

# Design inzulinové pumpy

BcA. Petra Nožičková

---

Diplomová práce  
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta multimediálních komunikací

Kabinet teoretických studií  
akademický rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **BcA. Petra NOŽIČKOVÁ**  
Studijní program: **N 8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Multimedia a design – Průmyslový design**  
  
Téma práce: **Design inzulínové pumpy**

Zásady pro vypracování:

1. Analýza výrobků podobného zaměření.
2. Na základě výsledků provedené analýzy vytvořte návrhy v kresebné podobě, ve více variantách.
3. Propracování vybraných návrhů v kresebném i modelovém provedení.
4. Realizace výsledné varianty.
5. Vypracování písemné doprovodné zprávy dokumentující všechny etapy návrhu a odůvodňující navržené řešení.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

HALUZÍK, Martin. DrSc a kolektiv, Praktická léčba diabetu. Vydavatelství Mladá fronta, 360s. ISBN 978-8-204-2071-8

LEBL, Jan a kolektiv. Abeceda diabetu. Nakladatelství Maxdorf, 2007. 184s. EAN 9788073451417

AMERICKÁ diabet. spol., Cukrovka od A do Z. Nakladatelství Pragma, 2003. 212s. ISBN 80-7205-746 4

ZAMRAZIL, Václav. VONDRA, Karel. ŠIMEČKOVÁ, Aranka. Časná stadia diabetes melitus: Diagnostika, prevence, perspektivy léčby. Nakladatelství Maxdorf, 1997. 131s. ISBN 80-85800-74-8

Vedoucí diplomové práce: **prof. ak. soch. Pavel Škarka**  
Ústav produktového designu

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2009**

Termín odevzdání diplomové práce: **17. května 2010**

Ve Zlíně dne 11. ledna 2010

  
doc. MgA. Jana Janíková, ArtD.  
děkanka



  
Mgr. Markéta Dvořáčková  
vedoucí katedry

## **ABSTRAKT**

Diabetes mellitus, cukrovka je jedna z nejstarších nemocí. Šíří se světem jako epidemie a každým rokem narůstá počet osob postižených touto chorobou, která provází pacienta celý jeho život bez možnosti vyléčení. Z toho důvodu jsem se rozhodla řešit design IP (inzulinové pumpy), tak aby vzhled nezbytné pumpy byl přitažlivým a pro pacienta se stal neskrývaným atributem jeho dobrého vkusu. V teoretické části se zabývám historií nárůstu diabetes mellitus a vývojem inzulinové pumpy, která slouží k její kompenzaci. V praktické části se pak popisují ideový vývoj od nápadu až ke konečnému řešení designu IP.

Klíčová slova: Diabetes mellitus, inzulinová pumpa, psychická pohoda

## **ABSTRACT**

Diabetes mellitus, belongs to one of the oldest diseases. It spreads through the world like an epidemic and each year the number of people being afflicted by this disease is growing. This condition remains with the patient throughout their life time without the possibility of a cure. These were the reasons why I have decided to deal with the IP Design. So that the look of this essential pump would become attractive, and the patients could wear it openly as an attribute of their decision. The theoretical part of my theses is focused on the history of the growth of diabetes mellitus and development of the IP. In the practical part of my theses I am describing the development of my ideas from the sketches for the final design solution of the IP.

Key words: Diabetes mellitus, insulin pump /IP/, well-being

## **Poděkování**

Děkuji všem, kteří mi poskytli cenné informace a připomínky týkající se problematiky diabetes mellitus a především vývoje IP. Děkuji vedoucímu práce prof. akad. soch. Pavlu Škarkovi za cenné rady a doporučení, které mi poskytl v průběhu psaní a především navrhování designu IP.

## **Motto**

"Learn from yesterday, live for today, hope for tomorrow" *Albert Einstein*

Učit se z včerejška, žít pro dnešek, doufat v zítřek.

" The best way to predict the future is to invent it " *Alan Kay, Scientist*

Nejlepší cesta jak předpovídat budoucnost je, vymyslet ji.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 STATISTIKA</b> .....	<b>10</b>
1.1 ODSTRAŠUJÍCÍ STATISTIKY .....	10
1.2 HISTORIE .....	11
1.2.1 Starověk.....	11
1.2.2 Středověk.....	12
1.2.3 Novověk .....	12
1.2.4 Stručná data a fakta .....	13
1.3 ZLOMOVÝ ROK .....	15
1.3.1 První aplikace inzulínu.....	15
1.4 SLOVNÍČEK POJMŮ .....	16
1.5 CHARAKTERISTIKA NEMOCI .....	18
1.6 TYPY, KLASIFIKACE, PROJEVY VYPUKNUTÍ CUKROVKY .....	19
1.6.1 Základní typy diabetu.....	19
<b>2 SOUČASNÁ LÉČBA DIABETU</b> .....	<b>21</b>
2.1 INZULINOVÉ PERO .....	21
2.1.1 Výhody a nevýhody .....	22
2.2 INZULINOVÁ PUMPA .....	22
2.2.1 Výhody .....	23
2.2.1.1 Každodenní život a výkon povolání .....	23
2.2.1.2 Volný čas .....	24
2.2.1.3 Společenský život .....	24
2.2.1.4 Snížení rizika v těhotenství.....	24
2.2.2 Nevýhody léčby IP .....	24
2.2.3 Infuzní set.....	27
2.2.4 IP dnes .....	28
2.3 GLUKOMETR .....	30
<b>3 VÝZKUM A BUDOUCNOST IP</b> .....	<b>31</b>
3.1 VALERITAS H-PATCH .....	31
3.2 SOLO MICRO PUMP .....	32
3.3 INZULINOVÁ PUMAPA PARADIGM 722 .....	33
<b>4 LÉČBA DIABETU V BUDOUCNOSTI</b> .....	<b>34</b>
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>35</b>
<b>5 SHRUTÍ POZNATKŮ</b> .....	<b>36</b>
5.1 MYŠLENKOVÝ VÝVOJ, DEFINOVÁNÍ KONCEPTU .....	36
5.1.1 První vize .....	36
5.1.2 Minimalizace.....	37

5.1.3	Displej .....	37
5.1.4	Tvar IP .....	38
5.1.5	Nová podoba infuzních setů .....	38
5.1.6	Snadná manipulace, rychlá orientace .....	39
5.1.7	Současné možnosti, shrnutí poznatků .....	39
<b>III</b>	<b>PROJEKTOVÁ ČÁST.....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>HLEDÁNÍ FORMY, INSPIRACE .....</b>	<b>41</b>
6.1	TVAROVÁ ŘEŠENÍ .....	43
6.1.1	Tvarové řešení IP .....	43
6.1.2	Infuzní sety .....	48
6.1.3	Upevňování IP .....	49
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>54</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>56</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>57</b>

## ÚVOD

Diabetes mellitus, cukrovka je jedna z nejstarších a nejspletitějších nemocí, které lidstvo poznalo. První zmínka se objevuje již v době téměř 1500 let před naším letopočtem v egyptských papyrusových svitcích. Její masivní nárůst od začátku minulého století je připisován nezdravému stylu života (stres, uspěchaná doba, málo odpočinku), stárnutí populace, špatným stravovacím návykům, nedostatku pohybu a obezitě. Cukrovku už nelze v současné době považovat jen za nemoc stáří, protože postihuje stále mladší a mladší osoby. Statistiky můžou mnohé překvapit. Vždyť touto chorobou trpí téměř každý dvacátý člověk. I proto bylo ve vývoji léčby cukrovky již učiněn hodně velký pokrok. Rok 1921, kdy byl inzulin objeven, je pokládán za zlomový. Rok poté byl inzulin poprvé použit k léčbě pacienta. Vývoj a aplikace inzulinu však neustrnul na jednom bodě, právě naopak. Vlády a zdravotní organizace vyspělých zemí světa si uvědomují vážnost situace, narůstající počty diabetiků a snižující se věk osob, u kterých je diabetes diagnostikován a snaží se proto podporovat vědecký výzkum a vzdělávat veřejnost.

Ve svém projektu se chci zabývat vývojem a designem inzulinových pump, které jsou zatím nejúčinnějším a nejpřirozenějším způsobem léčby pacientů.



# **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 STATISTIKA

Cukrovka (diabetes mellitus) se stává jedním z největších zdravotních problémů dneška, v současné době se vyskytuje asi u 7% populace, z celkového počtu diabetiků přibližně 0,5% trpí diabetem 1. typu (aplikace inzulínu je nezbytná k přežití pacienta), zbytek trpí diabetem 2. typu (léčba pilulkami nebo přísnou dietou).

## 1.1 Odstrašující statistiky

V roce 1985 bylo na světě asi 30 miliónů diabetiků. V roce 2000 se jejich počet odhadoval na minimálně 151 miliónů, což je pětkrát více! Rok 2001 již přináší strašné číslo 177 miliónů diabetiků na světě. Pokud se tato epidemie ničím nezpomalí, v průběhu 25 let se toto číslo vyšplhá až na 300 miliónů diabetiků! V České republice je celkem 654 164 diabetiků, což je přes 6 % obyvatel (k roku 2000), a toto číslo se neustále zvyšuje. Česká republika je v porovnání s Evropou v počtu diabetiků na 100 000 obyvatel na průměrných hodnotách (na rozdíl od obezity, kde je na prvním místě). Co je ale opravdu závažné, ČR má v Evropě další smutné prvenství, je na prvním místě v počtu nových případů cukrovky (v roce 2000 to bylo přes 500 nových pacientů na 100 000 obyvatel, kdežto např. ve Francii je to něco přes 200)<sup>1</sup>.

### 1.1.1 Náklady na léčbu

Dalším nepřehlédnutelným faktem jsou finanční náklady na zdravotní péči, které jsou enormní. Odhaduje se, že náklady na komplikace spojené s cukrovkou se pohybují mezi 5 – 10 % celkových nákladů na zdravotní péči. Jen léčba inzulínovou pumpou (dále jen IP) dosahuje neuvěřitelných částek, cena samotného přístroje se pohybuje kolem sto tisíc a k tomu musíme připočítat další komponenty a inzulín bez nichž se diabetik neobejde.

### 1.1.2 Komplikace spojené s cukrovkou zvyšující náklady

Nejde jen o samotnou nemoc a její léčbu, ale o komplikace, které v důsledku s touto nemocí hrozí každému diabetikovi. Špatně kompenzovaná cukrovka bývá příčinou několika faktorů.

- je hlavní příčinou slepoty u lidí po dokončení 20. roku života

- je hlavní příčinou amputací končetin, které nejsou důsledkem úrazů

- u diabetiků je mnohem větší pravděpodobnost vzniku infarktu myokardu nebo mozkové mrtvice
- u řady diabetiků se vyvine závažné onemocnění ledvin
- řada komplikací cukrovky bohužel může vyústit až v předčasné ukončení života

Tyto faktory nejen navyšují náklady na péči pacienta, ale hlavně komplikují a zneprůjemňují život samotnému pacientovi.

## 1.2 Historie

### 1.2.1 Starověk

První zmínka byla nalezena na papyrusových svitcích z roku 1552 před naším letopočtem, které byli v hrobce vznešeného Egyptana objeveny německým archeologem Georgem Ebersem v Thébách v roce 1862. Píše se zde o diabetu jako o vzácné nemoci, jejíž příčina je neznámá a projevuje se velkou žízní. Egypt nebyl jedinou zemí, kde již v této době byli lidé sužováni touto chorobou.

Také ve starém Řecku se již o diabetu vědělo. Zabýval se jím lékař Aretaeus z Cappadochie navazující na Hippokrata, který kolem roku 100 n.l. jako první používá termín diabetes (z řeckého διαβήτης - diabainó), což v překladu znamená „procházet něčím“. V jeho spisech je tato nemoc popisována jako vzácná, ale strašlivá choroba, kterou doprovází neuhasitelná žízeň. Nemocný je cítit nepříjemně sladkou vůni, za kterou se táhnou hejna vos. Jeho tělo je vychrtlé, je stále unaven a nakonec umírá. Aretaeus také hovoří o nové, účinnější léčbě. Nemocnému se dává málo jíst, jen tolik, aby nezemřel hladem. A byl to také Aretaeus, který této nemoci dal jméno diabetes podle řeckého "diabainó", což znamená protékat něčím, nebo také sifon, narážel tím nejspíše na to, že voda u nemocných protéká tělem jako sifonem. Římský lékař Claudius Galén (\*129 n. l.) ve svém spisu Corpus Galenic popisuje novou léčbu diabetu, jejíž podstatou je dostatek tělesného pohybu, málo jídla a hydroterapie.

