

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

MgA. Ondřej Puchta, Ph.D.

Teze disertační práce

Teze 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 periphery 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: Multimedia 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 Summary**
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*

Plná verze disertační práce je dostupná v Knihovně UTB ve Zlíně.

ISBN 978-80-7454-760-7

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. Současné 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.

1.	ÚVOD.....	5
1	SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	6
1.1	Počítačové rozložení kláves QWERTY	7
1.2	Národnostní přizpůsobení klávesnice QWERTY	7
1.3	Další typy rozložení alfanumerických znaků	8
1.4	Ergonomie.....	9
1.5	Metoda psaní všemi deseti prsty.....	9
2	METODIKA PRÁCE	10
2.1	Cíle dizertační práce	10
2.2	Výzkumné otázky dizertační práce:.....	10
2.3	Výzkum.....	11
3	DOSAVIDNÍ VÝSLEDKY	11
3.1	Ovládání PC pomocí klávesnice	11
3.2	Dělení klávesnic podle užití.....	11
3.3	Počítačová myš	12
3.4	Programy pro rozpoznávání řeči.....	12
3.5	Dotyková klávesnice	13
3.6	Promítaná klávesnice	14
3.7	Ovládání PC pomocí sledování pohybu očí.....	15
3.8	Ovládání PC pomocí EEG zařízení	16
3.9	Shrnutí.....	17
4	Analýza obdobných produktů.....	18
4.1	Ergonomické klávesnice	18
4.2	Klávesnice ovládané jednou rukou	22
5	Navrhované řešení	24
5.1	Design periferie.....	25
5.2	Prototypy	26
5.3	Testování prototypu	27
5.4	Zhodnocení prototypu.....	28
5.5	Finální návrhy	29
6	Přínosy práce pro vědu, výzkum a praxi	30
7	Závěr	31

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 reprodukčního zařízení, ale i mnohé další.

Ačkoliv PC významně urychlují a usnadňují práci napříč širokým spektrem druhů lidských činností, bohužel s sebou přinášejí různorodé komplikace. 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 periferii, 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 periferie ovládat pouze jednou rukou.

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.

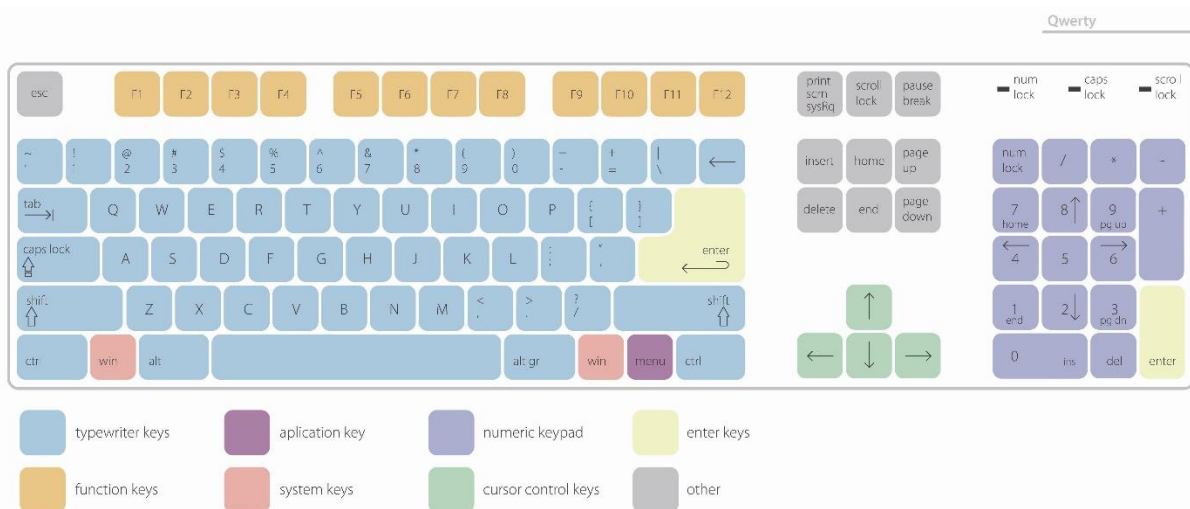
2 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

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 odchytil 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).

U psacích strojů se 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

kládek využíval takzvaný typingball – jediná kulová tisková hlava obsahovala všechny znaky, a tedy eliminovala problém se zasekáváním.

