mimo jiné znaky konečně obsáhly i číslice 0 a 1. Objevila se nová zařízení využívající stejné rozložení. Dobrým příkladem je dálnopis, přístroj určený k zasílání textových zpráv z jednoho zařízení na libovolný počet dalších.

Výrazná změna přišla až s nástupem PC. K jejich ovládnutí bylo nutno přidat systémové klávesy, které primárně neslouží k psaní alfanumerických znaků ani symbolů. Jejich hlavním účelem je ovládnutí funkcí počítače. Vedle komunikace s operačním systémem a programy se jedná především o funkce usnadňující orientaci v textu. Klávesy jsou rozděleny do několika bloků.



Ilustrace 11 Standardizované QWERTY rozložení znaků na počítačové klávesnici

Nejrozsáhlejším blokem je alfanumerická část, nacházející se v levé spodní části klávesnice. Ta obsahuje klávesy pro psaní písmen, číslic, diakritiky, dalších symbolů ale i pro ovládnutí funkcí. Z 19. stol. se mimo jiné zachovala klávesa shift, sloužící k psaní velkých a malých písmen, ale i dalších symbolů. Klávesa control (zkráceně ctrl) je určena k ovládnutí příkazů OS a programů pomocí klávesových zkratk, například ctrl+c pro kopírování apod. Podobnou funkci zastává klávesa alt, které je využíváno pro vyvolání funkce z rozbalovacích menu. Díky tomu může stisk jednoho písmene v kombinaci s klávesou alt aktivovat různé příkazy, ale v porovnání s klávesou ctrl je její používání zdlohavější. V 90. letech přibyla u PC ještě klávesa win určená výhradně pro příkazy operačního systému. Velmi užitečná je například zkratka win+d, která

minimalizuje všechna okna spuštěných programů a zobrazí plochu. Dalšími klávesami jsou například backspace pro mazání textu, enter pro potvrzení příkazu nebo nový řádek, caps lock pro trvalé přepínání mezi velkými a malými písmeny a tlačítko pro vyvolání kontextového menu (které lze vyvolat také stisknutím pravého tlačítka počítačové myši).

V pravé části klávesnice se nachází tzv. numerický blok, který obsahuje číslice, desetinnou čárku, enter a matematická znaménka pro provádění základních matematických úkonů. Po stisknutí klávesy num lock se z numerického bloku stává nástroj pro pohyb v textu, obsahující směrové šipky a tlačítka home, end, page up a page down. Nad číslice v alfanumerické části přibyla ještě jedna řada, která obsahuje klávesu escape pro ukončení nebo zrušení příkazu, systémové klávesy F1 – F12. Ty jsou rozčleněny do tří bloků a dnes se již téměř nepoužívají. Jejich funkce jsou v systému Microsoft Windows následující:

- F1 Zobrazení nápovědy
- F2 Přejmenovat vybraný soubor
- F3 Vyhledávání (pouze v některých programech)
- F4 Zopakovat předchozí provedenou funkci
- F5 Obnovit (obsah složky, webovou stránku apod.)
- F6 V internetovém prohlížeči přemístí kurzor do pole pro zadávání adresy
- F7 V MS Office kontrola pravopisu
- F8 při startu počítače slouží pro aktivaci tzv. safe mode
- F9 Obnovit dokument v MS Word, odeslat a přijmout v MS Outlook
- F10 Aktivuje menu otevřené aplikace
- F11 Zapnout zobrazení přes celou obrazovku v internetových prohlížečích
- F12 Uložit jako v MS Office

Mezi alfanumerickým a numerickým blokem se nacházejí směrové šipky, které slouží pro pohybování kurzoru v textu. Nad nimi je umístěn blok pro pohyb v textu. Zahrnuje klávesy Page up (o stránku nahoru), Page down (o stránku dolů), Home (začátek řádku), End (konec řádku), Delete pro mazání textu vpravo od kurzoru a Insert pro přepínání mezi prepisováním a vkládáním textu. V nejvyšší řadě jsou umístěny tři klávesy. Stisknutí tlačítka Pause přerušuje probíhající operaci, Print screen uloží aktuálně zobrazené informace do paměti PC, Scroll lock uzamkne kurzor v textovém poli.

### 1.3 Alternativní rozložení kláves

Mimo nejrozšířenější rozložení QWERTY existuje několik alternativ, které jsou optimalizovány na základě různých požadavků. Nejčastěji je možné se setkat s klávesnicemi upravenými tak, aby zefektivňovaly psaní textu v jiném než anglickém jazyce. Ale existují i varianty zaměřené na maximální zvýšení

efektivitu na úkor zažitých stereotypů. Některé dokonce berou v potaz i možnost ovládat klávesnici jednou rukou.

### 1.3.1 Národnostní přizpůsobení klávesnice QWERTY

Česky píšícím uživatelům je dobře známá variace rozložení QWERTY, kdy horní číselná řada obsahuje znaky s diakritikou, na klávesnici jsou v druhé a třetí řadě přítomny ů a ú. Písmena Z a Y jsou zaměněny, čímž vzniklo pojmenování tohoto rozložení QWERTZ. I další kontinentální národy pro svůj jazyk většinou používají rozložení QWERTZ, které se od českého samozřejmě liší. Mezi jazyky využívajícími rozložení QWERTZ patří například němčina, polština, slovenština, maďarština, slovinština, srbština, rumunština atp. Francouzština používá rozložení AZERTY, ruština JCUKEN (Stokel-Walker, 2013).

Keyboard layout Czech



Ilustrace 12 Rozložení znaků QWERTZ, česká varianta

Do Českých zemí, tehdejší součásti Rakouska-Uherska, se dostala klávesnice QWERTZ na konci 19. stol. v úpravě pro německý jazyk. V té době se český pravopis podobal současnému. Původně hojně používané w bylo nahrazeno jednoduchým v uprostřed slov a ú se začalo používat na začátku slov, au nahradilo o a všeobecně se dá říci, že se díky změnám v pravidlech českého pravopisu stal česky psaný text fonologičtější. Jednou z mála výjimek je souhláska CH, u které obrozenci usilovali o vytvoření nového znaku, k čemuž nakonec nedošlo zejména z důvodu komplikací spojených s technologií tisku.

Výměna pozic písmen Z a Y tedy pro česky psaný text dle některých odborníků není relevantní. Dle českých norem ČSN 36 9050 je přípustná jak QWERTZ tak QWERTY, která je vhodnější, ale jako výchozí je v operačních systémech nastavena QWERTZ. Z toho důvodu jsou na většině klávesnic s českým rozložením na obou zmíněných klávesách vyobrazena obě písmena Y i Z, což může být zejména pro začátečníky poněkud matoucí. Existují snahy o zavedení QWERTY jako výchozího rozložení pro český jazyk, ale zatím se tyto neprosadily.

Další znaky, kterými se české rozložení znaků na klávesnici odlišuje od anglické QWERTY, jsou měkčené souhlásky (č, ř, š, ž), samohláska ě a dlouhé souhlásky (á, é, í, ů, ú, ý), které jsou převážně rozloženy v první horizontální řadě a nahrazují symboly @, #, \$, %, ^, &, \*, (, ). Méně frekventované české znaky d', ň, ó, ť, stejně jako velká písmena všech zmíněných se píše pomocí znaku ' (čárka) a ˇ (háček) a následného stisku vybraného písmena.

### 1.3.2 Rozložení kláves Dvorak

Rozložení nazvané Dvorak Simplified Keyboard (DSK) si nechal patentovat August Dvorak, profesor působící na University of Washington, Seattle, v roce 1936 (Stokel-Walker, 2013). Jeho hlavním cílem bylo zvýšit efektivitu psaní na psacím stroji. Toho dosáhl výrazně odlišným rozložením znaků, které je založeno na snaze minimalizovat pohyby prstů uživatele a tím dosáhnout vyšší rychlosti a nižší chybovosti. Současně se snižuje riziko vzniku chorob RSI.



*Ilustrace 13 Rozložení znaků Dvorak, US varianta*

DSK je založena na principu psaní samohlásek levou rukou, přičemž ty jsou seřazeny v třetí řadě, na které se nacházejí ruce uživatele v klidovém stavu. Levá ruka pak ovládá méně často se vyskytující písmena a interpunkci. Pravou rukou se píše souhlásky. Rozložení vychází z četnosti výskytu alfanumerických znaků v anglicky psaném textu. O přínosu DSK rozložení se vedou spory. Na jednu stranu je prokázáno, že je skutečně efektivnější v případě zápisu nebo přepisu textu, na druhou stranu mnohem důležitějším a více omezujícím faktorem při tvorbě textu je rychlost myšlení autora (Stokel-Walker, 2013). Je nutné dodat, že efektivita vzroste jen tehdy, když uživatel ovládá metodu psaní všemi deseti.

### 1.3.3 Rozložení kláves Colemak

Rozložení nazvané Colemak vychází z výše zmíněného QWERTY systému. První a čtvrtá řada jsou kompletně převzaty, druhá a třetí jsou až na pozici

písmen Q a A sestaveny odlišně. Přínos Colemak systému je přibližně srovnatelný s DSK (Stokel-Walker, 2013), avšak měl by být jednodušší na naučení pro uživatele přecházející z QWERTY klávesnice. Platí zde stejné přínosy i nevýhody jako u DSK, tedy efektivita roste při přepisu nebo zápisu při použití metody psaní všemi deseti, ale neprojevuje se při tvorbě originálního textu.

United States Colemak

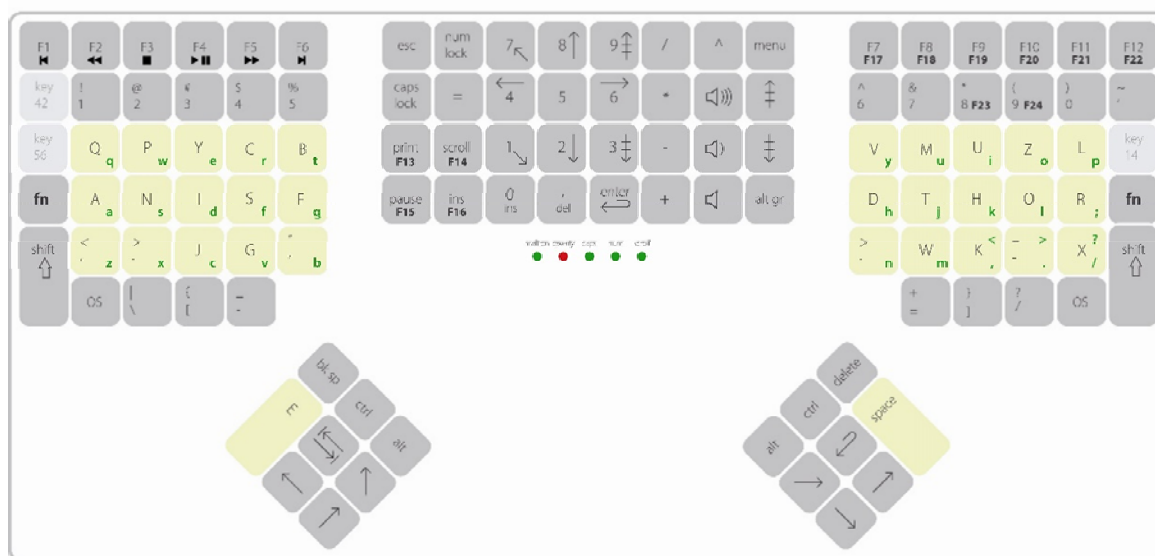


Ilustrace 14 Rozložení znaků Colemak, US varianta

### 1.3.4 Rozložení kláves Maltron

Mimo rozložení, která jsou všeobecně přijímána za standardní, vznikají další, která jsou vytvořena speciálně pro klávesnice menších výrobců s odlišným rozmístěním kláves. Jako příklad mohou posloužit klávesnice Standard Dual 3D Keyboard společnosti Maltron. Ta se specializuje, jak sama tvrdí, na výrobu plně ergonomických klávesnic (Maltron, 2014a).

Maltron



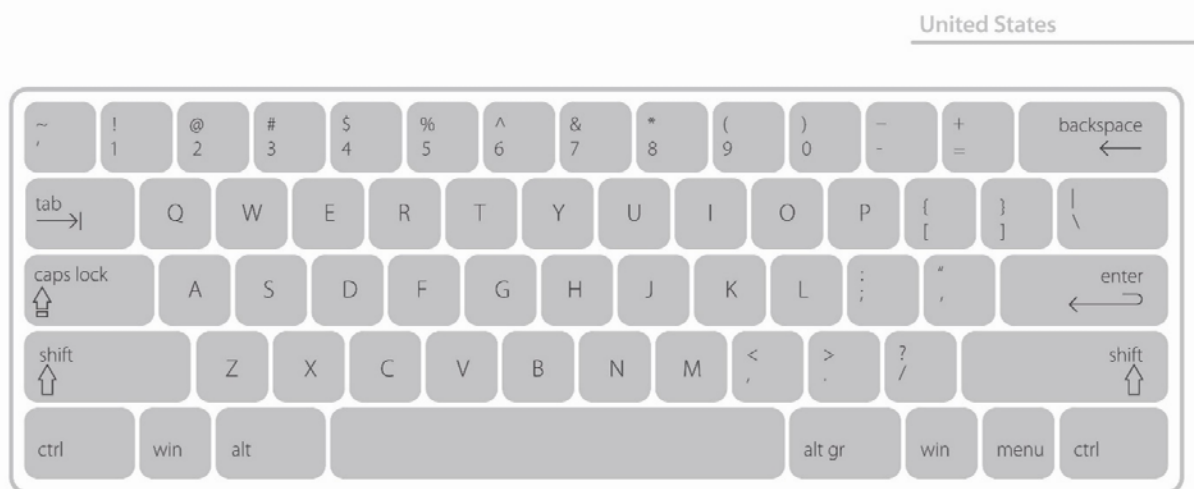
Ilustrace 15 Rozložení znaků Maltron



## 1.4 Současná rozložení kláves pro psaní jednou rukou

Standardní QWERTY klávesnici je možné ovládat jednou rukou. Bohužel však vzniká nespočet problémů z toho prostého důvodu, že toto rozložení je výhradně navrženo pro ovládání pomocí obou rukou uživatele. Důsledkem toho je několikanásobně vyšší námaha a současně nižší efektivita. Čím více hodin denně stráví uživatel prací na PC, tím více roste riziko vzniku RSI.

Na druhou stranu, používání standardizovaného rozložení umožňuje snadnější používání dalších počítačů například na veřejných místech, jako jsou knihovny apod. Někteří citlivější handicapovaní uživatelé mohou mít problém s používáním produktu, který na ně upoutává pozornost.



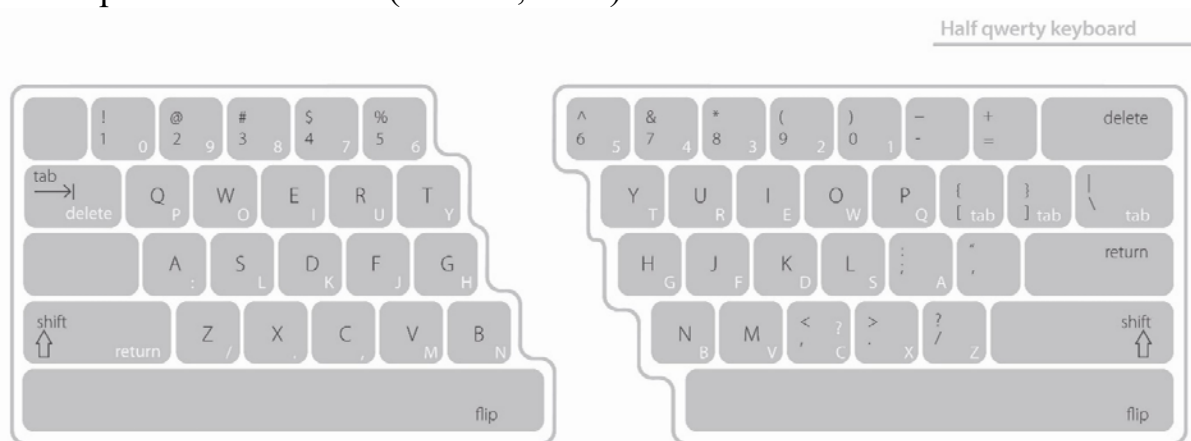
*Ilustrace 16 rozložení znaků QWERTY, US varianta*

### 1.4.1 Rozložení kláves Half-QWERTY

Systém Half-QWERTY byl navržen pro uživatele, kteří ovládají metodu psaní všemi deseti, ale důsledkem nehody nebo nemoci přišli o jednu ruku. Proto je prakticky identický se systémem QWERTY. Odlišuje se zdvojením kláves všech písmen v zrcadlově obráceném pořadí kolem svislé středové osy klávesnice mezi čísly 5 a 6. Levý ukazovák v základní poloze spočívá na písmenu F, současným stiskem stejné klávesy a mezerníku je možné napsat písmeno J, které se běžně píše pravým ukazovákem. Klávesa D + mezerník napíše K, S + mezerník napíše L atp.

Velkou výhodou je, že se uživatel, pokud již ovládá metodu psaní všemi deseti, nemusí učit a přizpůsobovat odlišnému rozložení (Walters, 2010). Psaní velkých písmen a používání klávesových zkratk může být v některých případech komplikovanější, ale stále použitelné. Např. pro napsání velkého Y (v angličtině poměrně často se vyskytujícího) je třeba současně stisknout shift + mezerník + Y. Rozložení Half-QWERTY vyžaduje speciální HW, na běžných klávesnicích

nefunguje, neboť nejsou z technologického hlediska připraveny na přepínání kláves pomocí mezerníku (Walters, 2010).



*Ilustrace 17 Rozložení znaků Half-QWERTY, US varianta*

### 1.4.2 Rozložení kláves Dvorak One-handed

Další rozložení určené pro ovládání jednou rukou se nazývá Dvorak One-handed. Na rozdíl od Half-QWERTY kompletně mění pozici alfanumerických znaků. Přesouvá dokonce i základní polohu ruky uživatele, která spočívá uprostřed klávesnice, na klávesách odpovídajících F, G, H, J na klávesnici QWERTY. Prsty uživatele by měly relativně pohodlně dosáhnout na všechna písmena, která jsou rozmístěna od základní polohy v závislosti na četnosti výskytu v anglicky psaném textu, přičemž zohledňují i následnost dvojhlásek. Díky tomu není nutné používat mezerník jako přepínač. K psaní pomocí systému Dvorak One-handed stačí standardní klávesnice, rozdílný je pouze potisk kláves.



*Ilustrace 18 Rozložení znaků Dvorak One-hanede pro levou ruku*



*Ilustrace 19 Rozložení znaků Dvorak one-handed pro pravou ruku*

## 1.5 Ergonomie

Při dlouhodobé práci s PC se uživatel vystavuje riziku vzniku syndromu poškození z opakovaného namáhání. Toto sousloví je přejato z anglického termínu „Repetitive Strain Injury“ a je definováno jako soubor poškození hybného systému, který vzniká nadměrným opakovaným namáháním. V kancelářském prostředí se jedná o nejčastější příčinu vzniku nemoci z povolání.

Nemoci souhrnně označované jako RSI zahrnují např. syndrom karpálního tunelu, tenisový loket nebo omezení pohyblivosti ramenního pletence. Ačkoliv není možné se těmito nemocem zcela vyhnout, lze minimalizovat riziko jejich vzniku používáním ergonomicky vhodně navržených pracovních nástrojů a vhodnými úpravami pracovního prostředí (Šmíd, 1977, s. 29).

Uživatel by měl na kancelářské židli sedět ve vzpřímené poloze. Židle by měla být polohovatelná a umožňovat zejména nastavení výšky sedáku a sklonu opěraku. Jeho chodidla by měla celou svou plochou ležet na podlaze. Výška desky stolu by měla být 720 mm, monitor a klávesnice by měly být umístěny přímo před uživatelem. Displej by měl být umístěn tak, aby se v něm neodrážely světelné zdroje a měl by mít dostatečný jas a kontrast. Doporučuje se procvičovat zápěstí, prsty a paže v pravidelných intervalech.

### 1.5.1 Význam ergonomie v oblasti práce s PC

Termín ergonomie vznikl spojením slova „ergon“, tedy řeckého výrazu pro práci a slova „nomos“, zákon ve stejném jazyce. Volně by se toto slovní spojení dalo do češtiny přeložit jako „zákon práce“. Vedle výrazu ergonomie jsou používány termíny human factors, human engineering, biotechnology, které mají stejný význam. Definice podle Etienne Grandjeana zní:

„Fitting task to the human“

tedy přizpůsobení práce člověku (Šmíd, 1977, s. 12). Ačkoliv různí autoři definují ergonomii různě, jedno mají všechny definice společné – zlepšení podmínek práce bez ohrožení zdraví, v komfortním prostředí a při zvýšené efektivnosti pracovní činnosti.

Mezinárodní ergonomická společnost (IEA) navrhuje následující definici:

„Ergonomie je vědecká disciplína založená na porozumění interakcí člověka a dalších složek systému. Aplikací vhodných metod, teorie i dat zlepšuje lidské zdraví, pohodu i výkonnost.“ (Šmíd, 1977, s. 15)

Při navrhování tvaru počítačové klávesnice by měla být správná ergonomie hlavním cílem a u varianty zaměřené na ovládání jednou rukou obzvlášť. Mnoho profesí využívá klávesnici po celou pracovní dobu, čímž narůstá riziko vzniku chorob. Právě správná ergonomie by měla těmto onemocněním předcházet.

Tímto tématem se zabývá výzkum *The effect of six keyboard designs on wrist and forearm postures*. V textu je analyzováno šest konkrétních počítačových klávesnic s odlišnými parametry. Jedná se o konvenční klávesnici (zde zastoupenou produktem firmy Dell SK-8110), notebookovou klávesnicí (Dell Latitude C800 PP01X), rozdělenou klávesnicí (Microsoft Comfort Curve Keyboard 2000), rozdělenou a klenutou klávesnicí (Microsoft Natural Elite), rozdělenou, výrazně klenutou klávesnicí (Microsoft Natural Ergonomic Keyboard 4000) a poslední zmíněnou s negativním sklonem. Autoři studie u 100 účastníků měřili nejen fyzické parametry (polohu zápěstí uživatelů a namáhání svalů a vazů), ale zjišťovali také jejich subjektivní názory. Autoři podotýkají, že nezanedbatelný vliv na ergonomii psaní na klávesnici má pracovní prostředí, stůl, židle a druh práce, které se uživatel věnuje. Pokud však zachováme všechny jmenované parametry konstantní, ukazuje se, že tvar klávesnice je zásadní (Rempel, Barr, Brafman a Young, 2006, s. 293 – 298).

Z čistě subjektivního hlediska by běžnou klávesnicí preferovalo pouze 10,5% zúčastněných. Z hlediska naměřených hodnot byla jako nejpřívětivější vyhodnocena rozdělená vyklenutá klávesnice a rozdělená výrazně vyklenutá klávesnice. Poznatky vyplývající z tohoto výzkumu také ovlivnily ergonomické řešení klávesnice. Namísto konvenčního sklonu klávesnice směrem k uživateli bylo přistoupeno k dnes nepříliš rozšířenému sklonu od palce směrem k malíku dolů (tedy pro levorukou variantu zprava doleva a naopak zleva doprava pro pravorukou). Správnost tohoto řešení lze ověřit i volným položením rukou před sebe, kdy dlaně v uvolněné poloze nejsou rovnoběžné s podložkou, ale jsou mírně axiálně natočeny.

### 1.5.2 Metoda psaní všemi deseti prsty

Tzv. metoda psaní všemi deseti prsty je nejučinnější technikou psaní. Ukazováky spočívají na klávesách F (levý) a J (pravý), ostatní dlouhé prsty jsou vyrovnány na přilehlých klávesách. Palce ovládají mezerník. Psaní velkých písmen probíhá pomocí současného stisknutí vybraného písmene a klávesy Shift. Obdobně fungují klávesové zkratky, urychlující ovládání funkcí v programech či při psaní speciálních znaků. Např. Alt+C napíše znak &. Tím je dosaženo výrazně vyššího počtu funkcí, než je samotných kláves na klávesnici.

Konvenční klávesnice jsou této metodě přímo uzpůsobeny. Svrchní plocha klávesy je konkávně prohnutá, takže uživatel snadno nahmatá její střed. V základní poloze dlouhé prsty spočívají na třetí horizontální řadě kláves, ukazováky se dotýkají písmen F (levá ruka) a J (pravá ruka). Palce ovládají mezerník. Díky tomu je námaha rozprostřena relativně rovnoměrně mezi všechny dlouhé prsty (Zaviačič a Zaviačičová, 2016).

Metodou psaní všemi deseti prsty se dlouhodobě zabývá Jaroslav Zaviačič, který v tomto oboru patří mezi absolutní špičku. Mimo jiné je autorem specializovaného programu Zavpis a jeho zásluhou je Česká Republika světovou velmocí v této oblasti (Zaviačič a Zaviačičová, 2015).