Ve starověku byl diabetes popsán pouze jako nemoc, avšak toto období účinnou léčbu diabetu nepřineslo.

### 1.2.2 Středověk

Rozvoj medicíny a obecně vědecké poznání ve středověku stagnovalo kvůli vedoucímu postavení církve ve společnosti. Poté co roku 1163 vydává církev patent s názvem "Ecclesia abhorret a sanguine", kterým proklamovala nechuť k dotyku s krví, byla dosavadní medicína omezena pouze na externí obory, a to na dlouhý čas znamenalo konec chirurgie i pitvy. Přestože na evropském kontinentu se vývoj lékařství velmi zpomalil, v ostatních částech světa šel nezvratně kupředu. Ve středověké Číně kolem roku 570 také jako první upozorňují na to, že jednou z možných příčin cukrovky je obezita. Dalším, kdo se diabetu věnoval byl nejslavnější arabský lékař a učenec Ibn Síná zvaný Avicena, autor "Kánonu lékařství". Shrnuje dosavadní lékařské poznatky a popisuje zde již i nejrůznější komplikace, které cukrovku doprovází, jako je diabetická sněť (gangréna) nebo impotence.

### 1.2.3 Novověk

I přes objevy, které věda zaznamenala, byla na počátku novověku stále pod vlivem spisů Hippokrata, Galéna a Aviceny. Průlom udělal až švýcarský vědec, známý pod latinským jménem Paracelsus, který zdůrazňoval význam pozorování a experimentu. Za příčinu cukrovky považuje změnu skladby krve, což znamená, že cukrovku vnímá jako celkové onemocnění a ne jen jako onemocnění jater, za což jí považoval Galén.

Oproti středověku nastává v novověku obrovský rozvoj všech věd včetně medicíny. Již v roce 1674 si Angličan T. Willis všiml sladké chuti diabetické moči a název diabetes doplnil přídavným jménem „mellitus“, což znamená sladký nebo také medový. Roku 1869 Paul Langerhans popsal ve své dizertační práci nově objevené ostrůvky v pankreatu. Tyto ostrůvky jsou po něm dodnes nazvané jako Langerhansovy ostrůvky.

Roku 1889 lékaři O. Minkowski a J. von Mering zjistili vztah mezi pankreatem a diabetem. Neúspěšně se pokoušeli diabetes léčit orálně podávaným pankreatinem, jež připravovali sušením zvířecích pankreatů. Lékař M. A. Lane roku 1907 podrobněji zkoumal Langerhansovy ostrůvky a rozlišil v nich A buňky a B buňky. Z tohoto zjištění J. de Meyer odvodil, že by některé z těchto buněk mohly tvořit hypotetický hormon, který snižuje glykémii, a pojmenoval ho inzulin (z lat. insula), což v překladu znamená ostrov. Revoluci v léčbě diabetu znamenal objev inzulinu, který byl uskutečněn na lékařské fakultě University of Toronto. Roku 1921 kanadský chirurg Frederick Banting a jeho spolupracovník a student medicíny Charles Herbert Best, za finanční podpory profesora John James

Richard Macleoda, extrahovali inzulin z psího pankreatu a injekčně jej vpravili do jiného pokusného psa, u něhož se poté příznaky diabetu zmírnily. Posléze pokus zopakovali na diabetickém dítěti, které se tak stalo prvním úspěšně léčeným diabetikem na světě. Do Československa došel objev inzulinu až roku 1923, čímž byla započata éra české diabetologie. Téhož roku byl Banting a Macleod oceněni Nobelovou cenou za lékařství<sup>2</sup>.

#### 1.2.4 Stručná data a fakta

1550 př. Kr.

Egyptský papyrus popisuje nemoc, při níž se " maso a kosti ztrácejí do moči".

2. st. po Kr.

Arateus z Kappadocie nazývá chorobu diabetem ( dia = skrz, beinein = jít), tedy nemocí, při níž tekutina prochází skrze tělo, člověk hodně pije a hodně vylučuje.

1674

Thomas Willis odlišuje diabetes od ostatních polyurických stavů, neboť „moč je podivuhodně sladká“.

1776

W. Dobson nalézá v krvi a moči nemocných cukr.

1787

W. Cullen přidává k názvu diabetes přívlastek mellitus (mel -mells znamená med), což odráží přítomnost cukru v moči.

1855

Claude Bernard nalézá vztahy mezi diabetem, játry a nervovým systémem.

1869

H. D. Noyes pozoruje retinitidu.

1869

P .Langerhans objevuje ostrůvky v pankreatu čili slinivce břišní, ne však jejich funkci.

1889

Oskar Minkowski a Joseph von Mering po pankreatektomii psa zjišťují kauzální vztah mezi pankreatem a diabetem.

1907

M. A. Lane rozlišuje v ostrůvku buňky alfa a beta.

1909

Jean de Meyer dává hypotetickému hormonu snižujícímu cukr v krvi název inzulin.

1921

Fredericku Bantingovi a Charlesi Bestovi se v Macleodově laboratoriu na univerzitě v To-

rontu podařilo ze zvířecích pankreatů extrahovat hormon isletin snižující koncentraci cukru v krvi, později nazvaný inzulin. Ještě téhož roku uzavřela univerzita smlouvu s firmou Lilly na výrobu prvního komerčně dostupného inzulinu na světě.

1922

Čtrnáctiletý Leonard Thompson se stal prvním lidským pacientem léčeným pomocí inzulinu.

1923

F. Banting s J. J. R. Macleodem obdrželi za objev inzulinu Nobelovu cenu za fyziologii a medicínu.

1926

J. J. Abel dosahuje krystalizaci inzulinu.

30. léta

Bylo zjištěno, že u řady pacientů není diabetes způsoben absolutním nedostatkem inzulinu (diabetes typu 1), nýbrž nedostatečnou citlivostí buněk organismu na jeho účinky (diabetes typu 2).

1936

Paul Kimmelstiel a Clifford Wilson popisují diabetickou glomerulosklerózu.

1936

H. C. Hagedorn zjišťuje prodloužení účinku inzulinu vazbou na protamin.

1955

F. Sanger odvodil molekulární strukturu inzulinu.

1956

S. A. Berson, R. S. Yalow zavedli metodu stanovení imunoreaktivního inzulinu v plazmě.

60. léta

Inzulin byl poprvé chemicky syntetizován.

1963

Keen a Chlouverakis – stanovení mikroalbuminurie.

70. léta

Bylo prokázáno, že kolísání krevních hladin cukru poškozuje drobné i větší cévy a vede tak k řadě komplikací (očních, nervových, ledvinných, kardiovaskulárních). Současně bylo zjištěno, že dobrá kompenzace diabetu může těmto komplikacím zabránit nebo je alespoň významně oddálit. Proto byl zaveden tzv. self-monitoring (pacient si sám měří hladinu cukru v krvi), vyvíjeny stále čistší inzuliny a dokonalejší aplikační pomůcky (vedle injekcí i inzulinová pera a pumpy) a zavedena intenzifikovaná léčba.

80. léta

Ve výrobě inzulínu se uplatnily metody molekulární biologie a genového inženýrství, které začínají nahrazovat získávání inzulínu ze zvířecích pankreatů. Nové technologie dovolují vyrobit i první inzulín strukturálně, chemicky a biologicky identický s lidským.

90. léta

Byl dokončen výzkum a vývoj prvního analogu lidského inzulínu, který zatím nejfyziologičtěji napodobuje působení inzulínu přirozeného.

Léčba inzulínem je indikována u všech typů nemocných s DM 1. typu a u části nemocných s DM 2. typu či sekundárním diabetem.

### 1.3 Zlomový rok

Do doby než se stal inzulín dosažitelným, cukrovka znamenala pro pacienta jistou smrt, která nastala během několika měsíců, mnohdy několika týdnů nebo dní. Zlomovým se stal pro pacienty rok 1921, kdy byl inzulín objeven a rok na to poprvé aplikován.

#### 1.3.1 První aplikace inzulínu

Prvním pacientem byl Leonard Thomson, kterému byl 11. ledna 1922 v Torontu aplikován extrakt z pankreatu. Diabetem trpěl od roku 1919. Vážil pouhých 32 kg a byl malý krůček od upadnutí do komatu a smrti. Čtrnáct dní po aplikaci inzulínu začaly příznaky, symptomy cukrovky mizet. Hladina cukru v krvi se vrátila do normálu a Thomson byl živější a sílil. Díky inzulínu žil ještě dalších 13 let. Zemřel ve věku 27 let v důsledku komplikací souvisejících s touto nemocí.



*Obr.1 Leonard Thomson*



Obr.2 Jedna z prvních stříkaček na podávání inzulínu (1922) a současná injekční stříkačka

## 1.4 Slovníček pojmů

Alarm - zvuková signalizace pumpy. Některé alarmy oznamují závadu, kterou je nutno urychleně odstranit, jiné alarmy jsou pouze informativního charakteru (např. změna režimu pumpy, životnost pumpy aj.).

Bazální inzulín - inzulín se střednědobou nebo dlouhodobou působností, který se pomalu vstřebává a poskytuje organismu rovnoměrnou a nízkou dávku této látky. Může napodobit přirozenou základní produkci inzulínu v organismu. Jako bazální inzulín se také označuje stálý základní přísun krátce působícího inzulínu do organismu inzulínovou pumpou.

Bolus inzulín - inzulín s rychlým účinkem, který se indikuje před jídly a umožní rychlý vzestup hladiny inzulínu v organismu. Tak se napodobuje přirozený vzrůst hladiny inzulínu v době po jídle, který zamezí zvýšení hladiny glukózy. Jako bolus inzulín se také označuje dávka inzulínu před jídlem z inzulínové pumpy.

Beta-buňky - buňky v ostrůvcích ve slinivce břišní (pankreatu), které produkují hormon inzulín.

Cukry - jeden ze tří hlavních zdrojů kalorií ve stravě. Existují jednoduché cukry (např. krystalický cukr - sacharóza) a škroby (komplexní cukry, jež se nacházejí v chlebu, těstovinách a fazolích). Cukry se během trávicího procesu štěpí na glukózu a jsou hlavní potravní složkou, která způsobuje vzestup hladiny glukózy.

Depotní inzulín - inzulín s prodlouženým účinkem



Diabetické kóma - nejtěžší forma rozvrácení vnitřního prostředí těla při neléčeném nebo nedostatečně léčeném diabetu 1. typu . Bezprostředně ohrožuje život.

Glukóza - jednoduchá forma cukru, která slouží v organismu jako palivo. Vzniká při štěpení potravy v trávicí soustavě. Glukózu pak krev dopravuje k buňkám. Množství glukózy v krvi se nazývá hladina krevní glukózy.

Glykemický profil - plánovité měření několika hodnot glykémie během jednoho dne. Umožňuje mnohem lépe posoudit účinek inzulínové léčby než jednotlivé měření glykémie.

Glykémie - hladina krevního cukru. Množství glukózy obsažené v určitém objemu krve. Vyjadřuje se v milimolech na litr (mmol/l).

Hyperglykémie - stav, při němž je hladina krevní glukózy příliš vysoká (tj. 7,5 mmol/l nebo vyšší). K příznakům patří časté močení, větší žízeň a úbytek hmotnosti.

Hypoglykémie - stav, při němž hladina krevní glukózy poklesne pod 3,5 mmol/l. K příznakům patří špatná nálada, otupělost rukou, roztěkanost, třes nebo závratě. Když se hypoglykémii nepotlačí, může dojít ke křečím a k bezvědomí.

