

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Studijní program: Biomedicínská informatika



MUDr. Radek Hippmann

**HLASEM OVLÁDANÝ ELEKTRONICKÝ ZUBNÍ KŘÍŽ
VOICE CONTROLLED ELECTRONIC HEALTH RECORD
IN DENTISTRY**

DIZERTAČNÍ PRÁCE

Školitel: Prof. MUDr. Tatjana Dostálová, DrSc., MBA

Praha, 2011

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem řádně uvedl a citoval všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze, 24.10. 2011

Radek Hippmann

Poděkování

Tato dizertační práce vznikla za kvalitního vedení a konzultací školitelky Prof. MUDr. Taťjany Dostálové, DrSc., MBA, které bych si dovolil poděkovat. Za odborné rady a pomoc při realizaci celého projektu děkuji také všem spolupracovníkům z Ústavu informatiky Akademie Věd ČR v.v.i. pod vedením Prof. RNDr. Jany Zvárové, DrSc. a Katedry Kybernetiky Západočeské Univerzity v Plzni. V neposlední řadě patří dík i spolupracovníkům z Dětské stomatologické kliniky 2. lékařské fakulty a mojí rodině.

Práce byla podpořena projektem 1M06014 Ministerstva školství ČR a projektem AV0Z10300504 Ústavu informatiky Akademie věd ČR, v.v.i.

V Praze, 24.10. 2011

Identifikační záznam

HIPPMANN, Radek. Elektronický zubní kříž ovládaný hlasem. [Voice controled electronic health record in dentistry]. Praha, 2011. 101 s., 5 příl. Disertační práce. Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Dětská stomatologická klinika FN Motol. Vedoucí práce Dostálová, Tatjana.

ABSTRAKT

Název: Elektronický zubní kříž ovládaný hlasem

Autor: MUDr. Radek Hippmann

Pracoviště: Dětská stomatologická klinika FN Motol

Školitel: Prof. MUDr. Tatjana Dostálová, DrSc., MBA

E-mail školitele: Tatjana.Dostalova@fnmotol.cz

Tato dizertační práce se zabývá tvorbou komplexní elektronické zdravotnické dokumentace (EHR) pro oblast stomatologie. Tento vzniklý systém je navíc vylepšen o hlasové ovládání pomocí systému *Automatic speech recognition* (ASR) a o modul pro syntézu řeči *Text-to-speech* (TTS).

První část práce je věnována úvodu do tematiky a jsou vymezeny jednotlivé oblasti, jejichž propojení je nutné pro vytvoření EHR systému pro tuto oblast. Jsou to především základním způsobem vymezené oblasti a pojmy ve stomatologii. Dále jsme se věnovali problematice temporomandibulárního kloubu (TMK), která je často opomíjena a jsou popsány i trendy v EHR a hlasových technologiích.

V metodické části jsou popsány technologie při tvorbě EHR systému, hlasového rozpoznávání a klasifikace onemocnění TMK.

V další části navazuje popis vlastních výsledků, které korespondují se znalostní bází stomatologie a TMK. Z nich vychází vlastní grafické uživatelské rozhraní Dentcross sloužící pro záznam stomatologických dat. Celá aplikace je ovladatelná hlasem a možné je i hlasové zpětné vyvolání informace pomocí modulu TTS.

V závěru práce jsou shrnuty výsledky a nastíněn další možný vývoj v této oblasti

KLÍČOVÁ SLOVA

Elektronická zdravotnická dokumentace, ukládání strukturovaných dat, stomatologie, hlasové rozpoznávání, text-to-speech, poruchy temporomandibulárního kloubu.

ABSTRACT

***Title:** Voice controled electronic health rekord in dentistry*

***Autor:** MUDr. Radek Hippmann*

***Department:** Department of paediatric stomatology, Faculty hospital Motol*

***Supervisor:** Prof. MUDr. Tatjana Dostalová, DrSc., MBA*

***Supervisor's e-mail:** Tatjana.Dostalova@fnmotol.cz*

This PhD thesis is concerning with developement of the complex electronic health record (EHR) for the field of dentistry. This system is also enhanced with voice control based on the *Automatic speech recognition* (ASR) system and module for speech synthesis *Text-to-speech* (TTS).

In the first part of the thesis is described the whole issue and are defined particular areas, whose combination is essential for EHR system creation in this field. It is mainly basic delimiting of terms and areas in the dentistry. In the next step we are engaged in temporomandibular joint (TMJ) problematic, which is often ignored and trends in EHR and voice technologies are also described.

In the methodological part are described delineated technologies used during the EHR system creation, voice recognition and TMJ disease classification.

Following part incorporates results description, which are corresponding with the knowledge base in dentistry and TMJ. From this knowledge base originates the graphic user interface DentCross, which is serving for dental data record. The entire application is voice controled and it is possible to elicit the information by TTS module retrospectively.

On the end, results are summarized and possible follow-up development in this field is predicted.

KEYWORDS

Electronic health record, structured data record, dentistry, voice recognition, text-to-speech, temporomandibular joint disorders.

OBSAH

1	ÚVOD	9
1.1	ELEKTRONICKÁ ZDRAVOTNICKÁ DOKUMENTACE	9
1.2	HLASOVÉ OVLÁDÁNÍ	10
2	CÍLE VÝZKUMNÉHO ZAMĚŘENÍ	11
2.1	ÚVOD	11
2.2	CÍL PRÁCE	11
2.3	SCHÉMA DISERTACE	12
3	VYMEZENÍ POJMŮ	14
3.1	STOMATOLOGIE	14
3.1.1	PRAKTICKÉ ZUBNÍ LÉKAŘSTVÍ	14
3.1.1.1	Záchovná stomatologie	14
3.1.1.2	Stomatologická dentoalveolární chirurgie	15
3.1.1.3	Protetická stomatologie	16
3.1.1.4	Dětská stomatologie	16
3.1.1.5	Parodontologie	17
3.1.1.6	Onemocnění ústní sliznice	17
3.1.2	MAXILO-FACIÁLNÍ CHIRURGIE	17
3.1.3	ORTODONCIE	17
3.2	ELEKTRONICKÁ ZDRAVOTNICKÁ DOKUMENTACE	17
3.3	ROZPOZNÁVÁNÍ ŘEČI (AUTOMATIC SPEECH RECOGNITION), SYSTÉM PRO SYNTÉZU HLASU (TEXT-TO-SPEECH)	19
3.3.1	VÝHODY HLASOVÉ KOMUNIKACE	20
3.3.2	NEVÝHODY HLASOVÉ KOMUNIKACE	21
3.3.3	HLASOVÉ OVLÁDÁNÍ VE STOMATOLOGII	21
3.4	TEMPOROMANDIBULÁRNÍ KLOUB	22

3.4.1	KLASIFIKACE ONEMOCNĚNÍ TMK A EPIDEMIOLOGIE	23
3.4.2	PREVALENCE.....	24
3.4.3	ETIOLOGIE.....	24
4	METODY.....	25
4.1	MULTIMEDIÁLNÍ DISTRIBUOVANÝ ELEKTRONICKÝ ZDRAVOTNÍ ZÁZNAM.....	25
4.1.1	MUDR EHR	25
4.1.2	MUDRLITE EHR	27
4.1.3	KOMPONENTA DENTCROSS	27
4.2	MODUL AUTOMATICKÉHO ROZPOZNÁVÁNÍ ŘEČI (ASR).....	28
4.2.1	POPIS SYSTÉMU	28
4.3	MODUL TEXT-TO-SPEECH (TTS).....	30
4.3.1	POPIS SYSTÉMU	30
4.4	SYSTÉM PRO PODPORU ROZHODOVÁNÍ U TMD.....	31
4.4.1	AAOP.....	32
4.4.1.1	TMK.....	32
4.4.1.2	Onemocnění žvýkacích svalů.....	33
4.4.2	RDC/TMD.....	34
4.4.2.1	Onemocnění svalů.....	34
4.4.2.2	Dislokace kloubního disku.....	34
4.4.2.3	Onemocnění kloubu	35
5	VÝSLEDKY.....	36
5.1	INTERAKTIVNÍ ZUBNÍ KŘÍŽ.....	36
5.1.1	ZNALOSTNÍ BÁZE STOMATOLOGIE	36
5.1.1.1	Strom znalostní báze – VYŠETŘENÍ	37
5.1.1.2	Strom znalostní báze – OŠETŘENÍ	46
5.1.2	DENTCROSS	59
5.1.2.1	Základní popis aplikace.....	60
5.1.2.2	Záznam ošetření a vyšetření zubu.....	62
5.2	ZUBNÍ KŘÍŽ OVLÁDANÝ HLASEM (APLIKACE DENTVOICE).....	73

5.3	SUBSYSTÉM PRO TMD.....	74
5.3.1	ZNALOSTNÍ BÁZE PRO TMD	74
5.3.2	UŽIVATELSKÉ ROZHRANÍ SYSTÉMU PRO PODPORU ROZHODOVÁNÍ TMD.....	85
6	DISKUZE.....	86
7	ZÁVĚR.....	88
8	SEZNAM LITERATURY	89
9	PŘÍLOHY	95
9.1	DATOVÝ MODEL.....	95
9.2	KAZ.....	96
9.3	KOŘENOVÁ VÝPLŇ.....	97
9.4	KORUNKA KOMBINOVANÁ.....	98
9.5	CELKOVÁ NÁHRADA	99

1 ÚVOD

1.1 Elektronická zdravotnická dokumentace

Úroveň a rozvoj zdravotnické péče o pacienta v dnešní době sebou přináší nejen daleko vyšší nároky na znalosti a schopnosti jejích poskytovatelů (zdravotnického personálu, především lékařů), ale také na vhodné systémy pro ukládání a práci s narůstajícím množstvím dat. Hlavním úkolem těchto systémů pro záznam zdravotnických dat (elektronických zdravotních záznamů, tj. EHR) je další zkvalitnění péče. Dřívější ukládání dat v klasické papírové formě není již pro komplikovanost a množství údajů žádoucí a rozvoj IT technologií umožnil tuto variantu zapisování prakticky opustit. Dnešní EHR systémy tedy slouží nejen k lehčí manipulaci s daty, rychlejší komunikaci a i větší ochraně dat proti zneužití, ale umožňují také komplexnější, více efektivní a bezpečnější lékařskou péči.

Jedním z hlavních problémů je ovšem to, že v dnešní době sice existuje mnoho záznamů o konkrétním pacientovi vytvořených různými poskytovateli lékařské péče, ale kooperace mezi systémy a možnost využití těchto dat prakticky neexistuje. Tím tedy stoupá pouze množství různých fragmentů EHR dokumentace. Limitací jsou také různé jazyky záznamu a jeho struktura, různé typy dat a často rozdílné nomenklatury. Existuje několik standardů jako např. CEN EN 13606 [1] a HL 7 [2] a několik terminologií jako SNOMED CT, ICD-10 a UMLS, ale nebyly dosud univerzálně implementovány. Hlavním cílem je tedy dosáhnout určité sémantické interoperability, kdy bude možné plně využívat EHR pacienta napříč zeměmi, kde je poskytována. To platí i pro systémy, které poskytovatelé využívají a tím dosáhnout optimalizace zdravotnické péče.

Všechny tyto faktory platí ve všech oblastech medicíny a to včetně stomatologie. Zde se ovšem přidává jistá specifická specifičnost systémů pro tento obor. Je jí hlavně využívání převážně v soukromé sféře, na rozdíl od všeobecné medicíny, kdy převažuje péče ústavní v nemocnicích a dalším faktorem je jiná převažující modalita dat. Ve všeobecném lékařství převažuje nutnost záznamu dat ve slovní formě. Naproti tomu ve stomatologii

hraje kluciální úlohu záznam dat v grafické podobě, která umožňuje optimální orientaci pro lékaře. Záznam textu je také nutný, ale pouze doplňuje informaci již zachycenou v grafické formě o detailnější popis a o některé varianty, které zaznamenat graficky nelze. Tvorba EHR systémů, které by obsahovaly tuto grafickou podobu, nabízely i komplexní služby (objednávání pacientů, výkaznictví výkonů pro pojišťovny atd.), byly obecně využitelné a hlavně umožnily snadné a rychlé ovládání, je tedy vysoce žádoucí.

1.2 Hlasové ovládání

Jak již bylo zmíněno výše, dalším faktorem, který se týká EHR ve všech oborech medicíny, je nejenom forma systému, který záznam dat umožňuje, ale i způsob vkládání těchto údajů. Mluvená řeč obecně, je základním a nejdůležitějším prostředkem přenosu informace mezi inteligentními bytostmi, proto existuje poměrně velká snaha o její využití i při komunikaci s technickými prostředky, které nás stále více obklopují i v běžném životě. Vylepšenou a více člověku přirozenou variantou ovládání EHR se tedy zdá být, proti klasickému vkládání dat pomocí klávesnice a myši, hlasové ovládání celého systému. Tím je míněno nejenom samotné ovládání programu, ale i záznam například souvislého textu.

Hlasové ovládání ve spojení s elektronickou zdravotnickou dokumentací vstoupili do hlavních oborů medicíny v minulé dekádě. Hlavním cílem bylo vylepšení těchto programů o hlasové ovládání, které by vedlo k přirozenějšímu, rychlejšímu a snazšímu ovládání aplikace a lepšímu ukládání dat s vyšší přesností. To by mělo v konečné fázi za následek potencionálně lepší vkládání dat do EHR i z pohledu konečného uživatele. Tedy nejenom standardizace a lepší sémantická interoperabilita, ale i vylepšení těchto programů o hlasové ovládání, by mohlo snížit zábrany pro její širší využívání. Obecně ovšem platí stejně jako při zavádění jiných nových technologií, že hlasové ovládání může selhat nebo uspět i v závislosti na osobní zkušenosti, nacvičení ovládání a technologických a logistických důvodech [3].

2 CÍLE VÝZKUMNÉHO ZAMĚŘENÍ

2.1 Úvod

Vzhledem k tomu, že existuje málo systémů EHR, které jsou implementovány do reálného provozu, je podle nás nutné pracovat na dalším vylepšování a hledání nových cest v tvorbě aplikací směrem k efektivnější struktuře ukládání dat a i v samotném procesu jejich zápisu. Obecný trend směřuje k daleko většímu využívání těchto programů v běžné praxi a stomatologie není v tomto směru výjimkou. Již existující programy nabízejí pouze omezené možnosti, ale vzhledem k daleko většímu důrazu na interdisciplinární přístup k pacientovi a řešení i komplexnějších problémů, bude nutné je doplnit i o záznamové možnosti pro onemocnění čelistního kloubu atd. Dalším směrem je změna způsobu ovládání a zapojení hlasových pokynů a možnosti záznamu plynulého textu, které je již zkoušeno v jiných medicínských oborech [4].

2.2 Cíl práce

- Vytvořit komplexní znalostní bázi ve stomatologii. Ať už se jedná o anamnestické faktory, vyšetření, nebo způsoby ošetření.
- Na základě této znalostní báze navrhnout a zkonstruovat grafickou podobu elektronického zdravotnického záznamu ve stomatologii ve formě zubního kříže.
- Doplnit elektronický zubní kříž o hlasové ovládání systémem ASR (automatic speech recognition) a o hlasovou interpretaci záznamu systémem TTS (text-to-speech).
- Navrhnout a zrealizovat speciální subsystém tohoto zubního kříže pro záznam dat pro pacienty s onemocněním čelistního kloubu, který by byl součástí systému pro podporu rozhodování v terapii.

- Všechny systémy vyzkoušet a zajistit jejich funkčnost v běžné stomatologické praxi – Dětská stomatologická klinika 2. LF UK a Fakultní nemocnice v Motole.

2.3 Schéma disertace

Struktura disertace je rozdělena na úvodní kapitolu, která je věnována základnímu vymezení problému a oblastí zájmu. Dále následují metodická fakta, kde je zohledněna struktura jednotlivých aplikací a schémat, na kterých je výsledný systém postaven. Ve výsledcích je popsána vlastní uživatelská aplikace. V závěru a diskusi je práce shrnuta a nastíněn další možný směr vývoje a vylepšování našeho produktu.

V úvodu disertační práce tedy bude popsána elektronická zdravotnická dokumentace a její nezastupitelnost a důležitost v moderní zdravotnické dokumentaci. Dále jsou vymezeny základní pojmy a struktura oboru stomatologie a aktuální situace v automatických rozpoznávacích systémech a problematice onemocnění tempomandibulárního kloubu (TMD).

Poté budou popsány metody strukturování dat ve stomatologii (včetně onemocnění temporomandibulárního kloubu) a stomatologická znalostní datová báze jako základ pro interaktivní zubní kříž – DentCross komponentu s integrovanou aplikací pro podporu rozhodování v terapii TMD. Bude představeno hlasem ovládané vkládání strukturovaných dat do zdravotnické dokumentace a popsáno propojení této komponenty s elektronickým zdravotním záznamem MUDRLite.

Ve výsledcích práce se budeme věnovat popisu a struktuře znalostní báze ve stomatologii, jejíž kapitolu “Ošetření” jsem měl za úkol sestavit a na kapitole “Vyšetření” jsem spolupracoval. Dále se budeme věnovat grafické podobě a uživatelskému rozhraní DentCross komponenty, která vznikla ve spolupráci s Ústavem informatiky Akademie Věd ČR v.v.i a mým úkolem byla koordinace výsledného ovládání a struktury z pohledu stomatologa. Dále bude nastíněno použití aplikace DentVoice, která se skládá z elektronického zdravotnického záznamu MUDRLite a hlasem kontrolované interaktivní komponenty DentCross. Budou představeny i výhody a možnosti této

aplikace. Zakomponování systému ASR a modulu TTS bylo provedeno ve spolupráci s Katedrou kybernetiky Západočeské univerzity v Plzni. Zde bylo mým úkolem zkoušení ovládání v reálném provozu, struktura ovládání a povelů a finalizace z pohledu konečného uživatele (stomatologa). Nakonec bude objasněna strategie a struktura subsystému pro podporu léčby poruch temporomandibulárního kloubu, který jsem navrhl a který je nedílnou součástí naší aplikace. Tento subsystém vznikl na podobné bázi jako celý konečný systém DentVoice ve spolupráci s oběma zmiňovanými ústavami.

Konečným úkolem a pokračováním bude další ověřování systému v praxi, vylepšování jeho grafické stránky, hlasového ovládání a další doplňování o případné chybějící prvky.

3 VYMEZENÍ POJMŮ

3.1 Stomatologie

Stomatologie jako taková je lékařským směrem, který se zabývá prevencí, diagnostikou, léčením a výzkumem onemocnění a vývojových poruch zubů, chrupu a všech tkání dutiny ústní, jakož i orgánů topograficky s ní souvisejících. Jejím cílem je zabezpečení adekvátní úrovně orálního zdraví všech věkových skupin obyvatelstva, přičemž se koncepčně vychází ze současných vědeckých poznatků a z mezinárodně uznávaných programů zvyšování kvality zdraví, zejména z dokumentů WHO.

Součástí stomatologického směru je několik spolu souvisejících oborů.

3.1.1 Praktické zubní lékařství

Jedná se o ambulantní dále nespécializovanou péči, která představuje základní kámen stomatologie a poskytuje komplexní ošetření pacienta.

3.1.1.1 Záchovná stomatologie

Zabývá se léčbou postižení tvrdých zubních tkání a onemocněními zubní dřevě [5].

- A) *Tvrde zubní tkáně* – tvoří asi největší podíl celého praktického zubního lékařství. Tyto tkáně mohou být postiženy dvěma základními způsoby – trauma a kazivá léze. Další modality mohou být různá vzácná genetická onemocnění atd. Součástí ošetření je téměř vždy preparace postiženého místa, která zajistí možnost aplikace umělého materiálu – zubní výplně a její další rezistenci a dlouhodobou stabilitu. Zubní výplň se zhotovuje buď přímo v ordinaci stomatologa, nebo je vyhotovena nepřímo za přispění zubní laboratoře (inlay, onlay, overlay).
- B) *Onemocnění zubní dřevě* – rozdělují se do několika skupin např. pulpitis, periodontitis atd. Pro většinou těchto zánětlivých onemocnění je společným

jmenovatelem a ošetřením endodontická terapie, která má za úkol pročistit, opracovat a poté definitivně zaplnit systém kořenových kanálků zubu. To zajistí odstranění infekce z kořenových kanálků a dlouhodobou stabilitu zubu v dutině ústní. Na endodontické ošetření navazuje další ošetření výplní nebo protetickou prací.

3.1.1.2 Stomatologická dentoalveolární chirurgie

Zabývá se chirurgickou léčbou onemocnění dutiny ústní, které nevyžadují hospitalizaci a dají se provést ambulantně. Patří do ní mnoho různých zákroků a typů ošetření [6].

- A) *Extrakce zubu* – je výkon, při kterém ošetřující provede odstranění prořezaného zubu z dutiny ústní. Důvodů pro toto odstranění může být mnoho – velká kariesní destrukce, ortodontické důvody, traumatické poškození zubu atd.
- B) *Chirurgické vybavení zubu* – je výkon, který někdy může navazovat na běžnou extrakci při jejím zkomplikování např. zalomení kořene nebo se provádí při vybavení úplně nebo zcela neprořezaných zubů např. třetí moláry, přespočetné zuby. Je při něm nutné odklopení mukoperiostálního laloku v oblasti a často i snesení kostěného krytu, které umožní vybavení zubu.
- C) *Resekce kořenového hrotu* – je v podstatě konzervačně-chirurgické ošetření onemocnění zubní dřeně, kdy není možné kořenový systém kvalitně zaplnit a je nutné výkon doplnit o chirurgické odstranění špičky kořene.
- D) *Chirurgické ošetření cyst* – cysty jsou patologicky vzniklé dutiny v měkkých tkáních dutiny ústní nebo čelistních kostech, které mají svou vlastní výstelku a je nutné je odstranit pro jejich neustálý růst.
- E) *Plastické operace* – jsou většinou prováděny na měkkých tkáních dutiny ústní např. úprava lože pro snímatelnou protézu atd.

F) *Dentální implantologie* – ta se zabývá náhradou jednoho zubu nebo více zubů za použití implantátu, který je zaveden chirurgicky do kosti čelisti. Na tuto zavedenou nitrokostní komponentu nebo více komponent je poté možno proteticky doplnit chybějící zub/zuby.

3.1.1.3 Protetická stomatologie

Tento obor se zabývá náhradou ztrát jednotlivých zubů, skupin zubů, popřípadě celé dentice či defektů vzniklých po úrazech a operacích. Často navazuje na jiné podobory stomatologie a je zde nutná spolupráce s laboratoří, která po provedení otisku náhradu vyhotoví ze široké škály materiálů. Dělí se z mnoha hledisek např. dle typu náhrad:

- A) *Fixní náhrady* – jsou pevně nacementovány na preparovaných zubech nebo na implantátech. Jedná se o jednotlivé korunkové náhrady nebo fixní můstky [7].
- B) *Snímatelné náhrady* – jsou náhrady větších ztrát zubů nebo i kompletní ztráty dentice. Jsou v ústech nasazeny na ostatních zubech nebo na sliznici, takže si je pacient může vyndat a nasadit zpět.
- C) *Podmíněně snímatelné náhrady* – suprakonstrukce podepřené implantáty, které jsou na ně přišroubovány a je možné je sejmout pouze ve stomatologické ordinaci.
- D) *Náhrady velkých defektů po úrazech nebo operacích* – obturátory, epitézy atd.

3.1.1.4 Dětská stomatologie

Lze ji definovat jako působení praktického zubního lékaře pro věkovou kategorii do 18 let. Odlišností je osobnost pacienta a vyvíjející se orofaciální soustava. S tím je spojený odlišný přístup k dítěti a modifikované terapeutické procesy. Její součástí jsou především zachovná stomatologie, protetika a i stomatologická chirurgie.

3.1.1.5 Parodontologie

Tento obor se zaměřuje na prevenci a léčbu onemocnění dásní a parodontu, které ohrožují samotnou stabilitu a vůbec přítomnost zubu v dutině ústní. Důraz je kladen na preventivní opatření – dentální hygiena, ale provádí se i konzervativní ošetření (kyretáž chobotů a výplachy) a parodontologické operace při větším poškození a rozsahu onemocnění.

3.1.1.6 Onemocnění ústní sliznice

Zabývá se nemocemi ústní sliznice různé etiologie a projevy celkových onemocnění v dutině ústní. Jedná se o více specializovanou léčbu a diagnostiku.

3.1.2 Maxilo-faciální chirurgie

Je samostatným oborem stomatologie. Zabezpečuje diagnostiku, léčbu a rehabilitaci u vrozených a získaných onemocnění, traumat oro-maxilo-faciální soustavy a orgánů s ní funkčně souvisejících (slinné žlázy, regionální lymfatické uzliny, čelistní kloub). Obor je převážně vázán na ústavní hospitalizační péči, neboť se jedná o větší chirurgické zákroky.