### 1.5.3 Otázka univerzálního rozložení

V průběhu navrhování klávesnice vyvstala otázka, zda dodržet standardizované QWERTY nebo QWERTZ rozložení znaků. Velkou výhodou mluvící pro zachování standardizovaných systémů by byl snadný proces učení používání nově navržené klávesnice. Jediným přijatelným řešením zachování těchto rozložení při snížení počtu kláves by byl systém Half-QWERTY popsany výše.

Toto rozložení ale nedostatečně využívá potenciál nejpohyblivějšího prstu – palce, který ovládá pouze mezerník. Proto bylo zprvu upuštěno od přejímání existujících rozložení.

Na druhou stranu je nutno podotknout, že vývoj zcela nového rozložení je nesmírně náročný a mohl by být samostatným tématem, kterému by byla věnována další disertační práce. Ambicí tedy nebylo navrhnout rozložení, které by představovalo definitivní řešení, ale spíš naznačit cestu, kterou by se měl ubírat jeho případný další vývoj.

Rozmístění znaků na klávesnici by mělo vycházet z četnosti výskytu znaků v psaném textu. Důraz by měl být kladen na rozmístění do jednotlivých

vertikálních řad klávesnice tak, aby všechny prsty byly rovnoměrně zatěžovány. V potaz by měla být brána i četnost výskytu takzvaných bigramů, po sobě následujících dvou znaků a trigramů, po sobě následujících tří znaků.

<b>o</b>	8.6664%	<b>d</b>	3.6019%	<b>b</b>	1.5582%	<b>g</b>	0.2729%
<b>e</b>	7.6952%	<b>p</b>	3.4127%	<b>é</b>	1.3346%	<b>ú</b>	0.1031%
<b>n</b>	6.5353%	<b>í</b>	3.2699%	<b>h</b>	1.2712%	<b>ň</b>	0.0814%
<b>a</b>	6.2193%	<b>m</b>	3.2267%	<b>ř</b>	1.2166%	<b>x</b>	0.0755%
<b>t</b>	5.7268%	<b>u</b>	3.1443%	<b>ch</b>	1.1709%	<b>ť</b>	0.0426%
<b>v</b>	4.6616%	<b>á</b>	2.2355%	<b>ý</b>	1.0721%	<b>ó</b>	0.0313%
<b>s</b>	4.5160%	<b>z</b>	2.1987%	<b>ž</b>	0.9952%	<b>d'</b>	0.0222%
<b>i</b>	4.3528%	<b>j</b>	2.1194%	<b>č</b>	0.9490%	<b>w</b>	0.0088%
<b>l</b>	3.8424%	<b>y</b>	1.9093%	<b>š</b>	0.8052%	<b>q</b>	0.0013%
<b>k</b>	3.7367%	<b>ě</b>	1.6453%	<b>ů</b>	0.6948%		
<b>r</b>	3.6970%	<b>c</b>	1.6067%	<b>f</b>	0.2732%		

*Ilustrace 20 Frekventovanost výskytu písmen v česky psaném textu (Králík, 2001)*

<b>A</b>	8.167%	<b>H</b>	6.094%	<b>O</b>	7.507%	<b>V</b>	0.978%
<b>B</b>	1.492%	<b>I</b>	6.966%	<b>P</b>	1.929%	<b>W</b>	2.360%
<b>C</b>	2.782%	<b>J</b>	0.153%	<b>Q</b>	0.095%	<b>X</b>	0.150%
<b>D</b>	4.253%	<b>K</b>	0.772%	<b>R</b>	5.987%	<b>Y</b>	1.974%
<b>E</b>	12.702%	<b>L</b>	4.025%	<b>S</b>	6.327%	<b>Z</b>	0.074%
<b>F</b>	2.228%	<b>M</b>	2.406%	<b>T</b>	9.056%		
<b>G</b>	2.015%	<b>N</b>	6.749%	<b>U</b>	2.758%		

*Ilustrace 21 Frekventovanost výskytu písmen v anglicky psaném textu (Lewand, 2000)*

Protože se frekventovanost výskytu znaků v každém jazyce odlišuje, mělo by se rozložení přizpůsobit. V této práci jsou zahrnuty varianty pro češtinu, jakožto rodný jazyk autora a angličtinu, považovanou za jazyk univerzální.

Ukazovák ovládá nejvyšší počet frekventovaných znaků z důvodu jeho vysoké pohyblivosti. Malík, nacházející se na kraji dlaně ovládá také vysoký počet kláves, ale zvolené znaky na nich umístěné jsou kvůli jeho nižší obratnosti méně frekventované. Zbylé dlouhé prsty ovládají vždy jednu vertikální řadu kláves. V prostřední řadě alfanumerického bloku kláves by měly být umístěny vysoce frekventované znaky a směrem ke krajům by se měly nacházet znaky s nižší četností výskytu.

## 2 METODIKA PRÁCE

### 2.1 Cíle dizertační práce

#### 1. Primární cíl

Design periferie pro interakci s osobním počítačem se zvláštním zřetelem na tělesně postižené s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční.

#### 2. Dílčí cíle

- a) Analýza jednotlivých typů periférií z různých hledisek
- b) Kategorizace periférií pro interakci s osobním počítačem
- c) Analýza historického vývoje klávesnic
- d) Realizace prototypu
- e) Ověření přínosů navrhovaného řešení

### 2.2 Výzkumné otázky dizertační práce:

- a) Jaká je vhodná technologie pro zadávání textu do osobního počítače pro uživatele s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční?  
Konvenční či některá z alternativních technologií?
- b) Jaký je vhodný tvar s ohledem na:
  - handicap uživatele
  - zvolenou technologii
  - efektivitu zadávání textu
  - ergonomii a zdravotní rizika
  - zvolený způsob využití
- c) Nakolik bude navržená periferie efektivní v porovnání s konvenční klávesnicí?

### 2.3 Výzkum

Na základě analýzy jednotlivých způsobů zadávání textu do PC bude zvolen typ periferie vhodný pro cílovou skupinu uživatelů. Následně budou analyzovány a navzájem porovnány běžné i méně konvenční komerční produkty. Získaná zjištění budou aplikována na návrh prototypu. Pro zvolení optimálního řešení bude proveden kvalitativní výzkum prototypu. Skupina handicapovaných uživatelů s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční bude používat zhotovený prototyp, který poté na základě svých zkušeností porovná s vlastními perifériemi pro HCI. Na základě získaných poznatků vznikne finální návrh. Pro kvantitativní měření ergonomických parametrů není k dispozici vhodné vybavení a zřejmě ani použitelná metoda, proto bude použit kvalitativní výzkum.

## 3 DOSAVADNÍ VÝSLEDKY

### 3.1 Přehled HCI periférií určených k interakci s PC

Existuje široké spektrum periférií fungujících na různých principech a volba toho správného má zásadní význam. Informační technologie se rapidně vyvíjejí, neustále se zvyšuje výpočetní výkon, kdy se každých deset let počet tranzistorů v procesoru znásobí tisíckrát (Moore, 1970) a s ním roste sofistikovanost aplikací.

V následujících podkapitolách budou zhodnoceny jednotlivé druhy zadávání textu do osobního počítače zejména na základě uvedených zdrojů a zkušeností autora. Nejedná se o kompletní výčet způsobů komunikace s PC, jednotlivé technologie byly vybírány s důrazem na jejich rozšířenost napříč spektrem uživatelů PC a efektivitu zadávání znaků pro danou cílovou skupinu. Výčet proto mimo jiné neobsahuje například zadávání znaků pomocí snímání pohybu jazyka uživatele, který je určen pro těžce tělesně postižené a nedosahuje potřebné rychlosti zadávání znaků a je již překonán jinými technologiemi.

### 3.2 Ovládání PC pomocí klávesnice

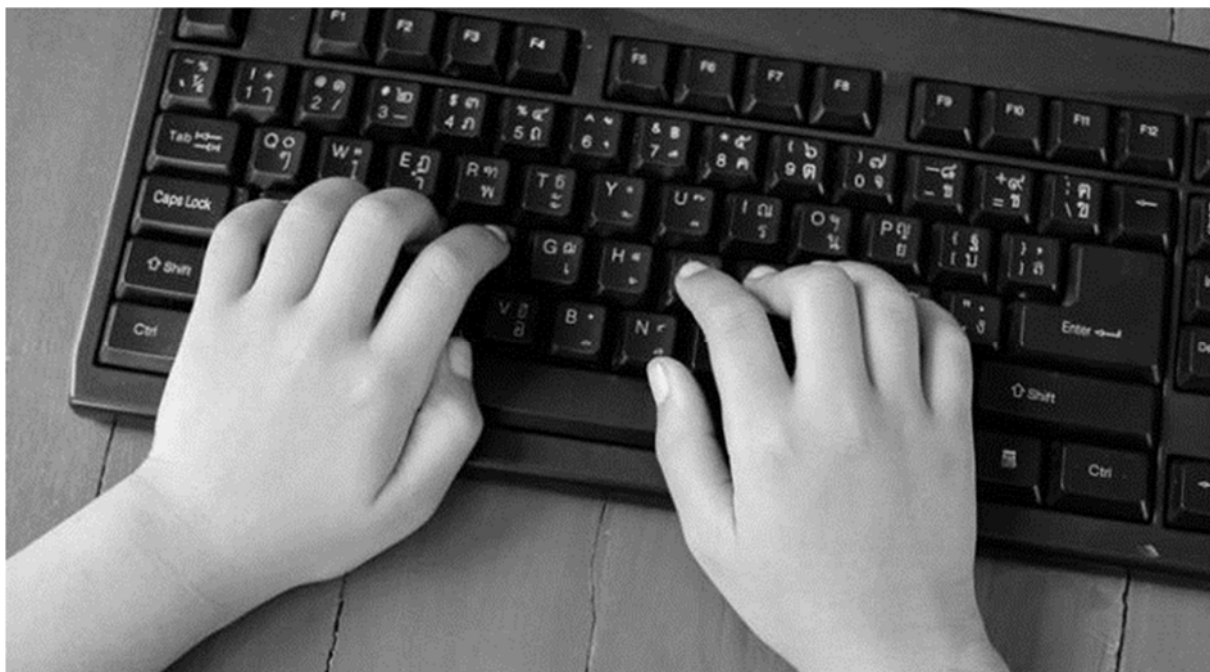
Nejrozšířenějším typem ovládání PC je kombinace počítačové klávesnice, myši a displeje. Umožňuje relativně pohodlné ovládání, kombinující interakci s grafickým prostředím operačního systému PC pomocí myši a zadávání alfanumerických znaků pomocí klávesnice. Tento druh HCI byl původně vyvinut společností Xerox, jejíž designéři navrhli a v roce 1973 sestavili stroj Xerox Alto. Tento systém HCI byl následně převzat a rozšířen společnostmi Apple a Microsoft.

Počítačová klávesnice je všeobecně známá, zde je uveden její stručný popis. Rozložení kláves bylo také převzato z psacích strojů. Standardně sestává ze 104 kláves. Je navržena tak, aby umožnila vysoký počet úhozů za minutu (množství znaků, jež je uživatel schopen za měřený časový úsek napsat) a současně obsahuje v minulosti vzniklé stereotypy, které jsou uživateli vyžadovány. Proto zůstává zachováno vzájemné posunutí řad kláves, které vychází z mechaniky psacích strojů, stejně jako například systémové klávesy, které jsou dnes využívány minimálně.

Metoda psaní všemi deseti prsty je nejefektivnější způsob zadávání textu do PC pomocí klávesnice. Uživatel využívá primárně hmatu, což mu umožňuje soustředit se výhradně na psaní. Pohyby jsou automatizované a vycházejí z předpokladu, že uživatel si pamatuje rozmístění jednotlivých znaků na klávesnici, sleduje displej PC a pouze kontroluje zadávaný text. Proto je



poměrně obtížné přejít z již naučeného rozložení na nové. Viz kapitola Metoda psaní všemi deseti prsty.



*Ilustrace 22 Metoda psaní všemi deseti prsty*

Klávesnice lze kategorizovat na základě účelu jejich využití. Jednotlivé kategorie se liší nejen svým zaměřením, ale jsou přímo uzpůsobeny požadavkům různých skupin uživatelů, což má dopad na jejich fyzický vzhled, ale i funkčnost.

### **3.3 Dělení klávesnic podle užití**

Běžné klávesnice jsou rozděleny do kategorií dle způsobu použití, které klade různorodé nároky na funkčnost, ekonomii, konstrukci, ergonomii a estetiku produktu. Danými kategoriemi jsou kancelářské, domácí, herní, profesionální a HTPC klávesnice.

#### **3.3.1 Kancelářské klávesnice**

Většina výrobců vnímá kancelářské klávesnice jako spotřební zboží, proto ve velké míře upřednostňují ekonomický aspekt produkce. Estetika výrobku je výrazně upozaděna. Velký důraz je kladen na čitelnost a mechanickou jednoduchost konstrukce.

Klávesnice pro dosažení co nejnižší ceny neobsahují žádné přidané funkce, které by navíc mohly odvádět zaměstnance od práce, nebo v nich vyvolávat pocit nejistoty. Design kancelářských klávesnic je konvenční, vyhýbá se začlenění výrazných inovací, což by mohlo přímo či nepřímo snížit efektivitu práce. Ergonomická řešení jsou konzervativní. Součástí zadní části klávesnic této

kategorie jsou nožičky umožňující nastavit sklon klávesnice, většinou ve třech polohách. Žádné další prvky umožňující individuální nastavení nejsou standardně zahrnuty.



*Ilustrace 23 Kancelářská klávesnice Genius KB-128*

### **3.3.2 Multimediální klávesnice**

Kategorie multimediálních klávesnic se od kategorie kancelářských klávesnic liší zejména takzvanými multimediálními tlačítky, která slouží například pro ovládání hlasitosti, přehrávání multimediálního obsahu, prohlížení internetových stránek apod. Jsou určeny zejména pro domácí použití, zahrnující různorodé činnosti od psaní textů, prohlížení webových stránek, sledování filmů, hraní počítačových her a jiných volnočasových aktivit.

Vyrábějí se v různých cenových hladinách a od toho se odvíjí jejich výbava. Nejlevnější jsou velmi blízké kancelářským, s minimálními možnostmi individualizace a jednoduchou mechanickou konstrukcí s pryžovou membránou. Dražší modely jsou navíc vybaveny například podsvícením kláves, ergonomickou područkou a dalšími nestandardními prvky. Mohou být voděodolné, tedy by měly být schopny i provozu po polítku nápojem. Nejvyšší kategorie multimediálních klávesnic obsahují integrovaný multifunkční displej zobrazující například čas, délku přehrávaného filmu či jiné údaje. Kromě běžně používaných polymerů se lze setkat i s klávesnicemi, jejichž tělo je vyrobeno ze slitiny hliníku.

V této kategorii jsou zastoupeny produkty jak s nízkým, tzv. notebookovým, tak s vysokým zdvihem kláves. Výrobci předpokládají, že uživatelé nebudou trávit psaním textů dlouhé hodiny, tudíž jsou přípustné obě varianty. Nízký zdvih nabízí nižší hlučnost při psaní, vysoký zdvih umožňuje lepší haptickou odezvu, proto je vhodnější pro psaní delších textů.

Konektivita je řešena buď pomocí USB anebo bezdrátově pomocí technologií Bluetooth či rádiového přenosu. Bezdrátové technologie zvyšují komfort a

umožňují snadné přenášení periférií. Na druhou stranu zvyšují hmotnost periferie a vyžadují občasné nabíjení. Nastavitelnost sklonu klávesnice je zajištěna pomocí nastavitelných nožek na spodní straně těla klávesnic. Některé modely zahrnují odnímatelnou oporu zápěstí.



*Ilustrace 24 Domácí klávesnice Logitech K800*

### **3.3.3 Herní klávesnice**

Herní klávesnice se opět svou výbavou liší, zejména funkcemi a použitými materiály a konstrukcí. Jsou uzpůsobeny k hraní počítačových her, které je specifické dlouhou dobou strávenou za klávesnicí, nižším počtem skutečně využívaných kláves, které jsou ale namáhány o to intenzivněji. Panuje přesvědčení, že jsou využívány zejména náctiletými, proto je zvolené tvarosloví i barevné provedení emotivnější a do značné míry podléhá módním trendům. Konektivita je řešena převážně drátově, neboť bezdrátovým přenosem narůstají prodlevy (tzv. latence), tzn. že narůstá doba přenosu informace z klávesnice do PC. Ačkoliv se jedná o hodnoty v řádech milisekund, počítačová hráči vyžadují latence co nejnižší. Některé modely nabízejí hybridní řešení, kdy si uživatel sám zvolí, zda chce využívat drátové nebo bezdrátové připojení.

V nejnižší cenové hladině se jedná především o styling těla klávesnice. Mechanická a ergonomická řešení jsou konvenční, obdobně jako u kancelářských klávesnic. Vyšší modely mají většinou navíc programovatelná tlačítka, která umožňují stiskem jedné klávesy aktivovat přednastavenou akci, např. současný stisk několika kláves, stisk různých kláves v daných časových intervalech, opakovaný rychlý stisk apod. Běžně se lze setkat s podsvícením kláves, kde je možné nastavit nejen intenzitu, ale i barvu podsvícení.

Nejvyšší cenová hladina pak zahrnuje informativní displej pro zobrazení různých údajů. Výrobci cílí zejména na segment progamingu – tedy uživatelů,

kteří se hraním počítačových her živí. Jedná se o profesionální nástroje. Spínače kláves jsou v tomto segmentu běžně řešeny za pomoci mechanických spínačů. Ty jsou konstruovány tak, aby si zákazník mohl zvolit proměnlivý či konstantní odpor kladený při stisku klávesy, míru hlučnosti, podsvícení apod. Současně je u nich garantována životnost v řádu milionu stisknutí. Mezi další technologie v této oblasti spadají tzv. anti ghost systémy umožňující současný stisk více kláves najednou. V závislosti na podporovaném standardu od současného stisku 3 kláves (anti-ghost), přes 6 (x-key rollover) až po všechny (n-key rollover), kde nevýhodou je připojení pomocí dvou USB konektorů.



*Ilustrace 25 Herní klávesnice Corsair K75 RGB*

### **3.3.4 Klávesnice pro ovládání komplexních počítačových programů**

Specializované počítačové programy s vysokým počtem funkcí hojně využívají klávesových zkratk. Konkrétně se jedná o programy určené pro přípravu 3D modelů, jejich animaci, zpracování počítačové grafiky, fotografií a videa. Klávesy jsou barevně rozlišeny, aby uživateli umožnily rychlou orientaci při používání klávesových zkratk. Namísto kurzorových šipek může být umístěn otočný ovladač sloužící například pro pohyb na časové ose apod.

### **3.3.5 Klávesnice pro HTPC**

Nejmladší kategorií jsou klávesnice pro HTPC, což je zkratka anglického Home Theatre Personal Computer, vzniklého spojením termínů domácí kino a osobní počítač. HTPC dokáže zastoupit jak audio tak přehrávače a současně může sloužit k procházení internetových stránek a hraní počítačových her. Obvykle bývá umístěno v obývacím pokoji, čemuž odpovídá i design skříně svým vzhledem připomínající Hi-Fi sestavy.

Hlavní důraz je kladen na pohodlnost používání, proto klávesnice pro HTPC komunikují bezdrátově. Některé modely jsou vybaveny solárními panely pro průběžné dobíjení baterií. Zdvih kláves nízký, klávesnice má sloužit pro psaní velmi krátkých textů např. při vyhledávání videí apod. Často obsahují trackpad či jiné polohovací zařízení jako náhražku myši.

Důležitá je kompaktnost klávesnice. Někteří výrobci rozměry svých produktů minimalizují, aby se přiblížili velikosti dálkových ovladačů televizí. S příchodem tzv. SmartTV obdobný problém řeší i producenti televizorů, kteří většinou k zadávání textu využívají grafického rozhraní ve spojení s polohovacím zařízením snímajícím pohyb a náklon ovladače. Pro výrobu těla klávesnic pro HTPC se používají kvalitní polymery, případně slitiny hliníku.



*Ilustrace 26 Klávesnice pro HTPC Logitech Illuminated Keyboard*

### **3.3.6 Výhody klávesnice**

Nejzásadnější výhodou počítačové klávesnice je vysoká rychlost zadávání znaků a z toho vyplývající vysoká rychlost psaní textů, která při použití metody psaní všemi deseti svou efektivitou převyšuje dokonce i mluvené slovo a stává se tak nejrychlejším možným typem komunikace. Vysoký počet kláves umožňuje obsáhnouti vysokého počtu funkcí, čehož je dosaženo pomocí klávesových zkratk. Pokud se je uživatel naučí používat, neexistuje efektivnější způsob ovládání funkcí počítačových programů.

Vzhledem k faktu, že je počítačová klávesnice standardní periferií pro HCI, vyznačuje se v porovnání s méně konvenčními možnostmi velmi nízkou cenou, protože jednotlivé modely jsou produkovány ve velkých sériích. Současně existuje velmi široká škála produktů s různými vlastnostmi, od klávesnic vysoce standardizovaných po vysoce specializované a uzpůsobené na konkrétní druhy činností.

Další nezanedbatelnou výhodou zejména pro zaměstnavatele, ale i zaměstnance, je fakt, že většina uživatelů umí s klávesnicí pracovat, dnes je výuka psaní na klávesnici, případně informatika součástí výuky na základních školách. Žádná další příprava ve většině případů není nutná.

### 3.3.7 Nevýhody klávesnice

Standardní klávesnice není vhodná pro používání jednou rukou. Ergonomicky správné psaní na klávesnici vychází z předpokladu, že je minimalizován pohyb zápěstí, čehož nelze při psaní jednou rukou uspokojivě dosáhnout.

Nevýhodou v porovnání s ostatními typy periferií pro HCI jsou prostorové nároky. Běžná klávesnice na pracovním stole zabírá velké množství místa, navíc je nutno počítat i s prostorem pro počítačovou myš, či jiné polohovací zařízení. Bez nich nelze dnešní operační systémy, prohlížeče webových stránek ani jiné aplikace efektivně a pohodlně ovládat.

## 3.4 Počítačová myš

Počítačová myš je vedle klávesnice dalším typem standardní periferie. Právě spolu s klávesnicí a displejem tvoří nejčastěji využívané HCI periferie. Počítačová myš je souřadnicová periferie. Jejím hlavním účelem je umožnit uživateli ovládat grafické rozhraní PC. Pohyb myši je přenášen za pomoci kurzoru, kdy pohyb myši v ose X je transformován na pohyb kurzoru ve stejné ose na displeji, to stejné platí pro osu Y.

Pro vyvolání akce jsou využívána tlačítka, která jsou ovládána prsty uživatele. Levé tlačítko běžně slouží k aktivování funkce, zatímco stisk pravého vyvolává kontextové menu. Ke spouštění aplikací slouží tzv. dvojklik, stisknutí levého tlačítka dvakrát rychle za sebou. Standardní myši pro PC kromě dvou tlačítek obsahují tzv. kolečko, které slouží pro pohyb v delších textech. Lze se setkat i s vícetlačítkovými myšmi. Podpora dalších tlačítek není přímo integrována, podpora je řešena pomocí SW výrobce myši.

Technologie snímání pohybu myši byla původně řešena mechanicky. Myš obsahovala kuličku umístěnou na spodní straně tak, že se dotýkala podložky. Její pohyb byl snímán pomocí dvou válečků uvnitř myši – jednoho pro osu X, druhého pro osu Y. Kulička byla pro lepší přenos pohybu na válečky pogumovaná. Toto řešení by vyžadovalo pravidelné čištění, protože kulička, která byla v kontaktu s podložkou přenášela do útrob myši nečistoty, které se usazovaly na válečcích.

V roce 1980 byly nezávisle na sobě vyvinuty dva druhy optického snímání pohybu myši. První, vyvinutý na MIT zaznamenával pohyb pomocí čar vytištěných na speciální kovovou podložku, pracoval v infračerveném poli světelného spektra. Druhý, vyvinutý společností Xerox využíval viditelné spektrum světla a 16pixelový senzor snímající body na podložce. První komerční optická myš Microsoft Intellimouse se do prodeje dostala až v roce 1999.

V optické myši je kamera, která snímá povrch, na kterém se myš pohybuje. Problémem byla nefunkčnost na hladkých površích, zejména sklu. Se zvyšujícím se rozlišením senzorů byl tento problém odstraněn. Dnes oproti původním 16px dosahují hodnot až 20 000 dpi, tedy mnohanásobně vyššího počtu zaznamenaných bodů.

Počítačové myši lze rozdělit do totožných kategorií, jako klávesnice, v závislosti na účelu jejich využití.

### **3.4.1 Kancelářské počítačové myši**

Kancelářská práce sestávající zejména z používání aplikací balíku Microsoft Office, případně alternativních Libreoffice apod. není náročná na vysokou přesnost ani rychlost snímání pohybu myši. Textové ani tabulkové editory nevyužívají víc, než dvě tlačítka myši a kolečko.