Inzulin - hormon, který produkuje slinivka a který umožňuje organismu spotřebovat glukózu. Je to "klíč", jenž odemyká "dveře" do buňky a umožňuje glukóze dostat se dovnitř. Glukóza pak slouží buňkám jako palivo.

Inzulinová rezistence - stav, kdy organismus adekvátně nereaguje na inzulin. Je to nejběžnější příčina cukrovky II. typu.

Inzulinový analog - inzulin, jehož molekula byla záměrně pozmeněna, aby se tak změnila žádoucím způsobem jeho vlastnosti.

Kanyla - tenká teflonová hadička na konci infuzního setu.

Ketoacidóza neboli diabetické kóma - vážný stav, jež způsobuje nedostatek inzulinu nebo zvýšená hladina stresových hormonů. Lze jej prokázat vysokou hladinou glukózy a ketolátky v moči. Téměř výhradně se objevuje u osob s diabetem I. typem.

Kompenzace - vyrovnanost cukrovky, posuzuje se např. podle glykovaného hemoglobinu a dalších ukazatelů. Má vztah k riziku komplikací.

Mikroalbuminurie - vyšetření albuminu (jedné z krevních bílkovin) v moči. Pomáhá posoudit stav ledvin v souvislosti s diabetem.

Mmol/l - milimoly na litr. Měrná jednotka, již se užívá pro určení hladiny krevní glukózy.

Pankreas (slinivka břišní) - žláza lehce zakřiveného tvaru, umístěná hned za žaludkem. Produkuje enzymy na trávení potravy a hormony, které ovlivňují přeměnu látek v organismu, včetně inzulínu a glukagonu. V plně funkční slinivce břišní vzniká inzulín ve speciálních buňkách, které se nacházejí v tzv. Langerhansových ostrůvcích.

Perorální antidiabetika nebo perorální hypoglykemické léky - perorálně (ústí) podávané léky, které slouží ke snížení hladiny glukózy. Někteří nemocní s diabetem II. typu je užívají. Inzulín mezi tyto léky nepatří.

Remise - částečné obnovení vlastní výroby inzulínu po zahájení inzulínové léčby u člověka s nově zjištěným diabetem 1. typu. V době remise je potřeba inzulínu v injekcích poměrně malá. Remise má přechodný charakter.

Sacharidy - základní součást lidské stravy. Dělí se na sacharidy složené (nemají sladkou chuť) a sacharidy jednoduché (mají sladkou chuť). Obě tyto skupiny sacharidů působí na glykémii.

Selfmonitoring - samostatná kontrola diabetu, především samostatné měření glykemií, glykosurií (cukru v moči) a krevního tlaku, sledování tělesné hmotnosti.

Výměnná jednotka - množství potravin, které obsahuje vždy stejné množství sacharidů. V různých dietních systémech se za výměnnou jednotku považuje 10 nebo 12 g sacharidů. Používá se pro počítání množství sacharidů v potravě. Podle výměnných jednotek je možné odhadovat množství potravin i úpravu dávek inzulínu<sup>3</sup>.

## **1.5 Charakteristika nemoci**

Je to onemocnění, které zabraňuje tělu patřičně využít energii z potravy. Tato nemoc je charakterizovaná mírnou až život ohrožující poruchou hladiny krevního cukru (glukózy). Glukóza je typem cukru, který se nachází v krevním oběhu, vzniká rozkladem a trávením potravy a je spotřebovávána buňkami těla, glukóza z krve je pohonnou látkou pro celé tělo. Tato nemoc je vyvolaná úplným nebo částečným nedostatkem inzulínu, životně důležitého hormonu, který je zodpovědný za přeměnu stravy v energii. Inzulín si můžeme zjednodušeně představit jako klíč, který otevírá dveře k buňkám a dovoluje

glukóze vstoupit. Když inzulin chybí, glukóza se stane v krevním proudu jakýmsi bezdomovcem, odmítá přístup k těm správným buňkám a nechá se volně unášet. Tím dochází k nadbytku cukru v krvi. Pokud je hladina glukózy v těle příliš vysoká, přechází nadbytek glukózy do moči<sup>4</sup>.

Jedná se o poruchu metabolismu a pokud není diabetes léčen nebo nejsou dodržovány doporučené zásady léčby, může dojít ke vzniku a rozvoji dalších závažných onemocnění a komplikací.

Příčina vzniku diabetu není známa, ale je známo několik možných spouštěcích faktorů jako např. genetické vlohky a působení vnějšího prostředí (stres, virózy, obezita, atd.) či konstituční tělesné faktory (rasa, pohlaví, věk, apod.).

## **1.6 Typy, klasifikace, projevy vypuknutí cukrovky**

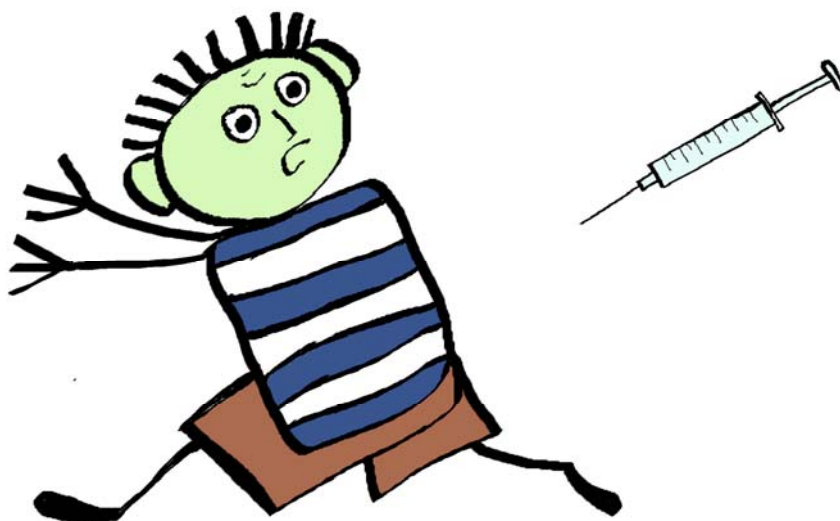
První projevy vypuknutí diabetu poznáme na základě několika znaků, a to jsou, hyperglykémie, velká žízeň, časté a vydatné močení, hubnutí, únava, poruchy vědomí až upadnutí do komatu.

### **1.6.1 Základní typy diabetu**

Diabetes dělíme na dva základní typy, podle množství a správného fungování inzulínu v těle pacienta. Jedni mají absolutní nedostatek inzulínu, tento stav se nazývá diabetes mellitus 1. typu. Druzí mají relativní nedostatek inzulínu, v tomto případě se jedná o diabetes mellitus druhého typu.

Diabetes mellitus 1. typu je onemocnění, při kterém není organismus schopen udržet koncentraci krevního cukru (glukózy) v krvi v normálních mezích. Průvodním rysem tohoto onemocnění je tedy zvýšená koncentrace glukózy v krvi (koncentraci glukózy v krvi též často označujeme jako glykémii). U této choroby organismus postupně ztrácí schopnost produkovat inzulin (rychlost snižování kapacity produkce inzulínu může být různá - od několika týdnů po několik měsíců i let). Jedinou možnou léčbou tohoto onemocnění je dodávat tělu inzulin. Inzulin je aplikován několika způsoby, injekční stříkačkou, inzulinovým perem, nebo IP, která nejvíce napodobuje přisun inzulínu do těla, jako je tomu u zdravého jedince.

Podstatou onemocnění diabetem 2. typu je snížená citlivost tkání na inzulín související zejména s nadměrným množstvím tuku v těle. Organismus takového pacienta musí k udržení normálních hodnot glykémie produkovat stále větší množství inzulínu. Ve chvíli, kdy je schopnost produkce inzulínu na maximální možné hranici, začne koncentrace glukózy narůstat a choroba se projeví. V prvních letech tohoto onemocnění jsou pacienti většinou léčeni „tabletkami“ a přísnou dietou, v pozdějším období je však často nutná léčba inzulínem.



*Obr.3 Ilustrace*

## 2 SOUČASNÁ LÉČBA DIABETU

Cílem léčby cukrovky je umožnit nemocnému plnohodnotný aktivní život, který se kvalitativně blíží co nejvíce normálu. Toho lze dosáhnout dlouhodobou uspokojivou kompenzací diabetu a prevencí, případně kvalitní léčbou pozdních komplikací diabetu. Úspěšná léčba diabetu stojí na třech pilířích, inzulinu, dietě a fyzické aktivitě. K dosažení optimální kompenzace diabetu je třeba podávat inzulin způsobem, který nejvíce napodobuje přirozenou sekreci inzulinu. Toho se nejčastěji dosahuje systematickou aplikací inzulinu inzulinovými pery nebo inzulinovou pumpou. Kontrolu kompenzace si provádí sám diabetik pomocí přístroje k měření hladiny glykemie v krvi, tj. glukometrem.



*Obr.4 Ilustrace*

### 2.1 Inzulinové pero

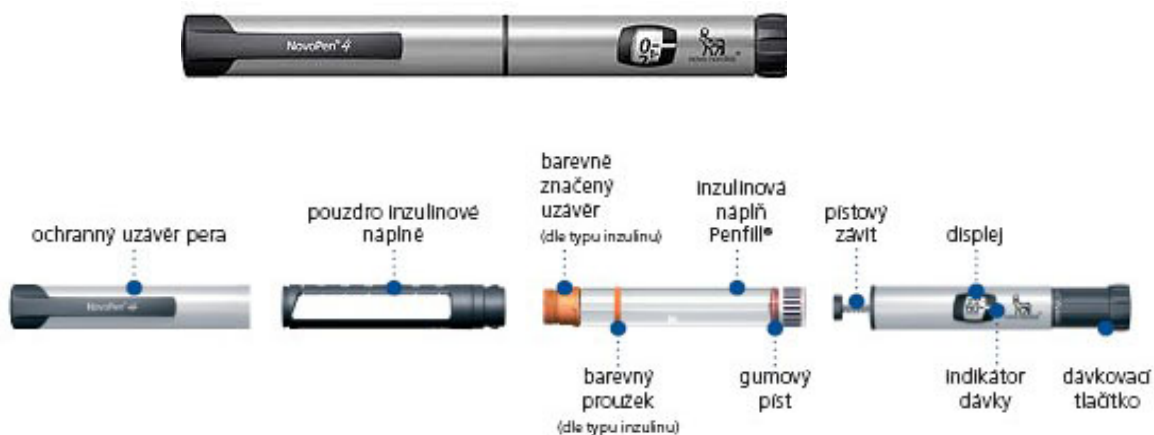
Je pomůcka pro podkožní aplikaci inzulinu. Jde o ruční dávkovač, do kterého se vkládají cartridge (v překladu „náboje“), což jsou skleněné nádobky s inzulinem. Léčba inzulinovými pery je založena na pokrytí bazální dávky „dlouhým“ inzulinem (je aplikován jednou denně před spaním) a aplikací „rychlého“ inzulinu před každým jídlem.

### 2.1.1 Výhody a nevýhody

Výhoda aplikací inzulínovými perami je nižší pořizovací cena a technická nenáročnost aplikace pro uživatele. Nevýhodou této léčby je nutnost striktně dodržovat denní režim, tj. dobu vstávání, čas aplikací inzulínu a jídla. Při nedodržení těchto zásad je, především u nezkušených diabetiků, velmi malá pravděpodobnost udržení normoglykémie, protože působení inzulínů se začne překrývat a potom nelze racionálně odhadnout výslednou glykémii<sup>5</sup>.