2.1 Počítačové rozložení kláves QWERTY



Ilustrace 1 Standardizované QWERTY rozložení znaků na počítačové klávesnici

2.2 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).

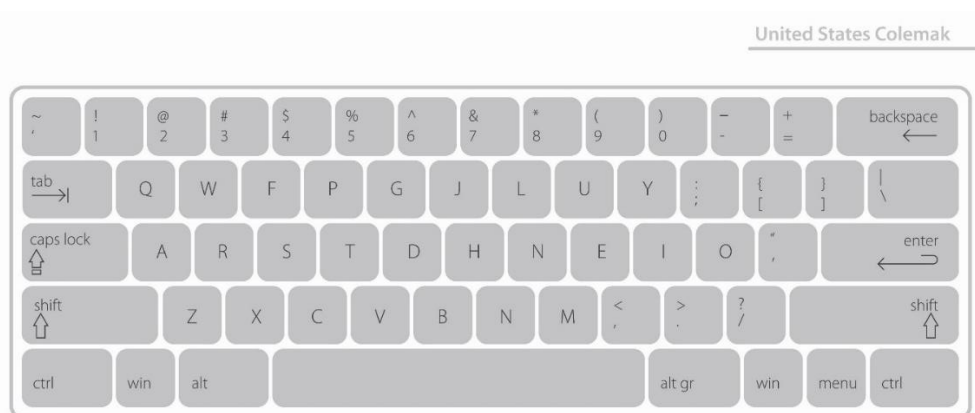


Ilustrace 2 Rozložení znaků QWERTZ, česká varianta

2.3 Další typy rozložení alfanumerických znaků

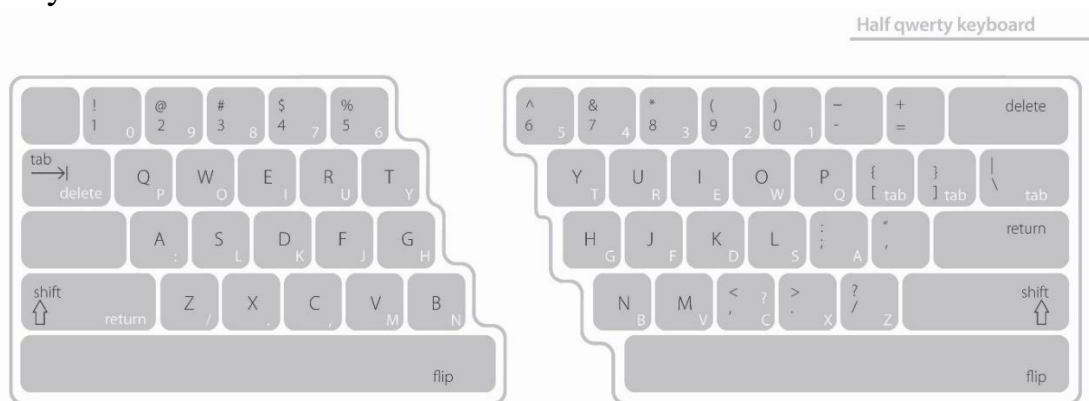


Ilustrace 3 Rozložení znaků Dvorak, US varianta



Ilustrace 4 Rozložení znaků Colemak, US varianta

System 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.



Ilustrace 5 Rozložení znaků Half-QWERTY, US varianta

K psaní pomocí systému Dvorak One-handed stačí standardní klávesnice, rozdílný je pouze potisk kláves.



Ilustrace 6 Rozložení znaků Dvorak One-hanede pro levou ruku

2.4 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 opěráku. 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.

2.5 Metoda psaní všemi deseti prsty

Tzv. metoda psaní všemi deseti prsty je nejúčinnější technikou psaní. Ukazovky spočívají na klávesách F (levý) a J (pravý), ostatní dlouhé prsty jsou vyrovnány na přilehlých klávesách. Palce ovládají mezerník.

Konvenční klávesnice jsou této metodě přímo uzpůsobeny. Svrchní plocha klávesy je konkávně prohnutá, takže uživatel snadno nahmatá její střed.

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.

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.

3 METODIKA PRÁCE

3.1 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

3.2 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?

3.3 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.