Design kancelářských myši lze označit za konzervativní. Ačkoliv právě kancelářská práce stojí za vznikem onemocnění RSI většina produktů z této kategorie nevěnuje ergonomii dostatečnou pozornost. Hlavní důraz je kladen na co nejnižší cenu. Opět platí, že kancelářské počítačové myši se vyznačují použitím levných materiálů, senzorů i dalších součástí a minimálním počtem přidáných funkcí. Konektivita je většinou řešena pomocí USB kabelu.



*Ilustrace 27 Kancelářská myš Logitech M185*

### 3.4.2 Multimediální počítačové myši

Jsou určeny do domácností, oproti kancelářským myším obsahují i další tlačítka. Jejich ergonomie většinou není na vysoké úrovni. Tlačítka jsou drobnější, a ne vždy jsou umístěna optimálně. Převážně slouží pro usnadnění prohlížení internetových stránek, např. pro pohyb v historii - tlačítka vpřed, vzad, obnovit. V závislosti na dodaném SW od výrobce myši je lze naprogramovat i na jiné jednoduché funkce. Je možné s nimi ovládat přehrávání hudby, filmů, měnit hlasitost apod.

V nedávné době se začal rozšiřovat trend nahrazení kolečka myši senzitivní dotykovou plochou. Toto řešení není ergonomicky vhodné, protože uživateli neposkytuje haptickou odezvu. V domácích podmínkách však při kratší době používání může být akceptováno. Konektivita může být řešena drátově i bezdrátově. Design multimediálních myši více podléhá módním trendům. Ergonomie je standardní.



*Ilustrace 28 Multimediální myš Logitech M590*

### 3.4.3 Herní počítačové myši

Hráči vyžadují vysokou přesnost a co nejvyšší rychlost. To klade vysoké nároky na parametry spínače. Vedle infračervených se objevují i laserové senzory. Počítačové myši určené pro hraní her obsahují vyšší počet tlačítek, která jsou navíc programovatelná. Obdobně jako u klávesnic je často podporována tvorba makro – složitějších funkcí.

Produkty z této kategorie se vyznačují propracovanějším ergonomickým řešením. Výrobci umožňují různou míru individualizace. Běžně se lze setkat se závažími, které je možné vložit do těla myši a tím ovlivnit její těžiště a celkovou hmotnost. Méně obvyklá je možnost vyměnit celé části myši v závislosti na



velikosti dlaně uživatele. Myš Mad Catz R.A.T. 9 obsahuje pohyblivé nastavitelné části, které v současnosti umožňují nejvyšší míru individualizace.

Konektivita je kvůli snížení latence většinou řešena pomocí USB kabelu. Předpokládanou cílovou skupinou jsou teenageri. Design a zejména styling herních počítačových myší se nese ve stejném duchu, jako u herních klávesnic. Agresivní tvary jsou doplněny o různobarevně podsvícená loga a symboly.



*Ilustrace 29 Herní myš Mad Catz R.A.T. 9*

#### **3.4.4 Počítačové myši k notebookům**

Definující vlastností myší této kategorie je kompaktnost rozměrů těla myši. Ta se bohužel negativně projevuje na úrovni ergonomie. Běžná počítačová myš je navržena tak, aby podporovala dlaň uživatele. Při minimalizaci rozměrů je úchop myši realizován pomocí prstů. Dlaň podepřena není, což citelně zvyšuje námahu a v důsledku zvyšuje riziko vzniku onemocnění RSI. Nedostatečná je často i podpora malíku a prsteníku.



*Ilustrace 30 Notebooková myš Logitech MX 2S*

### 3.4.5 Vertikální počítačové myši

Dle některých výrobců je možno snížit riziko vzniku onemocnění RSI, zejména syndromu karpálního tunelu, změnou orientace myši. Ruka uživatele nespočívá na PC myši dlaní dolů, ale je otočena v zápěstí o 90°, takže je orientována malíkem dolů. Tato konstrukce není příliš rozšířena a vůči konvenční počítačové myši se může jevit poněkud nezvykle. Zdravotní rizika motivovaly i vznik podložek s gelovou područkou a samostatných pohyblivých područek podporujících zápěstí uživatele při práci s PC myši.



*Ilustrace 31 Vertikální myš Anker Wireless Vertical Ergonomic Mouse*

Různé studie prokázaly, že ke snížení rizika vzniku syndromu karpálního tunelu nedochází ani v případě použití vertikální myši, ani při používání gelové nebo pohyblivé područky. Na druhou stranu neprokázaly ani zvýšení rizika vzniku RSI při používání těchto produktů, volba tedy závisí výhradně na preferencích uživatele (Schmid, Kubler, Johnston a Coppieters, 2015, s. 151 – 156).

### 3.4.6 Výhody počítačové myši

Největší výhodou počítačových myši je intuitivnost ovládání, vycházející z minimalizovaného počtu ovládacích prvků, které standardně sestávají ze dvou tlačítek a kolečka. Operační systémy i PC aplikace jsou navrhovány přímo pro tuto periférii, což eliminuje problémy s kompatibilitou.

Obdobně jako u PC klávesnic zde existuje široké spektrum produktů s různými parametry, designem, stylingem, technologiemi snímání, ergonomickým řešením a cenou.

### 3.4.7 Nevýhody počítačové myši

Počítačová myš je naopak zcela nevhodná jako nástroj pro zadávání textu. Ačkoliv to současné operační systémy jako např. Microsoft Windows 10 nebo různé distribuce systému Linux umožňují, jedná se o velmi neefektivní druh komunikace. Samotnou počítačovou myš ve spojení s displejem tedy reálně nelze použít pro HCI, vždy je nutno ji doplnit o periférii pro zadávání alfanumerických znaků. To platí pro všechny druhy souřadnicových HCI periférií s výjimkou dotykového displeje.

## 3.5 Další polohovací zařízení

Studie 45 „neklávesnicových“ vstupních zařízení (dále jen NVZ) Using non-keyboard input devices: interviews with users in the workplace byla provedena v devíti organizacích, aby byl zjištěn rozsah, struktura a metoda použití NVZ, konfigurace pracovního prostředí, pozice uživatelů a jejich případné muskuloskeletální symptomy. Bylo použito několik metod: zápis pracovních poznámek, rozhovory, pozorování a posturální hodnocení. Rozsah NVZ zahrnoval počítačovou myš, dotykový displej, joystick, trackball a grafický tablet s perem; myš byla nejčastěji používaným zařízením. Používání těchto zařízení se velmi lišilo: od 2 % do 100 % pracovní doby.

Uživatelé prováděli běžné úkony s použitím mnoha metod (například rolovací okna, ikony, tlačítka zařízení). Uživatelé uvedli problémy spojené s používáním některých zařízení, například špatná údržba, nedostatečná odezva zařízení. Muskuloskeletální bolest a nepohodlí (ztuhlost dlaní a zápěstí) byla zjištěna u 45% uživatelů myši a 16% (n=5) u uživatelů jiných NVZ. Konfigurace pracovního prostředí se lišila a v některých případech omezovala umístění zařízení, což vedlo k nutnosti pracovat s tímto zařízením v jisté vzdálenosti od těla. Navzdory existenci regulací a směrnic, výsledky této studie naznačují, že je zde stále mnoho problémů spojených s používáním NVZ na pracovišti (Atkinson, Woods, Haslam a Buckle, 2004, s 571 – 579).

### 3.5.1 Trackball

Méně obvyklé polohovací zařízení bylo dříve používáno u notebooků. Jedná se o kuličku o průměru 25 mm – 60 mm, jejíž pohyb je přenášen na pohyb kurzoru. Zjednodušeně by se toto zařízení dalo popsat jako kuličková myš „naruby“. Trackball většinou nese dvě tlačítka a kolečko, stejně jako standardní PC myši. Výhodou je, že uživatel méně namáhá zápěstí, protože kuličku lze ovládat pomocí pohybu palce. S nástupem trackpadů trackbally téměř vymizely.



*Ilustrace 32 Trackball Logitech M570*

### **3.5.2 Trackpad**

Trackpad je rozšířen zejména u mobilních zařízení. Podobně jako dotykový displej dokáže snímat kontakt s lidskou kůží. Objevuje se i na perifériích určených pro desktopy. Dobrým příkladem je Magic Trackpad společnosti Apple. Stejně jako myš je schopen interpretovat pohyb ve dvou osách, klik i dvojklik a stisk pravého tlačítka. K tomu přidává schopnost rozpoznávání gest (současný pohyb více prstů po ploše trackpadu), kterým lze přiřadit různé funkce. Například současný pohyb dvou prstů shora dolů je již standardizován jako scrollování stránky (avšak u některých výrobců nahoru, u ostatních dolů). Pohyb dvou prstů od sebe slouží jako přiblížení apod.

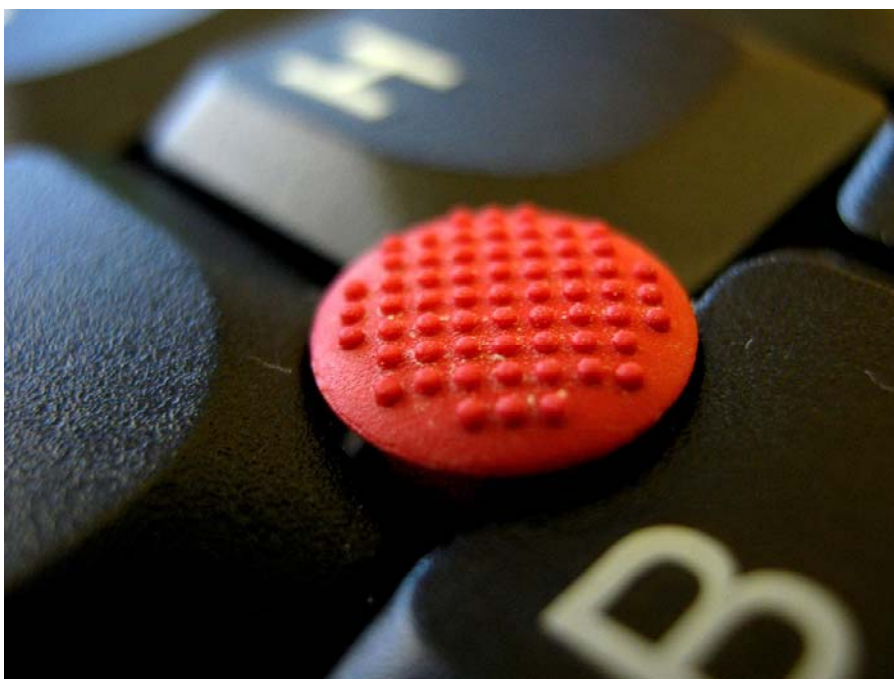


*Ilustrace 33 Trackpad Logitech T650*

### 3.5.3 Trackpoint

Trackpoint je další alternativou pro ovládání grafického prostředí operačních systémů. Má formu miniaturizovaného joysticku a princip jeho používání je obdobný. Je založen na piezoelektrických spínačích a ve zkratce funguje tak, že pokud je na něj vyvíjen tlak v určitém směru, ve stejném směru se pohybuje kurzor na displeji. Čím větší tlak je uživatelem vyvíjen, tím rychleji se kurzor pohybuje. Trackpoint má minimální rozměry, v současnosti je přítomen pouze na nemnohých notebookech, zejména od společnosti Lenovo u její řady ThinkPad.

Trackpoint je umístěn uprostřed klávesnice, mezi písmeny G, H a B a ovládá se ukazovákem. Tři tlačítka jsou umístěna pod mezerníkem, jsou ovládána palcem. Levé a pravé mají stejnou funkci, jako na myši. Během stisku prostředního tlačítka slouží trackpoint ke scrollování. Někteří uživatelé upřednostňují trackpoint před trackpadem. Hlavním důvodem je možnost pomocí jednoho dotyku přejít celou obrazovku. Naopak přesnost je ve srovnání s trackpadem horší. Proto je trackpoint vždy doplněn o trackpad.



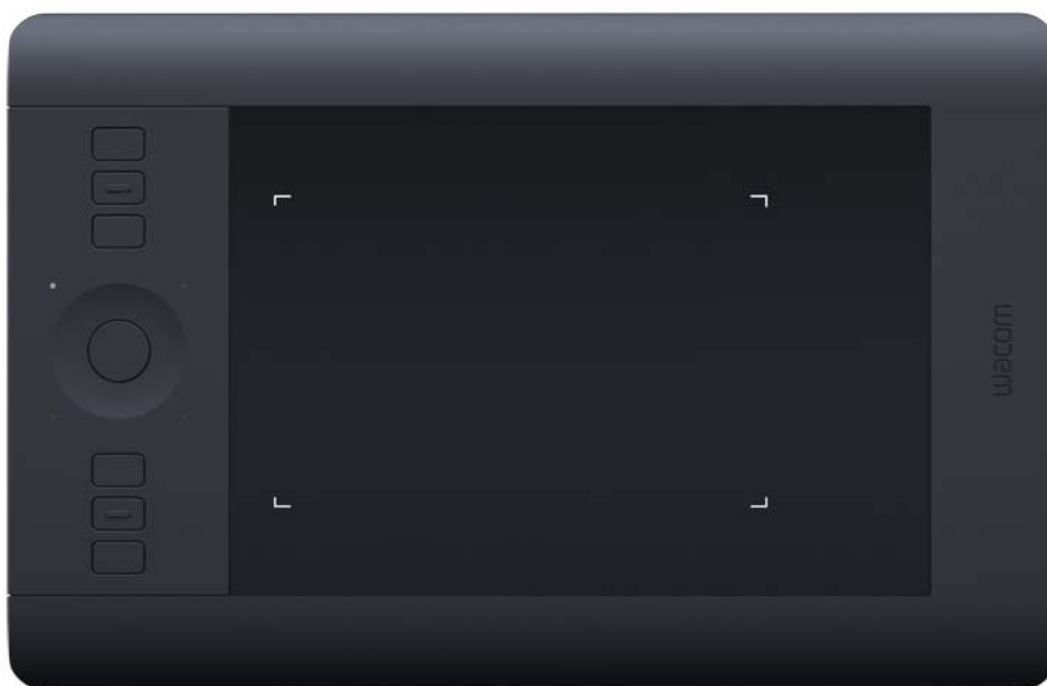
*Ilustrace 34 Trackpoint na notebooku Lenovo ThinkPad*

### 3.5.4 Grafický tablet

Grafický tablet je specializovaný nástroj, který je používán zejména k tvorbě počítačové grafiky. Sestává ze speciální podložky a pera. Pero u levnějších modelů obsahuje baterii, u dražších je vybaveno magnetickým hrotem a baterii nepotřebuje. Na peru je umístěno několik tlačítek. Hroty mohou být výměnné, vyrobené z různých materiálů, které na podložce kladou různý odpor. Dražší modely dovedou snímat tlak, který je vyvíjen na hrot a náklon pera. Podložka

obsahuje další tlačítka, která jsou programovatelná. Její povrch simuluje povrch papírů, aby byl pohyb perem co nejpřirozenější.

Běžné grafické tablety nejsou vybaveny displejem. Nejvyšší modely mají zabudovaný displej a připomínají běžné tablety. Snímají však pouze hrot pera, nikoliv dotek prstů. To usnadňuje kreslení, při kterém je možné se dlaní o displej opřít. Jak varianta grafického tabletu bez displeje, tak varianta s displejem vyžadují naučit se s nimi pracovat. Zpočátku působí velmi nezvykle pohybovat rukou na podložce, a přitom sledovat displej. U varianty s displejem je citelné zpoždění mezi pohybem pera a zobrazením nakreslené čáry.



*Ilustrace 35 Grafický tablet Wacom Intuos Pro*

### **3.5.5 3D myš**

3D myš byla navržena s ohledem na ovládání 3D modelovacích programů. Je schopna pracovat s prostorovými objekty. Pracuje v šesti osách a podobá se zvětšenému trackpointu. Oproti němu navíc snímá osu Z (pohyb nahoru/dolů) naklopení v osách X a Y a otočení kolem osy Z. Všechny tyto pohyby je zařízení schopno přenést na 3D model v kompatibilním modelovacím programu. 3D myš není náhradkou běžné myši, spíš jejím rozšířením. Uživatel jednou rukou ovládá 3D myš, druhou rukou klasickou PC myš, která stále ovládá kurzor. 3D myš citelně snižuje námahu při ovládání 3D programů díky výraznému zredukování počtu kliknutí, zejména při ovládání pohledu nebo 3D modelu. Vyjma 3D modelovacího SW nemá 3D myš uplatnění.



*Ilustrace 36 3D myš 3Dconnexion SpacePilot Pro*

### **3.6 Programy pro rozpoznávání řeči**

V minulosti vzniklo množství science fiction filmů a seriálů, ve kterých byly počítače ovládány hlasem, z filmů např. Star Trek (1966), 2001: Vesmírná odysea (1968), Star Wars IV (1977), nebo novější Moon (2009), ze seriálů např. Červený Trpaslík (1988).

Dnes již existuje množství programů schopných rozpoznávat řeč a převádět ji na digitální text. Přímo v programu Microsoft Word je zabudováno rozpoznávání řeči, ale existují i univerzálnější řešení. V rámci operačního systému Windows je rovněž zabudován program, dostupný od verze Windows Vista, který je přístupný přes centrum usnadnění přístupu, položka: používat počítač bez klávesnice a myši (Microsoft, 2016a).

K dispozici jsou programy třetích stran. Jedná se například o MyVoice a jeho nastavení MyDictate, nebo program Jarvis (Fugasoft, 2015). Tyto programy obsahují rozsáhlé slovníky a jsou schopny bezpečně rozpoznat řeč, je-li diktována srozumitelně. Paradoxně je pro programy rozpoznávají řeč mnohem jednodušší správně rozpoznat celé odstavce, než jednotlivá slova. Jejich princip je založen na rozpoznávání kontextu. Pokud se objeví chyba, její oprava je bez použití myši a klávesnice náročnější a programy bohužel nepodporují rozpoznávání češtiny.

#### **3.6.1 Výhody programů pro rozpoznávání řeči**

V porovnání s běžnou klávesnicí zde získává uživatel více prostoru na pracovním stole. K rozpoznávání řeči je potřebný pouze mikrofon, zbytek obstarává software nainstalovaný v PC.

Pro kancelářskou práci a psaní, nebo v tomto případě diktování delších textů, není rozpoznávání řeči vhodné. Ale může být přínosné při nenáročných úlohách, jako je zjištění předpovědi počasí, zpráv a podobně. Uživatel jednoduše vznesl

dotaz a odpověď je mu zobrazena na displeji nebo přečtena syntetickým hlasem programu.

U některých uživatelů s vážnějším postižením nebo amputací obou horních končetin může být použití těchto programů rozpoznávajících řeč jediným funkčním a efektivním řešením pro zadávání textu a tyto zde tedy mají své opodstatnění. Hlasové ovládání je jinak celkem běžnou součástí vybavení i u mobilních telefonů, např. Apple Siri (Apple, 2016a), Google Assistant nebo Microsoft Cortana (Microsoft, 2016b).

Rozpoznávání řeči se používá při ovládání palubního počítače v osobních automobilech. V tomto případě je tato technologie opodstatněná, protože neodvádí pozornost řidiče od řízení vozu v takové míře, jako jiné způsoby HCI, např. dotykové displeje, u kterých je nutné sledovat displej a soustředit se na stisk tlačítek na zobrazené grafické klávesnici.

### **3.6.2 Nevýhody programů pro rozpoznávání řeči**

Skutečnost, že velká většina lidí používá klávesnice, a ne programy schopné rozpoznat řeč, má své opodstatnění. Velkou nevýhodou je ztráta soukromí. Není možné diktovat osobní informace nebo například hesla v přítomnosti cizí osoby. Představa kanceláře plné diktujících lidí, kteří se navzájem překřikují, spíše pobaví, než by vynikala svou funkčností. Rovněž při několikahodinovém mluvení na počítač dochází k nadměrnému namáhání hlasivek.

Rozpoznávání jednotlivých slov není zdaleka tak přesné, jako rozpoznávání delších vět. Programy porovnávají obsah diktovaného textu s databázemi obsahujícími již existující texty z různých zdrojů. Tím nutí uživatele používat omezený slovník, podobně jako když komunikujeme s někým, kdo není rodilý mluvčí v daném jazyce – podvědomě se snažíme přizpůsobit jeho slovníku, aby nám co nejlépe rozuměl.



*Ilustrace 37 Rode NT-USB*



### 3.7 Dotyková klávesnice

V posledních deseti letech probíhá dramatický rozvoj dotykových technologií (Enders, 2013). Tento trend se dostal do popředí zájmu především díky společnosti Apple a mobilnímu telefonu iPhone. Jeho předchůdci od jiných výrobců využívali takzvaný stylus (psacímu peru podobné zařízení) obsahující hrot ze speciálního materiálu, jehož polohu bylo možné zaznamenat pomocí senzorů. Bohužel toto řešení bylo nepraktické a dostupné aplikace nebyly pro tento druh ovládání vhodně uzpůsobeny.

Apple do svého zařízení začlenil rozměrný dotykový displej a pro ke stisk tlačítek na virtuální grafické klávesnici nebylo třeba žádného speciálního pera, telefon dokázal zaznamenat dotek prstů. Dalším výrazným kladem bylo vhodné přizpůsobení aplikací. Z tohoto mobilního telefonu postupně převzaly dotykovou technologii tablety a je možno zakoupit i počítačové monitory schopné snímat dotyky uživatele, pro ilustraci například zde: (Alza.cz, 2016). Toto řešení nahrazuje zejména počítačovou myš, ale již systém Windows XP má zabudovaný software pro emulaci klávesnice, která je zobrazena na části displeje.



*Ilustrace 38 Dotykový displej HP ENVY 23 TouchSmart*

#### 3.7.1 Výhody dotykového ovládání

Jednoznačně největší výhodou dotykových obrazovek při zadávání textu a všeobecně HCI, je možnost libovolně měnit rozložení znaků na klávesnici dle aktuálních potřeb. Jednou je třeba zobrazit pouze číselnou klávesnici, jindy alfanumerickou nebo klávesnici pouze se speciálními znaky. Změna fontu může

být zobrazena přímo na klávesách. Jednotlivá tlačítka je možné obohatit různými grafickými prvky.

Klávesnice je integrována v displeji, takže nevyžaduje přítomnost dalších periférií ve srovnání PC myš + klávesnice + displej. Protože je možné graficky zobrazit libovolné znaky a funkce, jedná se ve srovnání s běžnou klávesnicí o mnohem všestrannější nástroj pro +HCI.

### **3.7.2 Nevýhody dotykového ovládání**

Oproti běžným klávesnicím doslova citelně chybí haptická odezva při zmáčknutí klávesy. U mobilních zařízení je možné využít vibračního strojku, který je na krátký okamžik aktivován vždy, když je zaznamenán kontakt s displejem. Ale není pravděpodobné, že by se tento princip uchytil i u stolních monitorů s dotykovým ovládáním.

Vzniká zde ergonomický rozpor. Pro správné a zdravé sledování displeje je nutná jeho kolmá pozice vůči očím uživatele. Naopak pro zdravé psaní na (v tomto případě virtuální) klávesnici, pomineme-li absentující haptickou odezvu, je nejvhodnější vertikální poloha, tedy oproti displeji otočená o 90°. Existují dvě řešení – buď dotykový displej naklopit v úhlu, který je kompromisem mezi oběma polohami, nebo použít dva displeje, jeden konvenční a jeden suplující klávesnici. Ačkoliv ani jedna varianta není ideální, zejména u tabletů a notebooků „dva v jednom“ se lze setkat s první zmíněnou variantou.

Další paradox se týká čitelnosti displeje a sestává ze dvou problémů. Z ergonomického hlediska se jako nejvhodnější úprava displeje jeví matný povrch, z toho prostého důvodu, že se v něm neodráží okolí. Na druhou stranu pro dotykové ovládání je z technologického hlediska jednoznačně vhodnější lesklý povrch. S tím souvisí druhý paradox, týkající se samotného používání zařízení. Při kontaktu prstů s displejem vznikají otisky, současně je pro lepší čitelnost vhodné udržovat displej čistý. To se týká jak lesklé, tak matné povrchové úpravy displeje.

### **3.7.3 Vhodné použití**

Z výše uvedených důvodů je tato technologie vhodná opět pouze pro psaní kratších textů. Dotykové obrazovky se jeví jako nevhodné pro ovládání osobních počítačů. Neexistující zpětná haptická odezva spolu s neustále ohmataným displejem jsou problémy, které pravděpodobně nebude možné zcela vyřešit.

Dotykové displeje se hodí pro ovládání různých veřejných terminálů. U domácích počítačů je těžké nalézt jejich vhodné uplatnění, kvůli výše popsaným

nedostatkům. Naopak u mobilních zařízení, ať už telefonů či tabletů, má jejich použití smysl. Dnes neexistuje významný výrobce, v jehož portfoliu by chyběly produkty využívající tuto technologii.

### 3.8 Promítaná klávesnice

Jedná se o virtuální klávesnici, která je promítána na libovolný rovinný podklad. Zařízení sestává z laserového projektoru, projektoru infračerveného světla, digitální kamery a senzorů zachycujících infračervené světlo.