3.1.3 Ortodontie

Ortodontie je specializovaným zubním oborem, který se zabývá nepravidelnostmi v postavení zubů, zubních oblouků i čelistních kostí, jejich diagnostikou, léčbou a preventivním sledováním vývoje. Ve vyspělých společnostech je ortodontická péče nedílnou součástí komplexní zubní péče. K léčbě ortodontických vad u dětí i dospělých se používají různé snímatelné a fixní ortodontické aparáty. Jejím cílem je dosažení funkčního a estetického optima chrupu a orofaciální soustavy.

3.2 Elektronická zdravotnická dokumentace

V dnešní medicíně hrají informace o pacientovi zásadní roli v celém procesu ošetření. Pro zvolení správného postupu je nutné mít komplexní informaci o anamnéze

pacienta, výsledcích vyšetření a mnoha dalších modalitách. Vzhledem k vývoji vyšetřovacích metod a obecně objemu informací se stává prvořadá i přehlednost a zpracovatelnost těchto údajů. Proto zažívá elektronická dokumentace v posledních letech nebývalý rozmach. Elektronická zdravotnická dokumentace je dle ISO/DTR 20514:2004 definována jako zdroj informací týkajících se péče o zdravotní stav subjektu v počítačem zpracovatelné formě, ukládané, bezpečně sdílené a přístupné pro více autorizovaných uživatelů [8]. Její nejdůležitější cíl je podpořit plynulou, účinnou a vysoce kvalitní integrovanou zdravotní péči za použití ukládaných strukturovaných dat [9] [10], součinnosti [11] a standardů [12], použití soustředěné na péči v reálném čase [13]. Dále je nutné zdokonalení technik utajení dat zlepšující bezpečnostní aspekty [14] [15], sémantickou součinnost založenou na ontologických přístupech [16] a systémy pro podporu rozhodování [17]. Obsahuje nejenom data o současném a minulém zdravotním stavu pacienta, medicínských okolnostech, vyšetřeních, ošetřeních a medikaci, ale nabízejí také více pokročilé zpracování těchto dat a také funkci pro podporu rozhodování např. pro temporomandibulární poruchy [18].

Komplexní a vyhovující EHR systém nebyl dosud ve větším měřítku mezinárodně uvedený na trh žádnou společností, proto je hodnocení různých EHR systémů velice důležité [19]. EHR systémy jsou nezbytné ve všech oborech medicíny včetně stomatologie. Tento obor je vzhledem ke struktuře informací a i grafické podobě dat velice vhodný pro zkonstruování optimálního systému záznamu dat.

Právě grafická podoba záznamu ve stomatologii hraje asi nejdůležitější roli a zároveň poskytuje široké pole působnosti. Dříve byl stomatolog odkázán pouze na předtištěný náčrt dentice, do kterého asistence nebo ošetřující sám zakreslil základní symboly. Ty se pojí se situací v dutině ústní (např. „/“ pro kariézní ložisko, „P“ pro výplň atd.). V tomto typu záznamu se ovšem ztrácí mnoho důležitých informací např. o přesné lokalizaci, typu materiálu a mnoha dalších alternativách, které mohou nastat. Vůbec zde není možné bez dalšího složitěho popisování a nákresů zachytit problémy týkající se parodontu (hloubka chobotů, úroveň gingivy atd.) a temporomandibulárního kloubu.

Při další návštěvě pacienta nastává velký problém s opravami starých záznamů a především v rychlé orientaci o pacientově dentálním statusu.

Z těchto důvodů se na trhu postupem času objevilo několik aplikací, které nabízely počítačově zpracovatelnou formu grafického záznamu. Příkladem asi nejvíce používané softwarové aplikace v České republice, která se začala věnovat elektronické formě grafického záznamu je program PC Dent, DialogMIS [20], který nabízí kromě dat o pacientovi i systém výkaznictví zdravotním pojišťovnám a možnost kalendáře pro objednávání pacienta. Z našeho pohledu bylo dobré informace o pacientově orálním zdraví ještě více rozvinout, chyběla zde řešení komplikovanějších poruch, které zasahují na pomezí se všeobecnou medicínou, jako jsou např. již zmíněné poruchy temporomandibulárního kloubu. Ty tvoří velice komplikovanou skupinu onemocnění s multifaktoriální etiologií vzniku a mnoha modalitami léčby. V posledních letech bylo publikováno několik konceptů nomenklatur onemocnění TMK, které mají za úkol celou problematiku sjednotit, ale dosud pro ně nebyla vytvořena odpovídající elektronická zdravotnická dokumentace.

Další z možností, jak by šlo dle našeho názoru a nynějších technických možností vylepšit EHR ve stomatologii, ale i jinde, je zakomponování hlasového ovládání a systému pro předčítání záznamu počítačem, což by mohlo výrazně zjednodušit sběr dat a manipulaci s nimi.

Naše aplikace tedy byla vytvářena jako uživatelsky přátelský program, který sjednocuje celý žvýkácký aparát a jeho problematiku a poskytuje srozumitelnou a komplexní informaci v grafické podobě navíc s modulem automatického rozpoznávání řeči.

3.3 Rozpoznávání řeči (Automatic speech recognition), Systém pro syntézu hlasu (Text-to-speech)

Kvalitní a přehledná forma elektronické zdravotnické dokumentace hraje v dnešní době vzrůstajícího objemu dat velkou roli v celém procesu péče o pacienta.

Do nedávné doby byla veškerá pozornost soustředěna na různé možnosti uložení dat v jednoduché a dostupné formě, na bezpečnost a jejich sdílení mezi odborníky. Nyní se k těmto modalitám přidává ještě způsob provádění záznamu těchto dat a ovládání samotných aplikací. Jako velice slibné se jeví použití hlasového ovládání využívající automatické rozpoznávání řeči a možnost jejich zpětného převedení do řeči pomocí modulu pro syntézu řeči (TTS).

Automatické rozpoznávání řeči ASR je spjato již se vznikem počítačů jako takových. V prvopočátcích se jednalo o značně primitivní systémy, které dokázaly rozpoznat pouze několik izolovaných slov a fungovaly na principu porovnávání nahrávek slov (referenční v paměti počítače versus právě vyslovené slovo). Systém byl také závislý na řečníkovi. Pokud začal "diktovat" jiný řečník, úspěšnost se rapidně zhoršila. S postupem doby rostla pracovní a paměťová kapacita výpočetní techniky, ale také síla matematického aparátu používaná v rozpoznávači. ASR systémy se postupně naučily rozpoznávat až několik miliónů slov. Jsou nejen schopny být nezávislé na mluvčím, ale také se na něj umí během rozpoznávání adaptovat. Další směr pokroku byl v "plynulosti rozpoznávané řeči". Od diktování izolovaných slov jsme se dostali k rozpoznávání plynulé spontánní řeči, obsahující řadu přechytlivostí, opakování slov a různých výplňových slov a zvuků vydávaných při zaváhání. Současné systémy lze oproti minulosti považovat také za rozumně robustní vůči okolním šumům a ruchům.

3.3.1 Výhody hlasové komunikace

- přirozenost – komunikace mluvenou řečí je základním, nejpřirozenějším, nejsnazším a nejdůležitějším prostředkem přenosu informace mezi lidmi;
- nezávislost na přímém kontaktu – přístup k informacím je možný z jakéhokoli místa a kdykoliv (např. pomocí telefonního přístroje);
- uvolnění ostatních smyslů a rukou člověka – velká výhoda při použití ve stomatologii (i jiných oborech medicíny), kde je nutnost kontroly aplikace

a záznamu dat často spojena s výkonem či vyšetřováním pacienta a potencionálním rizikem kontaminace PC.

3.3.2 Nevýhody hlasové komunikace

- nižší rychlost přenosu celkového objemu dat vzhledem k textové podobě;
- nelze získat okamžitý náhled na celou informaci;
- sériový přenos informace – detailní informace je postupně zapomínána.

3.3.3 Hlasové ovládání ve stomatologii

Ve stomatologii, na rozdíl od mnoha oborů medicíny, hraje velkou roli grafická podoba záznamu. Dle našeho názoru by stejnou úlohu mohlo zastávat i již zmíněné hlasové ovládání celého systému (ASR). To nebylo doposud do stomatologických aplikací implementováno. V další fázi by mohlo být doplněno i o hlasovou interpretaci již staršího záznamu o pacientovi počítačem s využitím TTS.

Největší výhodou hlasového ovládání celého systému záznamu dat v medicínských je především již zmíněná bezdotykovost ovládání. Nezbytnost použití lidského hlasu ke kontrole počítače nebo jiných zařízení vychází právě z prostředí, kde dochází k zaměstnání obou rukou, jako jsou chirurgie, patologie a stomatologie [21, 22] a použití hlasových příkazů je v těchto oborech experimentálně zkoušeno od roku 1990 [23]. Při samotném vyšetřování či ošetřování dochází ke kontaminaci rukavic slinou pacienta a je tedy vždy nutná přítomnost dalšího personálu, který se na vyšetřování podílí a provádí záznam do dokumentace pacienta. Pokud by si lékař chtěl data zaznamenat sám, musel by si všechny zjištěná fakta pamatovat a jejich zápis provést až po skončení vyšetřování. Druhou možností by bylo vyšetření přerušit, sundat rukavice a záznam provést několikrát v průběhu. Dotykové ovládání samozřejmě nelze provádět z hygienických a infekčních důvodů v průběhu vyšetření pacienta.

Další předností je také bezesporu rychlost hlasového ovládní elektronického záznamu proti dřívějšímu stomatologickému grafickému záznamu do klasické papírové dokumentace. V neposlední řadě také možnost přímé kontroly záznamu lékařem při vyšetřování, neboť při záznamu jinou osobou nemohl mít lékař jistotu správnosti dat. V nynější době je možné mít tuto přímou kontrolu díky hlasovému ovládní a LCD monitoru, který je součástí stomatologického křesla.

Existuje několik druhů problémů, které by mohly ovlivňovat implementaci těchto technologií do stomatologického použití a korespondují s obecnými nevýhodami hlasové komunikace. Jsou to především spolehlivost hlasového ovládní v rušném prostředí, nezávislost na konkrétní osobě, která provádí záznam, volbě povelů a volba vhodného typu mikrofону. Jak ovšem ukazují některé studie [24], běžné rušivé zvuky a hlučné pozadí jenom málo snižují spolehlivost rozpoznávání a jejich vliv se dá poměrně výrazně omezit vhodnou volbou mikrofону (headset). Většina systémů je nezávislá na osobě, která dává hlasové povel y a moderní trendy směřují k adaptaci systému v reálném čase na osobu mluvčího a tím zlepšování rozpoznávání. Co se týče volby povelů, je třeba povel y volit tak, aby byly přirozené, snadno vyslovitelné a nevyskytovalo se v systému více podobných slov [24]. Pro použití hlasem ovládaných programů je tedy většinou nutno osvojit si jistá specifika v jejich ovládní.

3.4 Temporomandibulární kloub

Elektronická zdravotnická dokumentace pro onemocnění temporomandibulární kloubu není dosud vůbec k dispozici a její vývoj je vzhledem ke složitosti problému velice komplikovaný.

Temporomandibulární kloub samotný patří mezi nejsložitější klouby v celém lidském těle. Je to kloub složený a je úzce spojen se žvýkacími svaly a dento – periodontálním komplexem. American Academy of Orofacial Pain definovalo v roce 2008 stomatognátní systém jako „funkční a anatomický vztah mezi zuby, čelistmi, TMK a žvýkacími svaly“ [25]. Celý tento systém je samozřejmě i úzce spojen s centrálním nervovým systémem a je ovlivňován množstvím faktorů. Mezi nejvýznamnější patří

psychosociální faktory, které se velice významně podílí i na vzniku patologií, které postihují temporomandibulární kloub samostatně nebo případně i celý stomatognátní systém. Vzhledem ke komplexnosti systému, multifaktoriálně podmíněnému vzniku patologií a mnoha funkcím systému (řeč, mastikace) [26] jsou správná diagnostika, vyšetření a zvolený terapeutický režim velice náročným procesem, který vyžaduje především dobrou dostupnost a utřídění informací.

Anatomicky se jedná o kloub složený, zajišťující spojení mezi pohyblivou dolní čelistí a nepohyblivou kostí spánkovou spodiny lebeční. Tento kloub patří mezi kondylární synoviální klouby, což umožňuje charakteristický dopředný posun [27]. Jeho zvláštností je pokrytí kloubních ploch vazivovou chrupavkou, která dodává kloubu větší odolnost proti degenerativním změnám a má větší schopnost regenerace proti hyalinní chrupavce. Rozdíl zakřivení mezi kloubními plochami vyrovnává discus articularis, který je připojen k pouzdru celého kloubu a pohybuje se současně s pohyby dolní čelisti. Diskus je tvořen vazivovou chrupavkou a vazivem a má poměrně složitou strukturu. Kloub je zásoben a. temporalis superficialis a z a. maxilaris. Nervové zásobení zajišťují větve n. mandibularis, n. auriculotemporalis a n. massetericus [27].

3.4.1 Klasifikace onemocnění TMK a epidemiologie

Pro onemocnění TMK se používá zastřešující pojem – poruchy temporomandibulárního kloubu (temporomandibular disorders, TMD). Zahrnuje mnoho stavů, které charakterizují symptomy a příznaky týkající se TMK, žvýkacích svalů nebo obou současně [28]. Pro tento pojem existuje mnoho dřívějších synonym jako např. myofasciální syndrom, TMK dysfunkční syndrom nebo Costenův syndrom [29,30]. Nyní existuje několik různých klasifikací, ale jen málo z nich je více používáno a je využitelných v mezinárodním měřítku. Asi nejvíce používané jsou AAOP (American academy of orofacial pain) klasifikace [25], která slouží spíše pro klinické použití a klasifikace RDC/TMD (Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders) [31], která se hodí více pro vědecké účely.

TMD se považují za nejčastější příčinu bolesti v orofaciální oblasti nedentálního původu [32]. Mezi úplně nejčastější klinické příznaky TMD jsou svalová nebo kloubní bolest, zvukové kloubní fenomény, omezené otvírání úst nebo deviace čelisti při otvírání úst [33]. Jako další mohou být přidružené symptomy bolesti hlavy nebo ucha, neuralgie, vertigo a bolesti zubů. Z těchto důvodů je nutno při těchto symptomech vždy myslet při diferenciální diagnostice i na onemocnění čelistního kloubu.

3.4.2 Prevalence

Nynější prevalence TMD v populaci je velice nejednotná, diskutovaná a velice obtížně přesně určitelná. Je to podmíněno především nehomogenitou diagnostických kritérií a také tím, že se velká část pacientů na ošetření vůbec nedostaví [34]. Dřívější studie udávají rozmezí pro prevalenci symptomů TMD mezi 1 až 75 % pro objektivní příznaky a od 5 do 33 % pro subjektivní příznaky [35]. Dalším dříve udávaným faktem bylo, že TMD symptomy mají Gausovskou distribuci v populaci s největší četností mezi 20. a 40. rokem života s častějším výskytem u žen. Nynější studie uvádějí, že výskyt TMD symptomů a znaků má téměř rovnoměrnou prevalenci dle věku a i skupin dle pohlaví [36].

3.4.3 Etiologie

V oblasti etiologie TMD je jasné a prokázané, že za vznikem tohoto onemocnění nestojí pouze jeden etiologický faktor a ani není možné popsat jeden společný etiologický mechanismus [37]. Opakovaně byla tato multifaktoriální etiologie popsána v literatuře a různé faktory mají pravděpodobně různou roli ve vzniku všech TMD symptomů [38]. Názory na převažující etiologii se během doby výrazně měnily. V nynější době se kromě dentálních příčin (poruchy okluze) a svalových příčin, klade čím dál větší důraz na roli psychosociálních faktorů. Jde především o potvrzení asociace TMD se stresem, anxiétou a depresemi. [38, 39]. Celkově lze tedy říci, že TMD jsou spíše částí komplexnějšího okruhu orofaciálních onemocnění a je třeba se spíše věnovat neurologickým, endokrinním a psychosociálním faktorům [40].

4 METODY

4.1 Multimediální distribuovaný elektronický zdravotní záznam

Pro vývoj celé stomatologické znalostní báze a z ní odvozené uživatelsky přívětivé aplikace DentCross byly využity softwarové komponenty navrhnuté a vyvinuté ve spolupráci s Ústavem informatiky Akademie věd ČR, v.v.i.

Vývoj elektronické zdravotní dokumentace začal v EuroMISE Centru na základě inspirace a zkušeností s existujícími standarty CEN/TC251 a několika evropskými projekty, převážně projekty I4C a TripleC [41]. Hlavní požadavek na navrhovaný systém bylo ukládání strukturovaných dat kombinovaných s volným textem s možností dynamického rozšíření a modifikací shromažďovaných atributů bez jakékoliv změny struktury samotné databáze. Systém splňující tyto požadavky byl nazván MUDR (MULTimedia Distributed Record).

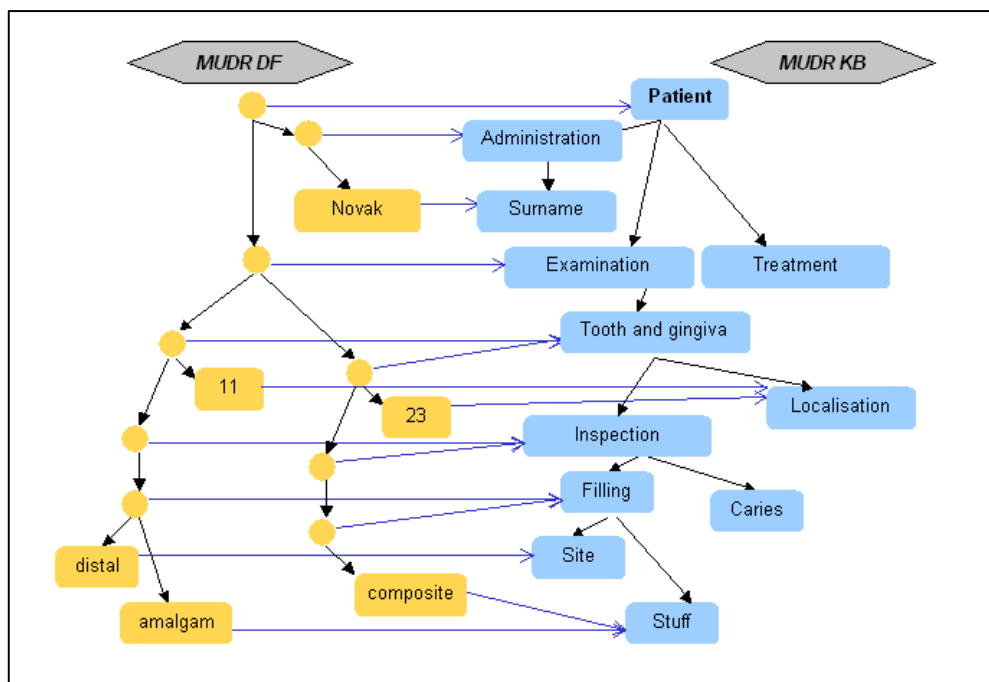
Z výzkumu a spolupráce mezi Dětskou stomatologickou klinikou FN Motol a Oddělením medicínské informatiky ÚI AV ČR, v.v.i. vzešla pilotní verze stomatologické znalostní báze pro elektronický zdravotní záznam (EHR) MUDR. Jako další krok byl vyvinut architektonicky jednodušší systém EHR nazvaný MUDRLite [42]. Ten vznikl s důrazem na potřeby prostředí v menším měřítku než systém MUDR. MUDRLite funguje jako interpret povelů, tj. zpracovává instrukce zapsané v jazyce MLL (MUDRLite Language) [43], který je založený na XML a pokrývá rozhraní databáze stejně jako vizuální aspekty a chování uživatelského rozhraní MUDRLite. Pilotní aplikace byla připravena pro oblast stomatologie [21, 44].

4.1.1 MUDR EHR

Hlavní architektura MUDR EHR byla založena na třech vrstvách, které se skládají z datové vrstvy, aplikační logiky a uživatelského rozhraní. Sada sbíraných atributů a relací mezi nimi, je uložena v orientované grafové struktuře (podle teorie grafů), která se nazývá “znalostní báze”. Vrcholy grafu popisují shromažďované atributy

pomocí jejich jedinečných identifikátorů, interních jmen, typů dat a jiných pomocných informací. Hrany grafu popisují vztahy mezi atributy. Dominantní hrana typu "inferior" definuje hierarchickou strukturu stromu znalostní báze, takže znalostní báze může být popsána orientovaným lesem s několika stromy. Tyto stromy jsou také nazývány "domény znalostní báze". Další hierarchickou grafovou strukturou systému MUDR jsou stromy reprezentující data jednotlivých pacientů (ve formě tzv. datových souborů). Každý uzel v „datovém stromě“ popisuje instanci (samotnou hodnotu) lékařského konceptu ze znalostní báze (Obr. 1).

Aplikace MUDR se skládá ze čtyř základních komponent – HTTP server používaný pro komunikaci s klientskou aplikací, EHR-AppL služba implementující hlavní logiku aplikace, CGI-script (potencionálně několik) sloužící jako rozhraní mezi HTTP serverem a službou EHR-AppL a eventuální moduly lékařských doporučení.



Obr. 1: Reprezentace dat v EHR MUDR

4.1.2 MUDRLite EHR

Jednodušší architektura MUDRLite je založena na dvou vrstvách. První je relační databáze – v současnosti MS SQL server 7, 2000 nebo 2005 a druhá (prezenční) vrstva MUDRLite je uživatelské rozhraní běžící pod operačními systémy MS Windows, které podporují platformu Microsoft .NET Framework. Schéma databáze koresponduje s požadavky cílové domény, a proto se mění signifikantně v rozdílných prostředích, protikladně k fixnímu schématu databáze v datové vrstvě EHR MUDR. Jádro MUDRLite – MUDRLite Interpreter – je schopno pracovat s různými schématy databáze. Tento rys často zjednodušuje proces aktualizace dříve uložených dat v jiných databázích nebo složkách. Vizuální aspekty stejně jako chování uživatelského rozhraní MUDRLite jsou kompletně popsány pomocí konfiguračního XML souboru. Koncový uživatel může vidět sadu formulářů s různými ovládacími prvky odpovídajícím XML konfiguraci.

4.1.3 Komponenta DentCross

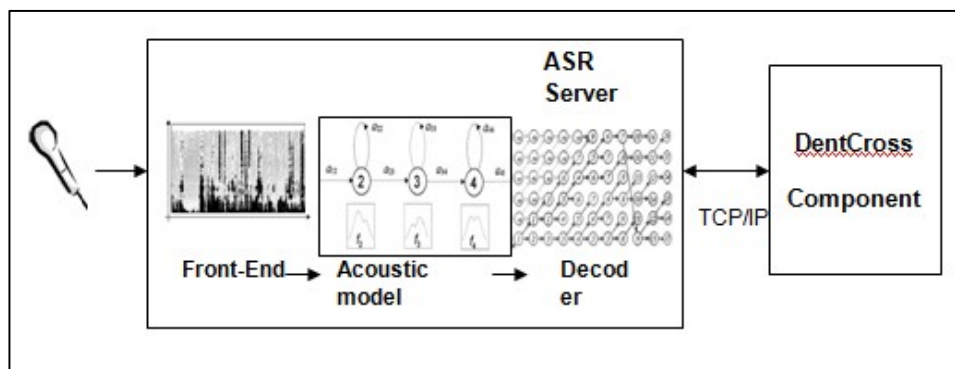
Struktura MUDRLite ovšem není příliš uživatelsky přívětivá a využitelná pro specifické účely stomatologie, proto byla vyvinuta vysoce vyspělá komponenta – Interaktivní zubní kříž (DentCross), která představuje grafickou část stomatologické dokumentace [21]. Komponenta DentCross vznikla jako samostatná knihovna *dentcross.dll*, vyvinutá pro platformu .NET Framework za použití vývojového nástroje Microsoft Visual Studio .NET 2003. Uživatelsky definovaná komponenta je vložena do formuláře pomocí XML elementu s názvem “custom” (je součástí jazyka MLL sloužícího pro popis uživatelských formulářů). Element “custom” má povinný atribut “dll”, který popisuje název souboru knihovny, ve které je daná komponenta implementovaná. Atribut “class” udává celý název hlavní třídy komponenty. Komponenta DentCross obsahuje veškeré stomatologické informace o pacientovi včetně subsystému pro podporu rozhodování u poruch temporomandibulárního kloubu.