4 DOSAVADNÍ VÝSLEDKY

V následujících podkapitolách budou zhodnoceny jednotlivé druhy zadávání textu do osobního počítače zejména na základě uvedených zdrojů a zkušeností autora. Jednotlivé technologie byly vybírány s důrazem na jejich rozšířenost napříč spektrem uživatelů PC.

4.1 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. 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.

4.2 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, multimediální, herní, profesionální a HTPC klávesnice.

4.2.1 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.

4.2.2 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.

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

4.3.1 Výhody počítačové myši

Největší výhodou počítačových myší je intuitivnost ovládání, vycházející z minimalizovaného počtu ovládacích prvků, které standardně sestávají ze dvou tlačítek a kolečka.

4.3.2 Nevýhody počítačové myši

Samotnou počítačovou myš ve spojení s displejem reálně nelze použít pro zadávání textu. To platí pro všechny druhy souřadnicových HCI periférií, např. trackball, trackpad, trackpoint, grafický tablet a 3d myš. Žádná z nich není vhodná pro efektivní zadávání textu.

4.4 Programy pro rozpoznávání řeči

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. K dispozici jsou programy třetích stran. Paradoxně je pro programy rozpoznávající řeč mnohem jednodušší správně rozpoznat celé odstavce, než jednotlivá slova. Jejich princip je založen na rozpoznávání kontextu.

4.4.1 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.

4.4.2 Nevýhody programů pro rozpoznávání řeči

Skutečnost, že velká většina lidí používá klávesnici, 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.

4.5 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. Toto řešení nahrazuje zejména počítačovou myš, ale již systém Windows XP má zabudovaný software pro emulaci klávesnice, která je zobrazena na části displeje.

4.5.1 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.

4.5.2 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.

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. 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.

4.5.3 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.

4.6 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.

4.6.1 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.

4.6.2 Nevýhody promítané 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.

4.6.3 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.

4.7 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.

4.7.1 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.

4.7.2 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.

4.7.3 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).

4.8 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.

4.8.1 Výhody EEG scanneru

Obdobně jako u ovládání pomocí sledování pohybu očí by se dal EEG scanner použít pro HCI v případech těžkého postižení, obzvlášť 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.

4.8.2 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.

4.8.3 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.

4.9 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
Běžná 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 přizpůsob.	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.

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 periferie, které jsou navrženy pro ovládání prostřednictvím obou rukou, ale využívají rozložení a principů, které se výrazně odlišují od konvenčních periférií. Tato kategorie obsahuje HCI periferie, 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 periferie navržená s ohledem na handicapované uživatele.

5.1 Ergonomické klávesnice

5.1.1 MALTRON Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard

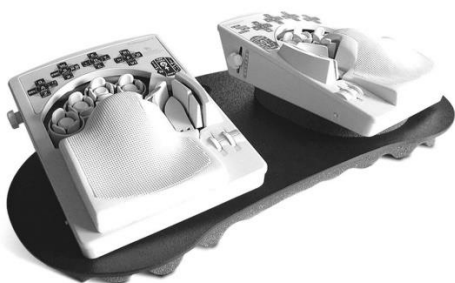
Díky svému designu působí klávesnice L90 Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard jako zdravotnické zařízení.



Ilustrace 7 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.



Ilustrace 8 Datahand Ergonomic Keyboard

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.

5.1.3 Kinesis Advantage 2 Contoured Keyboard

Kinesis Advantage 2 Ergonomic Keyboard V porovnání s Maltron Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard působí design klávesnice konvenčnějším a profesionálnějším dojmem. Tělo je užší než u standardních klávesnic, zejména díky absenci numerického bloku a směrových šipek.



Ilustrace 9 Kinesis Advantage 2 Contoured Keyboard

5.1.4 Kinesis Freestyle 2 Solo Ergonomic USB Keyboard

Freestyle 2 Solo Ergonomic USB Keyboard je, co se jeho konstrukce týče, konzervativnější. Alfamerický blok je rozdělen na dvě poloviny, ale klávesy sestaveny do horizontálně posunutých řad. Obě části jsou nastavitelné pomocí nožek umístěných na spodní straně.