Obr.5 Aplikace inzulínovým perem



Obr.6 Schéma inzulínového pera

## 2.2 Inzulínová pumpa

Inzulínová pumpa je přístroj pro aplikaci inzulínu určený převážně pro léčbu diabetu mellitus 1. typu. IP je miniaturizovaný počítač, který pomocí hnacího motorku spolehlivě a

kontinuálně dává inzulín do podkoží. Převažuje názor, že běžná inzulínová pumpa dává inzulín sama podle hladiny glykémie, což je však všeobecný, naprostý omyl. Inzulínovou pumpou jsou trvale podávány mikrodávky inzulínu, které jsou nastaveny v softwaru IP. Sekrece inzulínu stimulovaná jídlem je nahrazena bolusovými dávkami. Pro bolusové a bazální dávky je k dispozici v IP pouze jeden typ inzulínu, jehož doby účinku jsou tak krátké, že se téměř nepřekrývají. IP dostává do těla inzulín skrz tzv. infuzní set, který je s pumpou spojen hadičkou, a který se musí měnit každé 3 - 4 dny. Infuzní set se zpravidla zavádí podkožně do oblasti břicha, hýždí, stehien nebo horní části rukou.

Inzulínová pumpa umožňuje zatím nejpřirozenější způsob zevního podávání inzulínu a nejlépe napodobuje normální sekreci inzulínu slinivkou břišní. Dovoluje pacientovi uvolnit denní režim - není nutné brzy ráno vstávat kvůli injekci inzulínu ani jíst v přesně daných pravidelných intervalech tak, jak je běžné při klasické aplikaci inzulínu.

Dříve byly IP vybaveny atypickými bateriemi a diabetici byli závislí, vázáni pouze na distributory, kteří mnohdy nebyli schopni dodat baterie dřív jak za 2 dny. Tak se diabetik musel nějaký čas obejít bez IP a nahradit ji injekční stříkačkou. Tato náhlá změna způsobu léčby, i když jen krátkodobě, je těžkým zásahem pro organismus. Proto jsou dnes IP nejčastěji napájeny speciálními tužkovými bateriemi s životností kolem 2 měsíců. Výhodou je, že v případě nutnosti je můžete nahradit běžnými tužkovými bateriemi, které nemají sice tak dlouhou životnost, ale seženete je kdekoliv a kdykoliv.

### **2.2.1 Výhody**

Hlavní výhoda léčby inzulínovou pumpou spočívá v možnosti jemného kontinuálního dávkování inzulínu a tím maximální přiblížení normální (fyziologické) sekreci inzulínu u zdravého člověka.

#### **2.2.1.1 Každodenní život a výkon povolání**

Velké výhody poskytuje léčba IP lidem s nepravidelným životním rytmem, při výkonu různých druhů povolání - při manuální práci i při častých služebních cestách. IP přináší zlepšení životního stylu, variabilní denní program a zvýšení duševní i tělesné výkonnosti<sup>6</sup>.

### **2.2.1.2 Volný čas**

Umožňuje volný stravovací režim, můžete jíst, když máte chuť, o víkendech nejste nuceni brzy vstávat. Ani zvýšená fyzická zátěž, například při sportu, už není takovým problémem. S inzulínovou pumpou lze přechodně snížit hodnotu naprogramovaných dávek inzulínu podle momentálních potřeb organismu.

### **2.2.1.3 Společenský život**

Na rozdíl od konvenční terapie odpadá nutnost aplikace inzulínu několikrát denně. Inzulínová pumpa je nenápadná a snadno ovladatelná i pod oblečením. Naprostá diskrétnost a volnější režim dávkování inzulínu umožňují mnohem přirozenější rytmus života.

### **2.2.1.4 Snížení rizika v těhotenství**

Udržování normální glykémie nejméně 3 měsíce před početím a po celou dobu těhotenství až do porodu představuje pro dítě i matku prevenci před komplikacemi, které vyvolává cukrovka v těhotenství. Díky terapii pomocí IP je zaručena optimální regulace metabolismu<sup>7</sup>.

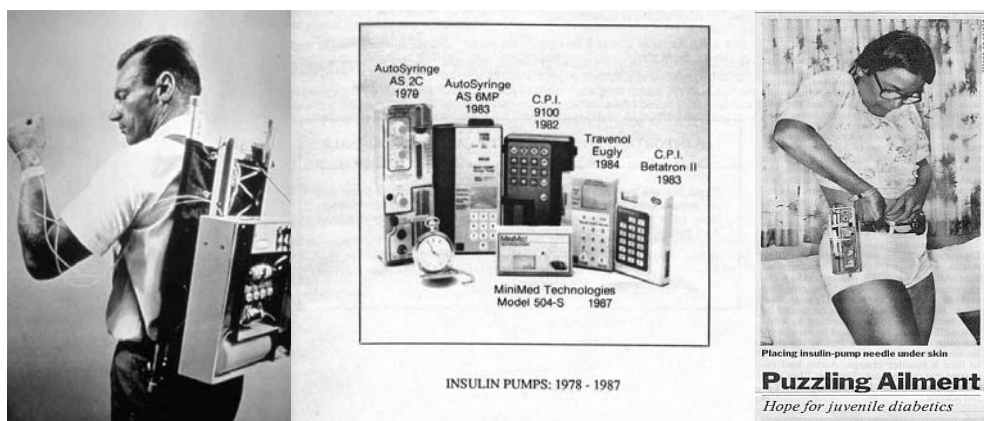
## **2.2.2 Nevýhody léčby IP**

- nutnost neustálé přítomnosti IP
- při poruše IP nebo při ucpání kanyly je rychlejší rozvoj diabetické ketoacidózy, než u inzulínových per
- možné alergické reakce na kovové infúzní sety
- nutná minimální technická zručnost
- několikanásobně dražší léčba než inzulínovými pery





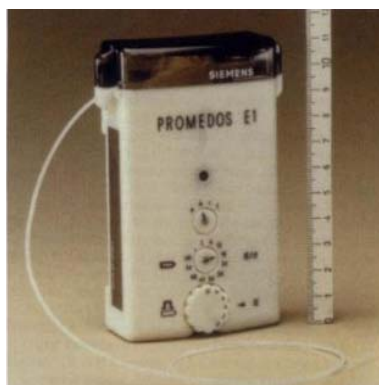
Obr.7 Schéma inzulinové pumpy - 1. otočný displej s podsvícením a textovými hlášenými v češtině, 2. dvě tlačítka pro správné programování bonusu, 3. adaptér se standardním konektorem (typu luer), 4. zásobník s inzulinem o objemu 3,15 ml, 5. integrovaný pohybový teleskopický trn, 6. infračervený port pro programování, 7. jednoduché listování pomocí dvou tlačítek, 8. jedna baterie AA (alkalická)



Obr.8 Zádová pumpa z roku 63, pumpy z let 1978 – 1987, IP z roku 1979



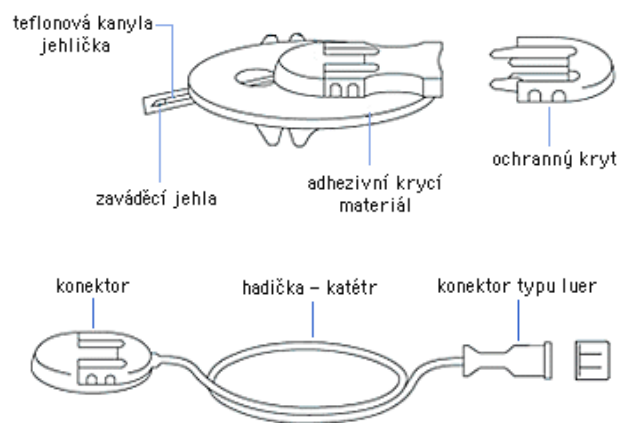
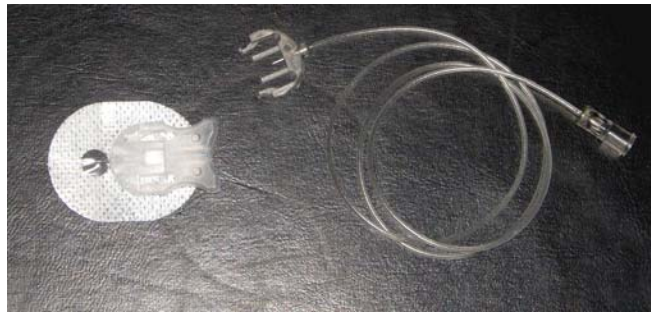
Obr.9 Inzulínové pumpy z 90. let



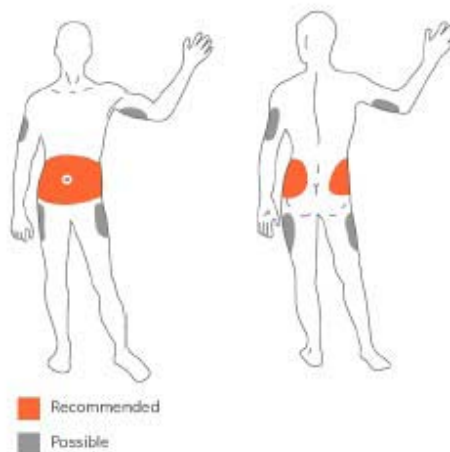
Obr.10 Inzulínové pumpy kolem roku 2000

### 2.2.3 Infuzní set

Infuzní set je součástí IP a představuje stálé spojení mezi pacientovým tělem a inzulínovou pumpou. Skrz infuzní set se dodává nepřetržitě do podkoží pacienta s diabetem malá množství inzulínu.



Obr.11 Infuzní set



Obr.12 Doporučené místa pro aplikaci inzulínu

#### 2.2.4 IP dnes

IP jsou vyráběny v USA a Švýcarsku, odkud jsou distribuovány do celého světa. Velikostí se všechny inzulinové pumpy rovnají rozměrům mobilního telefonu a je možné je také jako mobilní telefon nosit např. na opasku. Upevňovány mohou být pomocí různých kožených a sportovně laděných pouzder nebo pomocí speciálních klipů. Hmotnost inzulinové pumpy se pohybuje od 110g do 125g včetně baterie a zásobníku. Objem zásobníků všech IP v současnosti používaných je 3,15 ml. S podkožím pacienta jsou inzulinové pumpy spojeny pomocí infuzního setu, který je tvořen luer-lock koncovkou připojující k pumpě hadičku a hlavici setu s tenkou teflonovou nebo kovovou kanylou-jehličkou. Všechny pumpy jsou vodotěsné podle normy IPX 8 s ponorem do hloubky max. 2,5 m. Každá pumpa má ve svém programu několik menu, standardní menu pro začínající a méně náročné uživatele, rozšířené menu s dostupností všech funkcí, které pumpa obsahuje a vlastní menu s možností nastavení pumpy podle individuálních potřeb<sup>8</sup>. Programy můžeme procházet pomocí jednoduchého listování ovládaného tlačítky s možnostmi nastavení hlasitosti, vibracemi, uzamčením kláves, nastavení podsvícení displeje atd. Každá pumpa má naprogramovaných přes 7 milionů kontrol za den, což zabezpečuje její plynulý chod a je vybavena několika alarmy a bezpečnostním systémem upozorňující na slabé baterie, prázdný zásobník, ucpání kanyly, konec provozní doby atd. Bezpečné a plynulé dávkování inzulinu zajišťuje spolehlivý švýcarský micromotor.

Novinkou na trhu je IP ACCU-CHEC Combo, která je obohacena data managerem pro diskrétní ovládání pumpy na dálku. Jde o „chytrý glukometr“, který kromě dálkového ovládání pumpy obsahuje také glukometr, elektronický diář a bolusový kalkulátor. Všechny údaje na displeji pumpy jsou pomocí technologie Bluetooth bezdrátově přenášeny do „chytrého glukometru“, což vám umožňuje používat všechna nastavení a funkce pumpy (tedy kromě těch, kdy zkrátka s pumpou manipulovat musíte – jako např. plnění zásobníku).



Obr.13 Současné inzulinové pumpy

## 2.3 Glukometr

Glukometr je přístroj určený k dennímu měření glykémie, tzv. self-monitoring (sebekontrola) glykémie. Podle výše glykémie a na základě předchozích zkušeností musí pacient odhadnout množství inzulínu, které je nutno aplikovat. Záměrem self-monitoringu je pomocí systematického měření glykémie docílit glykemické křivky nediabetika. Glukometry také zpravidla umí vypočítat týdenní a měsíční průměr z naměřených hodnot glykémie. To diabetikovi slouží k přibližnému odhadu hodnoty glykovaného hemoglobinu - tzn. jestli diabetes je z dlouhodobého hlediska léčen správně, či nikoliv.