Laserový projektor vysílá viditelné červené světlo. Pomocí šablony a optických členů umístěných v horní části produktu na stole vzniká obraz virtuální klávesnice. Infračervený projektor je umístěn ve spodní části a vysílá neviditelné infračervené paprsky těsně nad povrchem desky stolu. Infračervené čidla zjišťují, zda se prsty dotýkají podložky (stolu). Kamera s CMOS senzorem zaznamenává polohu prstů. Pokud se prst dotkne podložky, speciálně navržený hardware z dat získaných z kamery a infračervených čidel vyhodnotí, jaká klávesa byla stisknuta a odešle odpovídající signál do PC pomocí bluetooth (Celluon, 2016).

V těle zařízení je umístěna baterie, což umožňuje i provoz bez připojení do elektrické sítě a zvyšuje mobilitu přístroje.



*Ilustrace 39 Promítaná klávesnice Celluon Epic*

#### 3.8.1 Výhody promítané klávesnice

Výhodou je mobilita. Díky integrované baterii není nutné připojovat napájecí kabel. Přístroj navíc není o mnoho větší než mobilní telefon, naopak mnohé dotykové telefony jej předčí, co se týče výšky a šířky. Používat jej lze na jakémkoliv rovném povrchu. Klávesnice je výborně viditelná ve tmě.

Dalším kladem je údržba. Ve srovnání s běžnou klávesnicí je mechanicky mnohem jednodušší. Prakticky stačí jen udržovat čočku, skrz kterou je promítána klávesnice, čistou. Rozlití nápoje zde nemá zdaleka tak vážné následky. Virtuální klávesnici se samozřejmě nic nestane a samotné zařízení je voděodolné.

### **3.8.2 Nevýhody promítané klávesnice**

Pro promítanou klávesnici platí stejné nevýhody, jako pro dotykové klávesnice. Chybějící zpětná hmatová odezva a s ní související nevhodnost použití při psaní delších textů. Ergonomie je oproti běžné klávesnici horší také z hlediska nastavení sklonu klávesnice, které není reálně uspokojivě řešitelné.

Další nevýhodou je omezená funkčnost na dobře osvětlených místech. Sluneční paprsky snižují čitelnost promítané šablony, a tak znesnadňují uživateli její používání. Současně infračervená část spektra slunečního světla ruší příjem infračervených čidel, což může vést k chybné interpretaci zmáčknuté virtuální klávesy.

V současné době neexistuje zařízení, které by bylo schopno měnit rozložení kláves. Promítaná šablona je neměnná a její změna vyžaduje zásah do hardware. V prodeji se objevila například varianta promítající klaviaturu piana. Jedná se však o jednoúčelové zařízení. Pokud by se podařilo začlenit do konstrukce zmenšený běžný projektor, jednalo by se o významný posun ve využitelnosti zařízení.

### **3.8.3 1.4.3 Vhodné použití**

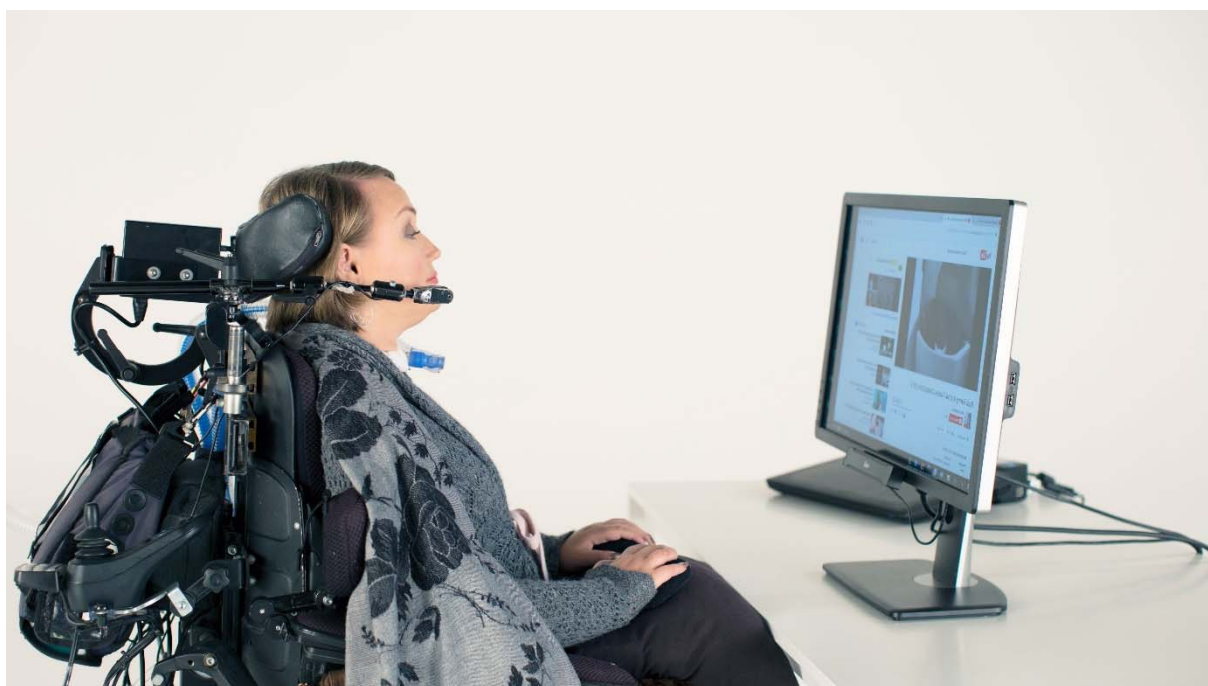
Promítaná klávesnice je vhodným doplňkem k produktům, které jsou mobilní a mají malé rozměry, takže na ně není možné umístit klasickou klávesnici. Připojením k tabletu uživatel získá větší prostor pro zobrazení již napsaného textu. Pokud je zařízení připojeno ke klasickému PC, nepřináší ve srovnání s konvenční klávesnicí žádné zásadní výhody, naopak v ergonomii nezanedbatelně zaostává.

## **3.9 Ovládání PC pomocí sledování pohybu očí**

Zadávání znaků pomocí sledování pohybu očí uživatele se, obdobně jako ostatní technologie, vyvíjí velmi rychle, zejména díky pokroku a miniaturizaci v oblasti optiky a rozlišovací schopnosti snímacích čipů kamer. Specializovaný software dokáže plnohodnotně nahradit klávesnici a myš.

Existuje několik programů různých výrobců, které umožňují ovládání PC pomocí sledování pohybu očí. Patří mezi ně například Tobii Windows Control.

Uživatel ovládá pohyb kurzoru myši pomocí svých očí. Software je schopen zobrazit klávesnici, ale i zkratky k různým nastavením operačního systému. Dalším programem se stejným zaměřením je Intelligaze. Jedná se o robustnější víceúčelové řešení, které mimo jiné umožňuje těžce handicapovaným bez schopnosti mluvit hlasovou komunikaci se svým okolím. Systém je natolik propracovaný, že jeho funkčnost neovlivní pohyby hlavy a oko je schopné snímat skrz brýle. Na displeji je zobrazena klávesnice a kamera snímá oko uživatele, jímž je ovládán kurzor, kterým je možné vybírat znaky a úmyslným mrknutím výběr potvrdit. Zahrnuto je inteligentní dokončování slov, které urychluje jinak velmi zdlouhavý proces psaní textu (Tobii Dynavox, 2016).



*Ilustrace 40 Ovládání PC pomocí sledování očí, Tobii Dynavox Eye Tracking*

### **3.9.1 Výhody ovládání pomocí sledování očí**

Pro těžce tělesně postižené se může jednat o jedinou možnost komunikace s okolím. V takovém případě je existence tohoto řešení neocenitelná. Pro méně závažně handicapované nepřináší ovládání PC pomocí sledování pohybu očí žádné legitimní výhody. Dá-li se to tak říci, přínosem může být úspora místa na pracovním stole. Díky pokrokům v technologii výroby kamer je nyní možné vměstnat vše potřebné do miniaturní krabičky umístěné na spodní hraně monitoru.

### **3.9.2 Nevýhody ovládání pomocí sledování očí**

Psaní pomocí této technologie dosahuje velmi nízké efektivity. Je náročné na výkon, který je třeba ke správné interpretaci příkazů, pořizovací náklady jsou relativně vysoké. Pohodlnost tohoto způsobu ovládání je diskutabilní, v případě že má uživatel jinou možnost.

### 3.9.3 Vhodné použití

Tato technologie je vhodná pro těžce tělesně postižené, kteří nemají jinou možnost, jak ovládat PC. Zejména nízká rychlost zadávání znaků, která se pohybuje maximálně v desítkách slov za minutu, je velmi omezující (Špakov a Majaranta, 2009, s. 159 – 173).

### 3.10 Ovládání PC pomocí EEG zařízení

Zatím futuristicky se jeví možnost ovládat osobní počítač pomocí zařízení, které snímá a vyhodnocuje mozkovou aktivitu. Laicky by se tento způsob interakce s PC dal nazvat „čtením myšlenek“. V dnešní době se na trhu vyskytují pouze experimentální zařízení, jako například Epoc+ společnosti EMOTIVE.

Epoc+ obsahuje 18 senzorů, které jsou upevněny ke konstrukci obepínající hlavu uživatele a udržující senzory na místě. Na každý senzor je před použitím třeba nanést gel umožňující přenášení slabých elektrických signálů. Zařízení je bezdrátové, obsahuje baterie a přenos dat je řešen pomocí Bluetooth (Emotiv, 2016).

EEG scanner Insight od stejného výrobce používá takzvané suché elektrody, které nevyžadují použití gelu. Počet senzorů byl snížen na 6 a změnil se i proklamovaný účel zařízení, které primárně nemá sloužit k plnohodnotnému ovládání PC, ale pouze jako monitor duševního zdraví a prostředek pro rozvoj soustředění a meditaci. Přesto jej lze využít pro jednoduché úkony, například pohybování kurzoru (Emotiv, 2016).



*Ilustrace 41 EEG scanner Emotive Epoc+*

### **3.10.1 Výhody EEG scanneru**

Obdobně jako u ovládání pomocí sledování pohybu očí by se dal EEG scanner použít pro HCI v případech těžkého postižení, obzvláště u osob, které nemohou vědomě ovládat pohyb očí.

EEG Scanner rozvíjí mentální schopnosti uživatele a dle výrobců měřitelně zlepšuje schopnost koncentrace.

Výhodou je opět úspora místa na pracovním stole a svým způsobem i samotný princip, se kterým se bylo donedávna možné setkat pouze v sci-fi literatuře a filmech.

### **3.10.2 Nevýhody EEG scanneru**

Jedná se o experimentální zařízení, pomocí kterého je možné přibližně ovládat pohyb kurzoru. Pravděpodobně bude trvat ještě mnoho (desítek) let, pokud to vůbec někdy bude uskutečnitelné, než zařízení dospěje do stavu, kdy bude schopno rozpoznat myšlený text.

První uživatelé přes veškerý entuziasmus přiznávají, že ovládání PC pomocí myšlenek je psychicky velmi náročné. Nejsnazší cestou se zatím ukazuje používání jednoduchých symbolů, například pokud chce uživatel pohnout kurzorem doleva, vizualizuje si čtverec pohybující se stejným směrem. Vzniká tak myšlenkový jazyk, který je nutné si pro komunikaci s PC osvojit.

Nelze opomenout také riziko zneužití, kdy by teoreticky bylo možné bez vědomí uživatele získat přístup k jeho myšlenkám. To už je ovšem spekulace sahající do daleké budoucnosti, podmíněná zvládnutím EEG skenování s mnohem vyšším rozlišením a podstatně dokonalejší interpretací získaných signálů.

### **3.10.3 Vhodné použití**

V oblasti HCI je toto zařízení dnes vhodné pouze pro experimentální účely a dává teoretickou šanci těžce tělesně postiženým. Může sloužit jako prostředek pro zvyšování schopnosti soustředit se.

## **3.11 Shrnutí**

Důležitou otázkou je, jaký typ periferie pro vkládání textu je nejvhodnější pro vybranou cílovou skupinu. Pod pojmem periferie rozumíme externí elektronické zařízení, které komunikuje s PC drátově či bezdrátově. Řešená periferie je určena zejména handicapovaným s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční, kteří ve své profesi používají PC alespoň 4 hodiny denně. Jedná se tedy o zařízení určené pro profesionální použití.

Standardní kombinace periférií – displej, klávesnice a myš jsou jednoznačně nejrozšířenějším prostředkem HCI. V tomto případě se nejedná o strnulost či konzervativnost uživatelů, ale prostý fakt, že vhodně kombinují své klady, zatímco zápory jsou eliminovány.

Existuje široké spektrum HCI periférií, využívajících zrak, sluch, hmat, a dokonce i čtení myšlenek. S ohledem na míru postižení se liší nejvhodnější druh komunikace s PC. Všeobecně a poněkud zjednodušeně by se výsledky předešlé analýzy současného stavu řešené problematiky daly vyjádřit konstatováním, že čím závažnější je postižení vybraného uživatele, tím výrazněji se pro něj vhodný druh HCI periferie bude odlišovat od standardního.

Nejvhodnějším způsobem zadávání textu do počítače je klávesnice s mechanickými tlačítky. Ačkoliv alternativní technologie působí přitažlivě a novátorsky, každá z nich má své nevýhody.

V potaz musí být brán handicap uživatele. Uživatel s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční dosahuje lepších výsledků na upravené klávesnici.

*Tabulka 1 – Vhodnost použití HCI periferie ve vztahu k postižení uživatele*

	Běžný uživatel	Jedna ruka dysfunkční	Kvadruplegie lehká	Kvadruplegie těžká	Úplné ochrnutí
Standardní klávesnice	10	5	2	0	0
Klávesnice pro 1 ruku	5	10	2	0	0
Rozpoznávání řeči	4	4	10	0	0
Dotykový displej	4-8*	4-8*	0-5*	0	0
Promítaná klávesnice	6	5	3	0	0
Sledování očí	0	0	2	10	0
EEG Scanner	0	0	1	2	10

\* V závislosti na rozložení znaků na virtuální klávesnici

Naproti tomu zásadní nevýhoda standardních klávesnic, navržených pro handicapované s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční, spočívající v nevhodném rozložení kláves, může být minimalizována vhodným designem.



*Tabulka 2 – Vhodnost použití HCI periferie v závislosti na délce zadávaného textu u osob s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční při dlouhodobém a pravidelném používání.*

	Do 50 znaků	Do 250 znaků	Do 1 000 znaků	Do 5 000 znaků	Do 10 000 znaků	Nad 10 000 znaků
Standardní klávesnice	9	9	8	5	4	3
Klávesnice pro 1 ruku	10	10	10	10	9	7
Rozpoznávání řeči	9	9	7	4	2	0
Dotykový displej s přizpůsobeným rozložením	8	8	8	8	6	5
Promítaná klávesnice	5	5	5	5	4	2
Sledování očí	2	1	0	0	0	0
EEG Scanner	1	1	0	0	0	0

Při hodnocení byly brány do úvahy rychlost zadávání znaků a námaha uživatele. Klávesnice pro jednu ruku získala ve všech kategoriích nejvyšší počet bodů. Překvapivě může působit pozice dotykového displeje s přizpůsobeným rozložením kláves na virtuální klávesnici, který od 5 000 znaků výše překonává výsledky konvenční klávesnice navzdory chybějící haptické odezvě. Za zmínku stojí také výsledky, kterých dosáhlo rozpoznávání řeči v zadávání textů kratších, než 5 000 znaků. Promítaná klávesnice nedisponuje ani haptickou odezvou ani individualizovatelným rozložením, proto vykazuje průměrné výsledky. Sledování pohybu očí a EEG scanner jsou vhodné pouze pro těžce tělesně postižené.

## 4 Dnes dostupné klávesnice

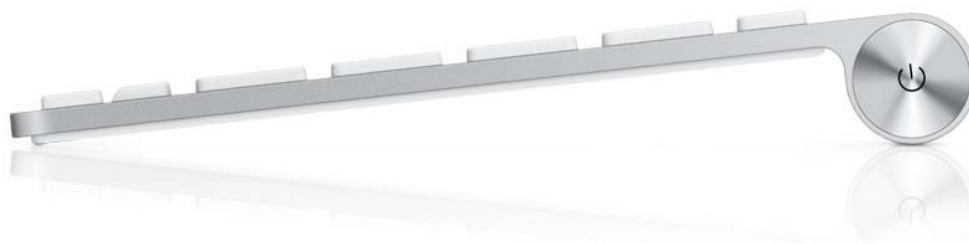
Tato kapitola je věnována běžným klávesnicím, které se dnes dají zakoupit. Je zaměřena zejména na produkty velkých výrobců, jejichž modelové řady jsou povětšinou konvenční, ale lze objevit i takové, které nabízejí originální a neotřelá řešení. Zmíněni jsou i menší výrobci, kteří se nebrání experimentům.

### 4.1 Apple

Produkty společnosti Apple Inc. vynikají nad konkurencí svým nekompromisně minimalistickým designem a používáním kvalitních materiálů při jejich výrobě. Apple si vytvořil vlastní ekosystém, který konkuruje klasickým PC založeným na technologiích IBM a operačních systémech Microsoft. V posledním desetiletí si jsou oba ekosystémy stále bližší. Apple původně vynikal uživatelskou přívětivostí systému, zatímco IBM PC se zaměřovalo zejména na maximalizování kompatibility mnoha součástí od různých výrobců, což celou platformu oddálilo laické veřejnosti. Dnes je možné nakonfigurovat Apple iMac, zatímco MS Windows 10 dnes dokáže bez větších problémů používat i člověk z jiného, než informačního oboru.

#### 4.1.1 Apple Magic Keyboard

Klávesnice Magic Keyboard je navržena v minimalistickém duchu. Tělo je vyrobeno ze slitiny hliníku a bílého polymeru ABS. Důraz je kladen na minimalizaci vnějších rozměrů, čehož je dosaženo zmenšením rámečku. Zdvih kláves je nízký, což v kombinaci s tenkým bočním profilem těla činí produkt v porovnání s konkurencí nezvykle nízký. Díky specifickému rozmístění kláves a mezerám mezi nimi není nutné profilovat jejich povrch. Pisatel se zde při psaní snadno orientuje. Zvolená grafika všech znaků je velmi minimalistická a střídá. Senzory Scissor Switch zajišťují hladký a přesný chod kláves při stisku. Vyrábí se ve dvou variantách – s alfanumerickým blokem a bez něj. Jde již o čtvrtou generaci, první byla uvedena v roce 2005 a největší změny se odehrály v použitých technologiích. Poslední varianta snížila počet baterií z původních 4 na 2 a s Mac nebo PC se páruje pomocí Bluetooth nebo USB Lighting konektoru (Apple Inc, 2016b).



*Ilustrace 42 Apple Magic Keyboard 2014, boční pohled*



*Ilustrace 43 Apple Magic Keyboard 2014, horní pohled*

## 4.2 Logitech

Švýcarská společnost Logitech je jedním z největších výrobců periferií HCI pro PC. Disponuje velmi širokým portfoliem čítajícím desítky PC myši a klávesnic v cenových hladinách od stovek po tisíce korun, ale také specializované herní ovladače, reproduktory web kamery a prezentéry. V průběhu vzniku této práce se portfolio několikrát aktualizovalo.

### 4.2.1 Logitech K120

Model K120 spadá do kategorie kancelářských klávesnic. Vzhledem k tlaku na co nejnižší cenu je návrh jednoduchý, s minimálním počtem invenčních prvků. Zdvih kláves z černého polymeru je střední, neobsahuje podsvícení ani multimediální klávesy. Spodní hrana těla je konvexně prohnutá, díky čemuž jsou mezerík a systémové klávesy zvětšeny (Logitech, 2018a).



*Ilustrace 44 Kancelářská klávesnice Logitech K120*

## 4.2.2 Logitech Wireless Desktop MK270

Multimediální set Wireless Desktop MK270 je především určen pro domácí použití. Obsahuje klávesnici i myš, k PC se připojuje pomocí bezdrátového připojení na rádiové frekvenci, nebo za pomoci USB. Tvarosloví je kubické, kombinující kontrastní matnou a lesklou povrchovou úpravu těla klávesnice. Multimediální funkce jsou ovládány pomocí specializovaných tlačítek umístěných nad řadou systémových kláves F1 – F12 (Logitech, 2018b).



*Ilustrace 45 Multimediální klávesnice Logitech MK270*

## 4.2.3 Logitech K400

Klávesnice K400 byla vyvinuta pro ovládání HTPC. Do těla klávesnice byl integrován touchpad, což umožňuje pohodlnější ovládání z pohovky, než za pomoci PC myši. Klávesy s nízkým zdvihem jsou podsvíceny, chybí numerický blok. Klávesnice se připojuje bezdrátově prostřednictvím bluetooth nebo rádiových vln. Tělo je vyrobeno z polymeru imitujícího kovový materiál, designérské pojetí preferuje minimalismus (Logitech, 2018c).



*Ilustrace 46 Logitech K400*

## 4.2.4 Logitech G910

Klávesnice s označením G910 je vrcholovým modelem řady herních klávesnic Logitech. Agresivně pojatý styling klávesnice působí expresivně. Tlačítka využívají mechanických spínačů s lineárním chodem a RGB podsvícením

schopným dle výrobce zobrazit 16,8 milionu barev. V porovnání se standardními klávesnicemi je G910 rozšířena o 9 programovatelných kláves. U předcházejících modelů byl zahrnut i multifunkční displej. Ten je zde nahrazen dokovacím slotem pro chytrý telefon s OS Android nebo iOS, který se spáruje s klávesnicí pomocí bluetooth a díky speciální aplikaci může zobrazovat různé údaje informativního charakteru (Logitech, 2018d).



*Ilustrace 47 Herní klávesnice Logitech G910*

#### **4.2.5 Logitech G13 Advanced Gameboard**

G13 Advanced Gameboard není plnohodnotnou klávesnicí, je zaměřena na hráče PC her. Obsahuje 25 programovatelných kláves a joystick ovládaný palcem. Je určena k ovládání levou rukou. V horní části je umístěn displej, který s pomocí speciální aplikace zobrazuje vybrané informace. Ve spodní části je gelová podložka sloužící pro podporu zápěstí. Jde o neobvyklou koncepci, která však díky nízkému počtu kláves není použitelná pro zadávání textu. Výroba probíhala v letech 2008 – 2017 (Logitech, 2016).



*Ilustrace 48 Logitech G13*

## 4.3 Microsoft

Společnost Microsoft se kromě operačních systémů a aplikací dlouhodobě věnuje i produkci periférií pro PC a klade důraz především na ergonomii. Některé její produkty, jako například Microsoft IntelliMouse, získaly v IT kruzích téměř kultovní status. Portfolio společnosti dnes obsahuje 11 modelů, od konvenčně pojaté MS Wireless Desktop 900 až po vizionářskou MS Sculpt Ergonomic Desktop.

### 4.3.1 Microsoft Natural Ergonomic Keyboard 4000

MS Natural Ergonomic Keyboard 4000 je ve výrobě již od roku 2005. Jde o čtvrtou generaci série Natural Ergonomic, kde první zástupce MS Natural Keyboard V1 byl uveden v roce 1998. Série je typická rozdělením alfanumerického bloku na dvě části pro levou a pravou ruku. Tělo je konvexně tvarováno tak, aby lépe odpovídalo přirozené poloze rukou uživatele. Obsahuje multimediální klávesy a svou povahou je tedy spíše určeno do domácností. Zdvih kláves je střední (Microsoft, 2016c).



*Ilustrace 49 Microsoft Natural Ergonomic Keyboard 4000*

### 4.3.2 Microsoft Sculpt Ergonomic Desktop

Set Sculpt Ergonomic Desktop ideově navazuje na výše zmíněný model Natural Ergonomic Keyboard 4000. Alfanumerický blok je rozčleněn na dvě části, vzniklá mezera není vyplněna. Numerický blok byl oddělen, nyní tvoří samostatnou periférii. Klávesy mají nízký zdvih. Součástí těla je neoddělitelná elastická opora zápěstí. Klávesnici je možné naklopit směrem od uživatele (v tom případě se mezerník nachází výš než klávesa Escape), což je dle současných zjištění přívětivější. Design klávesnice ale i celého setu, který obsahuje PC myš, působí svěže ((Microsoft, 2016d).



*Ilustrace 50 Microsoft Sculpt Ergonomic Desktop*

#### **4.4 WolfKing Timberwolf**

Existují desítky drobných výrobců, kteří se zaměřují na produkci specializovaných herních klávesnic. Tyto klávesnice obsahují programovatelné klávesy a využívají mechanické spínače kláves, které disponují dlouhou životností i při nadměrném namáhání typickém při hraní her. Jedním z mnoha zástupců je WolfKing. Ten u svého modelu Timberwolf přišel s dalším přidaným blokem kláves nacházejícím se vlevo od alfanumerického bloku. Klávesy jsou na něm sestaveny do kruhu, takže jsou snadno dosažitelné. Numerický blok se na klávesnici nenachází vůbec. Design odpovídá období vzniku klávesnice – vyráběla se od roku 2005 do roku 2016 (Wolfking Inc., 2015).