Ilustrace 10 Kinesis Freestyle 2 Solo

5.1.5 Safetype Keyboard

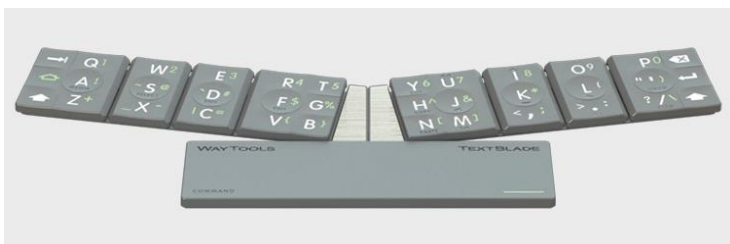
Psaní na této klávesnici nejvíce připomíná hru na akordeon. Protože na klávesy není při psaní vidět, orientaci mají usnadnit zrcátka umístěná po stranách klávesnice. Výrobce se dopustil drobné chyby, potisk kláves měl být stranově převrácený, aby se v zrcátkách odrazil správně. Nejnovější studie prokázaly, že ačkoliv vertikálně orientované klávesnice a myši skutečně snižují námahu zápěstí, nemají vliv na vznik onemocnění karpálního tunelu. (Van Galen, Liesker a de Haan, 2006, s. 99 – 107).



Ilustrace 11 Safetype Keyboard

5.1.6 WayTools Textblade

Kompaktní klávesnice Textblade společnosti WayTools je také určena jako periférie k mobilním zařízením, např. tabletům a smartphonům. TextBlade neobsahuje všechny funkce standardní PC klávesnice.



Ilustrace 12 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. Do těla klávesnice je zabudován miniaturní trackpad, který nahrazuje myš.



Ilustrace 13 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 možné dosáhnout rychlosti více, než 300 znaků za minutu. Klávesnice FrogPad přes miniaturní rozměry poskytuje nadstandardní ergonomii a efektivitu zadávání textu při psaní jednou rukou.



Ilustrace 14 Frogpad

5.2.3 BAT keyboard

Klávesnice se vyrábí ve dvou variantách – pro levou a pravou ruku. Jednotlivé znaky se píše pomocí současného stisku několika kláves najednou. Na klávesnici nejsou přítomny žádné informace o tom, jak který znak napsat. Vše si musí pamatovat uživatel.



Ilustrace 15 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. Podobně jako výše zmíněný produkt Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard stejné společnosti je design klávesnice zcela podřízen ergonomii.



Ilustrace 16 Maltron Single Hand Keyboard

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 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				
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

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 17 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.

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.

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 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.

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.

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.



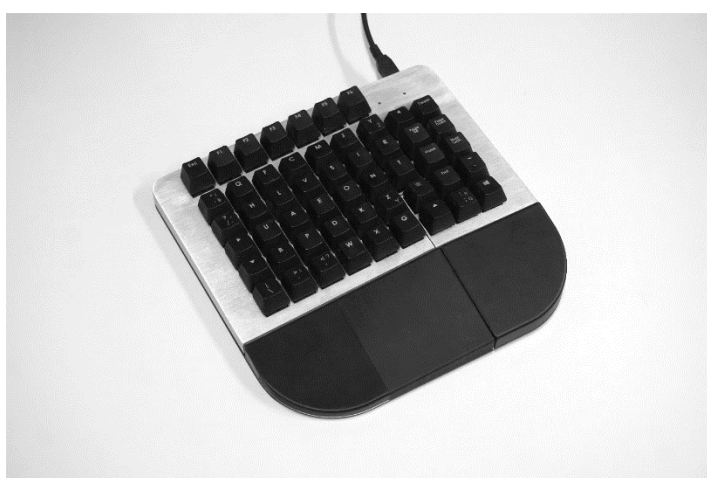
Ilustrace 18 Rozložení kláves prototypu - levá ruka

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.

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.

Další otázkou, mající vliv na výsledný design klávesnice bylo, zda a v jaké proporcii zahrnout oporu předloktí a zápěstí. Její používání je obecně spojováno s nižším namáháním zádových 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)



Ilustrace 19 Dokončený prototyp

6.3 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 20 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.

6.4 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.

6.5 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.