Obr.14 Schéma glukometru Accu-Chek



### 3 VÝZKUM A BUDOUCNOST IP

Snaha vědců je vytvořit inzulínovou pumpu budoucnosti tak, aby plně nahradila beta-buňku zdravého organismu. To znamená, že tento přístroj bude muset umět dávkovat inzulín přímo úměrně k aktuálním změnám glykémie, kterou současně bude měřit ve velmi krátkých intervalech. Podle její hodnoty a tendence bude stimulovat nebo inhibovat vylučování inzulínu. Jako ideální se zdá být softwarové propojení inzulínové pumpy s kontinuálním senzorem glykémie. Cílem vývoje je vytvořit "uzavřený kruh" ("closed loop"). U nových generací inzulínových pump by za pacienta přemýšlel a určoval dávku inzulínu algoritmus uložený v IP, který by neustále vyhodnocoval hodnotu glykémie a její tendenci k vzestupu či poklesu. Dle aktuálních hodnot by stanovil výdej inzulínu z pumpy<sup>9</sup>.

#### 3.1 Valeritas h-Patch

Je novinkou navrženou k tomu aby napomáhala pacientům s cukrovkou 2. typu dosáhnout lepší kompenzace a kontroly. Jedná se o malý, snadno použitelný přístroj, který má pacient nalepen přímo na těle. Pomocí krátké jehličky je zajištěn přísun inzulínu do těla, jehož potřebné množství si navolíte tlačítkem, dobře nahmatatelným i přes oblečení. Tuto jednorázovou samonalepovací minipumpu s malým zásobníkem je nutno vyměňovat v cyklech zhruba po 24 hodinách. V roce 2006 byla dána ke schválení, ale doposud nebyla uvedena na trh.



*Obr.15 Mini pumpa Valeritas h-Patch*

## 3.2 SOLO Micro Pump

Tato Pumpa je založena na systému dvou částí, které bezdrátově spolupracují. Mikropumpa-je srdcem SOLO systému, je vytvořena z jednorázového inzulínového zásobníku a znovupoužitelnou pumpou s životností 90 dní. Pumpa s vyměnitelným zásobníkem splňuje všechny parametry pro přesné a nepřetržité dávkování inzulínu po 24 hodin denně. Zásobník by měl pojmout až 200 jednotek inzulínu. Inzulín je do těla dodáván pomocí krátké kanyly, kterou má pacient zavedenou do podkoží, samotnou pumpu můžete kdykoliv odpojit a zapojit aniž by jste museli kanylu vytáhnout dřív než je nutné.

Dálkové ovládání je mozkem systému o velikosti mobilního telefonu, na dálku vám dovolí programovat a ovládat minipumpu, přilepenou na těle. Pomocí bezdrátového systému můžete posílat pokyny, volit množství inzulínu. Má všechny funkce a bezpečnostní rysy jako tradiční pumpy. Bolusy lze na pumpě navolit pomocí dálkového ovládání, ale i nezávisle na něm, ručně.

Tento systém je sice možné si objednat v USA, ale zatím není k dispozici, na základě objednávky vás mailem budou informovat o každém dalším průběhu, vývoji a budoucnosti této pumpy.



*Obr.16 Solo Micro Pump*



### 3.3 Inzulínová pumapa Paradigm 722

V současnosti se pokusně používá IP s "polouzavřeným kruhem" ("semi-closed loop"), kdy diabetik musí stále korigovat dávky inzulínu. Firma Medtronic vytvořila invazivní kontinuální senzor CGMS Gold, který měří glykémii z mezibuněčné tekutiny v podkoží, kam je zapíchnut detektor glykémie. Inzulínová pumapa Paradigm 722 je rádiově propojená s kontinuálním senzorem CGMS Gold, který posílá každých 5 minut informace o glykémii do inzulínové pumpy. Na displeji inzulínové pumpy se uživatel může podívat na graf průběhu své glykémie v reálném čase a může na případné výkyvy glykémie ihned reagovat<sup>10</sup>. Jedinou nevýhodou je, že pacient musí mít do podkoží zapíchnuté 2 zaváděcí jehly, detektor glykémie a kanylu. Vstup, který by dávkoval inzulín a zároveň měřil glykémii, zatím není možný ani dostupný.



*Obr.17 Inzulínová pumapa Paradigm 722*

## 4 LÉČBA DIABETU V BUDOUCNOSTI

Cílem výzkumu je buď bezriziková transplantace slinivky, Langerhansových ostrůvků nebo jen samotných betabuněk, které lze vyšlechtit z embryonálních kmenových buněk, nebo zkonstruování a miniaturizaci stroje - umělé B buňky - která by napodobovala všechny funkce B buňky zdravého organismu. Úsilí výzkumu však také směřuje ke zdokonalení a zefektivnění současné konvenční léčby diabetu a nových možností aplikace inzulínu.

Dalším bodem ve výzkumu se stal halační inzulín. Myšlenka inhalace inzulínu je téměř stejně stará jako objev inzulínu, avšak technologický pokrok umožnil praktickou výrobu inhalačního inzulínu až dnes. Inhalační inzulín by mohl pomoci hlavně diabetikům I. typu, kteří mají nepřekonatelný psychický odpor vůči jehlám a kterým se špatně vstřebává inzulín z podkoží. Nevýhody inhalačního inzulínu bohužel převažují nad jeho výhodami, tudíž inhalace nepřináší v současnosti revoluční léčbu DM I. typu. Revolučnost inhalačního inzulínu spočívá hlavně v tom, že je to v historii druhý možný způsob podávání inzulínu.



*Obr.18 Ilustrace*

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 SHRNUTÍ POZNATKŮ

### 5.1 Myšlenkový vývoj, definování konceptu

Ve světě diabetu je inzulínová pumpa velkým pokrokem. Hlavním úkolem inzulínové pumpy je zpříjemnit pacientům soužití s cukrovkou, ale především zvýšení účinnosti léčby, což je zcela jistě prvořadá záležitost. IP se stala součástí pacienta a jeho každodenním doplňkem, tuto skutečnost bychom měli mít také na vědomí a snažit se vyzdvihnout nejen její praktickou ale i vizuální stránku. Na prvním počátku byla inzulínová pumpa prostě krabicí velikosti aktovky obsahující inzulínový zásobník, potřebnou elektroniku a napájecí baterii. Zprvu byl obsah do krabice jen „volně naházen“, postupně mírně formován, uzavřen a zmenšován, až dosáhl velikosti většího mobilního telefonu. Ale tvarem se nikdo příliš nezabýval a krabice zůstala krabicí, i když se zaoblenými rohy. Pořád je to nepříliš vzhledná krabička, za kterou se hodně pacientů stydí nebo dokonce odmítají léčbu IP podstoupit a raději zůstávají u inzulínových per, schovaných v kapsách, batozích či kabelkách. Psychické hledisko pacienta považuji za velmi důležité a nemělo by se opomíjet, obzvláště v dnešní době, kdy dbáme více na to, jak vypadáme a co nosíme, než kolikrát na své zdraví. Smyslem této práce je nabídnout uživatelům IP její novou tvář a nový, příznivější pohled na ni.

#### 5.1.1 První vize

První vize byly spíše kroky do budoucna, vstříc budoucnosti, která nám umožňuje nová řešení problémů díky rychle rostoucímu technologickému vývoji.

Proto jsem chtěla v tomto elektronickém pomocníkově spojit několik rolí v jednu s tím, že funkčnost by neustále stála na prvním místě. Všudypřítomné 2 v 1, 3 v 1 jsem chtěla aplikovat i na IP, kde by to ovšem mělo smysl, své opodstatnění a fungovalo by to.

První myšlenkou bylo sloučení dvou diabetických pomůcek v jednu a to IP a glukometru, neboť všeobecně platí, čím méně krámů sebou taháme, tím lépe. Dvě věci, bez kterých se žádný diabetik neobejde, spojit v jeden displej, jedno tlačítko, jeden zdroj napájení, zkrátka jeden strojek. Na IP by jen přibyl vstupní otvor na měřicí proužky.

Ale mé myšlenky šly pořád dál. Inspirací mi byla mládež, všude se pohybující se sluchátky na uších. Proč tedy nepřidat do IP ještě MP 3 přehrávač. Toto řešení by mohlo přiblížit užívání IP i pacientům se zrakovým postižením a využít sluchátka pro zvukové

informace o daném momentálním stavu činnosti IP a navádění k manipulaci s ní. Obzvláště když vezmeme v potaz vznikající vedlejší komplikace spojené s diabetem, mezi které patří postupné zhoršení až ztráta zraku.

Všechny tyto funkce by bylo možné použít v souladu s mým konečným návrhem. Jediný problém způsobený přidáním dvou nových vstupů je utěsnění celého přístroje. Díky své jemné mechanice a nutnosti fungovat na 100%, musí být IP vodě odolná a je nutné se zamyslet nad dokonalým utěsněním vstupů, protože jakákoliv vlhkost, voda, pot, ji může poškodit a ohrozit plynulý chod IP a tím správnou kompenzaci pacienta, ale to je hlavně otázkou času, kterou však bude možné v budoucnu určitě s využitím moderních materiálů a technologií vyřešit.

### **5.1.2 Minimalizace**

Zásadním krokem ve vývoji by bylo dosažení co největšího zmenšení IP, aby pacientovi co nejméně překážela. Touto myšlenkou jsem se také zabírala a zajímala se, jaké nové možnosti a kroky se nabízí při minimalizaci IP. Bohužel zásadní zmenšení IP pro diabetiky 1. typu, kteří jsou na inzulínu závislí 24 hodin denně, zatím není možné ani výhodné.

V USA už byly prováděny pokusy s miniaturní pumpou, ale jen jako doplněk pro diabetiky 2. typu, léčených pouze pomocí prášků a dietou. Dokonce byly nějaký čas uvedeny na trhu, ale byly stáhnuty. Zásobníky v IP se sice dají zmenšit, ale na úkor jiných výhod. Je rozdíl vyměňovat zásobník každý den nebo každý 3-5 den. Navíc každý diabetik vyžaduje jiné dávkování a v některých případech by příliš malý zásobník mohl vést k velmi častým výměnám až několikrát denně.

### **5.1.3 Displej**

Ovládání displeje je na všech IP řešeno pomocí tlačítek umístěných na ploše pumpy, tím je ale jeho velikost omezena. Pro rychlý přehled o údajích a momentálním stavu pumpy by byl větší displej určitě vhodnější. Kam ale tlačítka umístit, aby představa většího displeje mohla být zrealizována. Nabízelo se zmenšení tlačítek, což ale pro snadné užívání není správným řešením. Další možností bylo tlačítka umístit na boční stranu pumpy. Nejvíce jsem se sžila s myšlenkou tlačítka úplně vynechat. Tento krok je možné učinit s využitím nových současných technologií, jako jsou dotykové displeje, které jsou dnes

běžně využívány. Oblíbenosti nabyly obzvláště u již výše zmíněných mobilních telefonů, kde se osvědčily i co se funkčnosti a spolehlivosti týče. Použitím této technologie se mi podařilo dosáhnout plánovaného zvětšení, umožňujícího dostatečnou velikost písma, která je důležitá hlavně pro starší generaci ale i malé děti, které se v písmu, ještě tolik neorientují. Velikost písma lze navíc navolit podle svých vlastních potřeb. Výhodou je automatické otáčení písma, které nám zajišťuje okamžitý a správný pohled na text a symboly ať máte IP umístěnou kdekoli na těle a v jakékoliv poloze.