4.2 Modul automatického rozpoznávání řeči (ASR)

Hlasové rozpoznávání je poměrně novým způsobem záznamu dat do elektronické zdravotnické dokumentace pacienta. V počátcích využití těchto modulů okolo 1990 v klinické praxi, byl používán systém nespojitého hlasového ovládání, který vyžadoval, aby uživatel udělal pauzu po každém slově. Spojité hlasové rozpoznávání a ovládání bylo dostupné od roku 1998 a velice rychle se stalo standardem. Ve stejném období se začaly vytvářet specializované medicínské slovníky, které velice zvýšily přesnost [45, 46]. Prvními uživateli byli především radiologové a patologové, kteří byli závislí na zapisovatelských službách, což mělo za následek navyšování nákladů a zpoždění ve vyhotovení zápisů. První uživatelé museli ovšem vytvořit vzory. Ty formátovaly záznam do standardizovaných sekcí, které vkládaly části standardizovaného textu do záznamu [47, 48]. První verze hlasového rozpoznávání byly spojeny s menší rychlostí a nepřesnostmi [49]. To se ovšem postupem času díky lepšímu softwaru i hardwaru vylepšilo a tyto technologie se začaly využívat nejenom pro záznam souvislého textu, ale i pro ovládání aplikací.

4.2.1 Popis systému

ASR systém je nezávislý na řečníkovi a je založen na statistickém přístupu. Pro praktické nasazení je třeba, aby rozpoznávání bylo dostatečně přesné, robustní a pracovalo v reálném čase. Modul ASR se skládá z bloku akustické analýzy, akustického modelu a dekodovacího bloku (Obr. 2)



Obr. 2: Modul ASR

I. Blok akustické analýzy

Řečový signál je digitalizován vzorkovací frekvencí 8 kHz a segmentován do 25 milisekundových rámců s 15 ms přesahem. Hammingovo okno je aplikováno na každý rámeček a jsou vypočítány statické keprální koeficienty PLP (Perceptual Linear Prediction). Navíc jsou k příznakovému vektoru přidány delta (první derivace) a delta-delta (druhá derivace) koeficienty.

II. Akustický model

Akustický model je založený na modelování trifónů (kontextově závislý fón). Každý individuální trifón je reprezentován třístavovým levoprávním skrytým Markovovým modelem (HMM -Hidden Markov Model) se spojitou výstupní funkcí. Jelikož se může v každé promluvě objevit množství šumových zvuků (např. hlasitý dech, kliknutí mikrofonu, různé šумы atd.), jsou pro tyto události také vytvořeny modely.

III. Dekódovací blok

Dekóder využívá Viterbiho prohledávání s efektivním algoritmem prořezávání [50]. Dekódování se provádí na síti kontextově závislých HMM stavů. Síť stavů je generována z EBNF (extended Backus-Naur form). Celá rozpoznávací síť je konstruována z jedné nebo více vzájemně propojených gramatik.

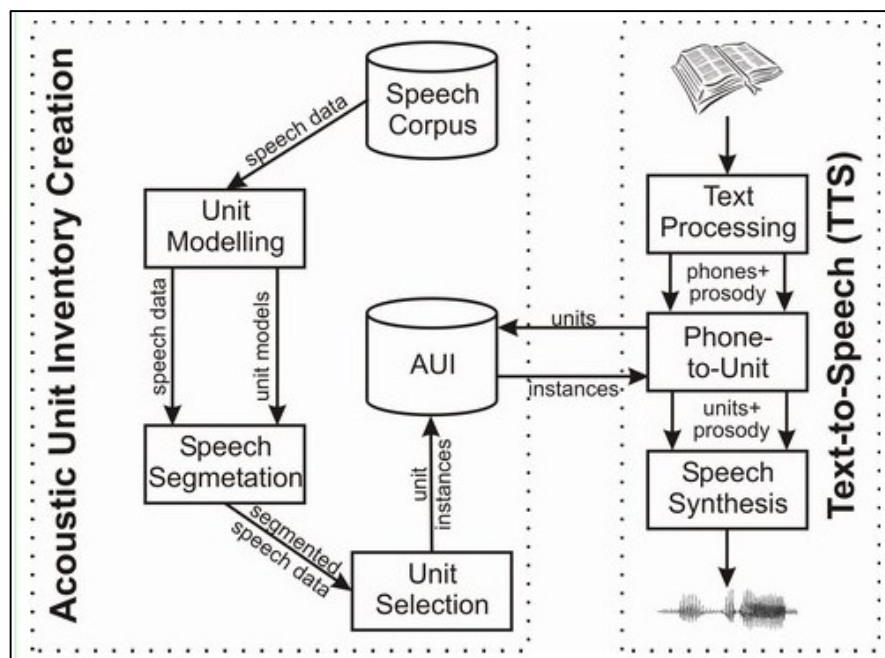
Dekódovací blok dále obsahuje část, ve které je rozpoznaná promluva ověřena. Pokud se dostatečně neshoduje s akustickými modely, je promluva zamítnuta. V těchto případech nástroj ASR informuje klienta, že povel nebyl (pravděpodobně) správně rozpoznán.

4.3 Modul Text-to-speech (TTS)

Pro komplexnost systému EHR pro stomatologii a hlavně pro jednodušší postup při vyšetřování pacienta bez nutnosti sledování předchozích záznamů na monitoru byla aplikace DentCross doplněna o modul syntézy řeči (TTS). Ten má za úkol vyšetřujícímu přetlumočit starší záznam pacienta, aby mohl aktuálně zkontrolovat jeho nynější stav a poté provést případné změny.

4.3.1 Popis systému

Obecně je samotný proces umělé tvorby řeči prováděn v syntetizéru řeči, který je v ústředí celého systému. Tento syntetizér tvoří řeč na základě vstupních informací, kterými jsou fonetické (posloupnost hlásek) a prozodické (melodie, časování atd.) parametry charakterizující danou budoucí promluvu. Při syntéze řeči z textu (TTS) je vstupní informací pouze psaný text. Aby bylo možné syntetizovat řeč z tohoto textu v kvalitě co nejbližší přirozené mluvě, musí být odhadnuty fonetické a prozodické parametry tohoto textu. Tato analýza probíhá v modulu zpracování přirozeného jazyka (NLP) (Obr. 3) [51].



Obr. 3: Schéma TTS – převzato z <http://musslap.zcu.cz/en/acoustic-speech-synthesis>; Ing. Matoušek Jindřich, PhD.

I. Modul zpracování přirozeného jazyka

Zpracovává výchozí text a převádí ho do “výslovnostní” podoby pro syntetizér řeči. Člověk při čtení textu využívá své znalosti a zkušenosti, neboť jeho zjednodušená psaná forma neobsahuje mnoho detailů pro jeho správnou interpretaci. Syntetizér řeči, který v podstatě nahrazuje mluvidla člověka, potřebuje znát těsnou fonetickou transkripci textu. Skládá se z modulu fonetické transkripce (LTS) a generátoru prozodie (GP). Vhodné je doplnění ještě o analyzátor vstupního textu, neboť fonetická transkripce a generování prozodie nemusí být na základě jednotlivých slov jednoznačné.

II. Modul syntézy řeči

Provádí vlastní syntézu řeči na signálové úrovni na základě informací poskytnutých z NLP. Samotná syntéza se provádí za využití statistických modelů (HMM syntéza).

4.4 Systém pro podporu rozhodování u TMD

Jak již bylo zmíněno, tak subsystém vznikl jako přímá součást interaktivní DentCross komponenty na stejné IT bázi.

Poruchy temporomandibulárního kloubu (TMD) představují velice rozsáhlou skupinu symptomů a proto stále neexistuje žádný konsenzus v jejich klasifikaci. Mají nejasnou etiologii, stejná klinická zjištění vyplývající z různých příčin a je prokázána souvislost mezi poruchami temporomandibulárního kloubu a psychologickými faktory [30, 31]. Všechna zmíněná fakta dělají z temporomandibulárních poruch velice komplikovanou skupinu onemocnění pro tvorbu vhodného a kompaktního EHR systému. Existuje více používaných schémat pro klasifikaci těchto poruch, jak již bylo napsáno výše, ale pouze dvě klasifikační schémata se více využívají a mají perspektivu se stát obecně uznávaným standardem. Jedno z nich, které je určené spíše pro výzkumné účely je Research Diagnostic Criteria for TMD (RDC/TMD). RDC/TMD standardizuje klinický výzkum u pacientů s poruchou temporomandibulárního kloubu, zlepšuje reprodukovatelnost mezi klinickými pracovníky a usnadňuje porovnávání výsledků mezi

výzkumníky [31]. Druhým schématem je klasifikace navržená American academy of orofacial pain [25], která slouží spíše pro klinické použití a zabývá se plnou šíří onemocnění, která mohou postihovat temporomandibulární kloub a i jeho okolí. Je tedy více obsáhlá než RDC/TMD, která se věnuje spíše kloubu samotnému a vynechává mnoho jednotek. Tyto schémata byla využita i pro tento subsystem. Vše bylo doplněno o klasické medicínské anamnestické údaje, které mohou v tomto multifaktoriálně podmíněném problému hrát velkou roli a jsou nutná pro vytvoření úplného obrazu o onemocnění pro lékaře [52, 53].

4.4.1 AAOP

4.4.1.1 TMK

A) Vrozená onemocnění

- **Aplazie** – v rámci hemifaciální mikrosomie, asymetrie obličeje, kongenitální, nedostatečný růst kondylu jedné strany, uchylování na postiženou stranu, omezené otvírání úst.
- **Hypoplazie** – omezený růst, může postihovat i další kosti, méně závažné než aplazie, omezené otvírání úst, asymetrie při otvírání čelisti.
- **Hyperplazie** – nadměrný růst kostí lebky, asymetrie obličeje, asymetrické otvírání.
- **Dysplazie** – dětský věk a adolescence, pomalý nadměrný růst a přeměna ve fibrózní tkáň, zobrazovací metody, asymetrie obličeje a otvírání.
- **Nádory** – komplexní postižení, zobrazovací metody s patologickým nálezem, bolest, omezené otvírání úst atd.

B) Onemocnění kloubního disku:

- **Dislokace disku s redukcí** – lupání kloubu při pohybu dolní čelisti při otvírání a zavírání, asymetrické otvírání (esovité uhýbání na postiženou stranu), není omezené otvírání.
- **Dislokace disku bez redukce** – omezené otvírání úst, asymetrické otvírání (uhýbání na postiženou stranu), bez lupání.

C) **Dislokace TMK (luxace)** – akutní stav, bolest, pacient nemůže zavřít ústa.

D) **Zánětlivá onemocnění** – arthritis (včetně capsulitis, synovitis, polyarthritis) - omezené otvírání úst, bolest, zvukové fenomény, palpační bolestivost v oblasti TMK.

E) **Nezánětlivá onemocnění** – arthosis – primární (bez zjištěné etiologie) a sekundární (důsledek trauma nebo systémového onemocnění). Chronický průběh. Omezení otvírání úst, bez bolesti, pocit ztuhlosti, zvukové fenomény (krepitace, vrzání), asymetrické otvírání (uhýbá na postiženou stranu).

F) **Ankylóza** – omezené až nemožné otvírání úst, omezení protruze a lateropulze, asymetrie obličeje, chronické.

G) **Fraktura TMK** – trauma v anamnéze, bolestivost (spont. i palpační), pozitivní nález na RTG, může být omezené otvírání úst, porušený skus, asymetrické otvírání, akutní vznik.

4.4.1.2 Onemocnění žvýkacích svalů

A) **Lokální myalgie (bolest svalu)** – bolest při pohybu TMK, palpační bolest svalu, může být spolu se stresem, poruchou okluze nebo poranění svalu.

B) **Myofasciální dysfunkční syndrom** – bolest v klidu, přítomny trigger points, může být i vertigo, slzení atd., přítomny i parafunkce, stres.

- C) **Centrálně vyvolaná myalgia** – chronická, dlouhodobá bolestivost svalu. Bolestivost je podobná jako při myositis jen bez známek zánětu a může být spojena s příznaky neurologického zánětu. Důležitá je přítomnost perzistentní bolesti.
- D) **Myospasmus (svalová kontraktura)** – akutní nechtěná tonická kontrakce svalu omezené otvírání úst, bez výrazné bolestivosti.
- E) **Myositis (zánět svalu)** – bolest svalu v klidu i při pohybu, zarudnutí kůže, může být otok.
- F) **Myofibrotická kontraktura** – chronické, bezbolestné onemocnění. Způsobené fibrotickou degenerací šlach, ligament a vzácně i svalových vláken. Projevuje se zkrácením svalu.
- G) **Nádory svalů** – benigní i maligní charakter, široká škála příznaků, pozitivní histologické vyšetření a zobrazovací metody.

4.4.2 RDC/TMD

4.4.2.1 Onemocnění svalů

- A) **Myofasciální bolest** – bolestivost žvýkacích svalů a jako klinické zjištění bolestivosti minimálně tří z dvaceti míst na svalech v orofaciální oblasti při palpaci.
- B) **Myofasciální bolest s limitovaným otvíráním úst** – viz A) a ještě spojeno s limitací otvírání pod 40 mm.

4.4.2.2 Dislokace kloubního disku

- A) **Dislokace disku s redukcí** – lupání kloubu při pohybu dolní čelisti při otvírání a zavírání, asymetrické otvírání (esovité uhýbání na postiženou stranu), není omezené otvírání.

- B) **Dislokace disku bez redukce s limitovaným otvíráním úst** – omezení otvírání úst pod 35 mm, asymetrické otvírání (uhýbání na postiženou stranu), bez lupání.
- C) **Dislokace disku bez redukce bez limitovaného otvírání úst** – není omezení otvírání úst pod 35 mm, asymetrické otvírání (uhýbání na postiženou stranu), bez lupání.

4.4.2.3 Onemocnění kloubu

- A) **Arthralgie** – bolest kloubu, bez změn na kloubu, omezené otvírání úst.
- B) **Osteoarthritis** – omezené otvírání úst, bolest, zvukové fenomény, palpační bolestivost v oblasti TMK.
- C) **Osteoarthrosis** – omezení otvírání úst, bez bolesti, pocit ztuhlosti, zvukové fenomény (krepitace, vrzání), asymetrické otvírání (uhýbá na postiženou stranu).

5 VÝSLEDKY

5.1 Interaktivní zubní kříž

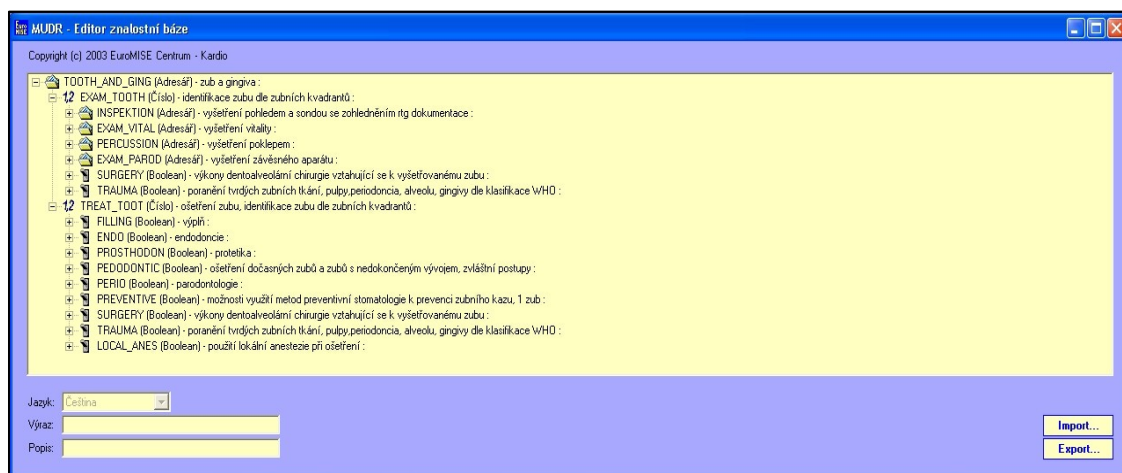
5.1.1 Znalostní báze stomatologie

Celá znalostní báze stomatologie byla vytvořena v systému MUDR (MULTimedia Distributed Record), který byl vytvořen jako pilotní aplikace EHR v EuroMISE Centrum. Obsahuje teoretickou bázi celého oboru stomatologie i praktické zkušenosti a návaznosti z pohledu stomatologa. Schéma základní databáze elektronické zdravotnické dokumentace reflektuje strukturu podskupin rozsáhlé hierarchicky uspořádané znalostní báze v českém i anglickém jazyce. Podstatou tedy bylo obsáhnout a mít k dispozici základní informace o pacientovi, jeho anamnestická data a především data ze stomatologického vyšetření.

K tvorbě samotného stromu znalostní báze byl jako nástroj použit program MUDR Knowledge Base (MUDR KB) Editor [42].

Celá báze je rozdělena do dvou základních oblastí – vyšetření a terapie (Obr. 4). Obsahuje celkem asi 1000 konceptů v pevně daném strukturálním uspořádání. Souvislosti mezi těmito položkami reprezentuje vzniklý datový model (Příloha 1).

Technologie reprezentace znalostní báze byla zpracována jako patentová přihláška – Český národní patent č. PV 2005-229.



Obr. 4: Základní dělení struktury znalostní báze

5.1.1.1 Strom znalostní báze – VYŠETŘENÍ

Je první částí stromu znalostí báze, která se vztahuje vždy k jednomu přesně určenému zubu nebo k určité oblasti dutiny ústní. Pro naše potřeby jsme zvolili dvoučíselné názvosloví, které prvním číslem určuje kvadrant (1 – vpravo nahoře, 2 – vlevo nahoře, 3 – vlevo dole a 4 – vpravo dole) a druhým číslem pořadí zubu ve zvoleném kvadrantu. Jsou zde obsaženy informace, které popisují výchozí stav zjištěný stomatologem při vyšetření (jestli byl nějak ošetřen, popis patologií atd.). Celá tato část je rozdělena na dalších 6 hlavních podskupin – Inspektion, Exam_Vital, Percussion, Exam_Parod, Surgery a Trauma.

- **Inspektion (Vyšetření)**

Prezentuje fakta zjištěná pohledem nebo vyšetřením stomatologickou sondou, včetně zohlednění rentgenové dokumentace. Je asi nejrozsáhlejší podskupinou, protože obsahuje takřka všechny patologie nebo stavy týkající se tvrdých zubních tkání, které se vyskytují nejčastěji. Rozděluje se do dalších podskupin, které již reprezentují stav, patologii nebo předešlé ošetření zubu.

- **Sound**

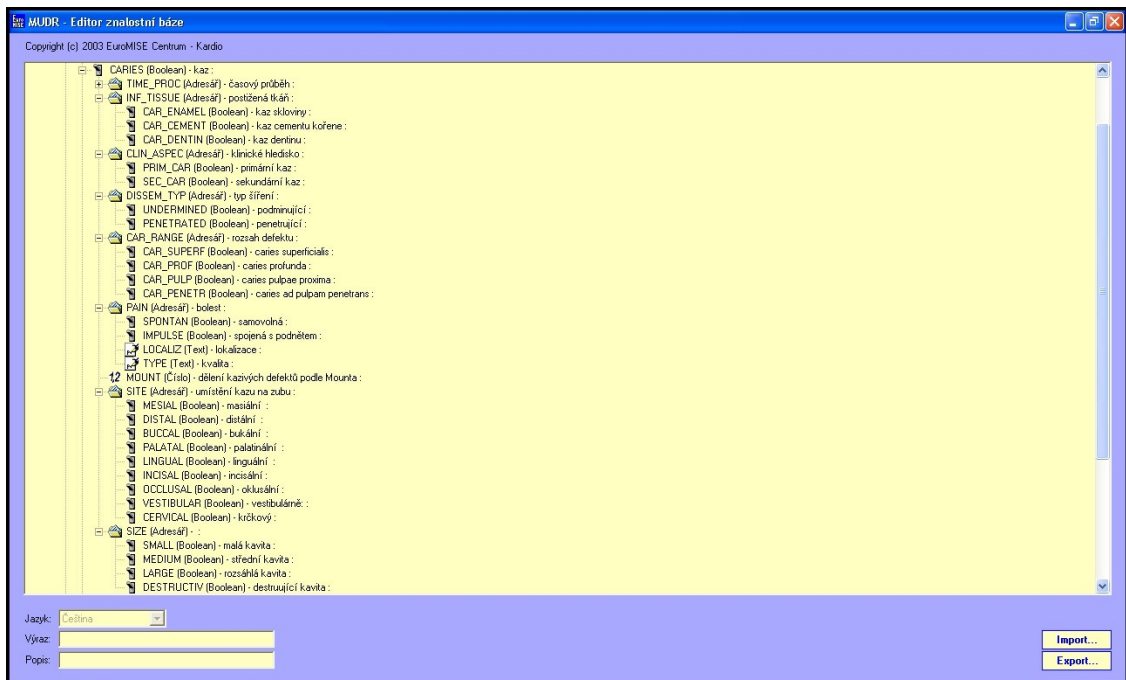
Značí stav, kdy je zub zdravý (bez patologického nálezu) a nebyl dříve nějakým způsobem ošetřen. Jedná se tedy o intaktní zub.

- **Missing**

Varianta, kdy zub z nějakého důvodu chybí a zůstává po něm mezera v zubním oblouku (stav by se měl dále řešit) nebo mezera není a došlo k jejímu uzávěru spontánně nebo ortodontickou terapií. Poslední možností je, že je zub ve fázi výměny z dočasného na stálý a teprve prořezává.

- **Caries**

Jedná se o velice rozsáhlou skupinu, která popisuje asi nejčastější patologii postihující tvrdé zubní tkáně (Obr. 5). Kazivá léze vzniká dle Millerovy chemicko-parazitární teorie činností mikroorganismů přítomných v dutině ústní. Tyto mikroorganismy adherují k tvrdým zubním tkáním a při fermentaci cukrů produkují kyseliny, které způsobují demineralizaci povrchu zub. Pokud probíhá tato ztráta minerálů příliš dlouho a nedojde k její remineralizaci, vznikne kavita. Kazivé léze se dělí podle několika aspektů.



Obr. 5: Kategorie Caries

- **Time_Proc**

Popisuje časový průběh vývoje kazu, který může být akutní (s rychlým průběhem progresu) nebo chronický (s pomalejším postupem).

- **Inf_Tissue**

Popisuje typ postižené tvrdé zubní tkáně – kaz skloviny, dentinu nebo cementu kořene. Typ postižení se může kombinovat.

- **Clin_Aspec**

Jedná se o klinické hledisko vzniku kazu. Může se jednat o postižení doposud intaktního zubu – primární kaz nebo o postižení již dříve sanovaného zubu, kdy dojde ke vzniku kazu např. vedle výplně – sekundární kaz. Do této druhé skupiny se může zahrnout i recidivující kazivá léze, která vzniká na základě nedostatečného ošetření většinou pod výplní.

- **Dissem_typ**

Popis způsobu progresu kazu, který většinou kopíruje i časovou progresi. Rozvoj kazivé léze může být buď podminující (chronický), kdy kaz pronikne sklovinou a více se zvětšuje v dentinu nebo penetrující (akutní), kdy postupuje trychtýřovitě přímo přes sklovinu do dentinu, případně pulpy.

- **Car_Range**

Další ze způsobů popisu rozsahu kazu, kdy se bere v potaz hloubka progresu ve vztahu k pulpě zubu. Caries superficialis uložený ve sklovině, caries media a profunda uložené v dentinu, caries pulpa proxima uložený v dentinu, ale již velice blízko zubní dřeně a jako poslední caries ad pulpam penetrans, který do ní již pronikl.

- **Pain**

Složka popisující bolestivé obtíže pacienta. Bolest může být spojena s nějakým podnětem nebo může být samovolná. Dalším důležitým údajem je její lokalizace a typ.

- **Mount**

Představuje dělení kazivých lézí podle jejich umístění dle Mounta. Tato klasifikace definuje rozsah kazu a respektuje snahu o konzervativní, šetrný přístup k ošetření zubu s respektem k možnému zastavení kazu určité velikosti a rozsahu. Dělí kavity podle dvou hledisek – umístění (tři možnosti) a rozsah (čtyři možnosti).

- **Site**

Popis uložení kazu podle postižených plošek zubu a stran sloužící pro rychlou orientaci – mediálně, distálně, bukálně, palatinálně, lingválně, incizálně, okluzálně, vestibulárně a na krčku zubu.

- **Size**

Dělení a poskytnutí informace o rozsahu kavity získané pohledem – malý rozsah, střední rozsah, rozsáhlá kavita a destrující postižení, kdy došlo téměř k dekapitaci zubu.

- **Filling**

Jedna ze základních skupin, která popisuje přítomnost již dříve zhotovené výplně zubu. Popis se soustředí pouze na základní údaje a klinický obraz (Obr. 6). Důležité je při klinickém vyšetření zhodnotit stabilitu výplně, nepřítomnost kazivé léze (i rentgenologicky) a i opotřebení výplně. Na základě těchto zjištění se musí ošetřující rozhodnout, zda výplň ponechá in situ nebo zhotoví výplň novou.



Obr. 6: Kategorie Filling

- **Quality**

Jedná se o zcela základní zjištění a informaci, zda je výplň bez výhrad v pořádku nebo jestli její kvalita není dostatečná.