*Ilustrace 51 Wolfking Timberwolf*

## 4.5 Art. Lebedev studio

Moskevské designéřské studio Art. Lebedev přistoupilo k designu PC klávesnice odvážněji a vizionářsky. Vznikla klávesnice Optimus Maximus, která je unikátní zabudováním miniaturního OLED displeje do každé klávesy. Toto řešení umožňuje libovolné zobrazení znaků nebo ikon, což je praktické například při používání klávesových zkratk. Při stisku Ctrl se mohou na klávesách objevit funkce. Možná je například okamžitá změna fontu apod.

Nalevo od numerického bloku se nachází 10 programovatelných kláves, které mohou například spouštět zvolené aplikace, přičemž jsou na nich zobrazeny jejich ikony. Díky použití OLED není nutné klávesy podsvěcovat – svítí samotné displeje. Tvarosloví je minimalistické. Protože bylo zachováno vzájemné posunutí řad, ale výroba displejů mnoha různých velikostí by byla příliš nákladná, klávesy alfanumerického bloku nejsou po jeho stranách ukončeny souběžně, což dává klávesnici svébytný výraz (Art Lebedev Studio, 2016).



*Ilustrace 52 Art Lebedev Optimus Maximus*



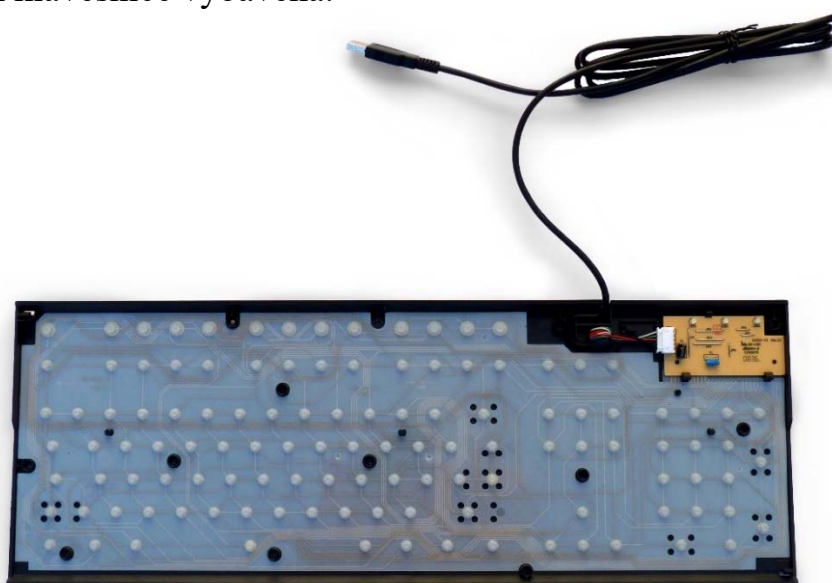
## 4.6 Konstrukce konvenčních počítačových klávesnic



*Ilustrace 53 Klávesnice Fujitsu Siemens*

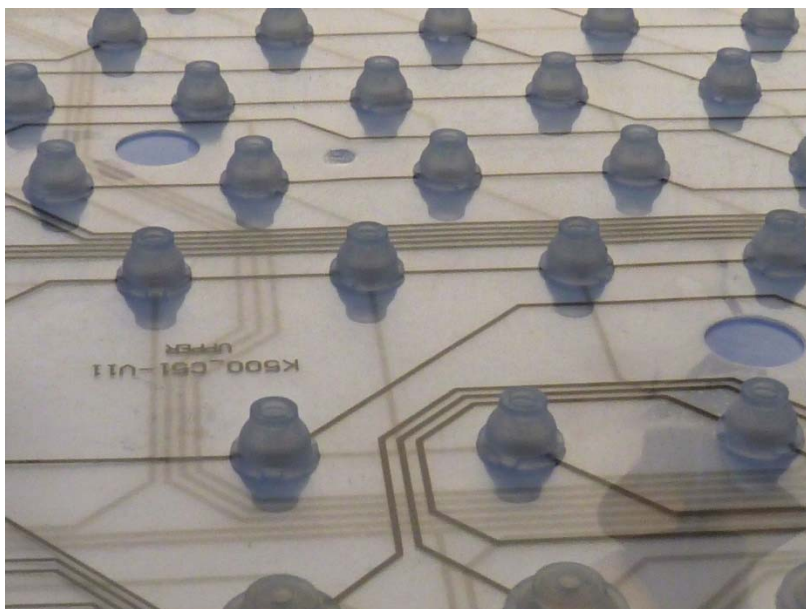
Konstrukce standardní PC klávesnice se skládá z několika vrstev. Spodní část je vyrobena z polymerního materiálu, nejčastěji ABS, případně z kovu. Jejím účelem je ochránit elektronické součásti před fyzickým poškozením a zamezit vniknutí prachu a nečistot. Běžně jsou do ní vsazeny polohovatelné nožky sloužící k nastavení sklonu klávesnice.

Následující vrstva je vyrobena z folie, na které je nanese část plošných spojů. V pravém horním rohu je umístěna pevná deska plošných spojů, pomocí které je zajištěna komunikace klávesnice s PC. Obsahuje indikační diody signalizující uživateli aktivitu přepínatelných režimů klávesnice, obvykle Scroll Lock, Num Lock a Caps Lock. Integrovan je zde i rádiový nebo Bluetooth vysílač, pokud je jím klávesnice vybavena.



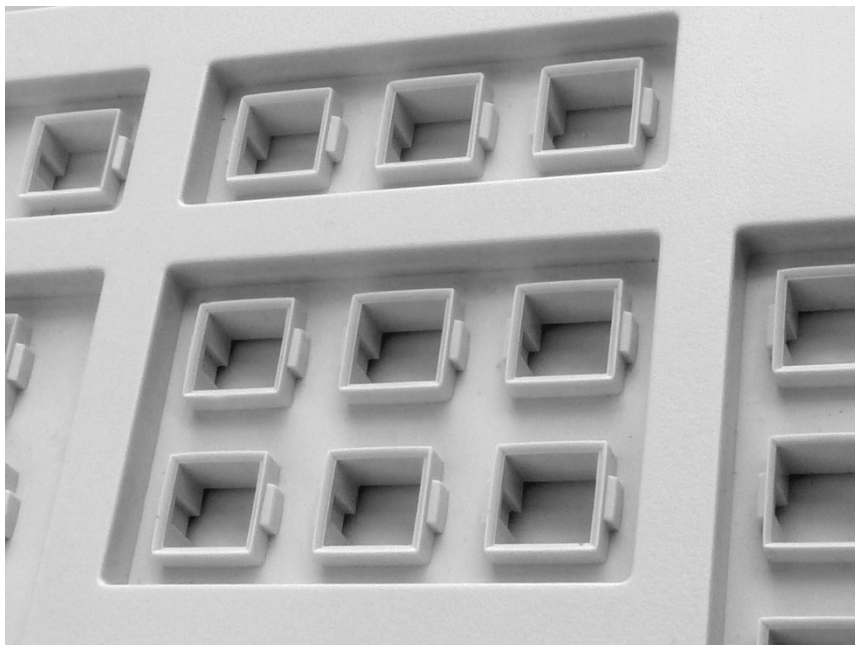
*Ilustrace 54 Vnitřní konstrukce klávesnice*

Elastická vrstva je celou svou plochou v přímém kontaktu s fólií. Jsou na ni nanесeny další tištěné spoje. Obsahuje pružné válcovité výstupky, které svým rozmístěním odpovídají rozmístění kláves. Jejich účelem je po zmáčknutí vrátit klávesu do původní polohy. Pomocí kovové plošky na spodní straně výstupku dojde k propojení obvodu, odeslání konkrétního signálu do deskového plošného spoje a následně do PC.



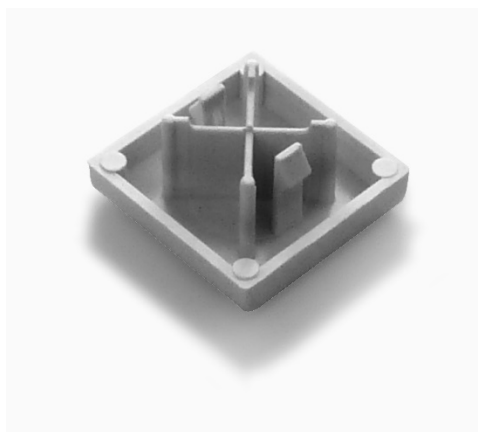
*Ilustrace 55 Plošné spoje*

Plošné spoje klávesnice jsou zakryty svrchním dílem z polymerního materiálu, opět nejčastěji ABS, ve kterém jsou vytvarovány profilace a otvory. Profilace zpevňují kryt a současně svým tvarem respektují bloky kláves. Do otvorů jsou vsazeny klávesy, jejichž přesný chod je zajištěn drážkami.



*Ilustrace 56 Vodicí drážky zajišťující správný chod kláves*

Klávesy jsou vyrobeny z ABS se speciální příměsí umožňující jejich potisk řízenou degradací materiálu pomocí osvětlení laserem. Takto vyrobený potisk zasahuje do hloubky kláves, a proto je trvanlivější než jiné technologie. Klávesy jsou na horní straně konkávně prohnuté, což usnadňuje haptickou orientaci uživatele při zadávání textu. Ze spodní strany vystupuje kříž, který dosedá na válcový výstupek elastické drážky a zobáčky zajišťující klávesu proti vypadnutí.



*Ilustrace 57 Klávesa - konstrukční detail*

## **5 Analýza obdobných produktů**

Současný trh nabízí klávesnice primárně orientované na ergonomii. Dají se rozčlenit do dvou kategorií, ergonomických klávesnic a klávesnic ovládaných jednou rukou. Zástupci první kategorie jsou periférie, které jsou navrženy pro ovládání prostřednictvím obou rukou, ale využívají rozložení a principů, které se výrazně odlišují od konvenčních periférií. Tato kategorie obsahuje HCI periférie, které jsou určeny běžným uživatelům a obsahují ergonomická řešení, která jsou aplikovatelná i pro osoby s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční. Název druhé kategorie pak mluví sám za sebe. Jde o klávesnice navržené výhradně pro ovládání jednou rukou. Patří sem klávesnice určené pro připojení k mobilním zařízením, ale i HCI periférie navržené s ohledem na handicapované uživatele.

### **5.1 Ergonomické klávesnice**

V této kategorii jsou zařazeny klávesnice, které se vyznačují preferováním ergonomie nad ekonomickou a estetickou stránkou produktu. Snaží se maximálně respektovat anatomii lidské ruky, čehož dosahují například výrazným tvarováním těla klávesnice, členěním alfanumerického bloku nebo použitím odlišného rozložení znaků.

Ačkoliv klávesnice s nekonvenčním designem zohledňujícím ergonomické požadavky nabízejí bezpečnější držení těla, jejich implementaci brání snížení produktivity. Předmětem studie *Effects of vertical keyboard design on typing*

performance, user comfort and muscle tension bylo posouzení vlivu tréninku na efektivitu používání dvou ergonomických klávesnic (Maltron a Goldtouch). Třicet dobrovolníků (20 trénovaných, 10 netrénovaných) provedlo přepis standardizovaného textu na každé z klávesnic. Pohyb zápěstí, použitá síla, elektromyografie (EMG) a rychlost zadávání znaků byly průběžně měřeny. Jednosměrná analýza rozptylu (ANOVA) opakovaným měřením odhalila, že trénink citelně snížil vyvinutou sílu u obou typů klávesnic. Trénink také zvýšil rychlost psaní a snížil chybovost, ale neovlivnil pohyb zápěstí a EMG svalovou aktivitu. Vzhledem k faktu, že nárůst výkonnosti uživatelů nezpůsobil vyšší svalovou aktivitu, zmíněné ergonomické klávesnice mohou představovat řešení pro omezení výskytu muskuloskeletálních problémů spojených s psaním na klávesnici (Fagarasanu, Kumar a Narayan, 2005, s. 509 – 516).

Cílem studie *The impact of keyboard design on comfort and productivity in a text-entry task* bylo poskytnout data o efektivnosti určitých alternativních přístupů k designu klávesnic (jako například na poloviny rozdělená klávesnice) pro snížení únavy a muskuloskeletálního nepohodlí mezi uživateli osobních počítačů. Studie také prozkoumala efekt těchto návrhů na výkon (rychlost a přesnost zadávání znaků). Padesát subjektů se podrobilo jednodennímu testu zadávání textu pomocí standardní klávesnice, poté jim byla přiřazena jedna z pěti variant alternativních klávesnic na zkušební dobu dvou dnů. Výsledky indikovaly mírný pokles produktivity, který však ke konci měřeného období vymizel. Také bylo zjištěno, že se významně nezvýšila únava či nepohodlí subjektů. Výsledky této studie tedy poukázaly na minimální dopad nestandardního designu na produktivitu ani na komfort a únavu (Swanson, Galinsky, Cole, Pan a Sauter, 1997, s. 9 – 16).

### **5.1.1 MALTRON Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard**

Britská společnost Maltron se zaměřuje na produkci vysoce specializovaných klávesnic zejména pro handicapované. Portfolio obsahuje i klávesnici ovládanou oběma rukama nazvanou L90 Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard.

Klávesy jsou rozčleněny do pěti částí. Konkávně tvarované bloky po stranách jsou ovládány dlouhými prsty a obsahují alfanumerické znaky a interpunkční znaménka. Bloky jsou prohnuty ve dvou osách, vytvářejí tedy kulovitý povrch. Palce v uvolněné poloze spočívají na klávesách mezerník a písmeno E ve dvou menších blocích umístěných blíže ke středu klávesnice. Součástí těchto bloků jsou systémové klávesy pro používání klávesových zkratk a směrové klávesy pro pohyb v textu. Ve středu se nachází numerický blok a další systémové klávesy. Díky rozdělení alfanumerického bloku a umístění vzniklých částí po stranách klávesnice jsou ruce během psaní v přirozenější poloze. Nesměřují k sobě, nýbrž souběžně směřují vpřed.

Díky designu klávesnice působí mnohem víc jako zdravotnické zařízení, než jako masový produkt, ať už je určený pro práci do kanceláře, nebo do domácnosti pro konzumování multimediálního obsahu. Klávesy sestavené v kulovitých plochách jsou samy o sobě čtvercové, čímž mezi nimi vznikají nepravidelné mezery. To snižuje nepříliš působivý dojem z designu klávesnice a jejího provedení. Samotné tělo klávesnice je překryto jediným, bohatě zprohýbaným dílem. Nálepka s archaickým logem společnosti jasně deklaruje, že veškeré prostředky byly investovány do vývoje maximálně ergonomického zařízení (Maltron Ltd. 2014b).



*Ilustrace 58 MALTRON Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard*

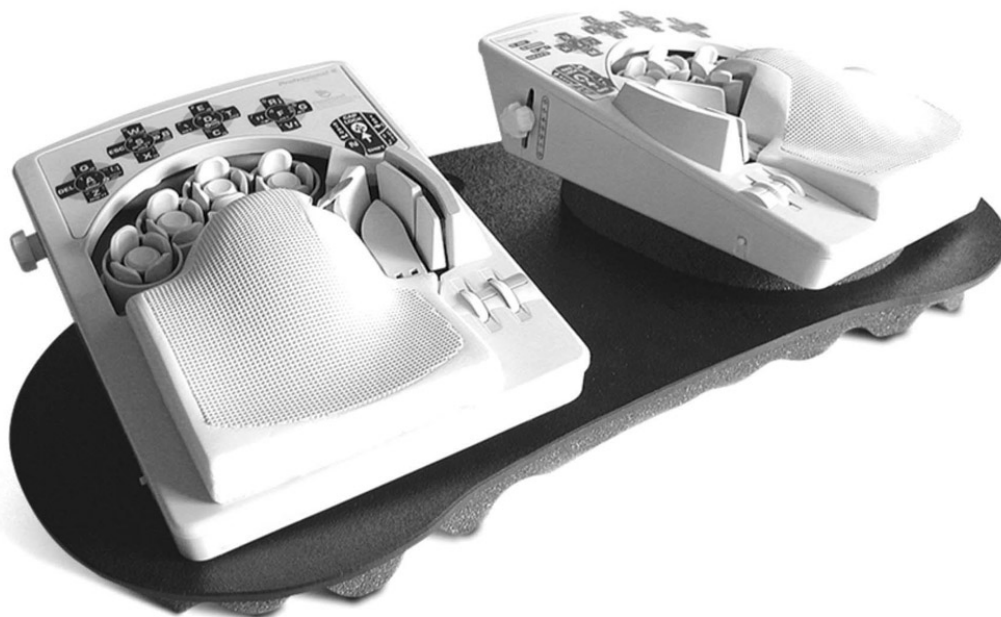
### **5.1.2 Datahand Ergonomic Keyboard**

Datahand Ergonomic Keyboard se svou konstrukcí velmi výrazně odlišuje od běžných klávesnic. Klávesy jsou soustředěny do 8 křížů pro dlouhé prsty, každý obsahující 5 kláves. Celý princip vychází ze snahy co nejvíce minimalizovat pohyb prstů. Klávesy v kříži se ovládají pohybem prstu vpřed, vzad, vlevo, vpravo a dolů. Palce ovládají systémové klávesy a přepínají funkce ostatních kláves, díky tomu má každé jednotlivé tlačítko až 4 funkce (ErgonomicKeyboards.com, 2016).

Klávesnice dle informací výrobce zachovává rozložení QWERTY, ale díky zcela jinému konceptu klávesnice je uživatel nucen naučit se klávesnici správně používat. K usnadnění orientace jsou nad jednotlivými kříži zobrazeny funkce všech kláves ve všech módech.

Tělo klávesnice je rozděleno do dvou celků pro levou a pravou ruku. Je dodáváno s podložkou, na kterou je možné oba bloky připevnit. Lze je však

umístit libovolně, například přímo na područky kancelářské židle. Součástí obou bloků jsou opory dlaně, které jsou potaženy perforovaným materiálem omezujícím pocení.



*Ilustrace 59 Datahand Ergonomic Keyboard*

Záměr minimalizovat pohyb prstů a zápěstí je v tomto případě skutečně maximálně dodržen. Námaha zápěstí je minimalizována nejen při psaní, ale i při provádění dalších úkonů. Jeden z křížů po přepnutí do speciálního módu slouží k ovládání kurzoru namísto PC myši. Jednotlivé kříže se dají výškově polohovat, aby co nejlépe respektovaly anatomii rukou konkrétního uživatele. Zahrnuta je i možnost přemapování rozložení, avšak paměť klávesnice dokáže zaznamenat pouze 5 změn, plně nastavitelná tedy není.

Pro ovládání jednou rukou tento systém není vhodný vzhledem k omezenému počtu kláves v jednotlivých křížích. Bylo by nutné jejich počet navýšit, což by vedlo k dalšímu snížení přehlednosti, a zřejmě by vzrostly jejich rozměry, nebo by se naopak zmenšily rozměry samotných kláves.

Diskutabilní je náročnost a namáhavost ovládání. Zatímco u standardní klávesnice prsty vykonávají pohyb nahoru, dopředu a dolů, v tomto případě přibývají pohyby do stran. Uživatelé, kteří mají s těmito produkty zkušenosti, uvádějí další nevýhody, mezi které patří například příliš křehká konstrukce kláves. Použité senzory jsou optické, což způsobuje nefunkčnost zařízení na přímém slunci. Kritizována je délka učení, která trvá nejméně měsíc konstantního používání klávesnice. Perforovaná část se velice rychle špiní a její čištění je náročné. Klávesnice se již nevyrábí, je možné ji zakoupit, avšak dnes se ceny pohybují kolem 2 000 € za kus (ErgonomicKeyboards.com, 2016).

### 5.1.3 Kinesis Advantage 2 Contoured Keyboard

Americká společnost Kinesis byla založena roku 1991 a podobně jako Maltron se soustředí na HCI periferie pro PC s velkým důrazem kladeným na ergonomii, komfort uživatele a vysokou produktivitu práce. V portfoliu výrobce se nacházejí tři modelové řady klávesnic s různými koncepcemi (Kinesis, 2014).



*Ilustrace 60 Kinesis Advantage 2 Contoured Keyboard*

Kinesis Advantage 2 Ergonomic Keyboard podobně, jako Maltron Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard disponuje alfanumerickým blokem rozděleným na dvě poloviny s klávesami tvořícími konkávní kulovité plochy umístěnými po stranách klávesnice. Palce také ovládají další dva menší bloky umístěné blíže středu těla klávesnice. V porovnání se zmíněným produktem společnosti Maltron zde chybí prostřední pátý blok s numerickou klávesnicí.

Rozložení QWERTY je zachováno, což usnadňuje a urychluje proces učení se práci s touto HCI periferií. Řady tlačítek nejsou navzájem posunuty, klávesy jsou rozmístěny v pravidelné mřížce. Je možné zakoupit i variantu s rozložením Dvorak. Klávesy, na kterých v uvolněné poloze spočívají dlouhé prsty, jsou barevně odlišeny. Design klávesnice působí konvenčnějším a profesionálnějším dojmem. Tělo je užší než u standardních klávesnic, zejména díky absenci numerického bloku a směrových šipek.

Pro správné používání přinášející nižší námahu rukou uživatele je nutné ovládat metodu psaní vše mi deseti prsty. V tom případě zápěstí zůstává stále ve stejné poloze. Klávesnice využívá mechanické spínače s vysokým zdvihem (Kinesis, 2014).

#### 5.1.4 Kinesis Freestyle 2 Solo Ergonomic USB Keyboard

Další klávesnicí od společnosti Kinesis je model s označením Freestyle 2 Solo Ergonomic USB Keyboard. Tento produkt je, co se jeho konstrukce týče, konzervativnější. Alfanumerický blok je rozdělen na dvě poloviny, ale klávesy sestaveny do horizontálně posunutých řad. Obě části jsou nastavitelné pomocí nožek umístěných na spodní straně. Po jejich vysunutí jsou obě části směrem od středu naklopeny. Díky tomu jsou ruce uživatele v přirozenější poloze, která tolik nenamáhá zápěstí při psaní. Ve své druhé poloze je možné zafixovat je horizontálně, podobně jako následující klávesnici Safetype keyboard. Uživatel v tomto případě nevidí na klávesy (Kinesis, 2016).



*Ilustrace 61 Kinesis Freestyle 2 Solo*

#### 5.1.5 Safetype Keyboard

Klávesnice Safetype Keyboard je klávesnice velmi neobvyklou konstrukcí. Alfanumerický blok, který je opět rozdělen do dvou částí pro levou a pravou ruku, je orientován horizontálně. Dle výrobce změna orientace snižuje námahu zápěstí. Rozložení vychází z QWERTY systému. Psaní na této klávesnici nejvíce připomíná hru na akordeon. Protože na klávesy není při psaní vidět, orientaci mají usnadnit zrcátka umístěná po stranách klávesnice. Výrobce se dopustil drobné chyby, potisk kláves měl být stranově převrácený, aby se v zrcátkách odrážel správně.

Design této klávesnice působí rozpačitě, spíše neintuitivně a v některých případech může bránit ve výhledu na displej PC. Nejnovější studie navíc prokázaly, že ačkoliv vertikálně orientované klávesnice a myši skutečně snižují námahu zápěstí, nemají vliv na vznik onemocnění karpálního tunelu. Aby se předešlo nesprávnému vychýlení zápěstí spjatému s používáním konvenční klávesnice, byla navržena vertikální rozdělená klávesnice s flexibilními



polštářky podpírajícími zápěstí, umožňující uvolněné držení dlaní a rukou uživatele. Během osmi dvoutýdenních třicetiminutových cvičení byly měřeny výkony a subjektivní komfort devíti zkušených uživatelů. Rychlost psaní a procentuální chybovost, elektromyografická aktivita šesti předloketních svalů a dvou posturálních byla zaznamenávána v oddělených sezeních vždy na konci týdne. Rychlost psaní dosáhla hodnoty 300 úhozů za minutu a procentuální chybovost byla podobná u obou klávesnic. Vertikální klávesnice snížila muskuloskeletální aktivitu, především u svalů prstů, nezvýšila námahu posturálních svalů a subjektivní komfort se také zvýšil. Používání vertikální klávesnice bylo snadno ovládnuto a bylo shledáno jako komfortní, přičemž se snížila námaha svalů citlivých na RSI (Van Galen, Liesker a de Haan, 2006, s. 99 – 107).



*Ilustrace 62 Safetype Keyboard*

### **5.1.6 WayTools Textblade**

Kompaktní klávesnice Textblade společnosti WayTools je také určena jako periferie k mobilním zařízením, např. tabletům a smartphonům. Kláves je celkem 9, jednou z nich je mezerník a 8 dalších, sloužících k psaní alfanumerických a interpunkčních symbolů, je rozděleno do dvou bloků. Klávesy umístěné po stranách obou bloků mají každá 6 zón stisku, které dokáží rozpoznat, klávesy uprostřed bloků pak disponují 3 zónami, což dohromady dává ekvivalent 37 tlačítek. Tento počet je ještě rozšířen o současný stisk s klávesou Shift. TextBlade neobsahuje všechny funkce standardní PC klávesnice.