#### **5.1.4 Tvar IP**

Doposud jsou pacientům dle mého názoru nabízeny IP tvarově nudné a nepřitažlivé. A jak neustále zmiňuji a opakuji, vztah pacienta k výrobku, v tomto případě „doživotnímu příteli“ by měl být dobrý i na estetické úrovni. Velkým přínosem je určitě zásadní změna velikosti pumpy, ke které se během jejího vývoje lékaři a vědci dopracovali, kdy z velikosti batohu dosáhli velikosti mobilního telefonu. Mobil použiji jako vhodný příklad pro vykreslení mého záměru. Bez mobilu se dnes už nikdo neobejde, jedná se snad o nejvíce využívaný přístroj. Nosíme ho všude sebou, používáme ho denně od rána do večera, i v noci. A troufám si tvrdit, že 99% lidí touží, aby jejich společník vypadal dobře, byl „vydesignován“, vyšperkovan. A to ho ve skutečnosti ani nepotřebujeme, obejdeme se bez něj, nejsme na něm životně závislí. Když vidíte někoho se starým krámem v ruce, kroutíte v duchu hlavou a říkáte si, co to má ten chudák za hrůzu. Nepřitažlivý vzhled tak může být příčinou odmítnutí IP mladým pacientem.

Proto se chci pokusit o novou příznivější tvář IP a odstranit její estetické překážky ve vztahu k pacientovi. Obzvláště, když se jedná o věc, kterou diabetik potřebuje, neobejde se bez ní a je na ní ZÁVISLÝ. Ano, mobily jsou atraktivnější předmět pro designéry, je to věc která je více na očích, používaná větším procentem lidí. Ale dejme i uživatelům možnost, zaujmout novým designem nezbytné IP.

#### **5.1.5 Nová podoba infuzních setů**

Spojení mezi pumpou a pacientem zajišťuje infuzní set „hadička“, kterým je inzulin veden do těla pacienta. Zaváděcí jehla je přichycena k tělu pacienta pomocí „samolepky“, která je spíše bílou neestetickou nálepkou, navíc vzhledem k její barvě brzy ušmudlanou, z které „trčí hadička“. Změnit podobu infuzních setů a dát jim přitažlivější vzhled jsem

považovala také za velmi důležitý krok. Myslím, že přitažlivá podoba nálepky může, obzvláště mladším (dětským) pacientům, pomoci překonat strach ze zavádění jehly do podkoží. Jakýkoliv motiv se stane naší součástí a může zdůrazňovat naši individualitu. Každá výměna zaváděcí jehly nám dává možnost změnit motiv obrázku.

#### **5.1.6 Snadná manipulace, rychlá orientace**

Velkou důležitost v kontaktu s IP vidím v jednoduchosti, snadné manipulaci a rychlé orientaci, spočívající především v důrazu na hlavní orientační body IP, kterými jsou displej a tlačítka na navolení bolusových dávek.

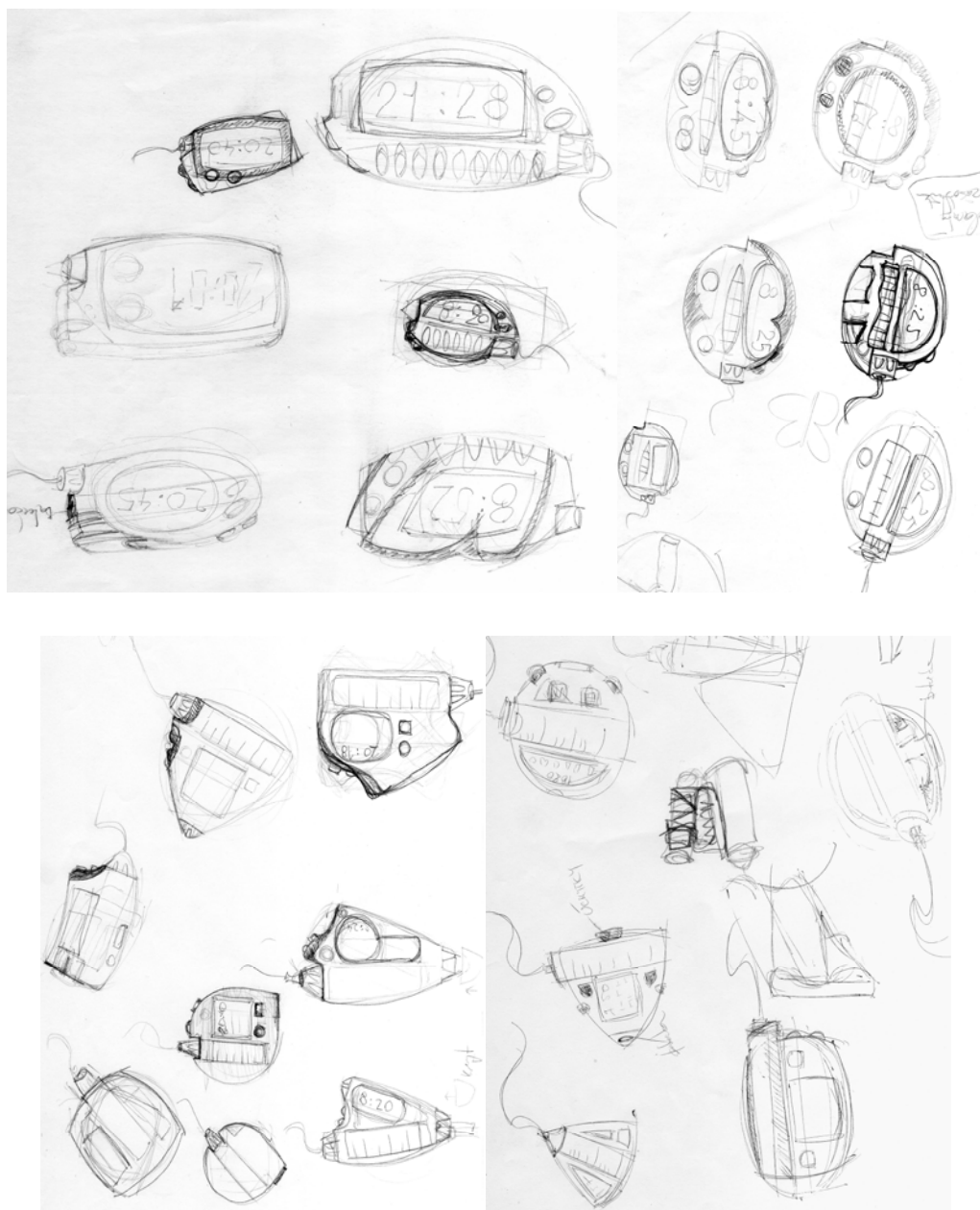
#### **5.1.7 Současné možnosti, shrnutí poznatků**

Vědci sice neustále bádají, zkoumají a zkouší vymyslet nové metody a způsoby léčby, ale je to cesta dlouhá, trnitá, doprovázená mnoha otázkami. Po mnoha konzultacích se specialisty a diabetology, jsem se rozhodla zabývat se designem IP, vycházejícím se současných možností a rozměrů, neboť i přes velký pokrok, kterého bylo v léčbě cukrovky dosaženo, nemůžeme říct, kdy se diabetikům otevřou nové možnosti. Během navrhování bylo nevyhnutelné neustále přemýšlet nad technickými omezeními, potřebami pacienta a nenechat se unést jen svou vlastní ideou, představou.

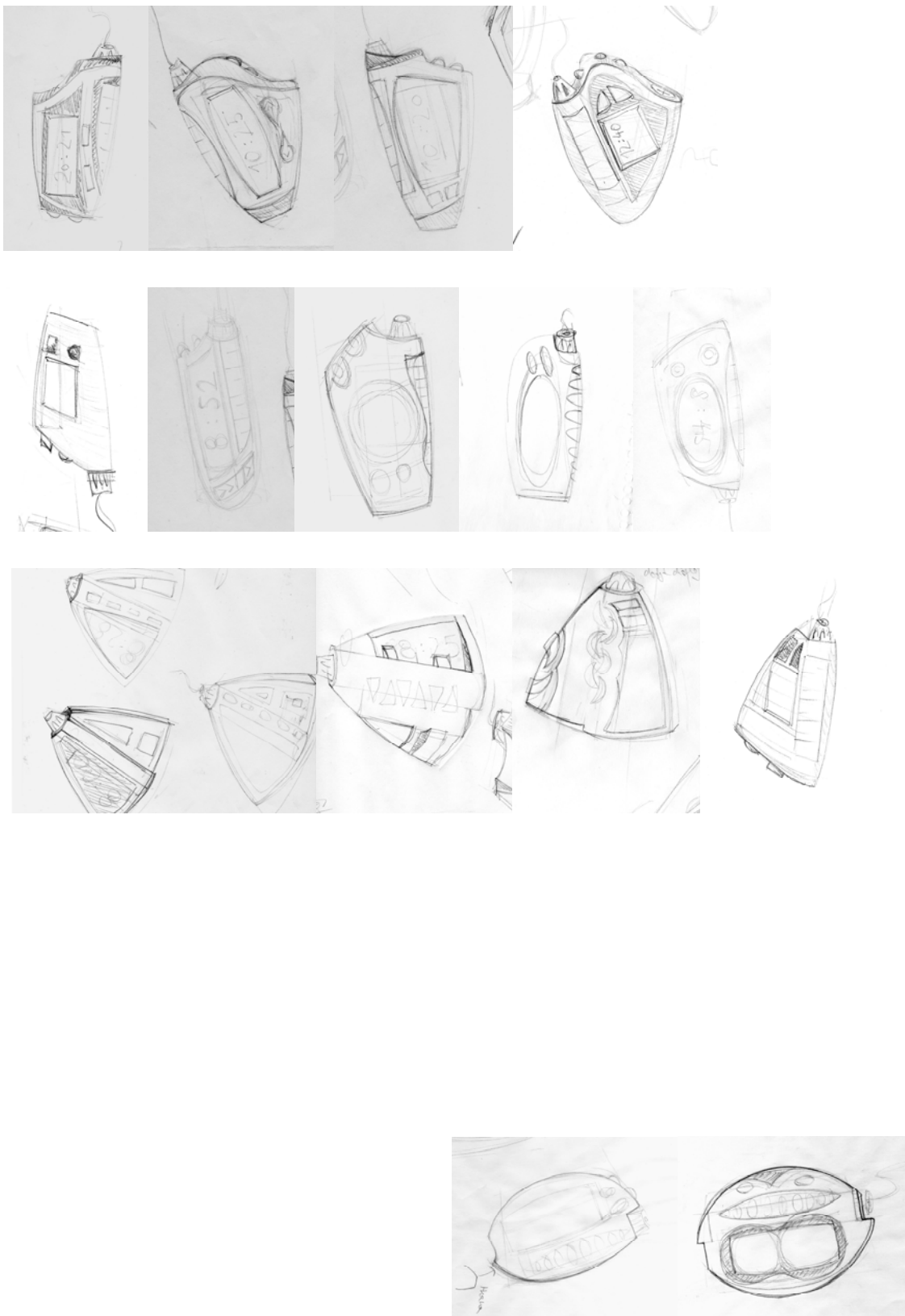
### **III. PROJEKTOVÁ ČÁST**



## 6 HLEDÁNÍ FORMY, INSPIRACE



Obr.19 První kresebné návrhy



Obr.20 Kresebné návrhy

Chtěla jsem vyjít z jednoduchého geometrického tvaru, od kterého by se pak odvíjelo hledání konečného tvaru IP. Vybrala jsem si kruh, který vyhlíží jednoduše, jeho sestavení už tak jednoduché není a nese bohatou symboliku.

Už staří Řekové považovali kruh za dokonalý symbol, z něhož vychází všechny podstatné věci a je uznáván mnoha kulturami pro svou důležitost reprezentující nepřetržitý koloběh života, smrti a znovuzrození, je to symbol přírody a jejích cyklů. Představuje celou věčnost a celý vesmír. Planety, stejně jako mnoho mikroskopických struktur v lidském těle, mají tvar kruhu. Všechno ve vesmíru se otáčí v kruzích. V kruzích se pohybují planety, roční období i životní cykly všech organismů.

Kromě jiného se kruh v modré barvě stal roku 2007 logem diabetu. Modrá barva je i symbolem Organizace spojených národů, která schválením rezoluce 61/255 ustanovila 20. listopad oficiálním Světovým dnem diabetu.