6.5.1 Klávesová varianta

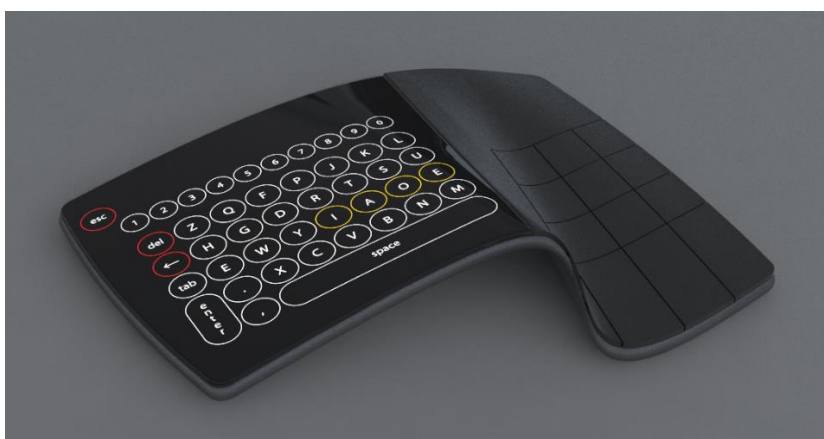
Konvenční verze vychází z pozitiv i negativ zjištěných během testování prototypu. Finální návrh je rozdělen do dvou navzájem polohovatelných bloků. Alfanumerický blok je ovládán dlouhými prsty, menší blok se systémovými tlačítky palcem. Ukázalo se, že toto řešení je intuitivní a zvyšuje jak efektivitu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

Klávesy jsou rozmístěny ve vodorovném bloku. Sklon alfanumerické části není ve finálním návrhu zahrnut, protože negativa spojená s jeho začleněním převažovala nad pozitivy. Integrována 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.



Ilustrace 21 Návrh tlačítkové klávesnice ve vysunutém stavu

6.5.2 Dotyková varianta



Ilustrace 22 Návrh dotykové klávesnice - perspektivní pohled

Namísto mechanických tlačítek je využít 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.

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.

7 Přínosy práce pro vědu, výzkum a praxi

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 vypsycifikovaných 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.

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 prototypech. 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 ilustrací:

Ilustrace 1 Standardizované QWERTY rozložení znaků	7
Ilustrace 2 Rozložení znaků QWERTZ, česká varianta.....	7
Ilustrace 3 Rozložení znaků Dvorak, US varianta	8
Ilustrace 4 Rozložení znaků Colemak, US varianta	8
Ilustrace 5 Rozložení znaků Half-QWERTY, US varianta.....	8
Ilustrace 6 Rozložení znaků Dvorak One-hanede pro levou ruku	9
Ilustrace 7 MALTRON Dual Hand Fully Ergonomic 3D Keyboard	19
Ilustrace 8 Datahand Ergonomic Keyboard	19
Ilustrace 9 Kinesis Advantage 2 Contoured Keyboard	19
Ilustrace 10 Kinesis Freestyle 2 Solo	20
Ilustrace 11 Safetype Keyboard.....	20
Ilustrace 12 WayTools Textblade.....	21
Ilustrace 13 Lenovo N5902	22
Ilustrace 14 Frogpad	23
Ilustrace 15 Klávesnice pro jednu ruku BAT keyboard	23
Ilustrace 16 Maltron Single Hand Keyboard.....	23
Ilustrace 17 Klávesnice pro jednu ruku – nefunkční model.....	25
Ilustrace 18 Rozložení kláves prototypu - levá ruka	26
Ilustrace 19 Dokončený prototyp	27
Ilustrace 20 Průběh testování prototypu.....	28
Ilustrace 21 Návrh tlačítkové klávesnice ve vysunutém stavu.....	30
Ilustrace 22 Návrh dotykové klávesnice - perspektivní pohled	30