*Ilustrace 63 WayTools Textblade*

### 5.1.7 Zhodnocení

Na základě poznatků z provedené analýzy byla sestavena tabulka porovnávající parametry vybraných klávesnic. Hodnoceno bylo pět modelů od čtyř výrobců. V každé kategorii mohly hodnocené produkty dosáhnout 0 – 10 bodů, kde 10 je nejvyšší možný výsledek, 0 nejnižší. Pro větší přehlednost je součástí hodnocení konvenční kancelářská klávesnice, se kterou jsou ostatní produkty srovnávány.

Kategorie byly zvoleny tak, aby co nejlépe odpovídaly problematice HCI periferií. Největší důraz je kladen na ergonomii, proto zde mohly jednotlivé produkty dosáhnout maximálně 40 bodů. Podkategoriemi jsou ergonomie těla klávesnice, ergonomie kláves, intuitivnost, neboli sémantičnost a doba nutná k osvojení ovládání klávesnice. Dalšími hodnocenými kategoriemi jsou počet funkcí, mechanická konstrukce a vizuální kultivovanost, jakožto další důležité součásti průmyslového designu. Porovnání dopadlo následovně:

	Ergonomie				Počet funkcí	Mechanická konstrukce	Vizuální kultivovanost	Celkem
	Tělo klávesnice	Klávesy	Intuitivnost	Proces učení				
Maltron Dual Hand	7	7	6	4	5	3	1	33
Datahand Ergonomic	9	8	1	1	3	1	8	31
Kinesis Advantage	8	6	5	5	4	5	7	40
Kinesis Freestyle Solo	7	5	5	5	5	5	5	37
Safetype Keyboard	7	5	2	2	5	2	2	25
Waytools Textblade	4	4	4	5	2	5	10	34
Konvenční klávesnice	5	5	5	5	5	5	5	35

Zatímco v ergonomických parametrech dosahují alternativní klávesnice vyšších hodnot, v ostatních kategoriích většinou nepřekonávají konvenční klávesnici. Ta dosáhla celkového součtu 35 bodů. Nejvyššího bodového ohodnocení získala klávesnice Kinesis Advantage Contured Keyboard, zejména díky nadprůměrným výsledkům v oblasti ergonomie a vizuální kultivovanosti návrhu. Druhého nejvyššího součtu dosáhla Kinesis Freestyle Solo, která zachovává všechny klady konvenční klávesnice a obohacuje je o široké možnosti polohovatelnosti těla klávesnice. Produkty Maltron Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard a Datahand Ergonomic Keyboard nedosáhly hodnocení konvenční klávesnice zejména vlivem nedostatečně propracované konstrukce. Nejnižšího výsledku dosáhla Safetype Keyboard, která používá kontroverzní vertikální uspořádání.

## 5.2 Klávesnice ovládané jednou rukou

Klávesnice ovládané jednou rukou se potýkají zejména s problémem, jak zajistit dosah na maximální počet kláves při minimálním pohybu a namáhání zápěstí. Není možné obsáhnout všech 102 kláves, proto je nutné volit kompromisní varianty, takové, které mají minimální vliv na efektivitu a chybovost při zadávání textu. Cílovou skupinou těchto produktů jsou handicapovaní s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční, ale také uživatelé vyžadující vysokou mobilitu nebo profesionálové pracující s programy vyžadujícími častou práci s PC myší.

### 5.2.1 Lenovo N5902

Klávesnice Lenovo N5902 byla navržena pro používání s HTPC multimediálním centrem. Celé zařízení je koncipováno spíše jako dálkový ovladač než jako klávesnice. Počet kláves byl zredukován, stejně jako jejich rozměry. Pro snadné nahmatání jsou klávesy vypouklé konvexně a jsou podsvícené, aby bylo zařízení použitelné i ve tmě, např. při sledování filmů. Na zařízení se píše palci, což sice není vhodné pro psaní delších textů, to ale v dané produktové oblasti není potřebné. Je tomu uzpůsoben tvar těla, který z ploché části s tlačítky přechází do úzkého madla, což usnadňuje zmíněné psaní pomocí palců. Do těla klávesnice je zabudován miniaturní trackpad, který nahrazuje myš (Lenovo, 2018).



*Ilustrace 64 Lenovo N5902*

## 5.2.2 FrogPad

Klávesnice FrogPad plně nahrazuje QWERTY klávesnici v anglické variantě, přičemž má skutečně miniaturní rozměry: 127 mm x 89 mm x 10 mm. Na klávesnici je 15 tlačítek pro zadávání znaků. Za pomoci přepínacích kláves, kterých je celkem 5 je možné napsat všechny znaky, které jsou na alfanumerickém bloku standardní klávesnice, ale také používat systémové klávesy F1 – F12, Tab, Caps Lock, Backspace, Delete apod.

Anglická abeceda má 26 písmen, klávesnice však obsahuje pouze 15 tlačítek. Nejfrekventovanější písmena jsou psána běžným stiskem, méně frekventovaná současným stiskem s mezeríkem, který je umístěn v pravém dolním rohu. Klávesnici je tedy vhodnější ovládat levou rukou. Dále jsou zde přepínací klávesy Symbol pro psaní symbolů a Number pro psaní čísel. Na klávesnici je možné dosáhnout rychlosti více, než 300 znaků za minutu. Konektivita je řešena pomocí Bluetooth a USB (Waters, 2016a).



*Ilustrace 65 Frogpad*

Psaní klávesových zkratk je také možné, ačkoliv poněkud komplikované. Pro aktivování funkce kopírování je nejprve třeba pomocí stisku dvou kláves aktivovat Ctrl, poté opět pomocí dvou kláves písmeno C. Avšak vzhledem k rozměrům a počtu kláves a celkové koncepci klávesnice jako doplňku k mobilním zařízením je tento přístup akceptovatelný (Waters, 2016a).

Zvolené řešení je sice kompromisní, ale to nutně neznamená, že by bylo v kontextu zacílení produktu špatné. Klávesnice FrogPad přes miniaturní rozměry poskytuje nadstandardní ergonomii a efektivitu zadávání textu při psaní jednou rukou.

## 5.2.3 BAT keyboard

Klávesnice pro jednu ruku BAT keyboard minimalizuje počet kláves a jde v tomto ohledu mnohem dál než zmíněná klávesnice FrogPad. Celkem je přítomno 7 kláves, přičemž je možné napsat veškeré znaky, které jsou na běžné

QWERTY klávesnici. Součástí klávesnice je opora zápěstí. Klávesnice se vyrábí ve dvou variantách – pro levou a pravou ruku (Waters, 2016b).

Klávesnice je rozdělena na 2 bloky. První obsahuje 4 klávesy, každou ovládá jeden dlouhý prst. Druhý blok je ovládaný palcem, obsahuje 3 klávesy. Výhodou je nejvyšší dosažitelná redukce pohybu zápěstí a dlouhých prstů. Jednotlivé znaky se píšou pomocí současného stisku několika kláves najednou. Na klávesnici nejsou přítomny žádné informace o tom, jak který znak napsat. Vše si musí pamatovat uživatel.



*Ilustrace 66 Klávesnice pro jednu ruku BAT keyboard*

#### **5.2.4 Maltron Single Hand Keyboard**

Klávesnice pro jednu ruku Maltron Single Hand Keyboard je zástupcem kategorie periférií přímo specializovaných na handicapované uživatele s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční (Maltron Ltd., 2014c).

Podobně jako výše zmíněný produkt Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard stejné společnosti je design klávesnice zcela podřízen ergonomii, což se podepsalo na jeho estetice.

Konstrukce je výhradně podřízena ovládní jednou rukou. Klávesy jsou rozčleněny do 4 bloků. Alfnumerický blok ve tvaru konkávní polokoule je umístěn a na straně těla klávesnice a ovládá se dlouhými prsty. Vedle něj se nachází blok ovládaný palcem, který je prohnutý válcově. Na něm jsou umístěny klávesy s funkcemi Enter, Shift, Caps Lock, Ctrl, Alt, mezerník, Page Up, Page Down, směrové šipky a písmeno U. Na druhém kraji těla se nachází numerický blok, obsahující kromě čísel i další systémové klávesy, který je plochý. Na horní hraně klávesnice jsou umístěny systémové klávesy F1 – F12, Pause a Scroll Lock.



*Ilustrace 67 Maltron Single Hand Keyboard*

Vzhledem k maximálnímu důrazu na ergonomii se klávesnice vyrábí ve variantách pro levou a pravou ruku. Bez větších kompromisů totiž nelze navrhnout jednu klávesnici pro ovládání levou i pravou rukou. Díky vyklenutí alfanumerického bloku měří klávesnice v nejvyšším bodě 120 mm.

Cena Maltron Single Hand Keyboard dosahuje 10 000 Kč (295 £), čemuž neodpovídá její design a kvalita zpracování. Klávesy působí jako by byly rozmístěny spíš nahodile, ačkoliv používají kvalitní mechanické spínače. Barevné provedení používá kombinaci tmavě šedého těla a světle šedých kláves doplněných o žluté klávesy F1 – F12. Ty se téměř nepoužívají, jsou zvýrazněny poněkud nevhodně. Po těle klávesnice se v nepravidelných uskupeních nacházejí indikační LED diody různých barev. Celé zařízení má charakter funkčního prototypu.

### **5.2.5 Zhodnocení**

Na základě poznatků z provedené analýzy byla opět sestavena tabulka porovnávající parametry vybraných klávesnic. Hodnoceno bylo pět modelů pěti výrobců. V každé kategorii mohly hodnocené produkty dosáhnout 0 – 10 bodů, kde 10 je nejvyšší možný výsledek, 0 nejnižší. Pro větší přehlednost je součástí hodnocení Half-QWERTY klávesnice, se kterou jsou ostatní produkty srovnávány. Není možné porovnávat ergonomické klávesnice pro jednu ruku s klávesnicemi pro dvě ruce, které jsou jednou rukou prakticky neovladatelné.

Kategorie byly zvoleny stejně jako v předchozím zhodnocení ergonomických klávesnic. Jednotlivé produkty mohly dosáhnout maximálně 40 bodů. Podkategoriemi jsou ergonomie těla klávesnice, ergonomie kláves, intuitivnost neboli sémantičnost a doba nutná k osvojení ovládnutí klávesnice. Dalšími hodnocenými kategoriemi jsou počet funkcí, mechanická konstrukce a vizuální kultivovanost, jakožto další důležité součásti průmyslového designu. Porovnání dopadlo následovně:

	Ergonomie				Počet funkcí	Mechanická konstrukce	Vizuální kultivovanost	Celkem
	Tělo klávesnice	Klávesy	Intuitivnost	Proces učení				
Lenovo N5902	2	3	5	5	3	3	7	28
FrogPad	5	5	4	3	4	5	8	34
BAT keyboard	10	8	0	0	5	5	1	29
Maltron Single H.	7	7	6	4	5	3	1	33
Half-QWERTY	5	5	5	5	5	5	5	35

Žádné z hodnocených klávesnic se nepodařilo překonat konvenční klávesnici s rozložením Half-QWERTY. Paradoxně se jí nejvíce přiblížila mobilní klávesnice FrogPad, která je určena primárně pro mobilní zařízení, zejména díky vizuální kultivovanosti. Maltron Single Hand Keyboard pak dosáhla nejvyššího zisku v oblasti ergonomie, ale vlivem rozporuplného provedení a zcela absentujících vizuálních kvalit obdržela až třetí nejvyšší bodové hodnocení. Optimálním řešením by mělo kombinovat klady obou zmíněných klávesnic.

## 6 Navrhované řešení

Přímo k danému tématu designu periferie pro komunikaci s osobním počítačem se zvláštním zřetelem na tělesně postižené neexistuje žádná literatura, Využity byly publikace zabývající se designem obecně, a také ty, které se zvoleného tématu dotýkají. Proto jsou zahrnuty zejména publikace zabývající se jednak obecnými pravidly pro design a ergonomii ale i ty, které pojednávají o standardních i neobvyklých periferiích pro komunikaci s osobním počítačem. Jsou psány z pohledu mnoha rozličných oborů, jakými jsou například ergonomie, psychologie a zdravotnictví.

Jedním z inspiračních zdrojů při návrhu tvaru klávesnice je kniha Design pro každý den od Donalda A. Normana, která se zabývá designem a ergonomií obecně. Autor se tématu věnuje již řadu let a popisuje své zkušenosti jakožto odborník na sémantiku v průmyslovém designu. Zdůrazňuje, že je nezbytné, aby produkt svým tvarem jasně naznačoval svou funkci, díky čemuž by byl snadno

pochopitelný a eliminoval by tak nepohodlí či frustraci uživatele nebo dokonce možnost vzniku nehod (Norman, 2010, s. 9, 36 – 41). Zároveň musí být i funkční, a pokud je to ku prospěchu věci, přinést vhodné změny, které zajistí snadnější použití navrženého předmětu. Aplikací Normanových myšlenek na problematiku designu klávesnice vyplývá, že tento má být maximálně přehledný, aby tak zamezil vzniku chyb. Na druhou stranu nesmí přejímat již přežitá konvence, například rozmístění jednotlivých znaků na úkor efektivity nebo vyššího rizika vzniku RSI. Takzvané QWERTY rozmístění znaků na klávesnici je totiž navrženo tak, aby se pohodlně ovládalo deseti, nikoliv pěti prsty.

Stejný autor navazuje na předešlou publikaci knihou *Design of Future Things*, ve které se zabývá takzvanou umělou inteligencí současných produktů. Tvrdí, že dialog mezi člověkem a jeho nástrojem je nepřípustný, což prezentuje pomocí řady příkladů. Jde o rozvinutí jeho předchozí teorie sémantického designu, opět je zdůrazněna důležitost čitelnosti významu ovládacích prvků produktu. Uživatel by si při komfortním používání produktu neměl klást otázky typu: „k čemu to slouží?“ nebo „co asi dělá tenhle knoflík?“ a podobně (Norman, 2007, s. 23 – 38).

Design klávesnice vychází z předešlé práce nazvané *Klávesnice pro jednu ruku* (Puchta, 2011, s. 72 - 74). Původní návrh obsahoval 45 obdélníkových kláves. Součástí byla opora zápěstí s nastavitelnou vzdáleností vůči klávesové části, která byla prohnutá, aby byla zkrácena vzdálenost mezi první a poslední řadou kláves. Elektronická část zajišťující komunikaci s PC byla nainstalována v opoře zápěstí.



*Ilustrace 68 Klávesnice pro jednu ruku – nefunkční model*



Pro tuto klávesnici byly navrženy dvě rozložení znaků, a to v české a anglické variantě, které vycházely z četnosti výskytu znaků v česky a anglicky psaném textu. Návrh počítal s variantou pro levou a pro pravou ruku.



*Ilustrace 69 České rozložení znaků pro pravou ruku*



*Ilustrace 70 Anglické rozložení znaků pro levou ruku*

## 6.1 Design periferie

Celková koncepce designu je založena na zjištěních získaných z předešlých analýz. Klávesnice je navržena výhradně pro ovládání jednou rukou. Velmi žádoucí je důkladnější využití palce uživatele, který je u standardních klávesnic upozaděn a ovládá pouze mezerník. To je umožněno zejména díky vzájemné nastavitelné vzdálenosti mezi dvěma bloky kláves, protože je zajištěn lepší dosah palce uživatelů s různě velkými dlaněmi. Uživatel s menší dlaní si může posunout klávesovou část blíž k podpoře zápěstí, což mu umožní dosáhnout i na

nejvzdálenější řadu a sloupec klávesnice. Palec spočívá na mezerníku a systémových klávesách (shift, ctrl, alt, fn, num), dlouhé prsty ovládají zbylá tlačítka. Těch je oproti konvenční klávesnici výrazně méně (konkrétně 52), aby bylo možné na ně pohodlně dosáhnout.

V porovnání s již existujícími produkty stejného zaměření návrh klávesnice umožňuje vysokou míru individualizace, zprostředkovanou skrz možnost uzpůsobení rozložení alfanumerických znaků zcela dle představ a požadavků uživatele. Z důvodu snížení počtu kláves není možné zcela převzít standardizovaná rozložení, např. QWERTY nebo DSK. Bylo by možné využít systém Half-QWERTY, ten je ale optimalizován pro standardní klávesnice. Vzhledem k tomu, že návrh obsahuje jednu řadu kláves v alfanumerickém bloku navíc, není Half-QWERTY nejefektivnějším možným rozložením, ale pokud je na něj již uživatel zvyklý, je možné jej na klávesnici nastavit. Efektivnější variantou je využití individuálně nastaveného rozložení, které navíc může reflektovat například další handicap uživatele, např. nižší pohyblivost prstů apod.

Vzhledem k tomu, že palec ovládá vlastní blok kláves, bylo možné využít horizontální řadu nejbližší k uživateli také pro alfanumerické a interpunkční znaky. Vzhledem k její vzdálenosti vedoucí k vyšší námaze jsou zde umístěny nejméně frekventované znaky.

Jednou ze zásadních otázek při návrhu klávesnice pro jednu ruku bylo, zda je možné ji pohodlně ovládat navzdory výrazně nižšímu počtu tlačítek. Jedna klávesa obsahuje až čtyři funkce. Existuje několik variant, jak jednotlivé funkce aktivovat. Například je možné detekovat, na kterém místě byla klávesa stisknuta nebo jakou silou. Výzkum, jehož výsledky byly publikovány v článku zvaném Design and evaluation of small, linear QWERTY keyboards, se zabýval, jak jeho název napovídá, designem miniaturních klávesnic.

Hlavní výhodou takto řešených klávesnic je úspora místa, vhodná zejména pro mobilní zařízení, kde je důraz kladen na maximální možné rozměry displeje. V této studii byly vyvinuty 4 rozdílné varianty, které se od konvenční klávesnice lišily jak rozměry, tak rozložením znaků. Cílem studie bylo zhodnotit rychlost zadávání znaků, přesnost, komfort těchto čtyř miniaturních klávesnic. Výzkumu se zúčastnilo 16 „rychle píšících“ a 16 „pomalu píšících“ uživatelů. Jako nejúspěšnější se ukázala klávesnice s obdélníkovými klávesami sdružujícími vždy 3 znaky, s oddělenými klávesami pro číslice, když byla vyhodnocena jako nejrychlejší, nejpohodlnější a nejoblíbenější mezi účastníky testu.

Nejnižší chybovosti bylo dosaženo na klávesnici se čtvercovými klávesami, obsahujícími vždy čtyři znaky, kdy klávesnice dokázala detekovat, ve kterém

rohu byla klávesa zmáčknuta a podle toho aktivovala danou funkci. Pokud byla klávesa stisknuta v levém horním rohu vyvolala jinou funkci, než kdyby došlo ke stisku v levém dolním rohu a podobně. Navržené klávesnice byly menších rozměrů než konvenční, ale rychlost zadávání znaků byla nižší. Tento výzkum ověřil možnost umístit na jednu klávesu více znaků. Současně bylo zjištěno, že není vhodné, aby jedna samostatná klávesa měla více poloh nebo způsobů stisku, což uživatele mate a zpomaluje (Hsiao, Wu a Chen, 2013, s. 655 – 662).

### **6.1.1 Obouruká varianta**

Další otázkou bylo, zda se pokusit vyvinout tvar klávesnice, který by byl vhodný pro ovládání levou i pravou rukou současně. Přínosem takového řešení by jednoznačně byla úspora nákladů na vývoj a výrobu, tedy i koncovou cenu pro uživatele. Přínos návrhu jednoho tvarového řešení pro levou ruku a druhého, zrcadlově obráceného, pro pravou spočívá v ergonomii. I v případě, že by obojetná klávesnice byla programovatelná, takže by bylo možné přizpůsobit rozložení znaků levé či pravé ruce, klávesy ovládané palcem by bylo nutné zdvojit a umístit po obou stranách alfanumerického bloku.

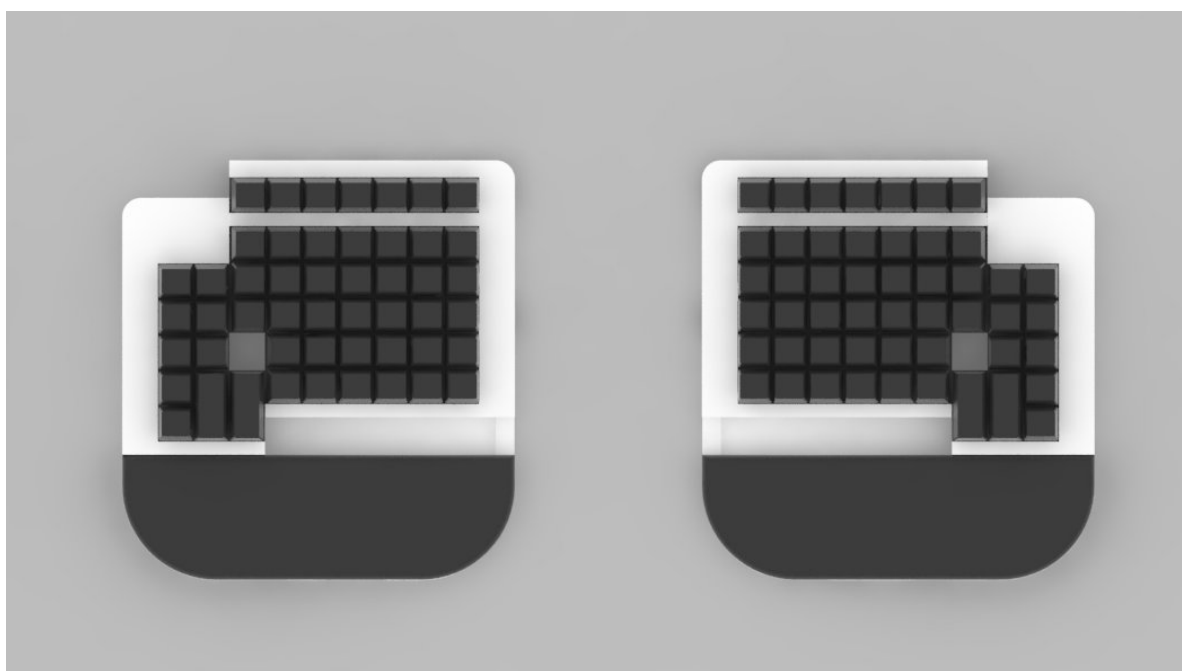
Snížení pohybu zápěstí a námahy při zadávání textu lze dosáhnout sklonem klávesnice ve směru od ukazováku k malíku, tedy sklonu otočeného o 90° vůči standardně používanému. Ten není možné aplikovat na obojetnou jednorukou klávesnici pevně, bylo by nutno zahrnout polohovací mechanismus umožňující změnu směru náklonu.

Vzhledem k zacílení produktu na uživatele využívající PC profesionálně a intenzivně se v tomto případě jeví jako vhodnější varianta návrh klávesnice zvlášť pro levou a zvlášť pro pravou ruku.

## **6.2 Prototypy**

Navrhovaný prototyp je ovládán jednou rukou a je vyroben ve dvou odlišných variantách – pro levou a pravou ruku.

Klávesnice je rozdělena na dvě části – základnu a klávesovou část. Základna obsahuje klávesy del, back, home, end, num, shift, ctrl, alt, mezerník a enter, druhá část pak zejména alfanumerické znaky, symboly, diakritiku a systémové klávesy. Zásadním problémem byl rozdílný dosah prstů uživatelů s různými velikostmi dlaně. Tento problém byl konstrukčně eliminován tak, že klávesová část je polohovatelná.



*Ilustrace 71 Návrh prototypu klávesnice - levá a pravá varianta*

Aby bylo možné snadno měnit pozice jednotlivých znaků, za pomoci studentů Fakulty aplikované informatiky UTB ve Zlíně vznikl softwarový konfigurátor. Protože je počet kláves značně zredukován, jedna klávesa obsahuje více funkcí aktivovaných pomocí současného stisku dané klávesy a systémové klávesy. Zde ovšem vzniká problém s potiskem kláves, neboť existuje téměř nekonečné množství kombinací funkcí na každé z nich. Pro zachování plné programovatelnosti na jedné straně a jednoduchosti používání na straně druhé, je použita potisknutelná fólie. Po nakonfigurování jednotlivých pozic znaků a funkcí, software vygeneruje soubor ve formátu pdf pro každé tlačítko. Díky tomu je možné provést změnu rozložení znaků na klávesnici rychle a nenákladně.