## 6.1 Tvarová řešení

### 6.1.1 Tvarové řešení IP

První skici vznikaly bezprostředně, postavené jen na základní myšlence mé práce, nabourat a oživit dosavadní tvarové řešení inzulínových pump. Spousta kreseb vznikla dříve, než jsem získala veškeré podstatné informace o vlastnostech inzulínové pumpy, které musí bezpodmínečně splňovat. S přísunem nových informací postupně vznikala řada změn, dalších náčrtů a modelových variant, které by se daly rozdělit do několika tvarově rozdílných skupin, některé získaly organickou formu, jiné spíše geometrickou.



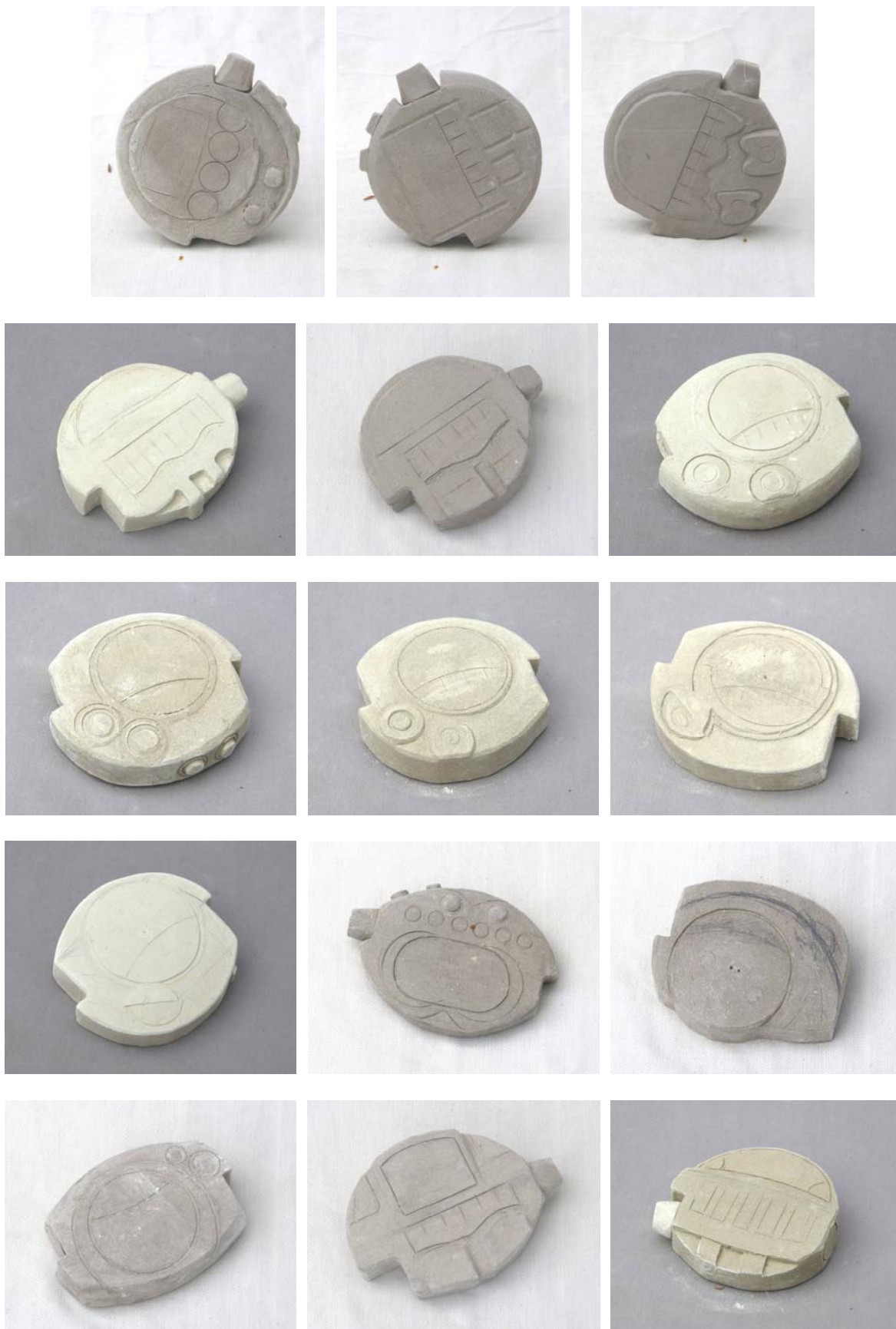


*Obr.21 Modelové varianty*

Při hledání tvaru jsem se v myšlenkách neustále vracela k původnímu inspiračnímu zdroji, kruhu, jehož jednoduchost a symboliku jsem chtěla uplatnit v tvarosloví IP.

Kruh jsem různě plošně a reliéfně členila. Nejlepším, a nejefektivnějším řešením se mi zdálo jednoduše kruh rozpúlít a vzniklé dvě části po středové ose posunout, každou opačným směrem. Posunutím vzniklo vykousnutí na obou stranách, jehož jsem mohla dokonale využít pro umístění vstupu baterie z jedné strany a zásobníku z druhé strany, který bývá ukončeno adaptérem, ve kterém je ukotvena kanyla. Tímto posunem adaptér více splyne s IP v jeden celek a zároveň je vyústění kanyly více chráněno před možným zachycením o oblečení, výstupky předmětů stojících v cestě.

Výsledná řešení byla sice zajímavá, ale pro využití pumpy kvůli zachování daných rozměrů zásobníku a baterie ne zrovna ideální. Opsáním těchto rozměrů vznikla příliš velká kružnice a pumpa na rozměrech spíše nabyla, což šlo opačným směrem proti původní myšlence minimalizace.



*Obr.22 Modely vycházející z kruhu*

Původní kruhovou plochu jsem zmenšovala, ořezávala až na „kost“, v tomto případě na zásobník a baterii. Při zmenšování jsem neustále zachovávala výseče a křivky z kružnice, abych unikla nudnému krabicovému tvaru. V podstatě došlo k jednoduchému elipsovitému zúžení a přizpůsobení linie opisující kostru pumpy. Hlavním dějištěm se stal displej, jehož prostřednictvím jsem kruh začlenila do kompozice IP, a jehož hlavním úkolem je dávat pacientovi informace o tom, co se v přístroji právě odehrává, jaký je stav zásobníku, jaké dávkování inzulínu právě probíhá atd. Díky velké ploše displeje a možnosti velkého písma získá pacient okamžitý přehled na „první pohled“ a klesá pravděpodobnost možného přehlédnutí výstražného symbolu varujícího před jakýmkoliv problémem. Tlačítka pro listování jsem přesunula na displej, což je možné za využití dotykového displeje. Tím získal tvar IP na čistotě a zároveň vznikla plocha, využitelná k dodatečnému efektivnímu oživení použitím samolepek, oblíbené zvláště u dětí. Opět se nabízí možnost obměny motivů, tak jako u infuzních setů.

Další otázkou bylo, jak začlenit do doposud vzniklého tvaru tlačítka na volení bolusů. Tlačítka určená na listování mezi jednotlivými programy mohou být nenápadná až neviditelná, což jsem vyřešila umístěním do samotného displeje. Naopak tamty vyžadují nepřehlédnutelnost a snadné nahmatání. K navolení bolusů nám stačí hmat. Každé zmáčknutí je doprovázeno vibracemi a zvukovými signály, díky kterým s přehledem nastavíme požadovanou dávku i bez použití zraku. Tuto výhodu ocení hlavně dámy v letních měsících oděné do lehkých šatiček, kdy pumpu nosí upevněnou pomocí speciálního pásu přímo na těle, jednoduše nastaví dávku i přes oblečení, nemusí šmátrat pod šaty, protože jiný přístup k IP není. Jednoduché nahmatání přes oblečení je výhodou i v zimních měsících, kdy není zrovna příjemné odkrývat všechny vrstvy a pouštět si zimu pod kabát než se dostaneme k IP, většinou zavěšenou za páskem, například kalhot. Jsou umístěna na ploše vzniklé zkošením hrany IP, a tak překvapivě toto drobné členění plochy přispívá k eleganci IP. Tlačítka jsou opět jednoduchého tvaru, vyvýšena do roviny s plochou displeje. Tím přes svoji vystouplost s plochami IP splynou, nenarušují její decentní tvar a zároveň splňují požadavek snadné nehmatatelnosti.

Významným vizuálním prvkem IP může být barevnost použitého plastu. Za zajímavou verzi považuji výběr transparentního materiálu, jehož použitím dosáhneme efektního pohledu na jemnou mechaniku a vnitřní kostru IP. Průhled přes transparentní plast navíc diabetikovi poskytne rychlou orientační informaci o momentálním stavu zásobníku.



Protější stranu se stejným výčnělkem, kde je vstup baterie, jsem upravila zarovná-  
ním, což pomohlo k dalšímu zmenšení IP a hlavně přispělo k praktické funkci pumpy, kdy  
při výměně inzulínového zásobníku je výhodou, že se pumpa dá postavit zásobníkem  
vzhůru. Je to z důvodu odstranění bublin v zásobníku, které je potřeba vytlačit ven, což je  
logicky možné jen držet IP, tak aby bubliny samovolně stoupaly nahoru. Postavením  
pumpy na stůl, či kamkoliv jinam, může pacient spustit plnění kanyly a nebát se, že bub-  
linky zůstanou v zásobníku. Zatím se klidně může věnovat další přípravě související  
s výměnou zásobníku a péčí o IP.



*Obr.23 Výsledná vize v modelu*

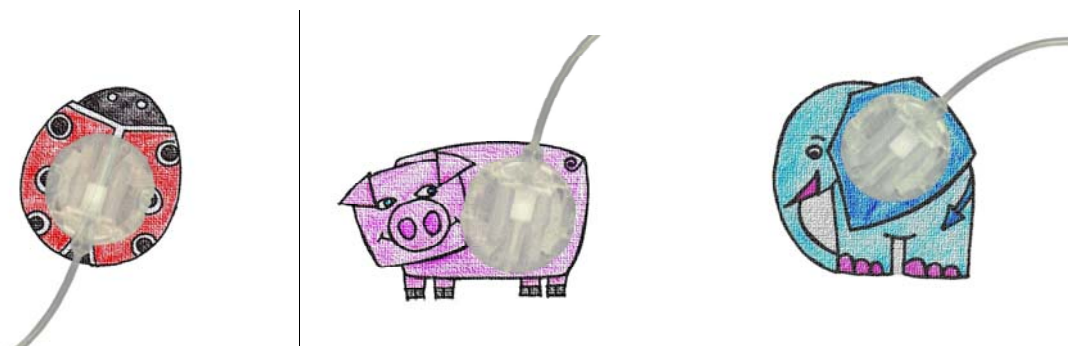
Adaptér je další nedílnou součástí IP tvořící spojovací prvek mezi hadičkou a zásobníkem. Jeho úkolem je napojení a připevnění hadičky k IP a utěsnění spoje. Tvar adaptéru přechází plynule z kruhové základny v trojúhelník, což umožňuje snadné uchopení a manipulaci, uživatel může jednoduše dotáhnout i povolit závit bez vyvinutí většího úsilí.