- **Stuff**

Popis materiálu, ze kterého je výplň zhotovena. Zaznamenány jsou pouze základní typy materiálů. Rozlišujeme definitivní materiály – kompozitní pryskyřice, skloionomerní cement a amalgám a provizorní materiál bez bližšího určení typu.

- **Black**

Tato skupina nabízí velice rozšířené a používané rozdělení výplní (lezí) dle G. W. Blacka. 1. třída – okluzální umístění, 2. třída – proximální uložení na molárech a premolárech, 3. třída – proximální umístění na frontálních zubech, 4. třída – proximálně na frontálních zubech spolu s postižením růžku zubu, 5. třída – gingivální třetina korunky zubu.

- **Site**

Popisuje uložení výplně, jak bylo popsáno ve stejné kategorii u umístění kazu.

- **Endo**

Tato část stromu se věnuje dřeňové dutině zubu a kořenovým kanálkům, ať už se jedná o již proběhlé ošetření nebo nové onemocnění pulpy.

- **Before_tre**

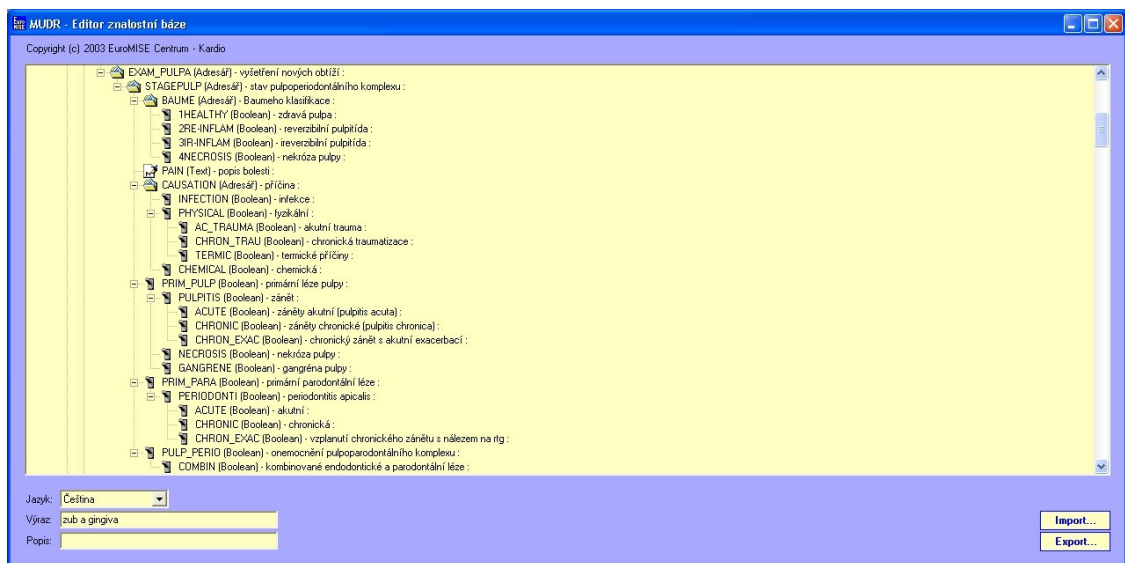
V této položce se zabýváme již endodonticky ošetřeným zubem a to konkrétně onemocněním, které k němu vedlo. Pokud se dá zjistit od pacienta nebo z dřívější dokumentace. Onemocnění dělíme na primární postižení pulpy (pulpitis, nekrosis, gangrena), primární periodontální postižení (periodontitis) a onemocnění pulpoperiodontálního komplexu.

- **Last_treat**

Navazuje na předchozí položku jako způsob jejího ošetření. Děleno na částečné odstranění zubní dřevě (pulpotomy) a kompletní pulpektomie, která je spojena s plněním kořenového kanálku a jeho základními typy (centrální čep, laterální kondenzace, cement).

- **Exam_pulpa**

Věnujeme se zde novým aktuálním obtížím pacienta (zub ještě nikdy nebyl ošetřen) (Obr. 7) a popisujeme stav pulpy zubu. V první fázi je použita Baumeho klasifikace a popis bolesti pacienta, které jsou v přímé souvislosti s dalším ošetřením. Dále je možnost záznamu předpokládané příčiny onemocnění (infekce, fyzikální a chemická příčina).



Obr. 7: Kategorie Exam_pulpa

- **Mech_Attri**

Zastupuje skupinu postižení zubu mechanickým opotřebením. Patří mezi ně abraze a atrice. Důležitým faktorem zde mohou být parafunkce (bruxismus a stresové zatínání zubů). Do této skupiny jsme zařadili i tzv. klínové defekty, které mohou být v souvislosti a vyskytují se v krčkových oblastech zubů.

- **Erosion**

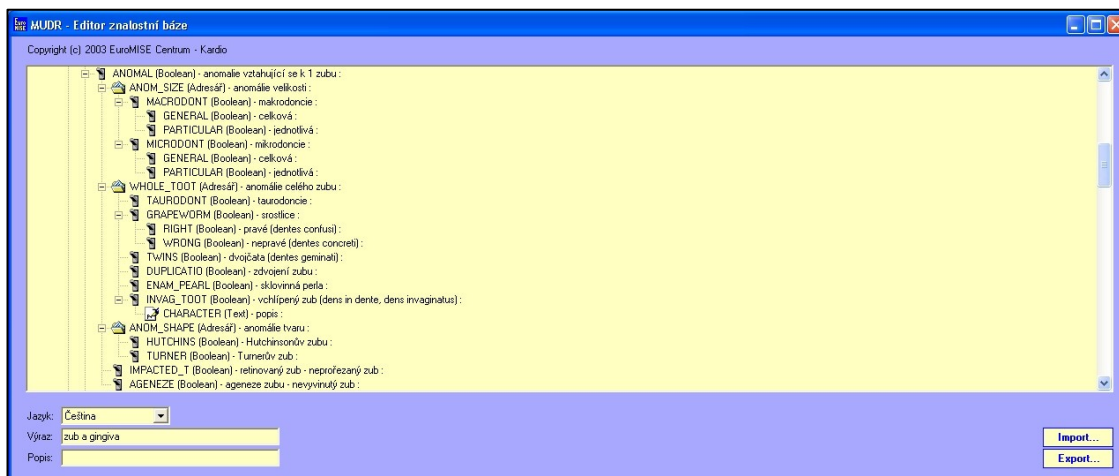
Na rozdíl od předešlé skupiny, kde dochází k mechanickému porušení povrchu, je u této skupiny vyvolávajícím podnětem spíše působení chemické látky. Rozlišujeme zde riziková povolání pacienta, působení žaludečních kyselin (při reflexu, regurgitaci nebo chronickému zvracení), kyselé potraviny nebo léky a sníženou sekreci slin. Všechny tyto situace mohou způsobit již zmiňovanou erozi na tvrdých zubních tkáních.

- **Resorp**

Při resorpci dochází k rozpouštění a narušování tvrdých zubních tkání vlastním organismem. Může být zevní, kdy okolí kořene zubu začne narušovat jeho povrch. Velice často přítomno po luxaci zubu a jeho replantaci. Druhou variantou je vnitřní resorpce, kdy kořen rozpouští pulpa zubu zevnitř.

- **Anomal**

V této kategorii jsou popsány vývojové anomálie, které mohou postihnout zub. (Obr. 8) Jedná se o poměrně časté odchylky, které jsou často velice podstatné a je třeba je řešit. V první řadě se jedná o anomálie velikosti (makrodoncie, mikrodoncie). Dále anomálie struktury celého zubu, mezi které nejčastěji patří srostlice, sklovinné perly atd. a anomálie tvaru zubu. Při poruchách nebo změnách v prořezávání může dojít k retenci zubu, která vede k jeho vybavení nebo komplikovanému ortodontickému zařazení do oblouku. Anomálií může být i kompletní nezaložení zubu, které je poměrně časté a nejvíce postihuje třetí moláry, horní postranní řezáky a dolní druhé premoláry.



Obr. 8: Kategorie Anomal

○ Prosthodont

Tato kategorie popisuje již existující protetickou práci, kterou pacient využívá. Prvním hlediskem je její kvalita, podle které se řídíme v návrhu dalšího ošetření. Buď je potřeba práci nahradit novou, protože nevyhovuje nebo vyhovuje a můžeme jí ponechat v ústech pacienta. Dalším hlediskem je rozdělení dle typu náhrady. Fixní protetická práce – náhrada korunky zubu (inlay, onlay, overlay, korunka, můstek, implantát), snímatelná práce a speciální náhrady (dlaha, rekonstrukční náhrady). Vše je dále rozděleno dle materiálu a dalšího podrobnějšího dělení na jednotlivé typy.

▪ Exam_Vital (Zkouška vitality)

Popisuje reakci zubu na různé tepelné či jiné podněty. Podle této reakce můžeme posoudit, zda má zub zachovalou nebo vymizelou vitalitu a to poukazuje i na stav pulpy.

▪ Percussion (Poklep)

Popisuje vyšetření poklepem ve vertikálním a horizontálním směru, které může napovědět ošetřujícímu při stanovování diagnózy a odhalit některé patologie.

▪ Exam_Parod (Vyšetření parodontu)

Popisuje vyšetření periodontia zubu a z něho plynoucí zjištění. Jedná se o základní gingivální indexy (PBI, CPI), popis pohyblivosti zubu, případný ústup

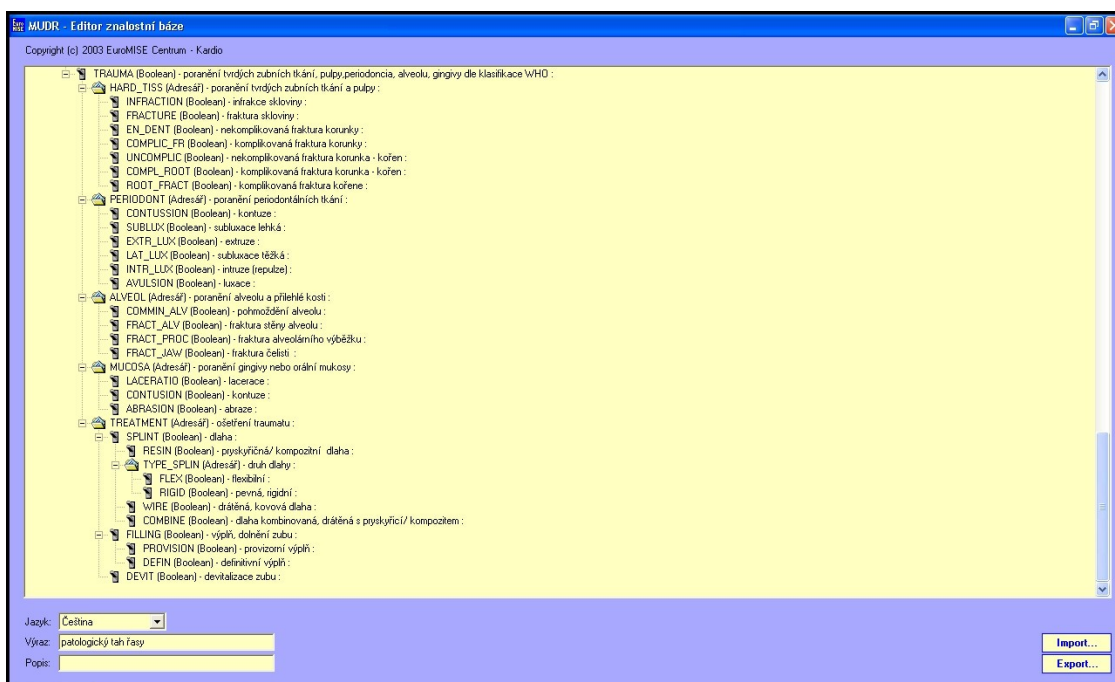
gingivy ve vertikálním směru (recessus), popis patologických tahů řas, hloubku parodontálních chobotů a jejich umístění a nakonec přítomnost zubního kamene.

- **Surgery (Chirurgie)**

Popisuje jiné patologie, které se vztahují k zubu a jeho okolí a jsou předmětem ošetření stomatologické chirurgie. Jedná se o záněty v okolí zubu (periostitidy a ostitidy), obtížné prořezávání zubu (dentitio difficilis), přítomnost cyst, zadržený kořen zubu (radix relicta), nadpočetný zub, přítomnost oroantrální komunikace a zánět zubního lůžka, který může vzniknout po vybavení zubu. Pro množství a komplikovanost stavů, které mohou nastat, byla přidána i možnost zapsání diagnózy dle MKN 10.

- **Trauma (Traumatické postižení)**

Popisuje poranění tvrdých zubních tkání, pulpy, periodoncia, alveolu a gingivy dle klasifikace WHO (Obr. 9) a je rozděleno do několika skupin. První skupinu tvoří poranění zubu ve formě fraktury různého rozsahu. Dále poranění periodoncia, kde je popsáno několik variant a rozsahu luxací a subluxací zubu. Poté poranění alveolu a přilehlé kosti, které je většinou spojeno i s jiným poraněním a má většinou charakter fraktury. Poranění gingivy a měkkých tkání uzavírají tyto typy poranění, které se mohou vyskytnout v dutině ústní. Nakonec tohoto pododdílu jsou různé základní způsoby ošetření, které se k těmto poraněním mohou vázat.



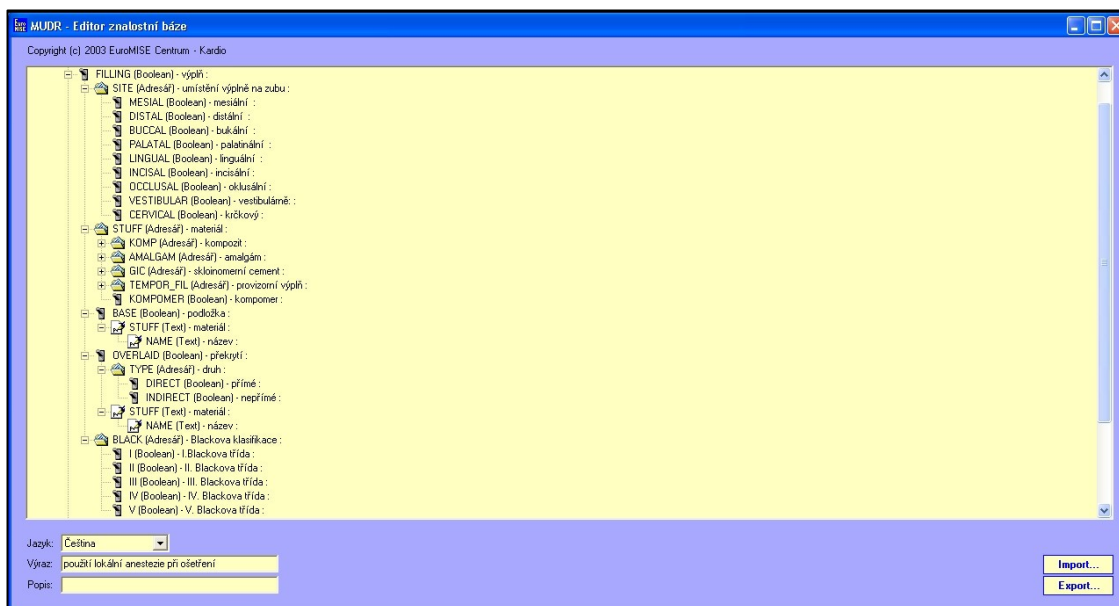
Obr. 9: Kategorie Trauma

5.1.1.2 Strom znalostní báze – OŠETŘENÍ

Je druhou základní částí stromu znalostí báze, kde platí stejné číslování zubů. Jsou zde uvedeny všechny možné způsoby ošetření ve stomatologii, jejich popis a další rozdělení. Celá tato část je rozdělena na 9 hlavních podskupin – Filling, Endo, Prosthodon, Pedodontic, Perio, Preventive, Surgery, Trauma, Local_Anest.

- **Filling (Výplň)**

Tato podskupina obsahuje nové konzervativní ošetření kazu výplní zhotovenou v ordinaci, což je pravděpodobně nejčastější prováděné ošetření. Kazivá léze se odstraní preparací, která má za úkol nejenom její dokonalé vyjmutí, ale také zajištění retence a rezistence výplně. Výplň může mít mnoho parametrů a může být zhotovena z několika materiálů (Obr. 10).



Obr. 10: Kategorie Filling

- **Site**

Určuje základní uložení výplně na konkrétním zubu dle ploch a stran.

- **Stuff**

Tento oddíl popisuje druh, další vlastnosti a typ použitého výplňového materiálu (Obr. 11). Základní dělení je na definitivní a provizorní materiál.

První z definitivních materiálů je kompozitní pryskyřice, která představuje vysoce estetický materiál určený především pro výplně a i dostavby. Použito je pouze základní rozdělení dle typu částic (makrofilní, mikrofilní a hybridní) a možnosti zapsat název komerčního produktu a jeho barvu. Dalším je amalgám, který patří stále mezi asi nejběžnější používaný materiál a vyznačuje se velkou rezistencí a stabilitou. Použito je dělení dle typu (konvenční a non-gama), částic (blend, pilinový a sférický) a opět je možné zapsat název komerčního produktu. Třetím základním materiálem je skloionomerní cement, který je velice bezpečným materiálem uvolňujícím fluoridy a chemicky se váže na tvrdé zubní tkáň. Dělen je dle typu tuhnutí (chemicky a světlem)

a je zde opět možnost zápisu konkrétního produktu. Poslední modalitou je méně používaný kompomer.

U provizorního materiálu je možné zaznamenat název a hlavně dobu, do kdy je možné ho ponechat v kavitě, protože hermetičnost této výplně je omezená.



Obr. 11: Kategorie Stuff

- **Base**

Popisuje přítomnost podložky, která se někdy používá po hluboké preparaci pod definitivní výplňový materiál (většinou amalgám). Důležitý je pouze název použitého materiálu.

- **Overlaid**

Tato skupina představuje stav, kdy se ošetřující dostane při preparaci do bezprostřední blízkosti dřeně (nepřímé překrytí) nebo jí v minimálním rozsahu otevře (přímé překrytí). Variantou ošetření je potom pokus o překrytí plochy materiálem na bázi hydroxidu vápenatého. Většinou pa následuje aplikace buď přímo výplně, nebo se mezi ně ještě vloží podložka.

- **Black**

Zde je zohledněna Blackova klasifikace preparací a výplní.

- **Endo (Endodoncie)**

Tato velká skupina popisuje ošetření kořenových kanálků zubu při onemocnění pulpy (Obr. 12). Je při něm nutné trepanovat korunku zubu, nasondovat kanálky, opracovat je a nakonec definitivně zaplnit. Poté může následovat postendodontické ošetření ve formě výplně nebo protetického ošetření.

- **Pulpotomie**

Tato podsekcce endodontického ošetření popisuje výkon, kdy se odstraní pulpa pouze částečně a to jen z korunkové části zubu. Provádí se většinou u stálých zubů s nedokončeným vývojem.

- **Canallengt**

Zde se již popisují základní data o každém kanálku zubu. Prvním údajem je číslo kanálku a jeho umístění, neboť kanálků může být v zubu více než jeden. Asi nejpodstatnější je určení délky kanálku, která se vztahuje k určitému referenčnímu bodu na korunce zubu až po konec kořene, kde pulpa přechází v okolní periodoncium. Tato délka se nazývá pracovní délka a po celou dobu opracovávání kanálku a jeho plnění se musí dodržovat. Určuje se buď měřícím intraorálním RTG snímkem nebo přístrojem Apexlokátor.

- **Finish**

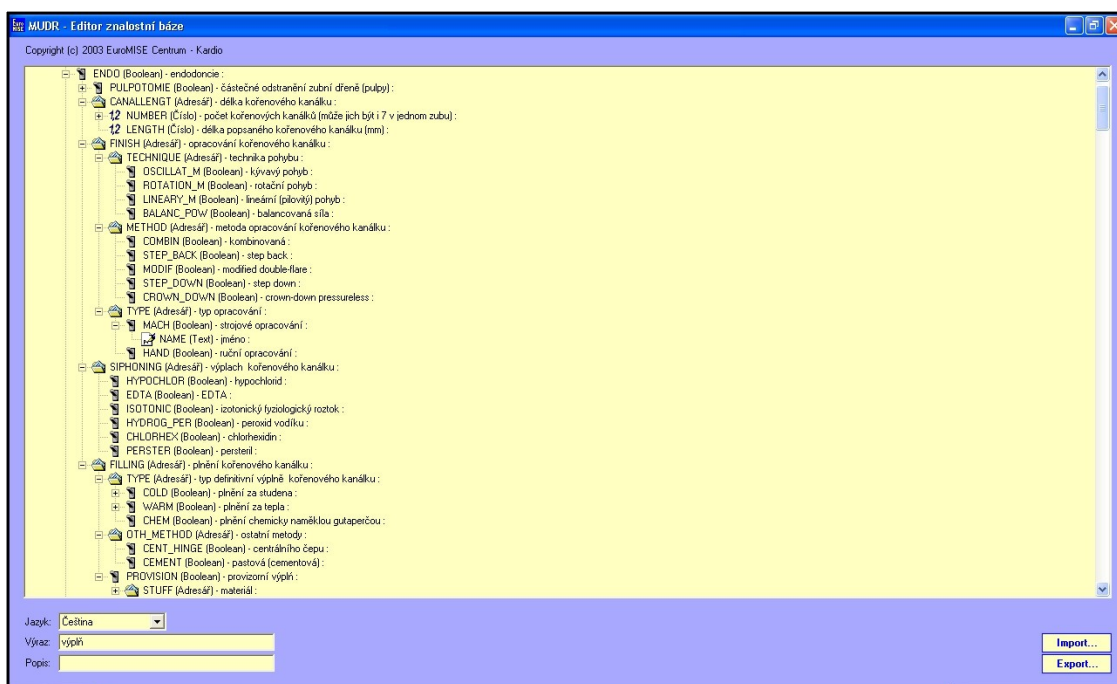
Po sondáži a změření je nutné kanálky opracovat. První modalitou je technika pohybu (kývavý, rotační, lineární a balancovaná síla), která popisuje způsob pohybu nástroje v kanálku. Velice důležitá je i metoda opracování kořenového kanálku (kombinovaná, step back, modified double-flare, step down, crown-down pressureless). Ta popisuje celý postup opracování. Dále můžeme kanálek opracovat ručně nebo za použití speciální strojové endodoncie.

- **Siphoning**

Během celého ošetření je nutné kanálky vyplachovat a tím ho dále dezinfikovat a odstraňovat detritus zniklý při opracování. Činidel pro vyplachování je mnoho a několik základních je v listu na výběr.

- **Filling**

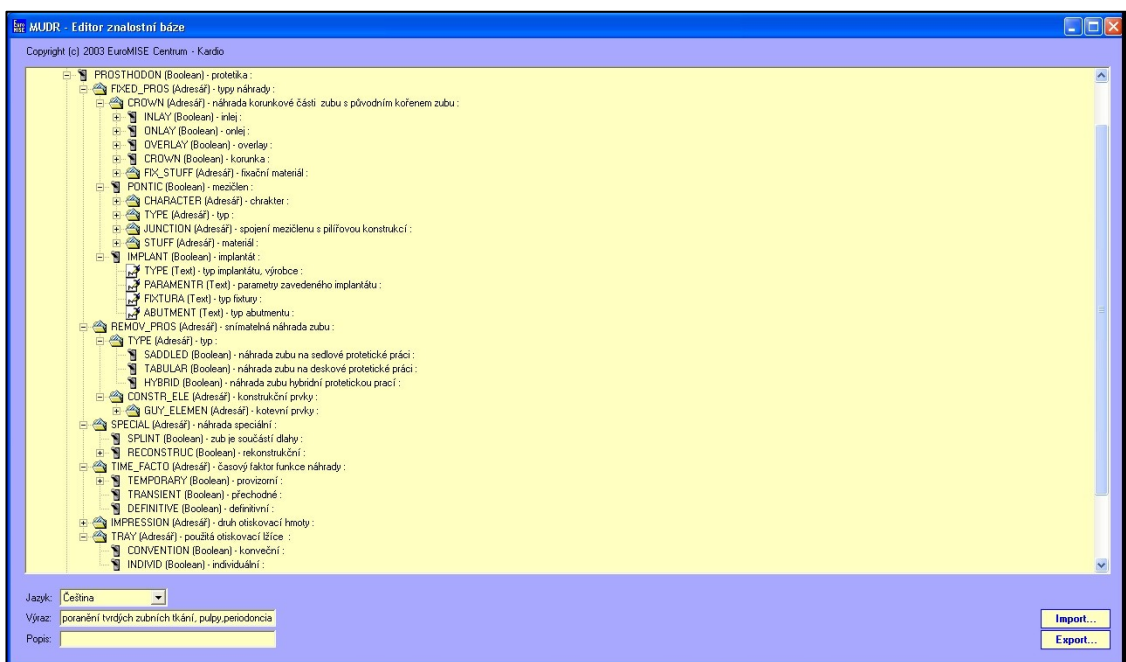
Posledním výkonem je definitivní plnění kanálků. Jemu může předcházet ještě provizorní plnění spojené s provizorní výplní. Plnění může mít několik základních typů – za studena (laterální kondenzace), za tepla (vertikální kondenzace, laterální kondenzace nebo termomechanická kondenzace) nebo plnění chemicky změkklou gutaperčou. Dalšími typy jsou méně kvalitní metoda centrálního čepu nebo metoda cementová, kam počítáme i provizorní plnění hydroxidem vápenatým.