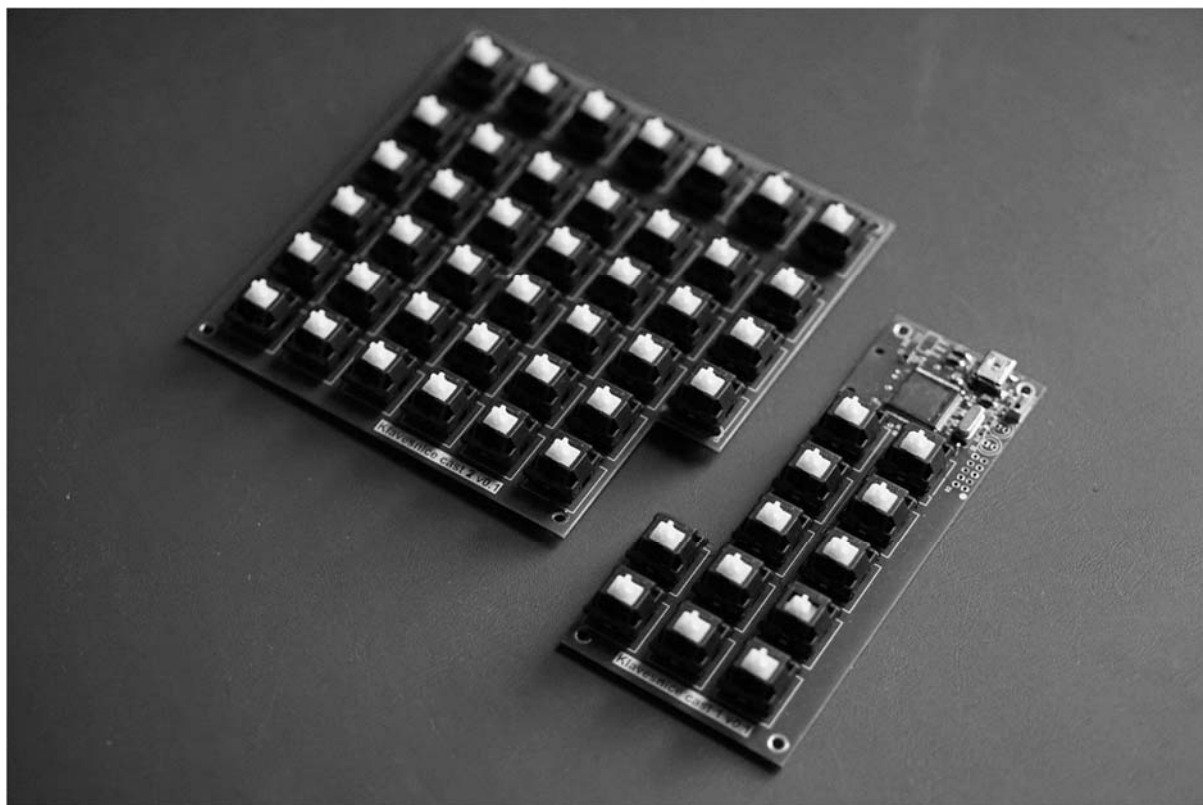
Ilustrace 72 Rozložení kláves prototypu - levá ruka



Ilustrace 73 Rozložení kláves prototypu - Pravá ruka

## 6.2.1 Elektronická část prototypu

Elektronika vznikla speciálně pro tento projekt. Bylo nutné vyřešit některé technické problémy. Klávesnice je plně programovatelná, čímž se liší od konvenčních klávesnic. Libovolnému tlačítku může být přiřazena libovolná funkce. Při vypnutí počítače by však došlo k vymazání namapovaných funkcí, proto výsledný návrh obsahuje interní paměť pro uchování nastavení.



*Ilustrace 74 Tištěný spoj prototypu klávesnice se spínači Cherry MX (varianta pro levou ruku)*

Klávesnice na rozdíl od konvenční produkce obsahuje mechanické spínače. Běžně je použita elastická membrána, která po stisknutí vrací danou klávesu do původní pozice. Protože klávesnice používá jiné rozmístění tlačítek (jednotlivé řady tlačítek nejsou navzájem posunuty) nebylo, možné využít membránu z běžné klávesnice. Výroba vlastní membrány by byla nepřiměřeně nákladná, a navíc by musela vzniknout ve dvou variantách – pro levou a pravou ruku. Proto bylo využito mechanických spínačů Cherry MX. U nich je garantována dlouhá životnost i konzistentní průběh odporu při stisku po celou dobu životnosti (Cherry Inc., 2014). Také elektronika musela vzniknout ve dvou navzájem polohovatelných částech.

## 6.2.2 Výroba těla klávesnice

Tělo klávesnice bylo zhotoveno za pomoci externích firem. Celoplastové krytování, které je běžné u sériově vyráběných klávesnic nepřipadalo v úvahu kvůli vysoké ceně forem. Jako materiál byl zvolen plech z hliníkové slitiny (AlMg3) o tloušťce 2 mm. Nejprve bylo nutné ze zvoleného materiálu vyřezat jednotlivé díly pomocí laseru. Díly jsou svařeny a zabroušeny.

Výroba tlačítek



*Ilustrace 75 3D model prototypu (varianta pro levou ruku)*

Běžně se při výrobě používá vstřikování. Z důvodů vysoké náročnosti, a tedy i nákladnosti přípravy forem byla zvolena technologie 3D tisku vysoké kvality. Použita byla černý filament PLA. Tlačítka byla vyrobena v celkovém počtu 300 kusů. Povrch i přes vysoké rozlišení tisku obsahoval nerovnosti. Hladkého povrchu bylo dosaženo za pomoci broušení a aplikace acetonu. Vnitřní zámky tlačítek bylo nutné přebrousit.



*Ilustrace 76 3D tištěné klávesy před povrchovou úpravou*

### 6.2.3 Výroba podpory zápěstí

Další otázkou, mající vliv na výsledný design klávesnice bylo, zda a v jaké proporci zahrnout podporu předloktí a zápěstí. Její používání je obecně spojováno s nižším namáháním zádoových a ramenních svalů, stejně jako se snížením muskuloskeletálního nepohodlí během používání počítačové klávesnice. K prvotnímu rozhodnutí zahrnout podporu napomohla studie Effects of forearm and palm supports on the upper extremity during computer mouse use. Osm mužů a osm žen se zúčastnilo studie, kdy byly zkoumány různé možnosti podpory zápěstí. Ukázalo se, že vhodně tvarovaná podpora snižuje námahu ramen uživatelů o 90 %. (Onyebeke, Young, Trudeau a Dennerlein, 2013, s. 564 – 570) Hliníková slitina je v tomto případě nevhodná díky vysoké tepelné vodivosti. Proto bylo opět využito 3D tisku.



*Ilustrace 77 Dokončený prototyp*

### 6.2.4 Testování prototypu

Test byl proveden zástupcem cílové skupiny, tedy uživatelem s jednou rukou dysfunkční, konkrétně trpícím pravostrannou hemiparézou po dětské mozkové obrně a pracujícím v oboru IT, většinu pracovní doby využívajícím PC. Uživatel uvedl, že 50 % času v zaměstnání při práci s PC používá běžnou QWERTZ klávesnici s českým rozložením znaků a 50 % herní PC myš s programovatelnými tlačítky pro usnadnění některých úkonů. Dále uvedl, že QWERTZ klávesnici využívá proto, že dosud neměl informace o existenci specializovaných klávesnic pro jednu ruku.



V první fázi se uživatel seznamoval s atypickým rozložením kláves. Jednotlivé alfanumerické znaky vyhledával, proto byla rychlost zadávání znaků v porovnání s běžnou QWERTZ klávesnicí výrazně nižší. Zejména písmena L, B, V, J, Z a písmena s diakritickými znaménky zpomalují jeho psaní. Již v této fázi se však viditelně snížilo množství pohybů potřebných k psaní textu, a tedy i námaha zad, paže a zápěstí.



*Ilustrace 78 Průběh testování prototypu*

Po uplynutí 14 dnů byl uživatel seznámen s rozložením, znaky vyhledával podvědomě s občasnou zrakovou kontrolou. Rychlost zadávání textu byla srovnatelná s běžnou QWERTZ klávesnicí. Ani psaní znaků s diakritikou současným stiskem dvou kláves nečiní problémy. Uživatel pozitivně hodnotil zejména možnost nastavení vzdálenosti obou bloků a snížení námahy paže při psaní. Vzdálenost mezi dvěma bloky je schopen nastavit sám, bez cizí pomoci. Uživatel neprovedl změnu rozložení zejména z důvodu nutnosti výroby nových potisků.

## 6.2.5 Zhodnocení prototypu

Výsledný prototyp byl otestován a bylo dospěno k následujícím zjištěním:

Pozitiva:

1. Zvolený počet 52 kláves se jeví jako optimální. Oproti konvenční klávesnici je paže uživatele namáhána výrazně méně.
2. Rozmístění do pravidelné mřížky přináší možnost umístit vyšší počet kláves, aniž by byl snížen komfort při psaní.
3. Polohovatelný alfanumerický blok umožňuje uživatelům s různě velkou dlaní dosáhnout na klávesy.
4. Psaní znaků pomocí stisku dvou kláves současně je přirozené, uživatelům nečiní problémy.

Negativa:

1. Přemapování kláves způsobuje problémy zejména s potiskem kláves.
2. Vytisknutá tlačítka jsou příliš křehká, zámky držící je na spínačích nedostatečně odolávaly tlaku při psaní. Bylo nutné je nahradit standardními, již vyráběnými.
3. Pátá řada kláves není pohodlně dostupná, zřejmě by bylo nutné zmenšit rozměr kláves ve vertikálním směru, což by ovšem vyžadovalo výrobu speciálních zmenšených spínačů a tlačítek.
4. Výška klávesnice je subjektivně příliš velká, což je dáno zejména sklonem alfanumerického bloku zleva doprava.
5. Opora zápěstí nemusí být nutně integrována do těla klávesnice. Zvyšuje prostorové nároky, přičemž při psaní není využívána.

## 6.3 Finální návrhy

Na základě zjištění získaných během návrhu, výroby a testování prototypu byly provedeny změny v koncepci. Výroby nových potisků při přemapování funkcí kláves odrazuje uživatele od jejího využívání. Sice se ukázalo, že navržené rozložení je vyhovující, avšak zachování možnosti změny layoutu výrazně rozšiřuje možnosti použití produktu.

Byly navrženy dvě varianty, z nichž každá přistupuje k řešení problematice odlišným způsobem. První návrh zachovává konvenční klávesy s mechanickou klávesnicí. V porovnání s prototypem je minimalizováno tělo klávesnice. Do jednotlivých kláves je integrován OLED displej umožňující okamžitou a snadnou změnu rozložení. Druhá varianta využívá dotykového displeje, který zcela nahrazuje alfanumerickou část, čímž také umožňuje bezproblémovou individualizaci layoutu v ještě větší míře.



*Ilustrace 79 Porovnání návrhů konvenční a dotykové klávesnice*

### 6.3.1 Klávesová varianta

Konvenční verze vychází z pozitiv i negativ zjištěných během testování prototypu. Finální návrh je rozdělen do dvou navzájem polohovatelných bloků. Alfanumerický blok je ovládán dlouhými prsty, menší blok se systémovými tlačítky palcem. Ukázalo se, že toto řešení je intuitivní a zvyšuje jak efektivitu zadávání textu, tak komfort uživatele díky snížení námahy.

Plná programovatelnost zůstala zachována. Je tedy možné libovolné klávese alfanumerického bloku přiřadit libovolnou funkci. Relativně výraznou změnou je integrování OLED displejů do každé klávesy, které zobrazují aktuálně navolené rozložení a mohou dynamicky reagovat na akce uživatele. Klávesy jsou rozmístěny v pravidelné mřížce, což nejen zvyšuje přehlednost, ale také snižuje náklady na výrobu, protože všechny klávesy mají stejné rozměry.



*Ilustrace 80 Návrh tlačítkové klávesnice - čelní pohled*

Klávesnice, stejně jako prototyp, disponuje tlačítky, které při současném stisku s jinou klávesou mění její funkci. Jedná se o tlačítka Fn, Num, ale také Shift, Ctrl, Alt, Win se kterými je možné se setkat i na konvenčních klávesnicích. Ukázalo se, že 52 kláves plně postačuje a umožňuje obsáhnout dokonce více znaků a funkcí, než kolik se jich nalézá na standardní klávesnici se 104 tlačítky.

Dalším problémem prototypu byla výška těla. Ta narostla kvůli použitým mechanickým spínačům a konstrukčním prvkům zajišťujícím pohyb alfanumerického bloku. Částečně celkovou výšku ovlivnily i použité materiály, které by v případě sériové produkce byly subtilnější. Vliv na celkovou výšku těla klávesnice měl u prototypu použitý sklon kláves ve směru osy X (zleva doprava) v kombinaci s prototypem desky plošného spoje, z důvodu nedostatku místa obsahující připájené elektronické součástky na obou jeho stranách. V případě sériové výroby by bylo možné veškerou elektroniku vměstnat na obsah plochy menší než 5 cm<sup>2</sup>. Při využití dnes běžných technologií by bylo reálně možné dosáhnout výšky těla kolem 20 mm včetně kláves.

Klávesy jsou rozmístěny ve vodorovném bloku. Sklon alfanumerické části není ve finálním návrhu zahrnut, protože negativa spojená s jeho začleněním převažovala nad pozitivy. Integrovaná není ani opora zápěstí, která zvyšuje

prostorové nároky a nevyhovuje všem uživatelům. Samozřejmě existuje možnost využít již vyráběné opory zápěstí různých tvarů dle preferencí konkrétního uživatele.

Použity jsou mechanické spínače s nižším kladeným odporem a výrazně nižším zdvihem, které současně umožňují použití nízkoprofilových kláves. Teoreticky by bylo možné použít i magnetické spínače, kde je odpor vyvíjen pomocí magnetů. Ty se v dnešní době dostávají do prodeje, například v klávesnici notebooku Dell XPS 15 (model pro rok 2018) a dle výrobce mají takřka neomezenou životnost, protože nepoužívají pružiny ani jiné mechanické součásti. Je však otázkou, zda by jejich magnetické pole nemělo vliv na správné fungování OLED displejů v klávesách.



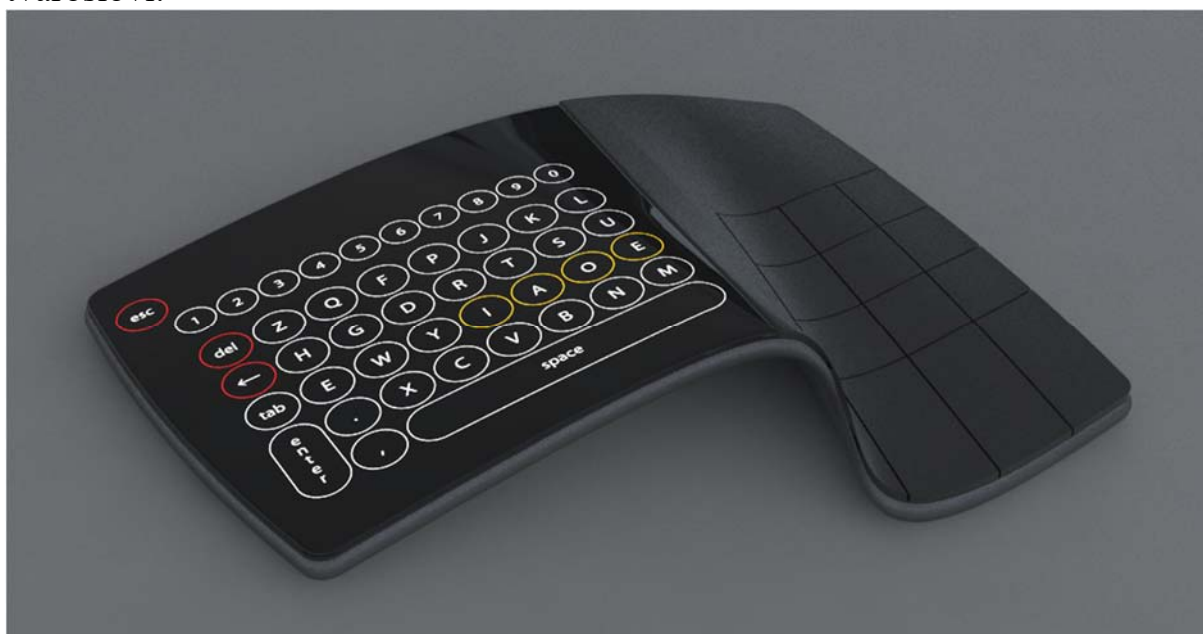
*Ilustrace 81 Návrh tlačítkové klávesnice ve vysunutém stavu*



*Ilustrace 82 Návrh tlačítkové klávesnice v kompaktním stavu*

### **6.3.2 Dotyková varianta**

Vzhledem k širší tématu, zjištěním plynoucím z provedených rešerší a technologickým možnostem je na konec tohoto textu zařazen méně konvenční návrh HCI periferie. Výsledný design využívá dynamických linií a organického tvarosloví.



*Ilustrace 83 Návrh dotykové klávesnice - perspektivní pohled*

Namísto mechanických tlačítek je využit dotykový displej umožňující zcela libovolné rozložení kláves. Rozměrný displej využívající technologii OLED je

konvexně prohnutý a usazený v těle vyfrézovaném ze slitiny hliníku, poskytujícím vysokou pevnost a současně subtilnost.

Periferie dodržuje členění na dva bloky. Alfanaumerická část je řešena pomocí zmíněného OLED displeje, zatímco blok se systémovými tlačítky využívá konvenční mechanické klávesové spínače s nízkým zdvihem. Vzájemná polohovatelnost není nutná, neboť lze snadno posunout všechny virtuální klávesy zobrazené na displeji.



*Ilustrace 84 Návrh dotykové klávesnice - horní pohled*

Vedle popsaných výhod tato koncepce usnadňuje používání skupině handicapovaných uživatelů s méně pohyblivými prsty. Ti si mohou klávesnici přizpůsobit zcela dle svých preferencí a možností. Klávesnice již obsahuje přednastavená standardizovaná rozložení, např. QWERTY, Dvorak, Colemak, aby neomezovala uživatele již navyklé na některý ze zmíněných layoutů.

Klávesnice komunikuje prostřednictvím bezdrátových technologií. Uvnitř těla je zabudována baterie. Teoreticky by bylo možné do ní zabudovat i procesor a úložiště, čímž by sama o sobě nahradila konvenční PC určená pro aplikace méně náročné na výkon, jako jsou textové a tabulkové procesory.



*Ilustrace 85 Návrh dotykové klávesnice - boční pohled*



## **7 Přínosy práce**

### **7.1 Přínosy pro vědu a výzkum**

Hlavním přínosem této disertační práce pro vědu a výzkum je provedená zevrubná analýza jednotlivých způsobů zadávání textu do osobního počítače a jejich vzájemné porovnání dle předem vyspecifikovaných kritérií. Na základě zjištěných výsledků je možno stanovit optimální druh periferie v závislosti na rozsahu postižení uživatele. Rovněž lze pro další vývoj využít zpracované porovnání parametrů v současnosti vyráběných periferií patřících do kategorie ergonomických klávesnic a klávesnic pro jednu ruku. Sekundárním přínosem této práce pro teoretickou oblast je analýza historického vývoje klávesnic zdůrazňující důležité milníky a rovněž osobnosti, jejichž práce ovlivnila podobu dnešních periferií pro interakci s osobním počítačem.

### **7.2 Přínosy pro praxi**

Provedený rozbor stávající produkce poskytuje ucelený pohled na přístup k jednotlivým designérským řešením v rámci celé analyzované problematiky. Obzvláště přínosným pro oblast praxe je vyspecifikování pozitiv a negativ jednotlivých produktů v rámci všech zkoumaných kategorií.

Závěry vyvozené z testování prototypu mohou především zúročit společnosti zaměřené na vývoj specializovaných produktů, které jsou určeny tělesně postiženým. Aplikování poznatků může vést k optimalizaci designérských řešení, následně ke zvýšení efektivity při zadávání textu do osobního počítače a rovněž i ke zlepšení komfortu uživatelů.

## 8 Závěr

Oblast designu periferií pro interakci s osobním počítačem je v praxi velmi frekventovaným tématem. Vlivem vysoké konkurence přicházejí výrobní společnosti s různorodými inovacemi, které jsou trhem přijímány většinou pozitivně, i když ne vždy jsou skutečným přínosem v rámci efektivity a ergonomie.

Zvolená kategorie periferií pro interakci s osobním počítačem se zvláštním zřetelem na tělesně postižené s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční může při porovnání s konvenční produkcí na první pohled působit konzervativně, což je zapříčiněno několika faktory. Prvním je omezení plynoucí z povahy postižení, kdy dopad jakéhokoliv snížení efektivity nebo zvýšení nepohodlí je ve srovnání s běžnými uživateli násobně vyšší. Dalším omezujícím faktorem je velikost cílové skupiny, která je pro nadnárodní společnosti disponující početnými designérskými týmy a nejmodernějšími výrobními technologiemi, zanedbatelná. Současná produkce klávesnic pro jednu ruku se až na výjimky vyznačuje důrazem kladeným na ergonomii na úkor vizuálních kvalit produktů.

Z výsledků provedeného výzkumu je zřejmé, že nejvhodnější periferií pro interakci s osobním počítačem pro osoby s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční je, navzdory pokrokům učiněným např. v oblasti rozpoznávání mluveného slova, mechanická klávesnice respektující postižení uživatele, a to zejména v profesionální sféře.

Ačkoliv se obě navrhované klávesnice od sebe navzájem velmi odlišují, nabízejí funkční designérská řešení, jejichž přínosnost byla ověřena na zhotovených prototypch. Důraz na ergonomické parametry je zachován, přičemž estetická stránka produktu hraje stejně důležitou roli. Oba návrhy nabízejí nadstandardní míru individualizace, díky čemuž mohou být využity i dalšími uživateli, nespádajícími do vybrané cílové skupiny.

## Seznam zkratk:

PC	Osobní počítač
ČSÚ	Český Statistický Úřad
HCI	Human Computer Interaction
Ctrl	Control
DSK	Dvorak Symplified Keyboard
RSI	Repetitive Strain Injury
IEA	International Ergonomics Association
NVZ	Neklávesnicová vstupní zařízení
USB	Unioersal Serial Bus
CMOS	Complementary Metal-Oxide Semiconductor
DPI	Dots per Inch
OS	Operační systém
MS	Microsoft
EMG	Elektromyografie
ANOVA	Jednosměrná analýza rozptylu
Fn	Funkce
Num	Number

## Seznam ilustrací:

Ilustrace 1 Psací stroj Olivetti MP1, 1932.....	13
Ilustrace 2 William Austin Burt, Typewriter, 1829 .....	15
Ilustrace 3 Cembalo Scrivano, 1855.....	16
Ilustrace 4 Skrivekugle, 1865.....	16
Ilustrace 5 Typewriter, 1875 .....	17
Ilustrace 6 Počátky QWERTY rozložení 1 .....	18
Ilustrace 7 Počátky QWERTY rozložení 2 .....	18
Ilustrace 8 Počátky QWERTY rozložení 3 .....	18
Ilustrace 9 Počátky QWERTY rozložení 4 .....	19
Ilustrace 10 Zaseknutá kladívka psacího stroje.....	19
Ilustrace 11 Standardizované QWERTY rozložení znaků na počítačové klávesnici ...	20
Ilustrace 12 Rozložení znaků QWERTZ, česká varianta .....	22
Ilustrace 13 Rozložení znaků Dvorak, US varianta .....	23
Ilustrace 14 Rozložení znaků Colemak, US varianta.....	24
Ilustrace 15 Rozložení znaků Maltron .....	24
Ilustrace 16 rozložení znaků QWERTY, US varianta.....	25
Ilustrace 17 Rozložení znaků Half-QWERTY, US varianta.....	26
Ilustrace 18 Rozložení znaků Dvorak One-hanede pro levou ruku .....	26
Ilustrace 19 Rozložení znaků Dvorak one-haneded pro pravou ruku .....	27
Ilustrace 20 Frekventovanost výskytu písmen v česky psaném textu.....	30
Ilustrace 21 Frekventovanost výskytu písmen v anglicky psaném textu .....	30
Ilustrace 22 Metoda psaní všemi deseti prsty.....	33
Ilustrace 23 Kancelářská klávesnice Genius KB-128 .....	34
Ilustrace 24 Domácí klávesnice Logitech K800 .....	35
Ilustrace 25 Herní klávesnice Corsair K75 RGB .....	36
Ilustrace 26 Klávesnice pro HTPC Logitech Illuminated Keyboard .....	37
Ilustrace 27 Kancelářská myš Logitech M185 .....	39
Ilustrace 28 Multimediální myš Logitech M590.....	40
Ilustrace 29 Herní myš Mad Catz R.A.T. 9.....	41
Ilustrace 30 Notebooková myš Logitech MX 2S .....	41
Ilustrace 31 Vertikální myš Anker Wireless Vertical Ergonomic Mouse.....	42
Ilustrace 32 Trackball Logitech M570 .....	44
Ilustrace 33 Trackpad Logitech T650 .....	44
Ilustrace 34 Trackpoint na notebooku Lenovo ThinkPad .....	45
Ilustrace 35 Grafický tablet Wacom Intuos Pro .....	46
Ilustrace 36 3D myš 3Dconnexion SpacePilot Pro .....	47
Ilustrace 37 Rode NT-USB .....	48
Ilustrace 38 Dotykový displej HP ENVY 23 TouchSmart .....	49
Ilustrace 39 Promítaná klávesnice Celluon Epic.....	51
Ilustrace 40 Ovládání PC pomocí sledování očí, Tobii Dynavox Eye Tracking .....	53
Ilustrace 41 EEG scanner Emotive Epoc+ .....	54
Ilustrace 42 Apple Magic Keyboard 2014, boční pohled.....	58
Ilustrace 43 Apple Magic Keyboard 2014, horní pohled .....	59
Ilustrace 44 Kancelářská klávesnice Logitech K120 .....	59
Ilustrace 45 Multimediální klávesnice Logitech MK270.....	60

Ilustrace 46 Logitech K400 .....	60
Ilustrace 47 Herní klávesnice Logitech G910 .....	61
Ilustrace 48 Logitech G13 .....	61
Ilustrace 49 Microsoft Natural Ergonomic Keyboard 4000.....	62
Ilustrace 50 Microsoft Sculpt Ergonomic Desktop .....	63
Ilustrace 51 Wolfking Timberwolf.....	63
Ilustrace 52 Art Lebedev Optimus Maximus .....	64
Ilustrace 53 Klávesnice Fujitsu Siemens.....	65
Ilustrace 54 Vnitřní konstrukce klávesnice .....	65
Ilustrace 55 Plošné spoje .....	66
Ilustrace 56 Vodicí drážky zajišťující správný chod kláves .....	66
Ilustrace 57 Klávesa - konstrukční detail .....	67
Ilustrace 58 MALTRON Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard.....	69
Ilustrace 59 Datahand Ergonomic Keyboard .....	70
Ilustrace 60 Kinesis Advantage 2 Contoured Keyboard.....	71
Ilustrace 61 Kinesis Freestyle 2 Solo .....	72
Ilustrace 62 Safetype Keyboard .....	73
Ilustrace 63 WayTools Textblade.....	73
Ilustrace 64 Lenovo N5902 .....	75
Ilustrace 65 Frogpad.....	76
Ilustrace 66 Klávesnice pro jednu ruku BAT keyboard.....	77
Ilustrace 67 Maltron Single Hand Keyboard.....	78
Ilustrace 68 Klávesnice pro jednu ruku – nefunkční model.....	80
Ilustrace 69 České rozložení znaků pro pravou ruku .....	81
Ilustrace 70 Anglické rozložení znaků pro levou ruku .....	81
Ilustrace 71 Návrh prototypu klávesnice - levá a pravá varianta .....	84
Ilustrace 72 Rozložení kláves prototypu - levá ruka .....	85
Ilustrace 73 Rozložení kláves prototypu - Pravá ruka.....	85
Ilustrace 74 Tištěný spoj prototypu klávesnice se spínači Cherry MX.....	86
Ilustrace 75 3D model prototypu (varianta pro levou ruku).....	87
Ilustrace 76 3D tištěné klávesy před povrchovou úpravou .....	87
Ilustrace 77 Dokončený prototyp .....	88
Ilustrace 78 Průběh testování prototypu.....	89
Ilustrace 79 Porovnání návrhů konvenční a dotykové klávesnice .....	91
Ilustrace 80 Návrh tlačítkové klávesnice - čelní pohled .....	92
Ilustrace 81 Návrh tlačítkové klávesnice ve vysunutém stavu.....	93
Ilustrace 82 Návrh tlačítkové klávesnice v kompaktním stavu.....	94
Ilustrace 83 Návrh dotykové klávesnice - perspektivní pohled .....	94
Ilustrace 84 Návrh dotykové klávesnice - horní pohled.....	95
Ilustrace 85 Návrh dotykové klávesnice - boční pohled .....	96

## Seznam použité literatury

ALI, Mohamed K. a B. W. C. SATHIYASEKARAN, 2006. Computer Professionals and Carpal Tunnel Syndrome (CTS). Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE) 2006, Vol. 12, No. 3, 319–325., [online].