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>

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>

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

https://www.czso.cz/csu/czso/domacnosti_a_jednotlivci

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>

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>

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>

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

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>

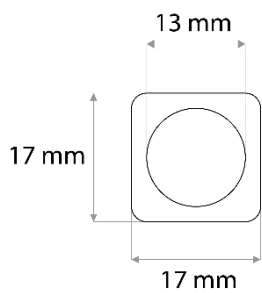
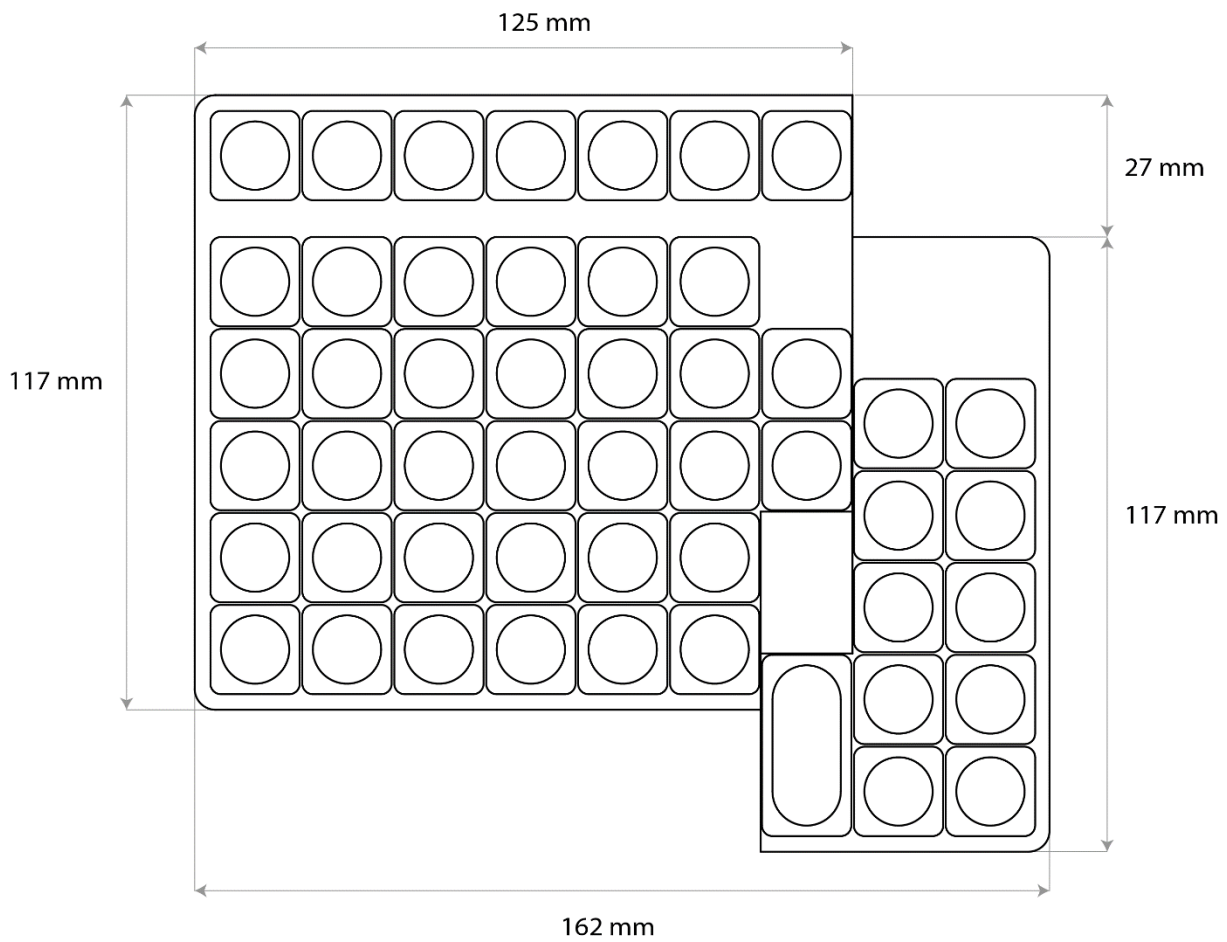
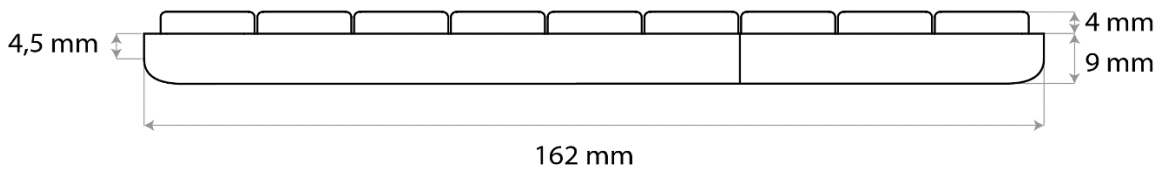
STOKEL-WALKER, Chris, 2013. 6 Non-QWERTY Keyboard Layouts, [online]. Dostupné z: <http://mentalfloss.com/article/52483/6-non-qwerty-keyboard-layouts>