Obr. 12: Kategorie Endo

- **Prosthodon (Protetika)**

Do sekce protetického ošetření (Obr. 13) spadají všechny náhrady ztrát většího množství tvrdé zubní tkáně, které většinou nelze nahradit pomocí výplně zhotovené v ordinaci stomatologa nebo se jedná o ztráty celého zubu případně více zubů. Tyto náhrady je možné dělit dle mnoha hledisek, ale asi nepoužívanější je dělení podle typu upevnění v dutině ústní a časového hlediska jejich funkce. Z praktického pohledu je důležitý i způsob provedení otisku a konkrétní typ a velikost použité otiskovací lžice.



Obr. 13: Kategorie Prosthodont

- **Fixed_Pro**

Fixní protetické práce jsou náhradou části nebo celé klinické korunky zubu nebo nahrazují chybějící zub či skupinu zubu za použití zubů zbývajících. Jejich společným rysem je pevné ukotvení v dutině ústní pacienta. Základní vlastností, která je společná všem typům náhrad, je výběr jejich materiálu. Je možný výběr z kovu, keramiky a plastu. Vždy včetně možnosti zaznamenání přesného typu a názvu.

- **Crown**

Náhrady klinické korunky zubu nebo větší části tvrdých zubních tkání.

- **Inlay**

Inlay reprezentuje skupinu ošetření, kde se nahrazuje menší část korunky zubu. Inlaye rozdělujeme na korunkové, které jsou v podstatě výplní zhotovenou v laboratoři nepřímým způsobem a kořenové, které slouží jako ukotvení v endodonticky ošetřeném kanálku zubu a nahrazují protetický pahýl, na který je možné nasadit korunku.

- **Onlay**

Patří do podobné skupiny jako korunková inlay. Má ovšem větší rozsah a zasahuje alespoň na jeden hrbolek zubu.

- **Overlay**

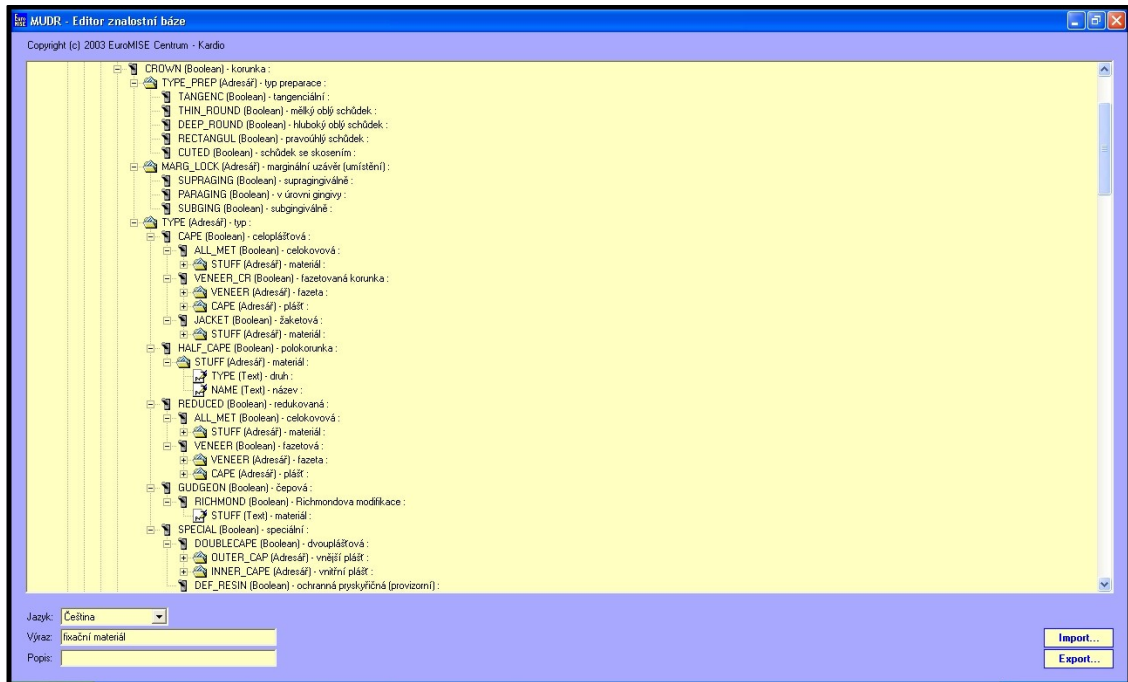
Opět patří do podobné skupiny jako inlay a onlay. Její rozsah je ještě rozšířen. Nahrazuje několik hrbolků zubu a prakticky pokrývá téměř celou okluzní plochu.

- **Crown**

Tato velice rozsáhlá skupina tvoří důležitý a častý způsob ošetření zubu, kde došlo již k velké ztrátě tvrdých zubních tkání. Tvoří jakýsi nový plášť zubu. Dělí se z mnoha pohledů (Obr. 14). Prvním hlediskem rozlišení je samotná preparace zbytku zubu nebo dostavby (tangenciální, mělký a hluboký oblý schůdek, pravoúhlý schůdek, schůdek se skosením). Dalším hlediskem je umístění marginálního uzávěru ve vztahu ke gingiválnímu okraji (supragingiválně, paragingiválně, subgingiválně).

Typů samotných korunek je mnoho. Mezi základní patří celoplášťové korunky (celokovové, fasetované, žaketové). Dále rozlišujeme korunky s pláštěm, který není v celém rozsahu (redukované korunky a polokorunky) a korunky, které jsou přímo kotveny v kanálku zubu (Richmondova). Tyto typy jsou v dnešní době velmi málo

používané. Mezi poslední podskupinu zařazujeme korunky speciální, které mají dva pláště z různých materiálů (např. metalokeramika) a provizorní pryskyřičné korunky. Tyto typy jsou naopak velice často používané.



Obr. 14: Kategorie Crown

- **Fix_Stuff**

Tato skupina popisuje různé materiály, kterými jsou výše zmíněné práce připraveny k zubu nebo jeho zbytku. Mezi nejzákladnější patří skloionomerní, polykarboxylátový, zinkoxidfosfátový a pryskyřičný duální cement.

- **Pontic**

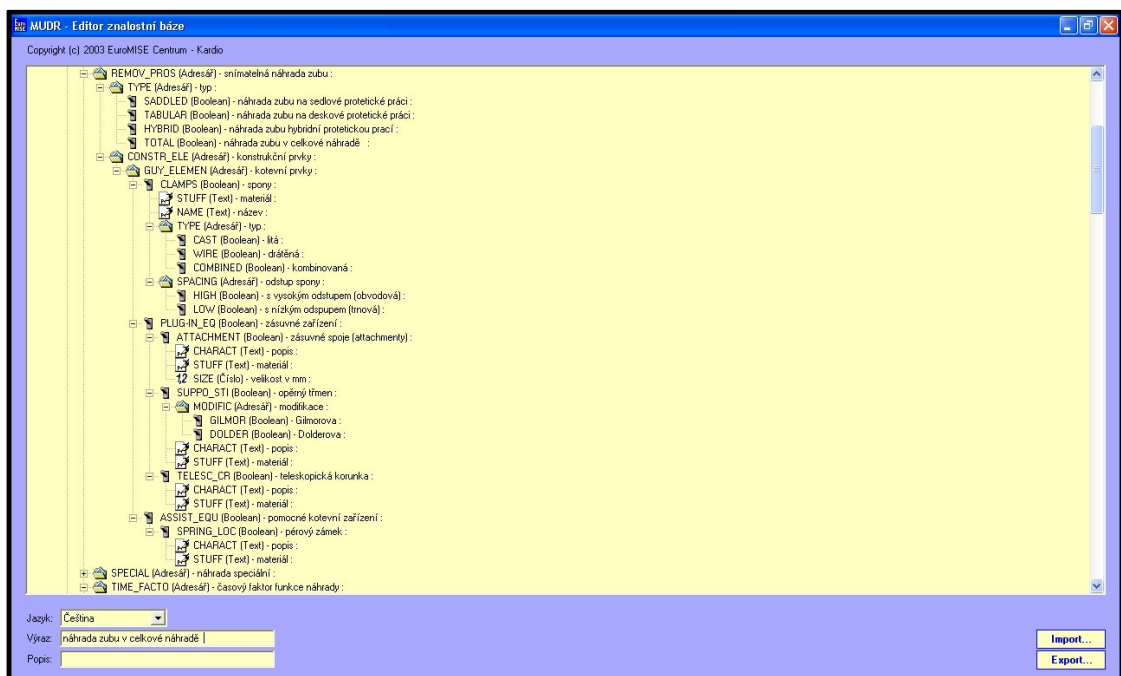
Zde popisujeme mezičleny, které nahrazují celý zub a jsou součástí můstku. Kotevní pilíře tvoří výše popsané korunky. Mezičlen může být mezi pilíře vložený nebo jím můstek končí (tzv. volný). Dále se dělí dle typu ukončení plochy směrem k dásni. V této oblasti se mezičlen může dotýkat (konkávní, konvexní plocha) nebo mohou být bezdotykové. Další je popis spojení mezičlenu s pilířovou konstrukcí. To může být rigidní nebo nerigidní. Materiály jsou stejné jako materiály použité u korunkových náhrad a většinou jsou identické s pilířovou konstrukcí.

- **Implant**

Implantáty představují velice výhodnou náhradu ztráty celého zubu, kde není třeba preparace okolních zubů, jako je tomu u můstků. Skládá se z chirurgicky zavedené nitrokostní části, která po zhojení vytvoří synostózu s kostí čelisti a z korunky, které je na tuto část připevněna a tvoří náhradu klinické korunky. Tato skupina je velice různorodá a je třeba umožnit lékaři podrobnější popis pomocí textu, proto je zde možnost záznamu typu implantátu a jeho parametrů, typ fixtury a abutmentu.

- **Remov_Pro**

Tato skupina reprezentuje velkou skupinu snímatelných náhrad. Většinou se jedná o náhradu větších ztrát zubů. Rozdělujeme je do několika základních skupin – sedlové, deskové, hybridní a celkové náhrady. Každou náhradu je možné popsat podle jednotlivých konstrukčních prvků. Mezi základní patří kotevní prvky, které se dále dělí na spony, zásuvná zařízení a další pomocná kotevní zařízení. Všechny tyto prvky mají své další dělení a popis (Obr. 15).



Obr. 15: Kategorie Remov_Pro

- **Special**

Skupinu speciálních náhrad tvoří dlahy a rekonstrukční náhrady. V případě dlah je náhrada zubu zakomponována do použité dlahy. U rekonstrukčních variant hovoříme hlavně o obturačních náhradách, které nahrazují defekty po větších resekčních operačních výkonech a pooperační náhrady, které řeší situaci bezprostředně po operačním výkonu.

- **Time_Facto**

Důležitým faktorem každé náhrady je také časové určení její životnosti. Náhrady tedy z tohoto hlediska dělíme na provizorní, definitivní a přechodné. Snahou je samozřejmě vytvořit definitivní řešení, které bude pacientovi sloužit léta. Provizorní náhrady jsou pouze na krátkou omezenou dobu a dělí se na imediátní a poloimediátní. Mezistupeň mezi těmito typy tvoří přechodné náhrady. Ty by měly sloužit pouze omezenou dobu, která je ovšem delší než provizorní hledisko.

- **Impression**

Otisk hraje v celém procesu zhotovení protetické práce nezastupitelnou roli, neboť přenáší situaci v dutině ústní pacienta na model, který je poté v laboratoři použit pro její vlastní zhotovení. Otiskovacích hmot je větší množství, ale nejvíce používané jsou alginátové, silikonové, polyéterové a sulfátové hmoty. Je nutné vždy zaznamenat i přesný komerční název.

- **Tray**

Při zhotovení protetických náhrad je vhodná a užitečná možnost záznamu použité otiskovací lžice. Ať už se jedná o její velikost v případě konfekčních lžic, nebo použití individuálně zhotovené lžice v laboratoři.

- **Pedodontic (Dětská stomatologie)**

V pedostomatologii se nejvíce setkáváme s klasickými ošetřeními výplní nebo extrakcemi, ale existuje i několik speciálních postupů. Prvním je tzv. apexifikace, kdy se modifikovaným endodontickým ošetřením snažíme stimulovat postupné uzavření apexu zubu s nedokončeným vývojem novotvořenou tvrdou tkání. Dalším postupem je aplikace ochranných korunek na zuby dočasné dentice z různých materiálů. Používají se i různé tmelící materiály.

- **Perio (Parodontologie)**

Sekce parodontologie popisuje základní postupy v ošetření parodontu zubu. Jedná se především o odstranění supragingiválního kamene (nejčastěji ultrazvukem). Větším výkonem je odstranění subgingiválního zubního kamene kyretáží a to buď otevřenou nebo uzavřenou. Výkony je možné doplnit výplachem např. chlorhexidinem, který se dá použít i jako preventivní opatření.

- **Preventive (Prevence)**

Pod tuto podskupinu spadají všechny preventivně - terapeutické výkony ve stomatologii (Obr. 16). První možností je použití různých preventivně působících látek. Nejběžněji jsou používány různé typy fluoritových preparátů, které remineralizují povrch zubu a dávají mu větší odolnost. Dále je možné požívat různé druhy výplachů, které mají spíše dezinfekční účinek. Vždy je možné zaznamenat formu aplikace (roztok, gel atd.) a komerční název preparátu. Druhou variantou je použití výplňového materiálu ve formě preventivní výplně nebo pečetění, kdy se konzervativně předejde vzniku kazu sanací určitého místa. Je možné použít buď kompozitní výplně, nebo skloionomerní výplně.



Obr. 16: Kategorie Preventive

- **Surgery (Chirurgie)**

Obsáhlá skupina, kde se popisují jednotlivé výkony, které spadají do oboru dentoalveolární chirurgie (Obr. 17).

- **Extraction**

Asi nejběžnější výkon této skupiny. Jedná se o vybavení zubu z jeho lůžka pro jednu z mnoha indikací (např. kariesní destrukce, vertikální fraktura, příčina kolemčelistního zánětu atd.) pomocí kleští a jiných nástrojů. Extrakce se mohou dělit na prosté (jednoduché vybavení prořezaného zubu) nebo chirurgické, kde není zub např. zcela prořezán nebo došlo k některé z komplikací a je nutno extrakci doplnit o odklopení mukoperiostálního laloku v oblasti a případně i snesení kosti.

- **Resection**

Jedná se o výkon na pomezí mezi endodontickým ošetřením a chirurgií, kdy je zub většinou endodonticky zaplněn, ale přetrvávají obtíže (periapikální ložisko) nebo jej nebylo možno zaplnit lege artis až po apex kořene. Při výkonu se ošetřující chirurgicky dostane ke špičce kořene, ta je poté resekována a je provedena exkochleace v oblasti.

- **Exstirp**

Chirurgický výkon, kdy je provedeno vynětí patologické tkáně nebo útvaru umístěného pod povrchem. Typů těchto útvarů může být velké množství (např. různé cysty atd.), proto je možné zaznamenat podrobnější popis textem včetně lokalizace.

- **Excision**

Chirurgický výkon, kdy je provedeno vynětí patologické tkáně z povrchu (např. epulis, mukokéla atd.). Opět je možnost podrobnějšího popisu.

- **Incision**

Incize je chirurgické protěti tkáně většinou za účelem vypuštění hnisavého exsudátu. Často se kombinuje se zavedením drénu. V naprosté většině se jedná o intraorální incizi v lokální anestezii ve vestibulu nad příčinným zubem. Extraorální

incize se provádí v celkové anestezii za hospitalizace. Pro komplexnost je zde také možnost jejího záznamu.

- **Plastica**

Jedná se o provedení plastiky, která má za účel uzávěr oroantrální komunikace, která může být komplikací po extraci zubů v horním postranním úseku.

- **Conservat**

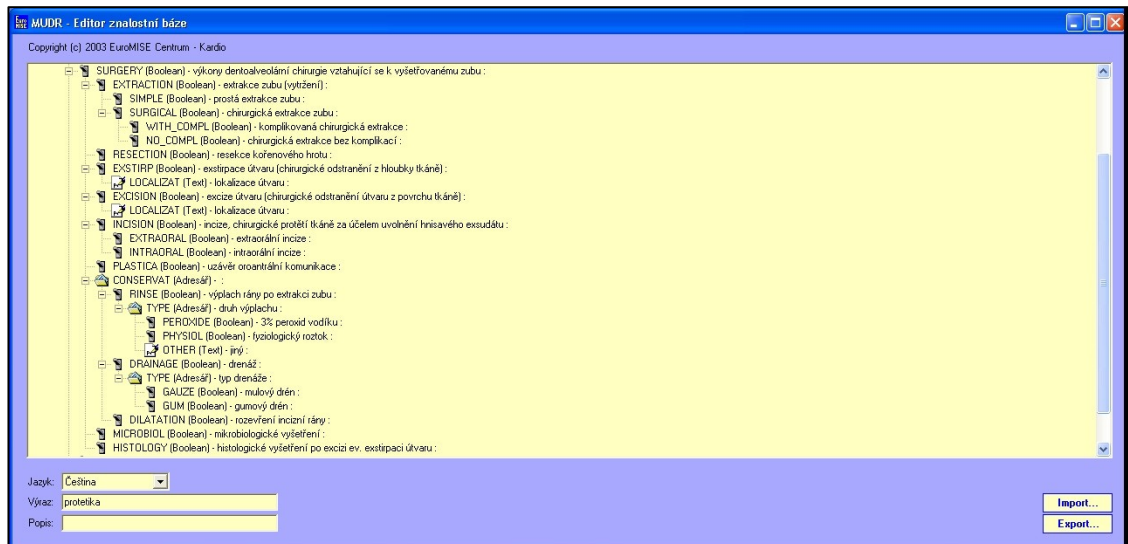
Komplex výkonů, které jsou většinou doplnění předešlých výkonů nebo na ně navazují jako další konzervativní terapie. Jsou to různé výplachy prováděné různými prostředky, drenáže zavedením drénu nebo dilatace incizní rány.

- **Microbiol**

Při některých závažnějších stavech je možné odebrat vzorek na mikrobiologické vyšetření, které má za úkol především stanovit citlivost na antibiotika.

- **Histology**

Histologické vyšetření následuje po excizi nebo exstirpaci pro určení povahy odstraněného útvaru nebo tkáně. Obsahuje možnost zanesení do záznamu.



Obr. 17: Kategorie Surgery

- **Trauma (Traumatické postižení)**

Tato kategorie byla popsána v sekci Examination. Zde navazují možnosti ošetření následků traumatického postižení. Asi nejdůležitější je nasazení dlahy, která fixuje luxovaný zub. Dlahy mohou být více typů (splint, praskyříčná dlaha, drátěná dlaha) včetně různých způsobů fixace (skloinomerní cement, kompozitní pryskyřice). Další ošetření jsou spojená s použitím výplňového materiálu nebo endodontickým ošetřením.

- **Local_Anest (Lokální anestezie)**

Použití lokální anestezie při většině ošetření ve stomatologii je naprosto žádoucí a je asi i nejčastějším výkonem vůbec. Důležitý je použitý typ anestetika, jejichž nejčastějšími variantami jsou Supracain (2% a 4%), Mepivastesin a Marcain. Další typy je možné zapsat dle seznamu léčiv. Anestetikum je aplikováno dle čelisti a umístění zubu, buď místně, infiltračně nebo jako svodná anestezie.

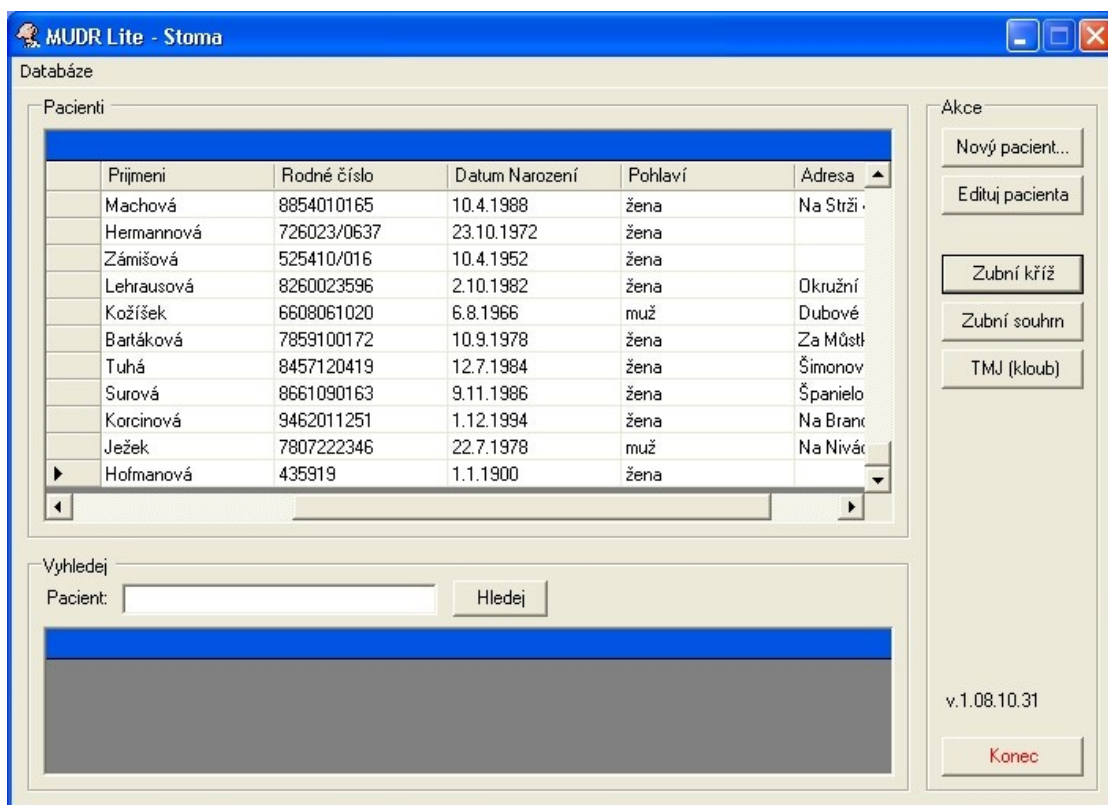
5.1.2 DentCross

Pro uživatelskou přijatelnost celé stomatologické znalostní báze byla vyvinuta komponenta DentCross, která představuje vlastní rozhraní aplikace a tvoří zásadní část zdravotnické dokumentace ve stomatologii. Vývoj se řídil dle potřeb stomatologa a byl konstruován a zkoušen pro praktické využití ve stomatologické ordinaci.

Celá komponenta je plně interaktivní a dovoluje ukládat komplexní stomatologickou informaci v přehledné formě a je snadno ovladatelná (myš, klávesnice). V dnešní době je téměř samozřejmou součástí stomatologických křesel zabudovaný LCD monitor. Ošetřující lékař má tedy přímou kontrolu nad celým záznamem. Velice snadno může získat přehled nad stavem pacientova chrupu a přilehlých tkání. Další výhodou je i možnost pacientovi velice dobře vysvětlit situaci v jeho ústech a případný postup terapie v grafické a přehledně barevně označené formě.

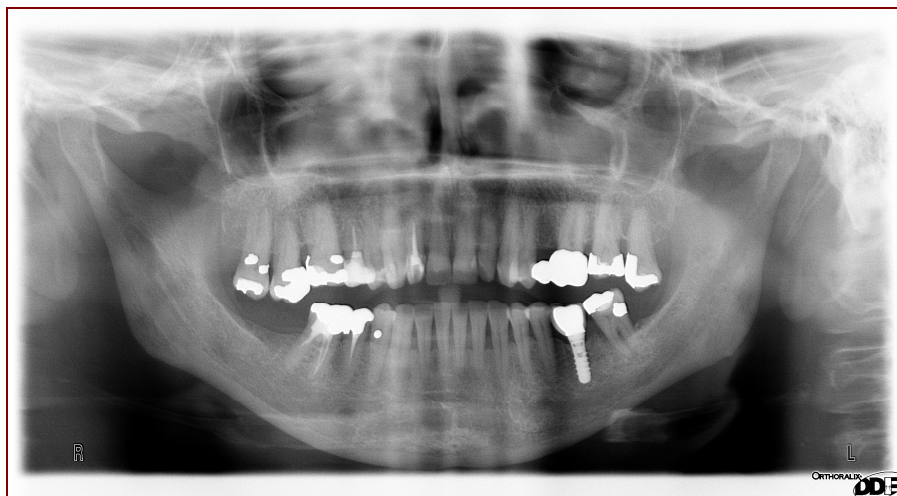
5.1.2.1 Základní popis aplikace

Aplikace začíná startovacím oknem, ve kterém je celý soubor pacientů reprezentován jménem, rodným číslem a dalšími základními údaji (elektronická kartotéka). V postranní liště okna jsou i ovládací prvky pro editaci těchto pacientů, prvky pro start vlastního grafického zubního kříže a okna pro temporomandibulární kloub atd. (Obr. 18).