Dostupné z:

<http://archiwum.ciop.pl/18291>

ALZA.CZ, 2016. Dotykové monitory, [online]. Dostupné z:

<https://www.alza.cz/lcd-monitory/dotykovy-lcd/18843666.htm>

ANDERSON, Johan Hviid et al., 2003. Computer Use and Carpal Tunnel Syndrome, A 1-Year Follow-up Study, [online]. Dostupné z:

<http://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/196717>

APPLE, 2016a. Siri, [online]. Dostupné z:

<http://www.apple.com/ios/siri/>

APPLE, 2016b. Apple Magic Keyboard, [online]. Dostupné z:

<http://www.apple.com/cz/shop/product/MLA22CZ/A/magic-keyboard-%E2%80%93-%C4%8Desk%C3%A1>

ART LEBEDEV STUDIO, 2016. Optimus Maximus, [online]. Dostupné z:

[http://www.artlebedev.com/photo/projects/optimus\\_maximus/](http://www.artlebedev.com/photo/projects/optimus_maximus/)

ATJINSON, S., V. WOODS, R. A. Haslam, a P. BUCKLE, 2004. Using non-keyboard input devices: interviews with users in the workplace, [online].

Dostupné z:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169814104000174>

CENSUS, 2006. Age and Sex Composition in the United States: 2005, [online].

Dostupné z: <http://www.census.gov/population/age/data/2005comp.html>

CELLUON, 2016. Epic, [online]. Dostupné z:

<http://www.celluon.com/shop/epic/>

CLEMENS, Samuel L., 1977. The typewriter: an informal history, [online].

Dostupné z:

[https://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/modelb/modelb\\_informal.html](https://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/modelb/modelb_informal.html)

Cherry, MX-series [online]. 2014. Dostupné z:

<http://cherryamericas.com/product/mx-series/>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2016. Informační technologie v domácnostech a mezi jednotlivci, [online]. Dostupné z:

[https://www.czso.cz/csu/czso/domacnosti\\_a\\_jednotlivci](https://www.czso.cz/csu/czso/domacnosti_a_jednotlivci)

DALKOV, Georgi, 2016. History of computers, [online]. Dostupné z:

<http://history-computer.com/ModernComputer/Basis/keyboard.html>

DASKEYBOARD, 2011. Typing Through Time: Keyboard History, [online]. Dostupné z:

<http://www.daskeyboard.com/blog/typing-through-time-the-history-of-the-keyboard/>

EMOTIV, 2016. Epoc+, [online]. Dostupné z:

<https://www.emotiv.com/epoc/>

ENDERS, Benedict, 2013. The Number Of Smartphones In Use Is About To Pass The Number Of PCs, [online]. Dostupné z:

<http://www.endersanalysis.com/publications?date%5Bvalue%5D%5Bdate%5D=&title=device>

ERGONOMICKEYBOARDS.COM, 2016. The Datahand Ergonomic Keyboard, [online]. Dostupné z:

<http://www.ergonomickeyboards.org/datahand.php>

FAGARASANU, Mircea, Shrawan KUMAR a Yogesh NARAYAN, 2005. The training effect on typing on two alternative keyboards, [online]. Dostupné z:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016981410400215X>

FUGASOFT, 2015. O programu MyDictate, [online]. Dostupné z:

<http://www.fugasoft.cz/index.php?cont=mydictate>

GALEN, Gerard P van, Hanneke LIESKER a Ab de HAAN, 2006. Effects of vertical keyboard design on typing performance, user comfort and muscle tension, [online]. Dostupné z:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687006000196>

HSIAO, Han-Chi, Fong-Gong WU a Chien-Hsu CHEN, 2013. Design and evaluation of small, linear QWERTY keyboards, [online]. Dostupné z:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24075287>

KINESIS, 2014. Kinesis Advantage Contoured Keyboard, [online]. Dostupné z: [http://www.kinesis-ergo.com/shop/advantage-for-pc-mac/?doing\\_wp\\_cron=1464967661.8387289047241210937500](http://www.kinesis-ergo.com/shop/advantage-for-pc-mac/?doing_wp_cron=1464967661.8387289047241210937500)

KINESIS, 2016. Freestyle2 for PC International, [online]. Dostupné z: <http://www.kinesis-ergo.com/shop/freestyle2-for-pc-foreign/>

KRÁLÍK, Jan. Czech Alphabet. The Czech Language [online]. 2001 [cit. 2012-09-18]. Dostupné z: <http://www.czech-language.cz/alphabet/alph-prehled.html>

LENOVO, 2018. Lenovo Mini Wireless Keyboard N5902 - Overview, [online]. Dostupné z: <https://www3.lenovo.com/cz/cs/static/accessories/multimedia-remote-n5902-non-backlit.html>

LEWAND, Robert. Cryptological mathematics. [s.l.]: The Mathematical Association of America, 2000. 199 s. ISBN 0-88385-719-7

LOGITECH, 2018a. Keyboard K120, [online]. Dostupné z: <http://www.logitech.com/cs-cz/product/keyboard-k120?crd=27>

LOGITECH, 2018b. Wireless Combo MK270, [online]. Dostupné z: <http://www.logitech.com/cs-cz/product/wireless-combo-mk270?crd=27>

LOGITECH, 2018c. Wireless Keyboard K400, [online]. Dostupné z: <https://www.logitech.com/cs-cz/product/wireless-touch-keyboard-k400-plus>

LOGITECH, 2018d. G910 Gaming keyboard, [online]. Dostupné z: <https://www.logitechg.com/en-us/product/rgb-gaming-keyboard-g910>

LOGITECH, 2016. G13 Pokročilé Gameboardy, [online]. Dostupné z: <http://gaming.logitech.com/cs-cz/product/g13-advanced-gameboard>

MALTRON, 2014a, PCD Maltron Ergonomic Keyboard Specialist, [online]. Dostupné z: <https://www.maltron.com/maltron-history.html>

MALTRON, 2014b. PCD Maltron Ergonomic Keyboard Specialist, [online]. Dostupné z: <http://www.maltron.com/shop/category/48-maltron-dual-hand-3d-keyboards>

MALTRON, 2014c. Single Hand Keyboards, [online]. Dostupné z: <http://www.maltron.com/component/content/article/11.html>



MICROSOFT, 2016a. Nápověda pro Windows 10, [online]. Dostupné z: <http://windows.microsoft.com/cs-cz/windows-vista/use-the-computer-without-the-mouse-or-keyboard-alternative-input-devices>

MICROSOFT, 2016b. Cortana, [online]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/en-us/mobile/experiences/cortana/>

MICROSOFT, 2016c. Natural Ergonomic Keyboard 4000, [online]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/accessories/en-us/products/keyboards/natural-ergonomic-keyboard-4000/b2m-00012>

MICROSOFT, 2016. Microsoft Sculpt Ergonomic Desktop, [online]. Dostupné <https://www.microsoft.com/accessories/cs-cz/products/keyboards/sculpt-ergonomic-desktop/15v-00019>

MOORE, Gordon E., 1970. Moore's Law, [online]. Dostupné z: <http://www.moorelaw.org/>

NORMAN, Donald A., Design pro každý den. Praha: Dokořán, 2010, 271 s . ISBN 978-80-7363-314-1.

NORMAN, Donald A. The design of future things. New York: BasicBooks, 2007, 231 s. ISBN 978-0-465-00228-3.

ONYEBEKE, Lynn C., Justin YOUNG, Matthieu B. TRUDEAU a Jack T. DENNERLEIN, 2013. Effects of forearm and palm supports on the upper extremity during computer mouse use., [online]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24054504>

PUBLIC REFERENCE BUREAU, 2016. 2015 World Population Data Sheet, [online]. Dostupné z: [http://www.prb.org/pdf15/2015-world-population-data-sheet\\_eng.pdf](http://www.prb.org/pdf15/2015-world-population-data-sheet_eng.pdf)

PUCHTA, Ondřej, 2011, Design klávesnice pro jednu ruku. Diplomová práce [online]. Dostupné z: [https://stag.utb.cz/StagPortletsJSR168/PagesDispatcherServlet?pp\\_destElement=%23ssSouboryStudentuDivId\\_4086&pp\\_locale=cs&pp\\_reqType=render&pp\\_portlet=souboryStudentuPagesPortlet&pp\\_page=souboryStudentuDownloadPage&pp\\_nameSpace=G5396&soubidno=21859](https://stag.utb.cz/StagPortletsJSR168/PagesDispatcherServlet?pp_destElement=%23ssSouboryStudentuDivId_4086&pp_locale=cs&pp_reqType=render&pp_portlet=souboryStudentuPagesPortlet&pp_page=souboryStudentuDownloadPage&pp_nameSpace=G5396&soubidno=21859)

REMPEL, David, Alan BARR, David BRAFFMAN a Ed Young, Ed, 2006. The effect of six keyboard designs on wrist and forearm postures, [online]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687006000706>

RUTTEN, Frank, 2016. Safetype Ergonomic Keyboards, [online]. Dostupné z: <http://safetype.com/index.php?>

SCHMID Annina, Paul A. KUBLER, Venerina JOHNSTON a Michel W.COPPIETERS, 2015. A vertical mouse and ergonomic mouse pads alter wrist position but do not reduce carpal tunnel pressure in patients with carpal tunnel syndrome, [online]. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687014001598?via%3Dihub>

STOKEL-WALKER, Chris, 2013. 6 Non-QWERTY Keyboard Layouts, [online]. Dostupné z: <http://mentalfloss.com/article/52483/6-non-qwerty-keyboard-layouts>

SWANSON, Naomi G., Traci L. GALINSKY, Libby L. COLE, Christopher S. PAN a Steven L. SAUTER, 1997. The impact of keyboard design on comfort and productivity in a text-entry task, [online]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9414336>

ŠMÍD, Miroslav. Ergonomické parametry. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1977, 195 s

ŠPAKOV, Oleg a Päivi MAJARANTA, 2009. Scrollable Keyboards for Casual Eye Typing , [online]. Dostupné z: [http://www.psychology.org/File/PNJ7\(2\)/PSYCHOLOGY\\_JOURNAL\\_7\\_2\\_SPAKOV.pdf](http://www.psychology.org/File/PNJ7(2)/PSYCHOLOGY_JOURNAL_7_2_SPAKOV.pdf)

TOBII DYNAVOX, 2016. How eye tracking works, [online]. Dostupné z: <http://www.tobiidynavox.com/how-eye-tracking-works/>

WALTERS, Lily, 2010. Dvorak Onehanded Keyboard, [online]. Dostupné z: <http://www.onehandedkeyboard.com/dvorak.html>

WALTERS, Lilly, 2016a. FrogPad One-handed Keyboards For Assistive Technology, [online]. Dostupné z: <http://www.onehandedkeyboard.com/frogpad.html>

WALTERS, Lilly, 2016b. Bat One Handed Keyboard, [online]. Dostupné z: <http://www.onehandedkeyboard.com/bat.html>

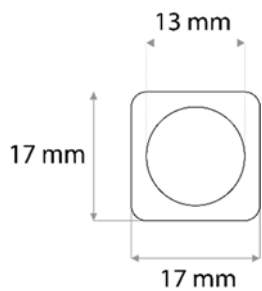
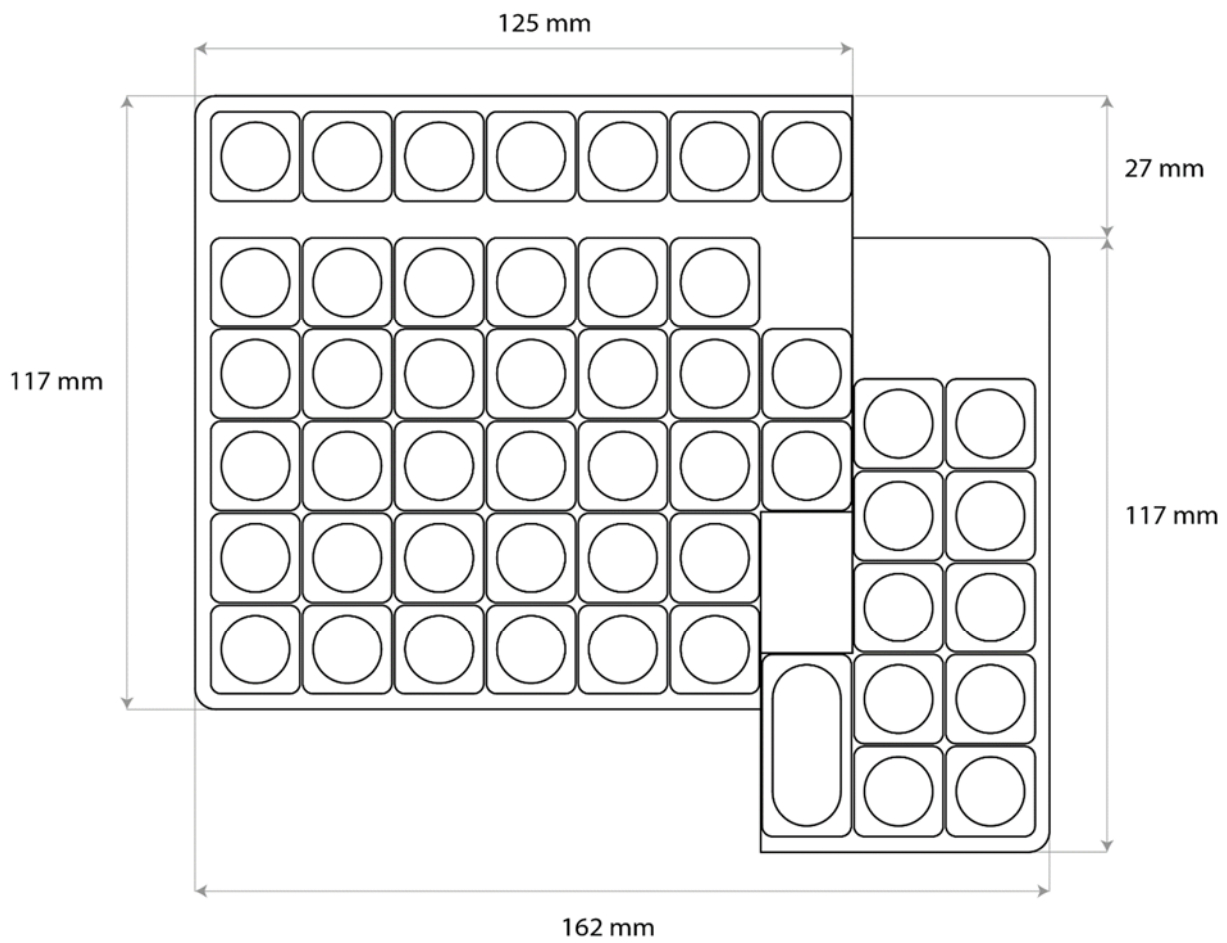
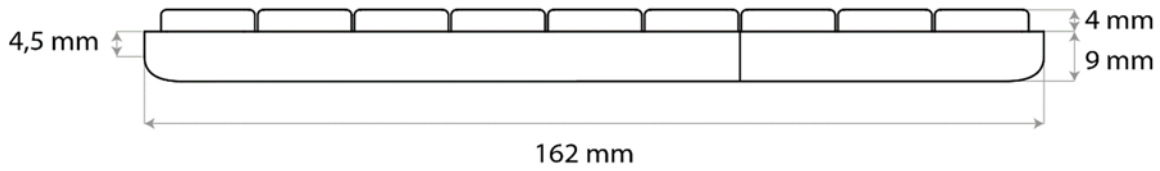
WOLFKING, 2015. Timberfolw Keyboard, [online]. Dostupné z:  
<http://www.wolfkingusa.com/timberwolf>

ZAVIAČIČ, Jaroslav a Helena ZAVIAČIČOVÁ, 2016. ZAV škola, [online].  
Dostupné z: <http://www.zav.cz/>

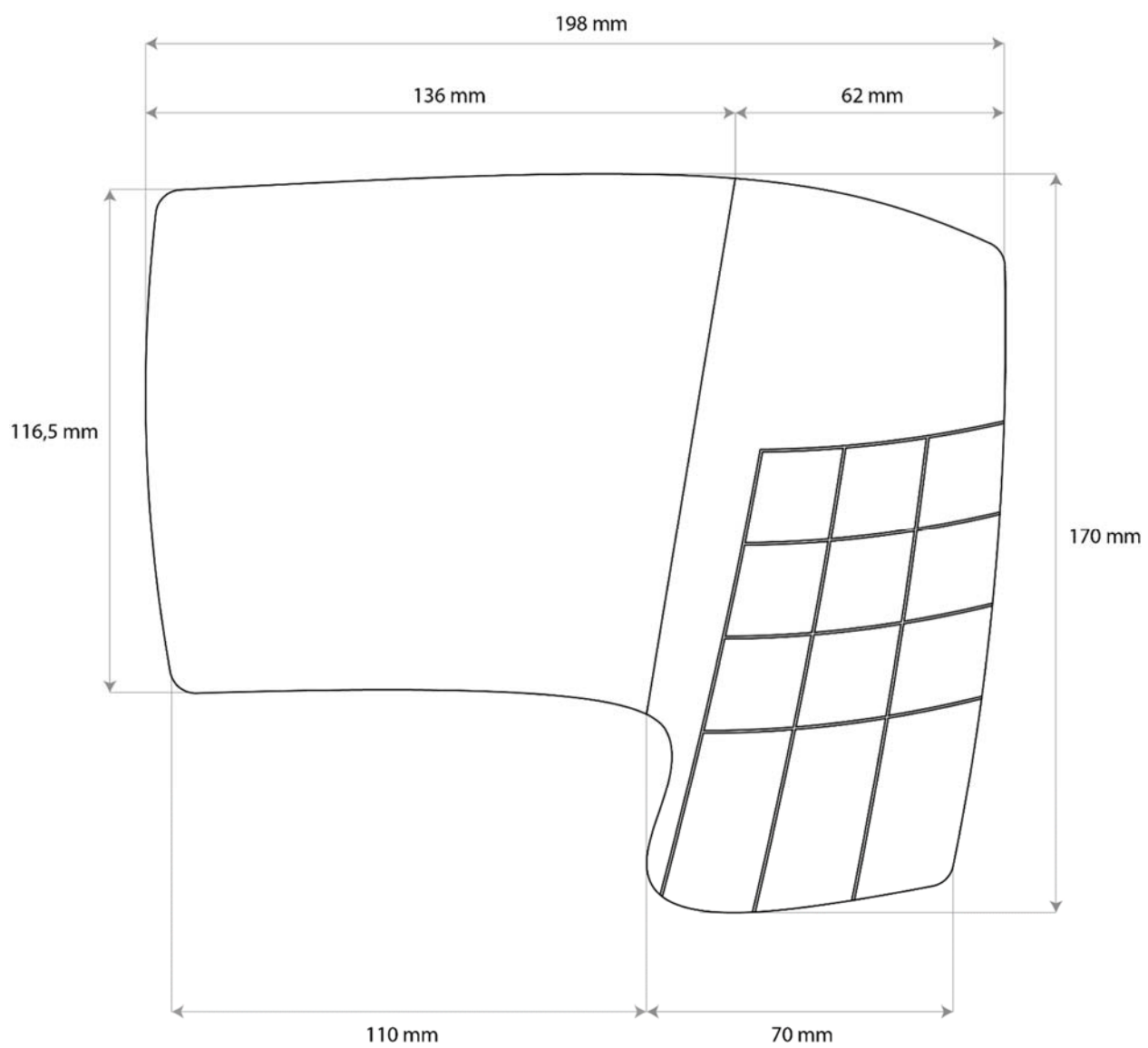
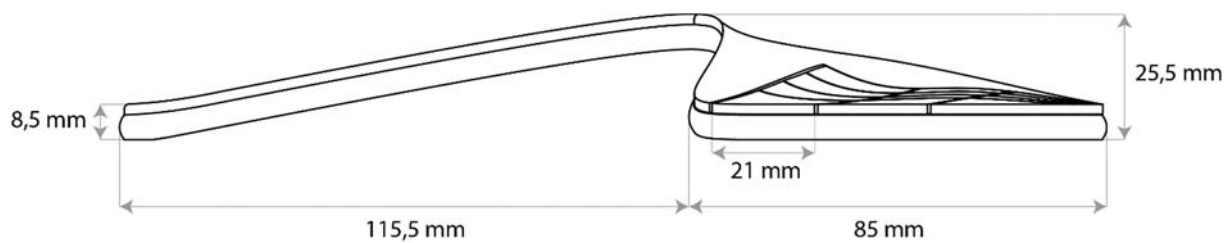
ZAVIAČIČ, Jaroslav a Helena ZAVIAČIČOVÁ, 2015. MS INTERSTENO  
2015 Budapešť, [online]. Dostupné z:  
<http://www.zav.cz/souteze/692-ms-intersteno-2015-budapest.html>

ZIEGLER-GRAHAM, Kathryn et al., 2007. Estimating the Prevalence of Limb  
Loss in the United States: 2005 to 2050 , [online]. Dostupné z:  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003999307017480>

# Příloha 1 Rozměrový náčrt navrhovaného řešení - klávesové varianty



## Příloha 2 Rozměrový náčrt navrhovaného řešení - dotykové varianty



MgA. Ondřej Puchta

**Design periferie pro interakci s osobním počítačem  
se zvláštním zřetelem na tělesně postižené  
s jednou rukou částečně nebo zcela dysfunkční**

Design of a periphery for interaction with a personal computer  
with special intention to disabled  
with one hand partly or fully dysfunctional

Disertační práce

Vydala Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
nám. T. G. Masaryka 5555, 760 01 Zlín.

Náklad: 5 ks

Sazba: Autor

Publikace neprošla jazykovou ani redakční úpravou.

Rok vydání 2018