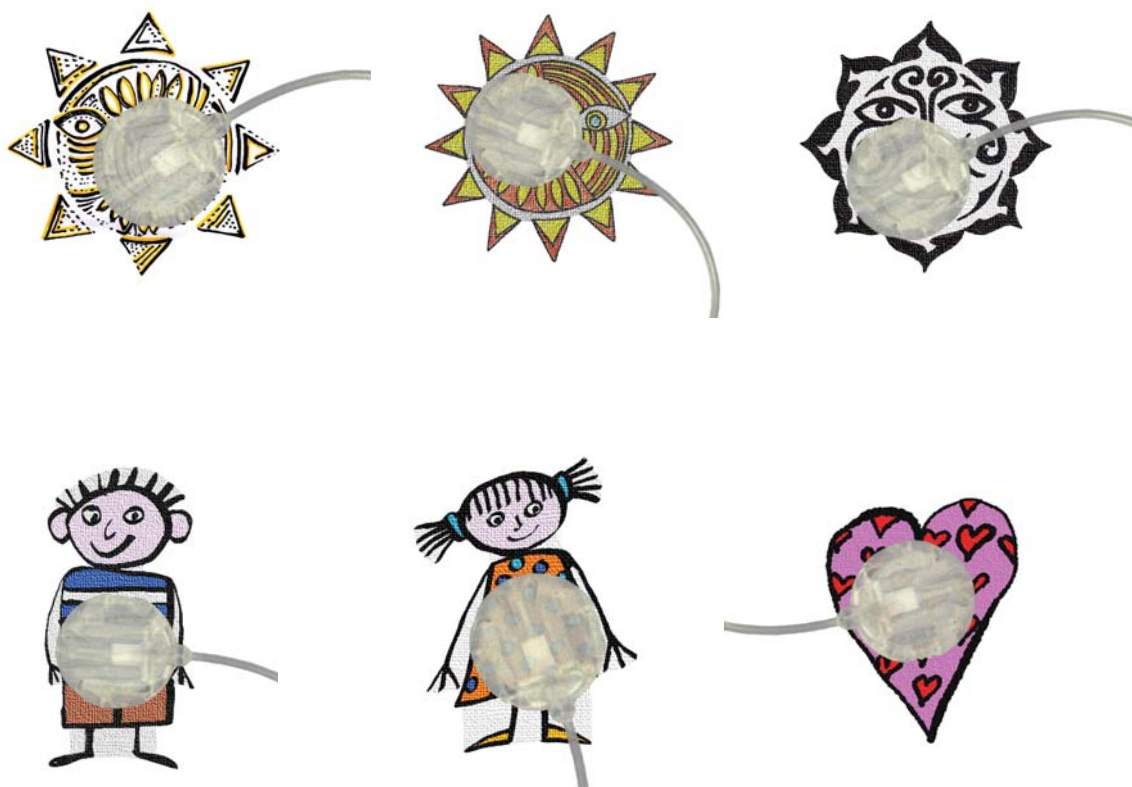
*Obr.24 Tvarové varianty adaptéru*

### 6.1.2 Infuzní sety

U infuzních setů jsem začala pracovat s bílou plochou, pomocí které je kanyla přichycena, přilepena k pacientovu tělu. Tu jsem začala nahrazovat různými barevnými znaky, zjednodušenými motivy zvířat a rostlin. Samolepky, které jsem v této práci rozvíjela, jsou určené spíše dětským pacientům, ale v případném výběru po nich může sáhnout kdokoliv. Některé varianty mohou připomínat tetování a určitě by stálo za to, je obsáhleji rozpracovat, neboť tetování je dnes velmi oblíbené a atraktivní.







*Obr.25 Motivy samolepek infuzních setů*

### **6.1.3 Upevňování IP**

IP se nosí ve speciálních pouzdech připevněném k opasku kalhot, šatů apod., nebo pomocí opasků přizpůsobených k nošení přímo na těle. Nevýhodou pouzder je použití nevhodných spon, které se obtížně připevňují, na druhou stranu špatně drží a lehce spadnou, sklouznou.

Za nejuniverzálnější a nepraktičtější považují pouzdro s otočný klipem, snadno připevnitelné, na jakoukoliv část a sílu oblečení. Je vybaven pružinou, která zajišťuje stisk a díky vroubkům dobře drží i na hladkém oblečení.



*Obr.26 Pouzdro se současným otočným klipem*

Použití samotného klipu, jehož upevňovací systém zabudovaný ze zadní strany IP, do něhož by se dal jednoduše upevnit, by umožnil využívat širší škálu pouzder. Na pouzdře by byl přizpůsoben otvor, kterým by se po zasunutí do pouzdra jednoduše klip připevnil k IP. Ale největší výhodou tohoto řešení by byla možnost úplného vynechání pouzdra, a tak by design IP nejlépe vynikl. Pro příjemnější pocit navrhuji pogumování zadní části spony a oblejší hrany v případě, že se dotýká holého těla.



*Obr.27 Použití samolepek na IP*



*Obr.28 Počítačová vizualizace výsledného návrhu*

## ZÁVĚR

Diabetes je velmi vážným onemocněním, které bylo v minulosti považováno za velký handicap. V dnešní době s přispěním nejmodernějších léků, vynálezu inzulínu a různých pomůcek mají pacienti mnohem jednodušší život. I přesto by jsme neměli cukrovku podceňovat, ale snažit se neustále o další kroky ke zkvalitnění léčby a zpříjemnění pacientova života. K tomu patří i dobrý psychický stav diabetika, neboť psychika je důležitý faktor, který zásadním způsobem může ovlivnit správnou kompenzaci diabetu. Pomocí nového designu inzulínové pumpy a infuzních setů jsem chtěla pomoci diabetikům vyrovnat se lépe s touto nemocí.



*Obr.29 Ilustrace*

## **CITACE**

- [1] Dostupná z WWW:<[http:// www.obezita.cz/](http://www.obezita.cz/)>.
- [2] Dostupná z WWW:<<http://www.maturita.cz/referaty/>>.
- [3] Dostupná z WWW:<<http://www.medatron.cz/>>.
- [4] Dostupná z WWW:<<http://www.mte.cz/>>.
- [5] Dostupná z WWW:<<http://cs.wikipedia.org/>>.
- [6] Dostupná z WWW:<<http://www.medatron.cz/>>.
- [7] Dostupná z WWW:<<http://www.medatron.cz/>>.
- [8] Dostupná z WWW:<<http://www.medatron.cz/>>.
- [9] Dostupná z WWW:<<http://www.medtronic-diabetes.cz/>>.
- [10] Dostupná z WWW:<<http://www.medatron.cz/>>.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HALUZÍK, Martin.DrSc a kolektiv, Praktická léčba diabetu. Vydavatelství Mladá fronta, 360s. ISBN 978-8-204-2071-8
- [2] LÉBL, Jan a kolektiv. Abeceda diabetu. Nakladatelství Maxdorf, 2007.184s. EAN 9788073451417
- [3] AMERICKÁ diabet. Spol., Cukrovka od A do Z. Nakladatelství Pragma, 2003.212s. ISBN 80-7205-746 4
- [4] ZAMRAZIL, Václav. VONDRA, Karel. ŠIMEČKOVÁ, Aranka. Časná stadia diabetes melitus: Diagnostika, prevence, perspektivy léčby. Nakladatelství Maxdorf, 1997. 131s. ISBN 80-85800-74-8
- [5] Umělá slinivka: [online]. [cit. 2009-10-06]. Dostupný z WWW:<<http://www.ct24.cz/veda-a-technika/>>
- [6] Diabetes: [online]. [cit. 2009-10-06]. Dostupný z WWW:<<http://www.maturita.cz/>>
- [7] Co je diabetes: [online]. [cit. 2010-03-09]. Dostupný z WWW:<<http://www.medtronic-diabetes.cz/>>
- [8] Symbol diabetu: [online]. [cit. 2010-03-09]. Dostupný z WWW:<<http://www.zdn.cz/>>
- [9] Medingo, medical solution: [online]. [cit. 2010-04-01]. Dostupný z WWW:<<http://www.medingo.com/>>
- [10] Valeritas h-Patch: [online]. [cit. 2010-03-09]. Dostupný z WWW:<<http://www.diabetesnet.com/>>
- [11] Inhalační inzulin: [online]. [cit. 2009-11-06]. Dostupný z WWW:<<http://cs.wikipedia.org/>>
- [12] Inzulinové pumpy: [online]. [cit. 2010-03-09]. Dostupný z WWW:<<http://www.medatron.cz/>>
- [13] Diabetes Mellitus: [online]. [cit. 2010-03-09]. Dostupný z WWW:<<http://www.jersywoo.com/>>
- [14] IP: [online]. [cit. 2010-03-09]. Dostupný z WWW:<<http://www.medtronic-diabetes.cz/>>

- [15] IP: [online]. [cit. 2010-03-02].  
Dostupný z WWW:<<http://cs.wikipedia.org/>>
- [16] Cukrovka: [online]. [cit. 2010-03-02].  
Dostupný z WWW:<<http://www.mte.cz/>>
- [17] IP Accu-Chek Combo: [online]. [cit. 2010-03-02].  
Dostupný z WWW:<<http://www.cyril-metodej.cz/>>
- [18] Leopard Thompson: [online]. [cit. 2009-11-06].  
Dostupný z WWW:<<http://www.dlife.com/>>
- [19] Diabetes: [online]. [cit. 2010-03-02].  
Dostupný z WWW:<<http://www.diabetes.org.uk/>>
- [20] Solo Pump: [online]. [cit. 2010-03-02].  
Dostupný z WWW:<<http://www.solo4you.com/>>
- [21] Insulin Pumpers: [online]. [cit. 2009-11-06].  
Dostupný z WWW:<<http://www.insulin-pumpers.org/>>

## **SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

IP Inzulínová pumpa

Atd. a tak dále

Např. například



## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Leonard Thomson.....	15
Obr. 2 Jedna z prvních stříkaček na podávání inzulínu (1922) a současná injekční stříkačka .....	16
Obr. 3 Ilustrace.....	20
Obr. 4 Ilustrace .....	21
Obr. 5 Aplikace inzulínovým perem.....	22
Obr. 6 Schéma inzulínového pera.....	22
Obr. 7 Schéma inzulínové pumpy - 1. otočný displej s podsvícením a textovými hlášeními v češtině, 2. dvě tlačítka pro správné programování bonusu, 3. adaptér se standardním ko- nektorem (typu luer), 4. zásobník s inzulínem o objemu 3,15 ml, 5. integrovaný phybový teleskopický trn, 6. infračervený port pro programování, 7. jednoduché listování pomocí dvou tlačítek, 8. jedna baterie AA (alkalická).....	25
Obr. 8 Zádová pumpa z roku 63, pumpy z let 1978 – 1987, IP z roku 1979.....	25
Obr. 9 Inzulínové pumpy z 90. let.....	26
Obr. 10 Inzulínové pumpy kolem roku 2000.....	26
Obr. 11 Infuzní set.....	27
Obr. 12 Doporučené místa pro aplikaci inzulíu.....	27
Obr. 13 Současné inzulínové pumpy.....	29
Obr. 14 Schéma glukometru Accu-Chek.....	30
Obr. 15 Mini pumpa Valeritas h-Patch.....	31
Obr. 16 Solo Micro Pump.....	32
Obr. 17 Inzulínová pumpa Paradigm 722.....	33
Obr. 18 Ilustrace.....	34
Obr. 19 První kresebné návrhy.....	41
Obr. 20 Kresebné návrhy.....	42
Obr. 21 Modelové varianty.....	43 - 44

Obr. 22 Modely vycházející z kruhu.....	45
Obr. 23 Výsledná vize v modelu.....	47
Obr. 24 Tvarové varianty adaptéru.....	48
Obr. 25 Motivy samolepek infuzních setů.....	48 - 49
Obr. 26 Pouzdro s otočným klipem.....	50
Obr. 27 Použití samolepek na IP.....	50
Obr. 28 Počítačová vizualizace výsledného návrhu.....	51
Obr. 29 Ilustrace.....	52

Název souboru:        sablona\_diplomove\_prace[1]  
Adresář:                H:\plasty\Pumpa  
Šablona:                R:\Documents and Settings\Monika.Jurcikova\Local Set-  
                             tings\Temp\sablona-fmk.dot  
Název:                  Šablona -- Diplomová práce (fmk)  
Předmět:  
Autor:                   monika.jurcikova  
Klíčová slova:  
Komentáře:  
Datum vytvoření:       28.4.2010 13:47:00  
Číslo revize:           189  
Poslední uložení:      16.5.2010 20:34:00  
Uložil:                  Karel Nožička  
Celková doba úprav:    7 540 min.  
Poslední tisk:          16.5.2010 20:34:00  
Jako poslední úplný tisk  
    Počet stránek:      58  
    Počet slov:           10 060 (přibližně)  
    Počet znaků:         61 069 (přibližně)