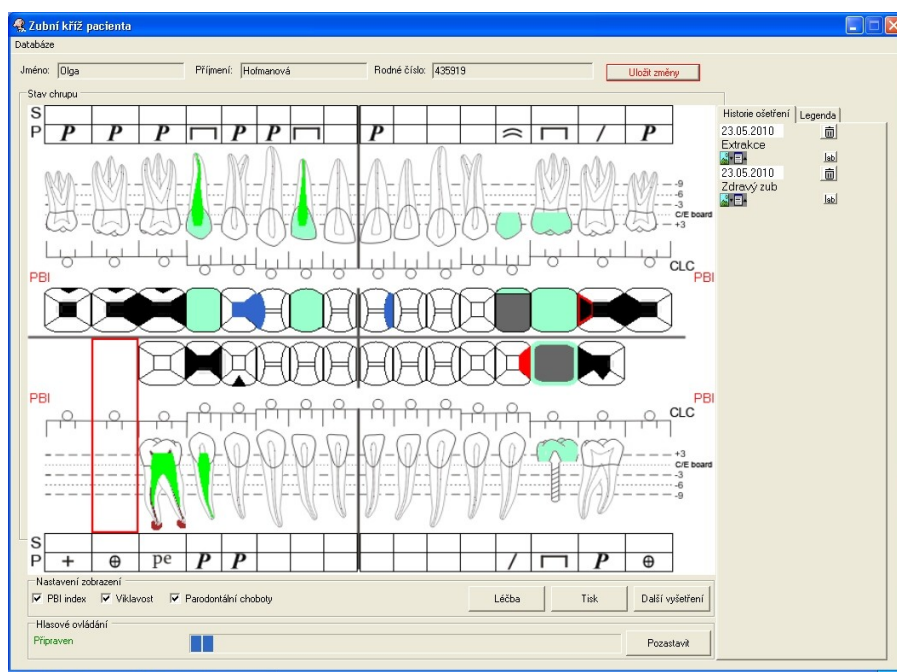


Obr. 18: Úvodní okno uživatelského rozhraní DentCross

Celá grafická podoba zubního kříže splňuje všechny požadavky pro záznam stomatologických dat pacienta a má charakter ortopantomogramu (OPG, přehledný stomatologický RTG snímek, obr. 19 a 20) s přidánými okluzními ploškami v detailním zobrazení.



Obr. 19: Ortopantomogram



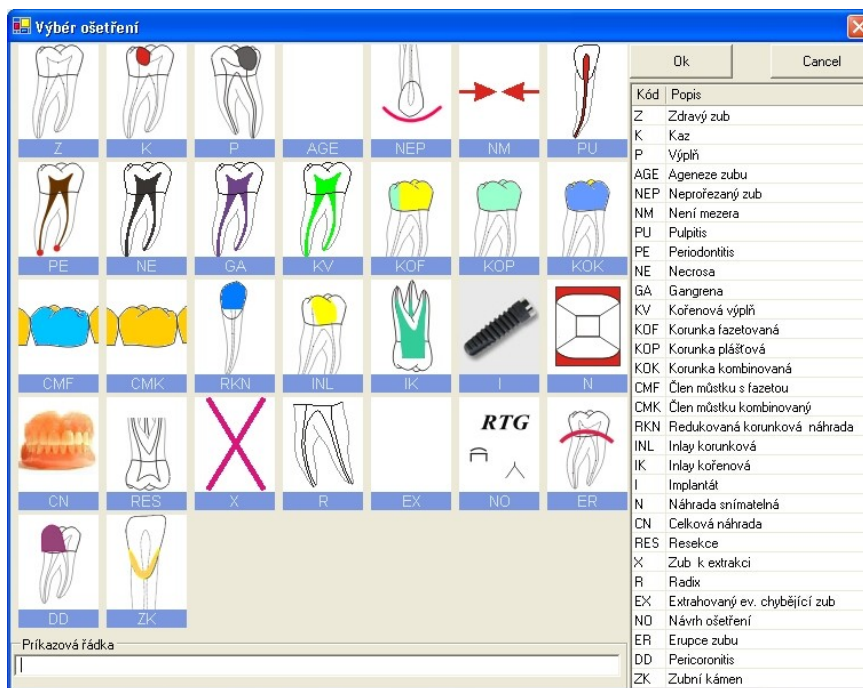
Obr. 20: Grafická podoba DentCross

V okně zubního kříže je tedy možné zaznamenat široké spektrum diagnóz a ošetření z konzervační stomatologie, protetiky, chirurgické stomatologie a parodontologie. Každá složka je přímo definovaná uživatelem a je vkládána pomocí zákaznického elementu MLL s následujícími závaznými atributy: “dll” specifikuje jméno

souboru, kam je prvek zařazován a “class” specifikuje jméno hlavní třídy obsaženého prvku. V postranních lištách je možnost orientace v historii ošetření a je také zakomponován řádek pro indikaci hlasového rozpoznávání. V jednom okně máme tedy základní a rychlý přehled o celém stavu chrupu pacienta, včetně indikace funkcí systému (Obr. 20).

5.1.2.2 Záznam ošetření a vyšetření zubu

Po výběru daného zubu z okna grafického zubního kříže se vždy otevře základní nabídka (Obr. 21), ze které je možné vybrat danou diagnózu nebo provedený zákrok. Na ten navazuje jeho další specifikace (viz níže) a v konečné fázi je systémem provedeno jeho zakreslení. Na jednom zubu je samozřejmě možný záznam více stavů najednou.



Obr. 21: Základní okno modalit ošetření v DentCross

- **Popis základních složek výběru a jejich další rozšíření**

- 1) **Zdravý (P)**

Základní stav zubu, který je intaktní a nebyl ošetřován.

- 2) **Kaz (K)**

Zub postižen kazivou lézí. Na něj navazuje okno s nabídkou pro umístění kazu, které umožní přesně zakreslit lokalizaci dle Mountovy klasifikace v hlavním okně zubního kříže a poté i okno pro typ kazu. Ten může být primární (tzn. ještě nebyl nikdy ošetřován) nebo sekundární, který se vyskytl na místě, kde již nějaká výplň je nebo byla. Typ materiálu je také vyznačen (Příloha 2).

- 3) **Výplň (P)**

Zub ošetřen výplní. Opět navazuje okno s výběrem lokalizace na daném zubu a poté nabídka různých definitivních a jednoho provizorního materiálu.

- 4) **Ageneze (AGE)**

Značí situaci, kdy vůbec nedošlo k založení zubu a tudíž chybí v dentici pacienta.

- 5) **Neprořezaný zub (NEP)**

Zub je přítomen v čelisti, ale není prořezán. Může nastat při předčasné ztrátě dočasného zubu nebo při nějakém patologickém stavu, kdy je zub zadržován v čelisti a nemůže prořezat (např. přítomnost přespočetného zubu v oblasti).

- 6) **Není mezera (NM)**

Zub není přítomen, ale zároveň po něm nezůstalo volné místo a zubní oblouk je uzavřen (např. při uzavření mezery po extrakci ortodonticky z důvodů stěsnání v oblouku).

7) Pulpitis (PU)

Zánět zubní dřeně. Většinou způsoben kazivou lézí, která pronikla až ke dřeni zubu. Tento stav se optimálně řeší endodontickým ošetřením, jejímž výsledkem je kořenová výplň. Vyznačuje se pulzující bolestí a citlivostí na tepelné podněty. Další variantou je jako u všech patologií extrakce zubu.

8) Periodontitis (PE)

Zánět, který postihl pulpu a rozšířil se periapikálně. Může se vyskytovat ve 3 variantách – chronický (nález na RTG, bez bolesti), akutní (bez nálezu na RTG, pokleповá bolestivost) a chronický akutně exacerbující (nález na RTG a pokleповá bolestivost). Řeší se opět ve většině případů endodonticky.

9) Nekroza (NE)

Odumření zubní pulpy bez infikování bakteriemi. Nejčastěji jako důsledek úrazu, při kterém došlo k přerušení nervovécévního svazku. Zub nereaguje vitálně, je tmavý a musí se endodonticky ošetřit.

10) Gangréna (GA)

Odumření pulpy kombinované s infektem. Nutné opět endodontické ošetření.

11) Kořenová výplň (KV)

Je výsledkem endodontického ošetření. Buď jako provizorní plnění, které slouží jako dezinfekce nebo jako definitivní výplň, která hermeticky uzavře kořenový kanálek (Příloha 3).

12) Korunka fasetovaná (KOF)

Protetické ošetření zubu korunkou. Navazující okno s výběrem kombinací materiálů. Plášť korunky tvoří kov, který je částečně potažen estetickým materiálem.

13) Korunka plášťová (KOP)

Protetické ošetření zubu korunkou, která je celá zhotovena z jednoho materiálu. Ten určíme z nabídky.

14) Korunka kombinovaná (KOK)

Opět protetické ošetření zubu korunkou, která se skládá z kovového pláště, který je celý potažen jiným estetickým materiálem. Výběr opět z nabídky (Příloha 4).

15) Člen můstku s fasetou (CMF)

Náhrada chybějícího zubu mezičlenem můstku. Výběr a popis viz KOF.

16) Člen můstku kombinovaný (CMK)

Náhrada chybějícího zubu mezičlenem v můstku. Výběr materiálu viz KOK.

17) Redukovaná korunková náhrada (RKN)

Protetické ošetření ztrát tvrdých tkání zubu. V menším rozsahu než je celá klinická korunka zubu. V navazujícím okně jsou na výběr možnosti – faseta (náhrada vestibulární plochy zubu, s výběrem materiálu), polokorunka (korunka pokrývající pouze část zubu, výběr pouze z jednoho materiálu) a fasetovaná polokorunka (opět nahrazuje pouze část zubu, ale skládá se z kombinace dvou materiálů).

18) Inlay (INL)

Obdoba plastické výplně zhotovené v ordinaci stomatologa, která se zhotovuje na základě otisku v laboratoři. Dle rozsahu možno rozlišovat inlay, onlay, overlay. Spojeno s výběrem lokalizace (u inlaye) a materiálu, ze kterého je zhotovena.

19) Inlay kořenová (IK)

Speciální druh inlaye, která navazuje na endodontické ošetření. Má za úkol ukotvení v kanálku (nebo kanálcích zubu) a náhradu větších ztrát tvrdých zubních tkání klinické korunky. Opět je možno vybrat z více materiálů.

20) Implantát (I)

Nahrazuje ztrátu zubu nebo zubů pacienta. Je ukotven nitrokostní částí v čelisti pacienta a poté je na něj nasazena korunka, která rehabilituje klinickou korunku původního zubu nebo je na něj připevněn attachment, na který je ukotvena hybridní náhrada. Možnost záznamu obou variant i v kombinaci s korunkou či náhradou.

21) Snímatelná náhrada (N)

Pro velkou variabilitu těchto náhrad je v této části možné zaznamenat pouze samotnou přítomnost tohoto typu ošetření. Další podrobnosti se zapisují v poznámkách nebo další dokumentaci slovně.

22) Celková náhrada (CN)

Při výběru této varianty pro jeden zub se automaticky vyznačí přítomnost celkové náhrady v celé čelisti (Příloha 5). Další podrobnosti opět slovně v další dokumentaci.

23) Resekce (RES)

Grafické znázornění chirurgické resekce kořenového hrotu či hrotů. Možno zaznamenat zcela samostatně, ale i s definitivní kořenovou výplní, což je asi nejčastější varianta.

24) Zub k extrakci (X)

Při vyšetření pacienta a stanovení léčebného plánu je možné si označit zub určený na extrakci. Extrakce je provedena v další navazující návštěvě a tento záznam slouží pro rychlou orientaci.

25) Radix (R)

Při pokročilé kariesní destrukci nebo po traumatu může být zcela zničena klinická korunka zubu a zbyde v čelisti pouze kořen tzv. radix relictá. Opět nutno zaznamenat při vyšetření pacienta.

26) Extrahovaný ev. chybějící zub (EX)

Stav, kdy je v chrupu mezera po provedené extrakci zubu nebo zub chybí z jiného důvodu. Tato mezera by se měla řešit protetickou prací (implantát, můstek nebo snímatelná náhrada). Volba ošetření je závislá na stavu okolního chrupu, množství ztrát zubů v okolí a spolupráci pacienta.

27) Návrh ošetření (NO)

Tato ikona slouží pro záznam plánu dalšího ošetření zubu, na kterém vznikl konsenzus s pacientem. Na výběr je ze všech možných nabízených ošetření nebo včetně záznamu o nutnosti provést rentgenový snímek v další návštěvě. Po výběru se znamená příslušný symbol v liště nad zubem.

28) Erupce zubu (ER)

Označuje stav, kdy již došlo k eliminaci dočasného zubu, ale stálý zub ještě není zcela prořezán v dutině ústní pacienta.

29) Pericoronitis (dentitio difficilis (DD))

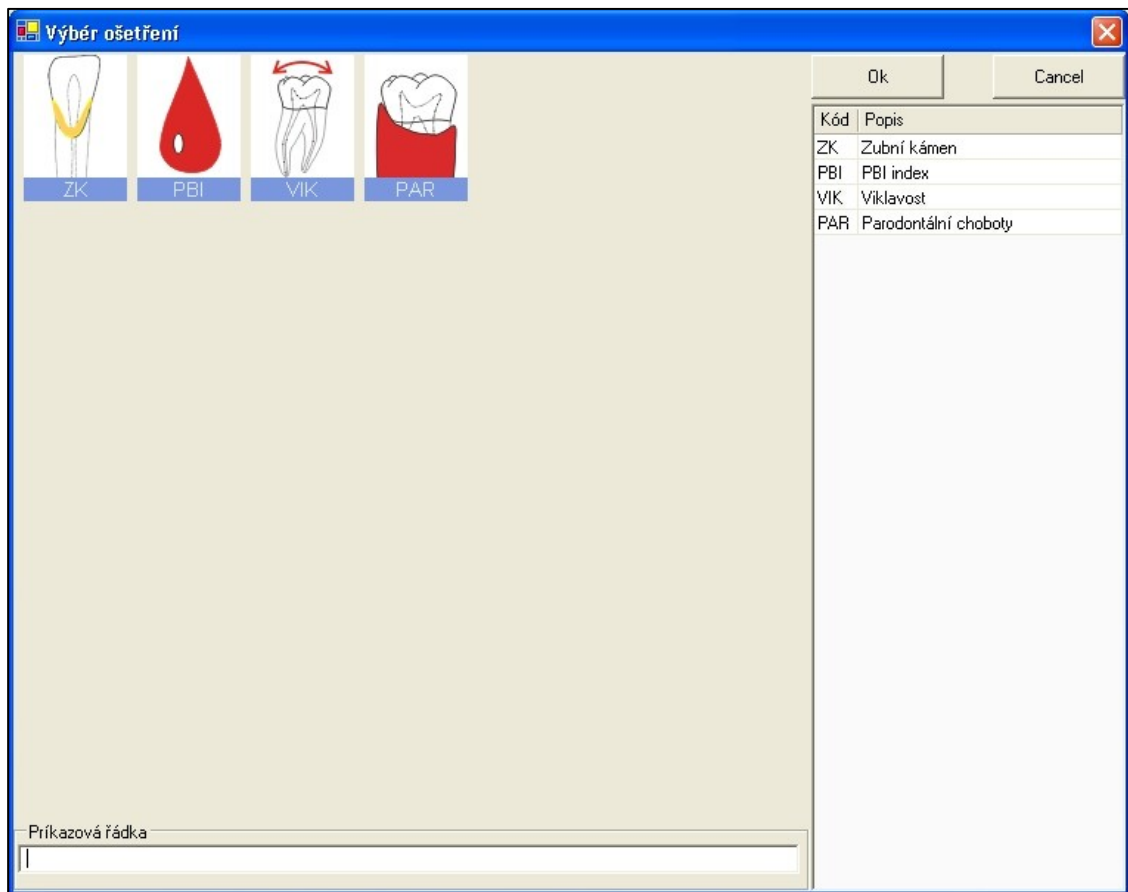
Tento stav většinou nastává u třetích molárů převážně v dolní čelisti, kde není dostatek místa pro jejich prořezání. Mohou tedy nastat obtíže, jak při samotném prořezávání nebo později k zánětlivým komplikacím, kdy je zub semiretinován. Pacient je ošetřen konzervativně (výplach) nebo chirurgicky (gingivektomie, extrakce nebo chirurgická extrakce zubu). Tento stav může mít chronický nebo akutní charakter.

30) Zubní kámen (ZK)

Označení přítomnosti zubního kamene pro jeden zub. Zubní kámen spadá do okruhu parodontologie, která je více popsána v sekci Další vyšetření z postranní lišty zubního kříže.

- **Další vyšetření**

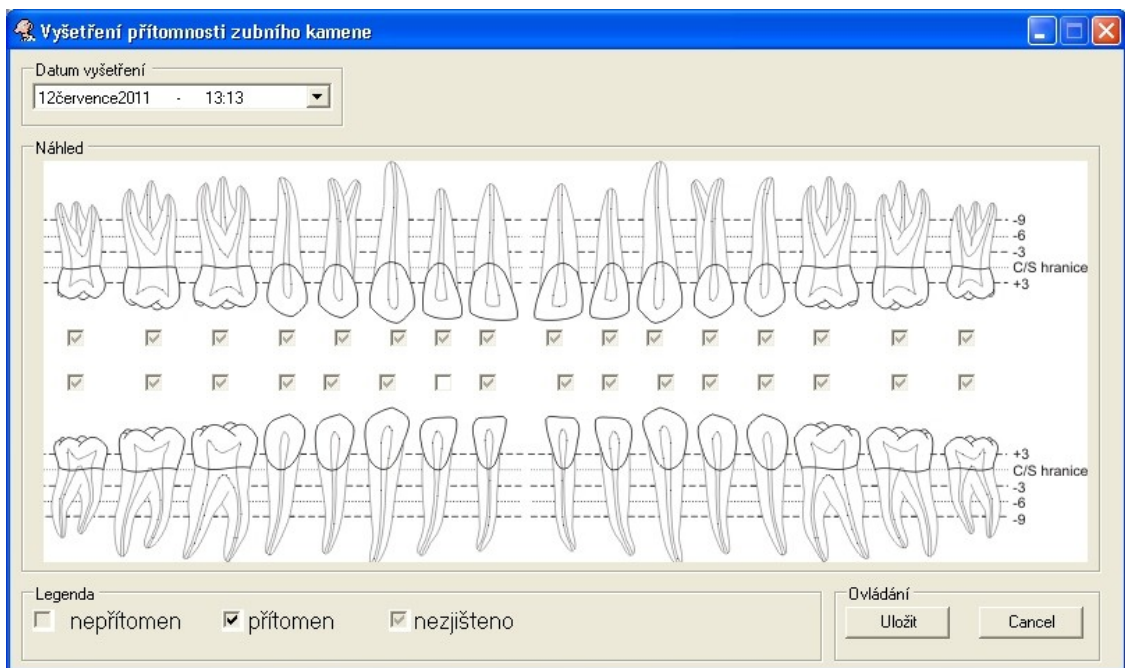
Tato položka obsahuje parodontologické aspekty zubu (zubní kámen, PBI index, viklavost, parodontální choboty). Ikona pro jejich výběr se nachází, jak již bylo řečeno v postranní liště hlavního okna zubního kříže. Po jejím spuštění se otevře hlavní výběrové okno (Obr. 22), kde je možné si jednotlivé modalitty vybrat. Tyto vlastnosti jsou umístěny zvlášť, protože ne každý stomatolog je využívá. Navíc je nutný vždy komplexní výběr a pohled, neboť některé stavy jsou lokalizovány v aproximálním prostoru mezi zuby. Vždy je možno zaznamenat datum vyšetření. Po uložení je možno porovnat i zpětně, přičemž poslední zaznamenané hodnoty jsou označeny v hlavním okně zubního kříže.



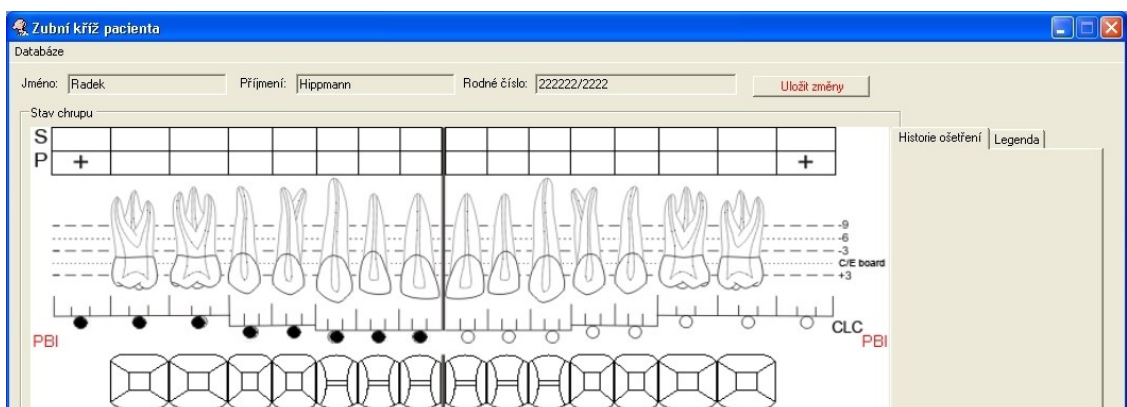
Obr. 22: Výběr parodontologických ošetření

1) Zubní kámen

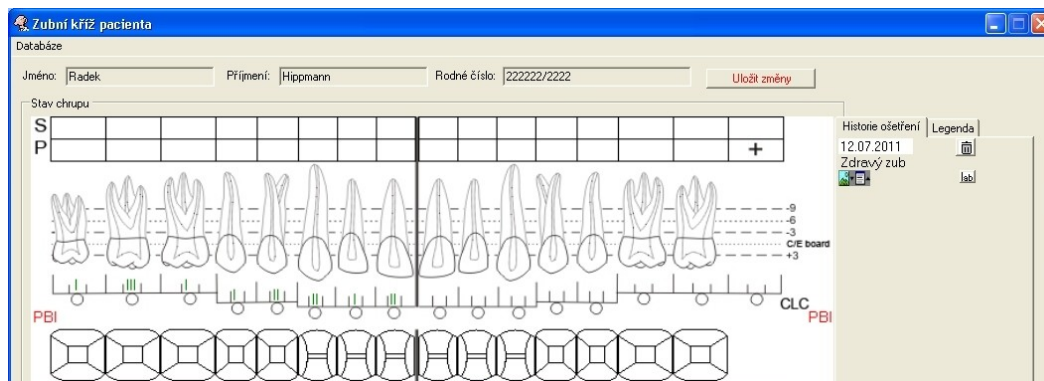
Samostatné okno pro zubní kámen nabízí možnost označení přítomnosti, nepřítomnosti zubního kamene nebo ponechat stav jako nezjištěn (Obr. 23). Po označení přítomnosti a uložení záznamu se tato skutečnost označí v hlavním okně zubního kříže na liště s označením CLC jako vybarvený černý bod (Obr. 24).