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

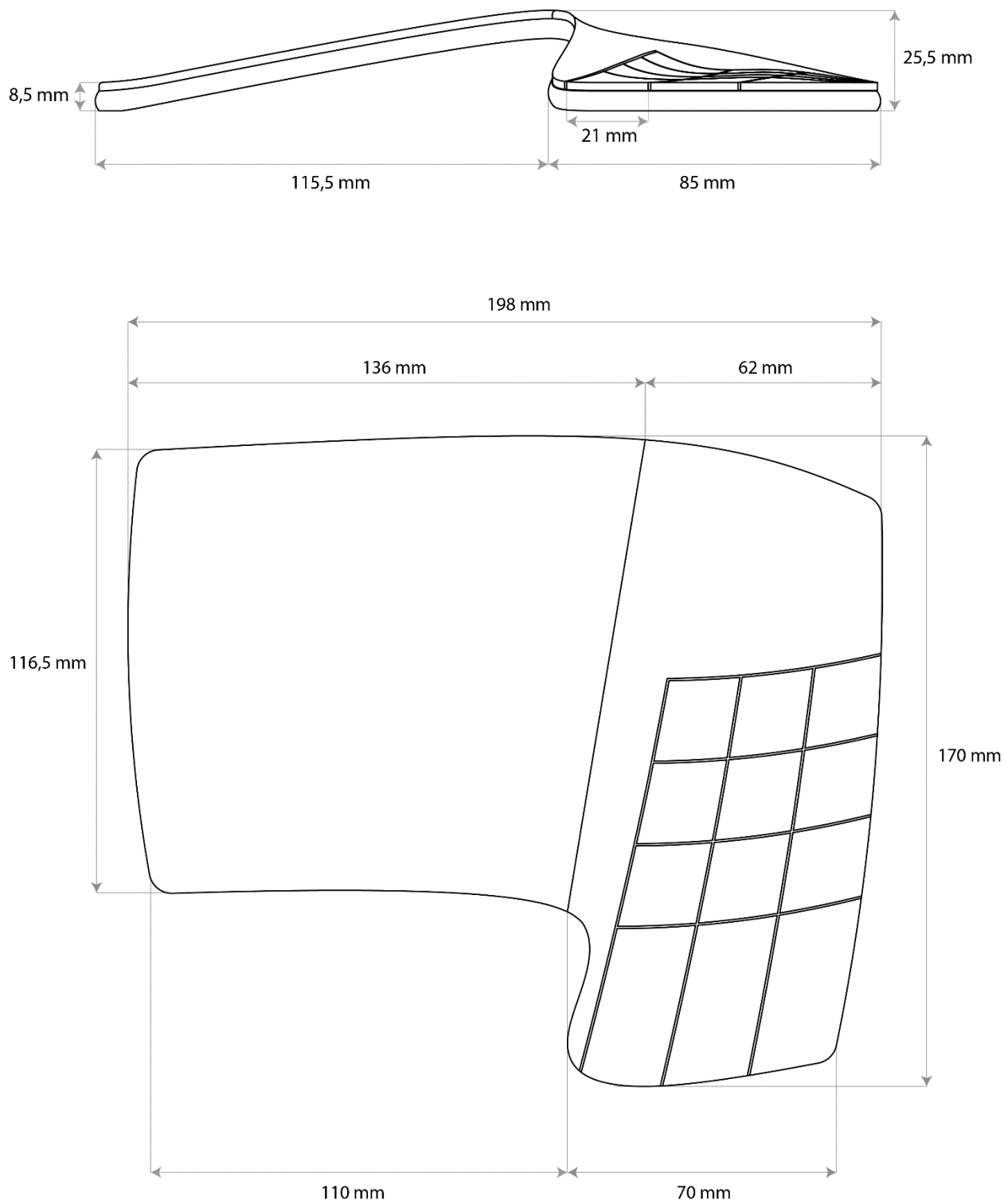
ŠPAKOV, Oleg a Päivi MAJARANTA, 2009. Scrollable Keyboards for Casual Eye Typing , [online]. Dostupné z:

[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)

Příloha 1 Rozměrový náčrt navrhovaného řešení - klávesové varianty



Příloha 2 Rozměrový nákres navrhovaného řešení - dotykové varianty



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

Autor: MgA. Ondřej Puchta, Ph.D.

Vydavatel: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Pořadí vydání: První

Rok vydání: 2018

ISBN 978-80-7454-760-7