Obr. 23: Vyšetření zubního kamene



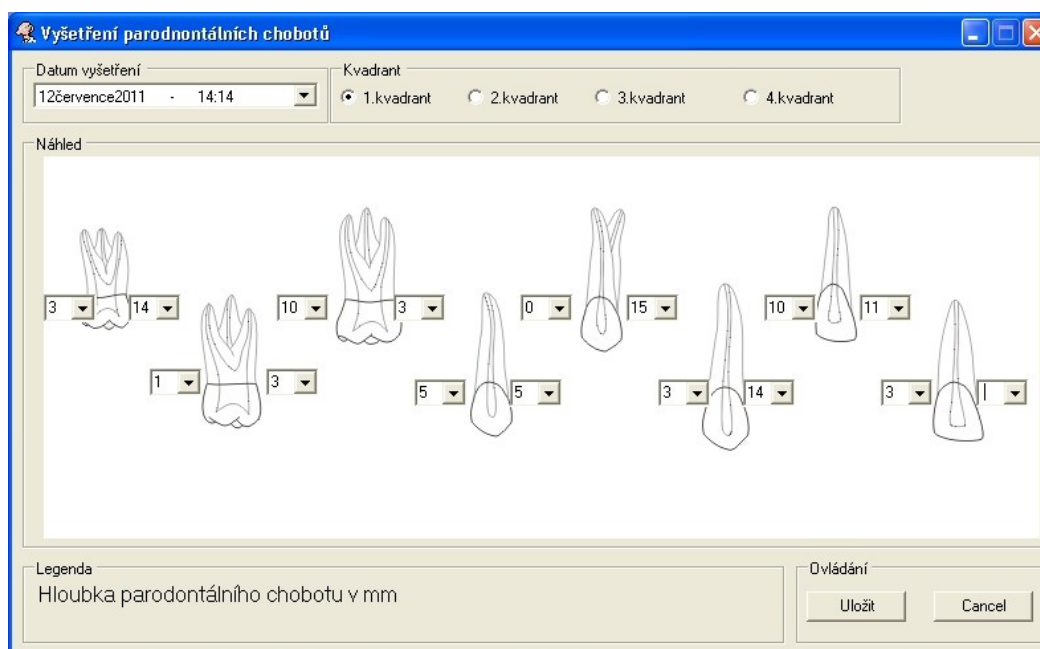
Obr. 24: Vyznačení zubního kamene v hlavním okně



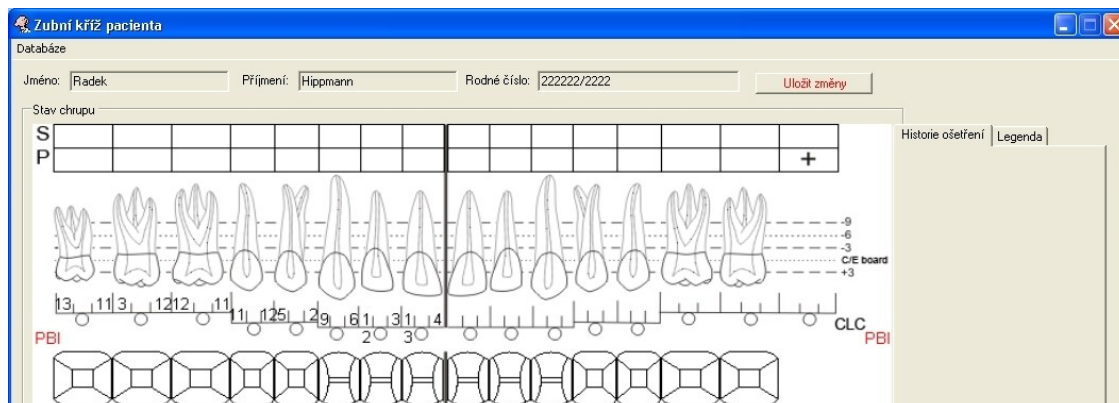
Obr. 28: Vyznačení hodnoty viklavosti v hlavním okně

4) Parodontální choboty

Záznam přítomnosti parodontálních chobotů jsme se pro přehlednost omezili pouze na určení dvou pozic. Označení probíhá opět v samostatném okně a chrup je rozdělen kvůli nutnosti zápisu mnoha hodnot do čtyř záznamových kvadrantů (Obr. 29). U každého zubu tedy můžeme označit přítomnost chobotu ve dvou pozicích a to v mm (0-15). Po uložení je označena hloubka každého chobotu v hlavním okně jako černá číslice v krajních polích přidružené lišty. Pod každým zubem (Obr. 30).



Obr. 29: Vyšetření parodontálních chobotů



Obr. 30: Vyznačení hloubky parodontálních chobotů v hlavním okně

5.2 Zubní kříž ovládaný hlasem (aplikace DentVoice)

Pro již zmíněné výhody byla ve spolupráci s katedrou kybernetiky, Západočeské univerzity v Plzni, obohacena DentCross komponenta o nástroje pro automatické rozpoznávání řeči (ASR) a modul pro syntézu řeči (TTS). Nástroj automatického rozpoznávání řeči byl implementován jako samostatně stojící aplikace běžící na pozadí v serverovém režimu a její klientské části jsou zabudované do DentCross komponenty. Bylo ovšem nutné vytvořit slovník povelů a slov, která se použila v programu a vyskytují se ve stomatologii.

Klientská část komunikuje se serverem pomocí proprietárního protokolu TCP/IP. Komunikační protokol umožňuje začátek a ukončení rozpoznávacího procesu, konfiguraci rozpoznávací úlohy za běhu aplikace a také zasílání rozeznaných frází klientovi.

Prototyp aplikace DentVoice spojuje DentCross komponentu a TCP/IP klient ASR serveru s definujícím souborem hlasových příkazů. ASR klient užívá třídu DentCrossHandler, která implementuje funkčnost komponenty DentCross.

Hlasové rozpoznávání je aktivováno bezprostředně po spuštění DentCross komponenty. Proces rozpoznávání může být přerušeno nebo zastaven speciálním hlasovým

příkazem nebo přes uživatelské rozhraní. Hlasové příkazy mohou být rozděleny do dvou skupin: obecné příkazy a kontextově vázané příkazy.

Obecné příkazy jsou určeny k ovládní procesu rozpoznávání, např. “pauza”, “začít znovu”, “stop” atd. a k uzavírání oken hlášení otevřených aplikací k upozornění uživatele.

Kontextově vázané příkazy se vztahují k aktuálnímu stavu komponenty DentCross a mohou být dále rozděleny do 33 skupin příkazů korespondujících s 33 stavy (např. charakter ošetření zubu, umístění kazu, typ kazu, typ materiálu kořenové výplně).

Propojení hlasového ovládní a grafické podoby záznamu tedy dovoluje komfortnější ovládní ve stomatologické praxi. Minimalizuje se i nutný kontakt s počítačem.

Zakomponování modulu syntézy řeči do systému umožňuje snadnou kontrolu dřívějšího záznamu při opakovaném vyšetření. Lékař tedy nemusí kontrolovat LCD monitor, ale může se plně věnovat vyšetřování pacienta a pouze poslechově kontroluje případné změny (viz příložené CD). Po specifickém povelu je ošetřujícímu přečten stav chrupu ve zvoleném kvadrantu.

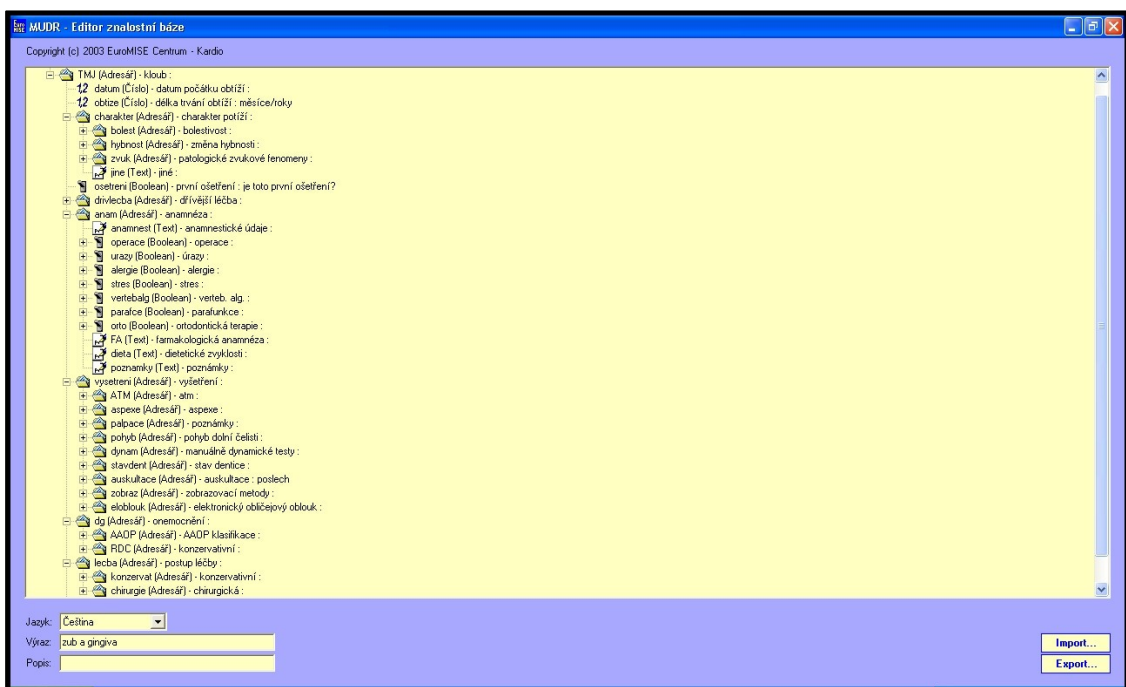
5.3 Subsystem pro TMD

Poslední složkou celé aplikace je nadstavbový systém pro poruchy temporomandibulárního kloubu, který je součástí systému na podporu rozhodování v terapii. Jak již bylo dříve uvedeno, jedná se o poměrně časté a možná trochu opomíjené onemocnění, které může výrazně ovlivnit kvalitu života postiženého pacienta. EHR systém pro poruchy temporomandibulárního kloubu prakticky neexistuje a proto bylo naším dalším cílem tento systém vytvořit.

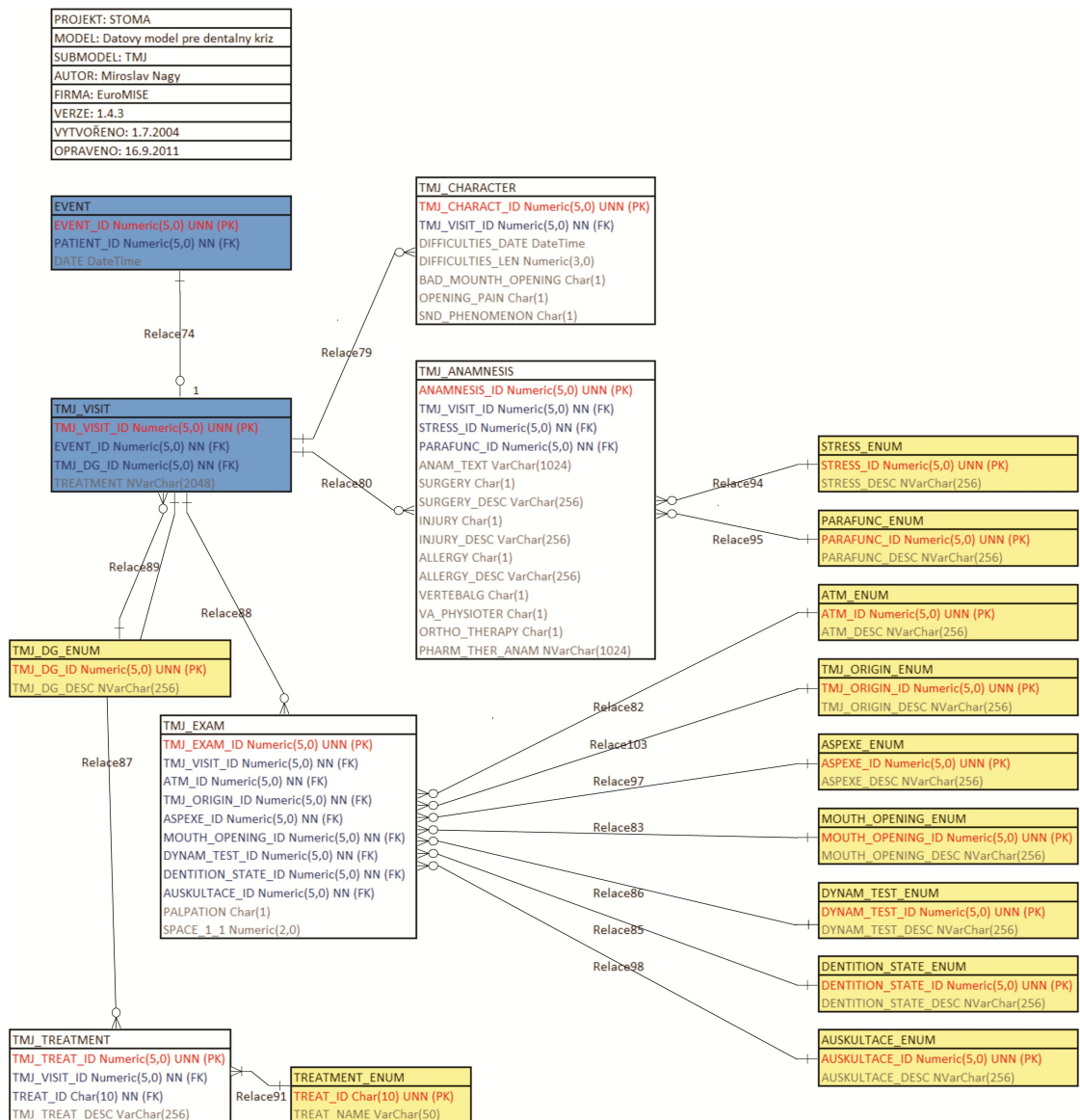
5.3.1 Znalostní báze pro TMD

Základ celého programu, stejně jako základ pro DentCross komponentu, tvoří datová znalostní báze v systémech MUDR EHR resp. MUDRLite. V tomto případě

se jedná o komplikovanější strukturu dat, neboť mnoho informací, které se týkají převážně anamnestických dat pacienta, je nutno popsat slovně. Základ databáze byl rozdělen na několik hlavních skupin (Obr. 31). V první části je obsažen popis obtíží pacientem včetně jejich charakteru a je zahrnuta také dřívější léčba. Dále následují anamnestická data a vyšetření. Z nich vyplývají možné diagnózy a léčba. Jako poslední položka je zahrnut formulář pro posouzení kvality života pacienta, ze kterého se dá zjistit zlepšení, eventuálně zhoršení obtíží po, nebo v průběhu terapie. Členění a jednotlivé závislosti mezi skupinami reprezentuje datový model (Obr. 32).



Obr. 31: Strom znalostní báze pro temporomandibulární kloub



Obr. 32: Datový model pro TMD

• **Popis obtíží pacientem**

Prvním aspektem znalostní báze pro onemocnění čelistního kloubu jsou data, která obsahují subjektivní popis obtíží pacienta (Obr. 33).

○ **Datum**

V této položce je možnost zaznamenat datum počátku obtíží.

- **Obtíže**

Zde navazujeme na předchozí položku. Udává se zde celková délka trvání obtíží v měsících.

- **Charakter obtíží**

Charakter obtíží popsaný samotným pacientem hraje velice důležitou roli v celém procesu vyšetření a je od něj i úzce odvislý postup případné terapie.

- **Bolest**

Bolest je asi nejdůležitějším a nejmíce obtěžujícím příznakem pro pacienta obecně a stejně je tomu i u onemocnění TMK. Může být vnímána jako spontánní nebo je vázána k určitému podnětu. Těch může být mnoho, ale mezi nejčastější námi zahrnuté jsou žvýkání, mluvení, otevírání a zavírání úst. Každý z těchto podnětů je možno dále slovně popsat a případně i připojit popis jiných podnětů. Další modalitou bolesti je její intenzita. Vzhledem k subjektivnímu vnímání bolesti člověkem jsme zvolili stupnici se třemi stupni - lehká, střední a značná bolest. Poslední charakteristikou je lokalizace této bolesti. Může být lokalizována přímo do kloubu a jeho okolí nebo může vycházet ze žvýkacího svalstva. Dále ještě rozlišujeme, zda se jedná o bolest, křeče, ztuhlost a přesnou lokalizaci.

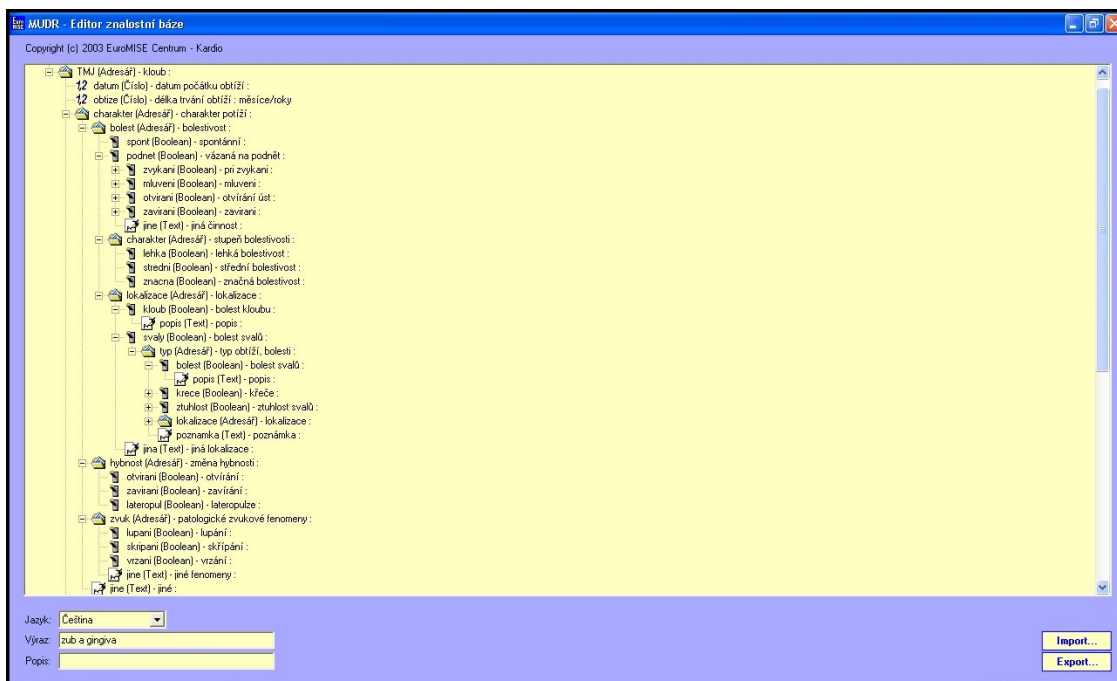
- **Hybnost**

Změna hybnosti dolní čelisti je také jednou z charakteristických obtíží při onemocnění TMK. Pacient jí může pozorovat při otvírání, zavírání nebo při pohybu do stran tzv. lateropulzi.

- **Zvukové fenomény**

Poslední subjektivně vnímanou obtíží jsou zvukové fenomény, které vznikají při pohybu dolní čelisti. Jedná se o lupání, vrzání a skřípání. Tyto zvuky jsou pacientem

poměrně dobře rozpoznatelné a mohou lékaři poměrně značně napovědět při stanovování diagnózy.



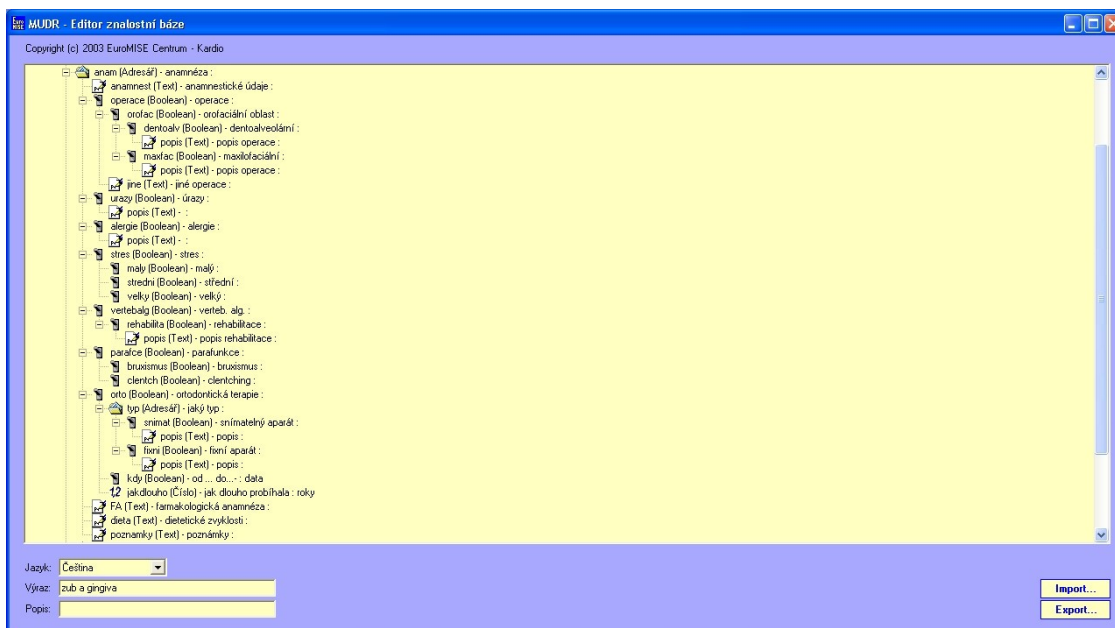
Obr. 33: Popis obtíží pacientem

- **Dřívější léčba**

Velice důležitým zjištěním je také to, zda byl pacient již v minulosti s temporomandibulárním kloubem léčen nebo je toto jeho první vyšetření a ošetření. Pokud již léčen byl, je nutné zaznamenat a brát v úvahu, jakou povahu léčba měla (konzervativní, chirurgická, rehabilitace).

- **Anamnestické údaje**

V této části znalostní báze jsou obsažena data a anamnestické skutečnosti, které cíleně zjišťuje lékař při pohovoru s pacientem (Obr. 34). Část těchto skutečností dává obraz o celkovém stavu pacienta a je samozřejmou součástí každého vyšetření. Zbytek tvoří faktory, které jsou v souvislosti s onemocněním temporomandibulárního kloubu a mohou mít zásadní vliv na rozhodování o terapii.



Obr. 34: Anamnestické údaje

○ **Obecná anamnestická data**

Základní součástí anamnézy jsou obecná zdravotnická data. Patří mezi ně případné úrazy, alergie, farmakologická data (zda pacient užívá nějaké léky) a dietetické zvyklosti. V nabídce je také možnost zápisu širší anamnézy ve formě textu, neboť škála různých onemocnění a jejich terapií je široká.

○ **Operace**

V podskupině operací se věnujeme operacím, které pacient v minulosti prodělal a které se vztahují k orofaciálnímu systému. V nabídce tedy máme menší dentoalveolární operace a větší maxillofaciální. Vše vždy s možností podrobnějšího popisu.

○ **Stres, vertebrale, parafunkce**

Tyto tři podskupiny obsahují faktory a skutečnosti, které mohou být v přímé souvislosti s TMD. První z nich je přítomnost stresu u pacienta, který rozdělujeme do tří skupin podle závažnosti. Vzhledem k psychosociální složce vzniku TMD hraje podstatnou roli. Další položkou je výskyt vertebralegických obtíží, kde je možnost popisu rehabilitace (pokud jí pacient prodělal). Poslední z této skupiny jsou parafunkce. Mezi ně řadíme hlavně bruxismus, což je skřípání zubů a clenching, který se popisuje jako

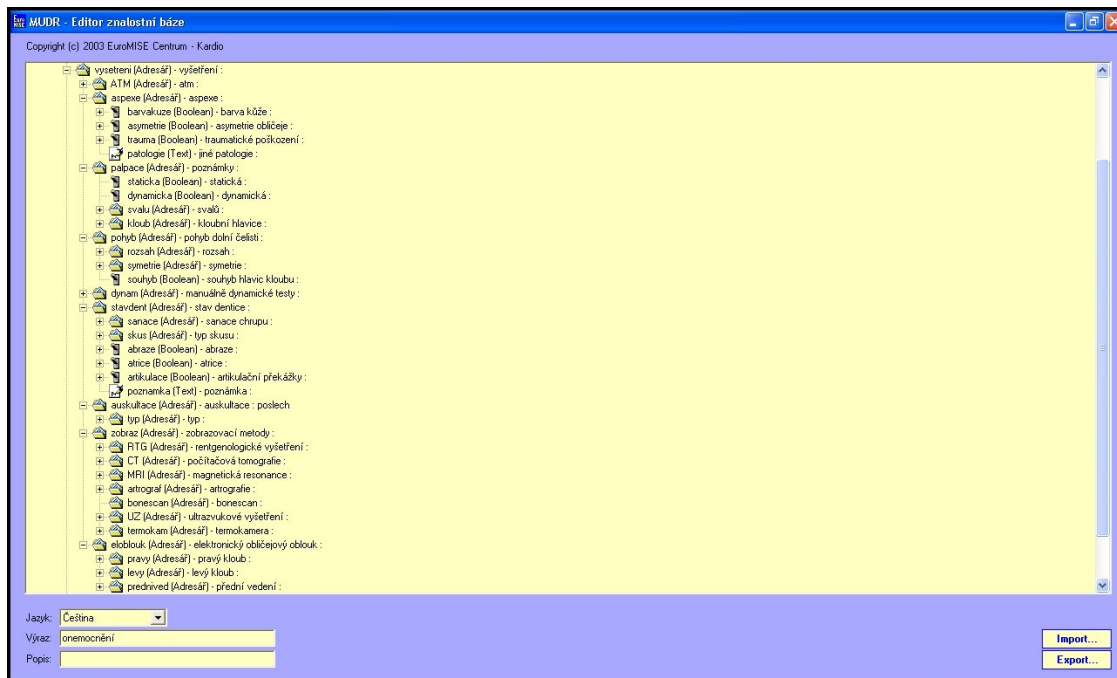
zatínání zubů. Obě tyto parafunkce mohou mít souvislosti s TMD a prokázané je spojení se stresem u pacienta.

- **Orto**

Ortodontická terapie, kterou pacient podstupuje nebo v minulosti podstoupil, je důležitou informací pro ošetřujícího z mnoha hledisek. Důležité je, jaký typ terapie byl proveden (snímatelný aparát, fixní aparát) a její bližší popis. Dále i její časové vymezení včetně délky trvání.

- **Vyšetření**

Po zjištění anamnestických dat následuje vyšetření pacienta, které je již přímo cíleno na TMK a související struktury. V první řadě je nutné rozlišit, ke kterému kloubu se vyšetření vztahuje. Poté již rozdělujeme jednotlivá vyšetření – aspexe, palpce, vyšetření pohyblivosti, manuálně dynamické testy, stav dentice obecně, auskultace, zobrazovací metody a elektronický obličejový oblouk (Obr. 35). Všechna tato vyšetření nám pomohou stanovit diagnózu a zvolit adekvátní terapii.



Obr. 35: Vyšetření pacienta

- **Aspexe**

Tato skupina obsahuje jednotlivé položky, které se vyšetřují zrakem. Toto vyšetření by mělo být jako úplně první. Zkoumáme změnu barvy kůže v oblasti TMK případně celého obličeje, asymetrie a patrné traumatické poškození tkání obličeje. Jelikož se v této oblasti může vyskytovat ještě celá řada patologií, je možný slovní zápis a popis dalších.

- **Palpace**

Po aspexi následuje vyšetření pohmatem (palpace). Základní rozlišení je, zda se jedná o statickou palpaci (bez pohybu) nebo dynamickou palpaci, kdy pacient hýbe dolní čelistí. Palpujeme žvýkácí svalstvo a kloub samotný. U obou si všímáme bolestivosti, asymetrií a to včetně popisu jejich přesné lokalizace. U svalstva navíc vyšetřujeme přítomnost spasmů a rezistencí.

- **Pohyb**

U pohyblivosti dolní čelisti nás zajímá především rozsah pohybů – lateropulze, otvírání, protruze a retruze. Údaje je možno udávat v mm a pro každý pohyb je stanovena norma tohoto rozsahu, jejíž zmenšení signalizuje přítomnost patologie. Druhým faktorem je symetrie tohoto otvírání. To může být symetrické nebo asymetrické (deflekční, deviační). Poslední je souhyb hlavic kloubů obou stran, který může být např. traumaticky změněn.

- **Dynam**

V této položce provádíme záznam manuálních dynamických testů. Ty mohou nabývat dvou hodnot – pozitivní a negativní.

- **StavDent**

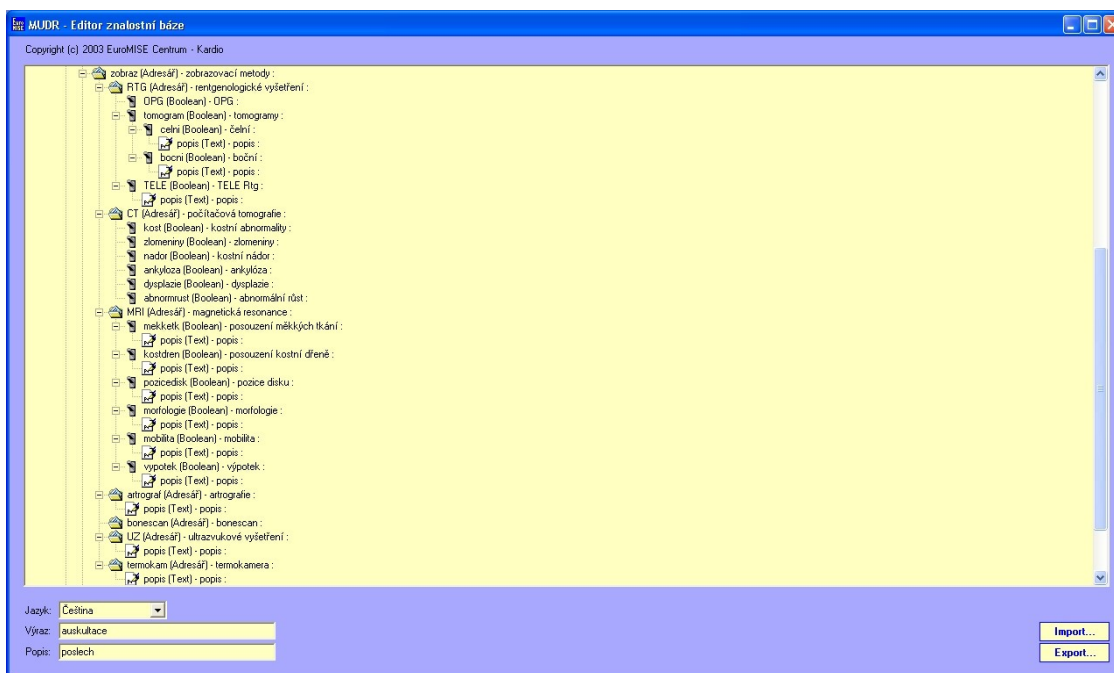
Stav dentice je samozřejmě podrobně zaznamenám v hlavním okně zubního kříže, ale pro úplnost je v systému pro TMD zdůrazněno několik faktorů, které mohou hrát roli. Jedná se především o základní informaci, zda je chrup sanován, typ skusu včetně tříd dle Angela, přítomnosti obraze nebo atrice chrupu a popis artikulačních překážek.

- **Auskultace**

Vyšetření poslechem je i u TMK nezanedbatelné. Podstatné je rozlišení přítomnosti nebo nepřítomnosti zvukového fenoménu a jeho typ (lupání, skřípání a vrzání). Popis nám poskytuje i sám pacient, ale je důležité jeho stanovení lékařem při vyšetření.

- **Zobraz**

V této složce jsou popsány jednotlivé zobrazovací metody, které hrají roli u TMD (Obr. 36). Jsou vždy uváděny nejběžnější stavy a patologie zjistitelné z jednotlivých metod spolu s možností podrobnějšího popisu. Metody rozdělujeme na RTG vyšetření, kde je asi nejběžnější OPG snímek. Dále složitější CT vyšetření (traumatologie a zobrazení hlavně tvrdých tkání) a MRI (popis především měkkých tkání). Doplňková vyšetření pro TMK a přilehlé tkáně jsou dále artrografie, bonescan, ultrazvukové vyšetření a termokamera.



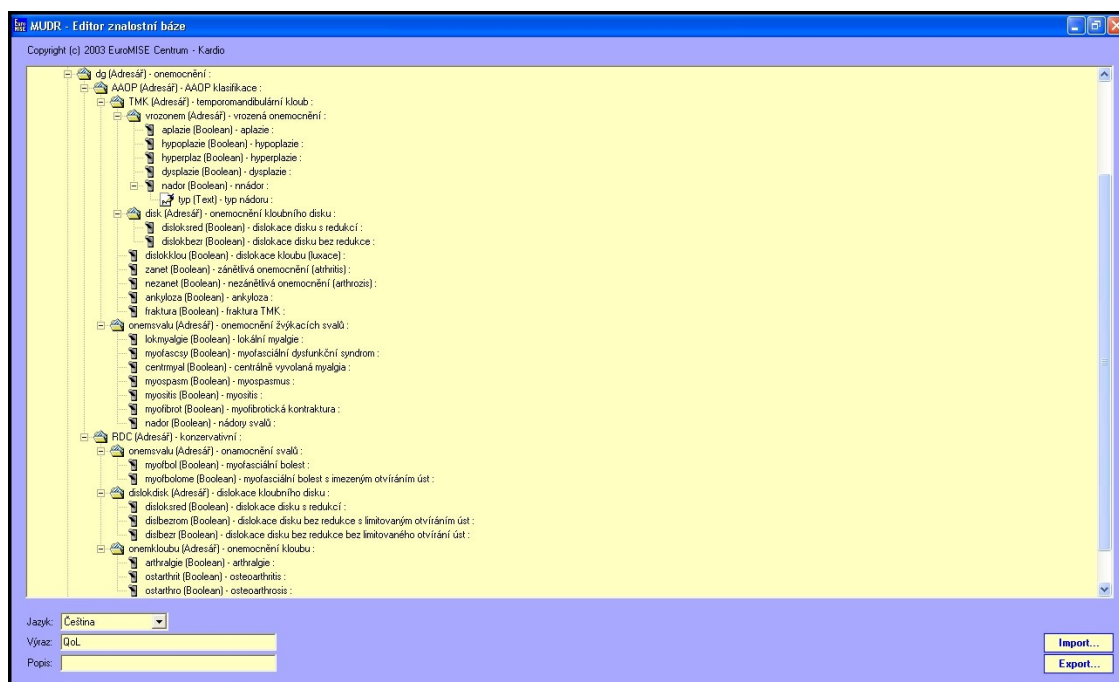
Obr. 36: Zobrazovací metody

- **EIOblouk**

Pomocí elektronického obličejového oblouku jsme schopni číselně objektivizovat kloubní dráhy hlavic obou TMK a faktory s nimi spojené (HCN/HCI, Bennett, ISS a Shift Angle). Popisujeme pomocí něj i tzv. přední vedení.

- **Diagnóza**

Jako diagnostická schémata byly použity klasifikace AAOP a RDC/TMD (viz kapitola Metody). Jsou v nich obsaženy všechny diagnózy, které se týkají kloubu samotného a i přilehlých struktur. Navíc se jedná asi o jediné dvě klasifikace, jež jsou více mezinárodně rozšířené a vznikly konsenzem odborníků. V naší znalostní bázi je možný výběr z obou klasifikací (Obr. 37).



Obr. 37: Klasifikace TMD

- **Léčba**

Léčba onemocnění TMD je multifaktoriální, neboť se jedná o onemocnění s velkou psychosociální nadstavbou. Ze stomatologického hlediska je možností terapií také velké množství a obecný přístup je v použití konzervativnějších metod na začátku procesu směrem k těm více radikálním. Vždy je ovšem respektována diagnóza, takže někdy může dojít k indikaci radikální léčby rovnou na počátku ošetření. V naší znalostní bázi jsou terapie rozděleny na konzervativní a chirurgické (Obr. 38). Mezi konzervativní metody patří především úprava jídelníčku (měkká strava), obecně sanace chrupu, rehabilitační léčba kloubu, medikace (nesteroidní antiflogistika) a změna chování (omezené otvírání úst atd.). Do chirurgických metod patří punkce kloubní dutiny, artroskopie kloubu, kondylotomie, artrotomie a nakonec je možná i totální nebo subtotální náhrada celého kloubu. Vše je doplněno dalšími popisy výkonů. Vzhledem k šíři onemocnění a hlavně nutnosti spolupráce s ostatními obory všeobecné medicíny je někdy terapie mezioborová a je nutná i návaznost na další dokumentaci.



Obr. 38: Léčebné modalitty u TMD

- **QoL – dotazník kvality života**

Pro naše potřeby byl připraven i dotazník kvality života pacientů ošetřovaných na našem pracovišti a odkaz na něj je obsažen i v znalostní bázi TMD. Je z něho možné

posoudit subjektivní změnu vnímanou pacientem po ošetření TMD a získané výsledky dále statisticky zpracovat. Za jeho základ byla vzata druhá osa klasifikace RDC/TMD.

5.3.2 Uživatelské rozhraní systému pro podporu rozhodování TMD

Uživatelské rozhraní obsahuje základní panel s obecnými daty o pacientovi a seznam jednotlivých událostí. Dále je rozhraní rozděleno na subjektivní potíže pacienta (trvání a charakter obtíží), anamnestické údaje (osobní anamnéze, alergie, prodělané operace atd.) a vyšetření vedené odborníkem. To zahrnuje údaje týkající se kloubu samotného, přidružených tkání (svalstvo) a dynamických položek (např. otvírání). Vše je zakončeno diagnostickým oknem a oknem pro doporučený postup léčby (Obr. 39).

The screenshot displays a software interface titled "Název formuláře" (Form name). It is divided into several sections:

- Základní informace** (Basic information): Includes fields for "Jmeno" (Name) with "Jan" and "Prijmeni" (Surname) with "Nowak", "Rodne cislo" (ID number) "110211/111", and "Datum" (Date) "02.01.2001". A "Zavrit" (Close) button is present.
- Seznam udalosti TMJ** (TMJ event list): A large text area with the placeholder "Zadejte text." (Enter text).
- Situace TMJ** (TMJ situation):
 - Charakter obtíží** (Character of symptoms): Includes "Trvani obtíží" (Duration of symptoms) with "Datum" and "Delka (mes.)" (Duration in months) fields. Checkboxes include "Omezeno otvirani ust" (Limited mouth opening), "Bolest pri otvirani" (Pain on opening), and "Zvukove fenomeny pritomny" (Noisy phenomena present).
 - Anamneza** (Anamnesis): Includes "Anamneza" text field, checkboxes for "Operace" (Operations), "Urazy" (Trauma), and "Alergie" (Allergies) with "Popis" (Description) fields. Includes "Stres" (Stress) dropdown, checkboxes for "Vertebralgie" (Vertebralgia), "Rehabilitace" (Rehabilitation), "Parafunkce" (Parafunction) dropdown, and "Orto. terapie" (Ortho. therapy).
 - Farmakoterapicka anamneza:** (Pharmacological anamnesis) with "Zadejte text." and "Zadejte další text." (Enter further text) fields.
- Vysetreni** (Examination): Includes "ATM" dropdown, "Vznik" (Onset) dropdown, "Aspexe" dropdown, "Palpace" (Palpation) with radio buttons for "Svalu" (Muscle) and "Kloubu" (Joint), "Rozmezi 1-1 (mm)" (Range 1-1 in mm) and "Otvirani" (Opening) dropdowns, "Manualne dynamicke testy" (Manual dynamic tests) dropdown, "Stav dentice" (Denture status) dropdown, and "Auskultace" (Auscultation) dropdown. Includes "Zobrazovaci metody" (Imaging methods) and "El. oblicejovy oblouk" (Electromyography of the jaw) with "Otevrit" (Open) buttons.
- Diagnoza a Postup Lecby** (Diagnosis and Treatment): Includes "Dg." (Diagnosis) dropdown with "AAOP" selected and a "Navrh diagnozy" (Propose diagnosis) button. Below is a "Doporučeny postup léčby:" (Recommended treatment) section with "Zadejte text." and "Zadejte další text." fields.

At the bottom left, there are "Novy" (New) and "Ulozit" (Save) buttons.

Obr. 39: Uživatelská aplikace pro záznam dat u TMD

Původ těchto poruch je značně multifaktoriální a dokonalá informace je velice podstatná pro správné určení léčebného postupu. Základ pro celý tento systém rozhodování v terapii tedy tvoří informace z aplikace DentCross a tohoto subsystému pro temporomandibulární kloub.

6 DISKUZE

Dokončené analýzy nynějších komerčně dostupných programů a patentovaných technologií naznačují, že softwarová podpora pro ukládání stomatologické zdravotnické dokumentace se pomalu vyvíjí [41]. Nové trendy jsou nalézány v navrhování objektu příbuzných modelech založených na strukturovaných znalostních prvcích, které jsou dynamicky využitelné multimediálními nástroji pro dokumentaci jednotlivých případů, simulaci vývoje nemoci a podporu rozhodování [54] se zaměřením na přímé požadavky uživatele [53]. Prezentovaná interaktivní komponenta DentCross zvyšuje kvalitu elektronické zdravotnické dokumentace, její celkovou ovladatelnost a především přístupnost uložených dat pro konečného uživatele - stomatologa. Grafický design DentCross UI je specificky konstruován, aby vypadal jako fotografie zubního oblouku kombinovaná s rentgenovým snímkem ortopantomogramem (zachycen i obraz kořene nebo implantátu). Jsou v něm obsaženy i důležité detaily o nedentálních tkáních jako je např. index krvácivosti interdentálních papil, zubní kámen, kostní resorpce a periodontální choboty. Jelikož naším cílem byla mimo jiné i komplexnost systému, byla aplikace doplněna o ucelenou aplikaci pro záznam dat pro onemocnění temporomandibulárního kloubu, která má tvořit systém pro podporu rozhodování při terapii těchto poruch. Dle našeho názoru je tato oblast značně opomíjena a prakticky neexistuje jiná podobná aplikace.

Pro ještě větší usnadnění ovládání a vylepšení základní grafické a obsahové struktury zubního kříže DentCross jsme se vydali cestou hlasového ovládání aplikace a potažmo i ukládání dat pomocí systému pro automatické rozpoznávání hlasu. Naše zkušenost s vkládáním dat hlasem naznačuje, že tento typ ovládání se velice hodí pro aplikace v medicínském prostředí a jeho použitelnost není limitována pouze pro stomatologickou praxi. Hlasem ovládané vkládání dat je užitečné všude, kde by jiná varianta záznamu mohla negativně ovlivnit uživatelův výkon z pohledu nárůstu časové náročnosti na splnění zadaného úkolu nebo pocit zvýšení diskomfortu. Tyto situace často nastávají např. během vyšetření pacienta, chirurgického výkonu nebo během manuální mikroskopické analýzy vzorků tkání nebo krve. Není nutná také přítomnost sestry

v ordinaci. V těchto oblastech může být systém hlasového rozpoznávání s velkoobsahovým slovníkem (HVV-SRS) velkým přínosem, který odstraní potřebu speciálního UI adaptéru pro hlasovou kontrolu frázového rozpoznávání. Avšak potřeba doménově specifického jazykového modelu pro HVV-SRS je hlavní výzvou v aplikování HVV-SRS do praxe. Aplikace DentVoice umožňuje kromě rozpoznávání řeči i syntézu hlasu a tím čtení zaznamenaných dat pomocí počítačem generovaného hlasu (TTS). To umožňuje další zkrácení vyšetřování a pohodlnou kontrolu dřívějších údajů bez nutnosti kontroly záznamu zrakem. Další cestou v tomto směru je docílení, co možná největší spolehlivost hlasového modulu a rozpoznávání, které je důležité při běžné praxi v rušném provozu stomatologické ordinace.

Komponenta DentCross je testována na Dětské stomatologické klinice FN Motol na pacientech ve stomatologické praxi. Dochází k jejím úpravám dle klinického zkoušení a zlepšování grafického designu a funkčnosti. Subsystem pro léčbu temporomandibulárních poruch je začleňován do systému pro podporu rozhodování a je klinicky testován při sběru dat u pacientů ve specializované kloubní poradně na témže pracovišti. Tento systém bude dále rozvíjen a cílem je vytvořit automatickou aplikaci, která lékaři po zadání anamnestických dat a klinickém vyšetření, pomůže při rozhodování o terapii.

DentCross komponenta byla také použita experty z Oddělení biologické analýzy, Institut kriminalistiky v Praze při identifikaci neznámých těl a také s cílem zlepšit identifikaci obětí při různých neštěstích [21].

Celá aplikace tedy vznikla spoluprací odborníků v oblasti informačních technologií a hlasových modulů se stomatology. Podíl stomatologa v konstrukci celého projektu bylo sestavení a ontologická strukturalizace celé znalostní báze stomatologie, která posloužila pro vlastní naprogramování aplikace. Poté bylo nutné vše prakticky překontrolovat a klinicky přezkoušet, protože při používání programu mohlo dojít k nutnosti dalších kombinací v grafických položkách DentCross. Finálně bylo zkoušeno hlasové ovládání – jeho nezávislost na osobě lékaře, varianty možné výslovnosti povelů a celková užítost ASR v provozu stomatologické ordinace. To vše si vyžádalo zadání mnoha dat skutečných pacientů.

7 ZÁVĚR

MUDRLite EHR s interaktivní komponentou DentCross představuje přehledný zdravotnický záznam s celou denticí a vlastně i celým ortognátním aparátem. Stomatologická informace zaznamenaná v přehledné interaktivní grafické struktuře urychluje rozhodování lékaře a přináší komplexní pohled na shromážděnou informaci. Tento přístup nemusí jenom ulehčit ukládání strukturovaných dat ve stomatologické praxi, ale může také podpořit terapii TMK poruch. Výše popsaná aplikace MUDRLite EHR s komponentou DentCross tedy otvírá nové možnosti ukládání a klasifikace dat ve stomatologii. Tento celek by měl tvořit komplexní interaktivní systém EHR pro obor stomatologie.

8 SEZNAM LITERATURY

1. European Committee for standardisation (CEN), Technical Committee CEN/TC 251: European Standard ENV 13606, "Health informatics - Electronic healthcare record communication".
2. Health Level Seven, Inc. (homepage on the internet) Health Level 7. Available from:<http://www.hl7.org> (cited Mar 24, 2011).
3. Hoyt R, Yoshihashi A. Lessons learned from implementation of voice recognition for documentation in the military electronic health record system.
4. Al-Aynati MM, Chorneiko KA. Comparison of voice – automated transcription and human transcription in generating pathology reports. Archives of Pathology and Laboratory Medicine. 2003; 127: 721-725.
5. Hellwig E, Klimek J, Attin T: Záchovná stomatologie a parodontologie. Grada. Praha 2003.
6. Mazánek J, Urban F a kol.: Stomatologické repetitorium. Grada. Praha 2003.
7. Krňoulová J, Hubálková H: Fixní zubní náhrady. Quintessenz. Praha 2002.
8. Kalra D. Electronic Health Record Standards. IMIA Yearbook of Medical Informatics 2006; Methods Inf Medicine 2006; 45, Suppl 1; 136-144.
9. Los RK, van Ginneken AM, van der Lei J. OpenSDE: a strategy for expressive and flexible structured data entry. Int J Med Inform 2005, 74:481-490.
10. van Ginneken AM. The computerized patient record: balancing effort and benefit. Int J Med Inf 2002, 65:97-119.

11. Bakker A. Access to EHR and access control at a moment in the past: A discussion of the need and an exploration of the consequences. *Int J Med Inform* 2004; 73:267-270.
12. Blobel B. Advanced EHR Architecture – Promises or Reality. *Methods Inf Med* 2006; 1: 95-101.
13. Reuss E, Menoyyi M, Buchi M, Koller J, Krueger H. Information access at the point of care: what can we learn for designing a mobile CPR system? *Int J Med Inform* 2004; 73:365-369.
14. Pharow P, Blobel B. Electronic signatures for long lasting storage purposes in electronic archives. *Int J Med Inform* 2005; 74:279-287.
15. Sax U, Kohane I, Mandl KD. Wireless technology infrastructures for authentication of patients. PKI that rings. *J Am Med Inform Assoc* 2005; 12:263-268.
16. Min Z, Baofen D, Weeber M, van Gineken AM. Mapping Open SDE domain models to SNOMED CT. *Methods Inf Med* 2006; 1: 4-9.
17. Gallanter WL, Didomenico RJ, Polikaitis. A trial of automated decision support alerts for contraindicated medications using physician order entry. *J Am Med Inform Assoc* 2005; 12:269-274.
18. Dostalova T, Seydlova M, Zvarova J, Hanzlicek P, Nagy M. Computer-supported treatment of patients with the TMJ parafunction. *eHealth: Combining telematics, telemedicine, biomedical engineering and bioinformatics to the edge*. IOS press AKA, Berlin 2008; 171-177.
19. Noehr C. Evaluation of electronic health record systems. *IMIA Yearbook of Medical Informatics* 2006. *Methods Inf Med* 2006; 45 Suppl.1: 107-113.
20. Dialog MIS, <http://www.dialogmis.cz/english/index.html>

21. Zvarova J, Dostalova T, Hanzlicek P, Teuberova Z, Nagy M, Pies M, Seydlova M, Eliasova H, Simkova H. Electronic health record for forensic dentistry. *Methods Inf Med* 2008; 47: 8-13.
22. Al-Aynati MM, Chorneiko KA. Comparison of voice – automated transcription and human transcription in generating pathology reports. *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*. 2003; 127: 721-725.
23. Grasso MA. Automated speech recognition in medical applications. *MD Computing* 1995; 12: 16-23.
24. Alapetite A. Impact of noise and other factors on speech recognition in anaesthesia. *International journal of medical informatics*. 2008; 77: 68-77.
25. The American Academy of Orofacial Pain, de Leeuw R. Orofacial pain: Guidelines for assessment, diagnosis and management, ed 4. Chicago, Quintessence Publishing, 2008.
26. The Academy of Prosthodontics. Glossary of prosthodontic terms, ed 6. Chicago. Mosby, 1994.
27. Klepáček I, Mazánek J: *Klinická anatomie ve stomatologii*. Grada. Praha 2001.
28. McNeill C. Management of temporomandibular disorders: concepts and controversies. *J Prosthet Dent* 1997; 77:510-522.
29. Okeson JP. The classification of orofacial psina. *Oral Maxillofac Clin North Am* 2008; 20:130-144.
30. McNeill C. History and evolution of TMD concepts. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997; 83:51-60.
31. Dworkin S, LeResche L. Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord Fac Oral Pain* 1992; 6: 301-355.

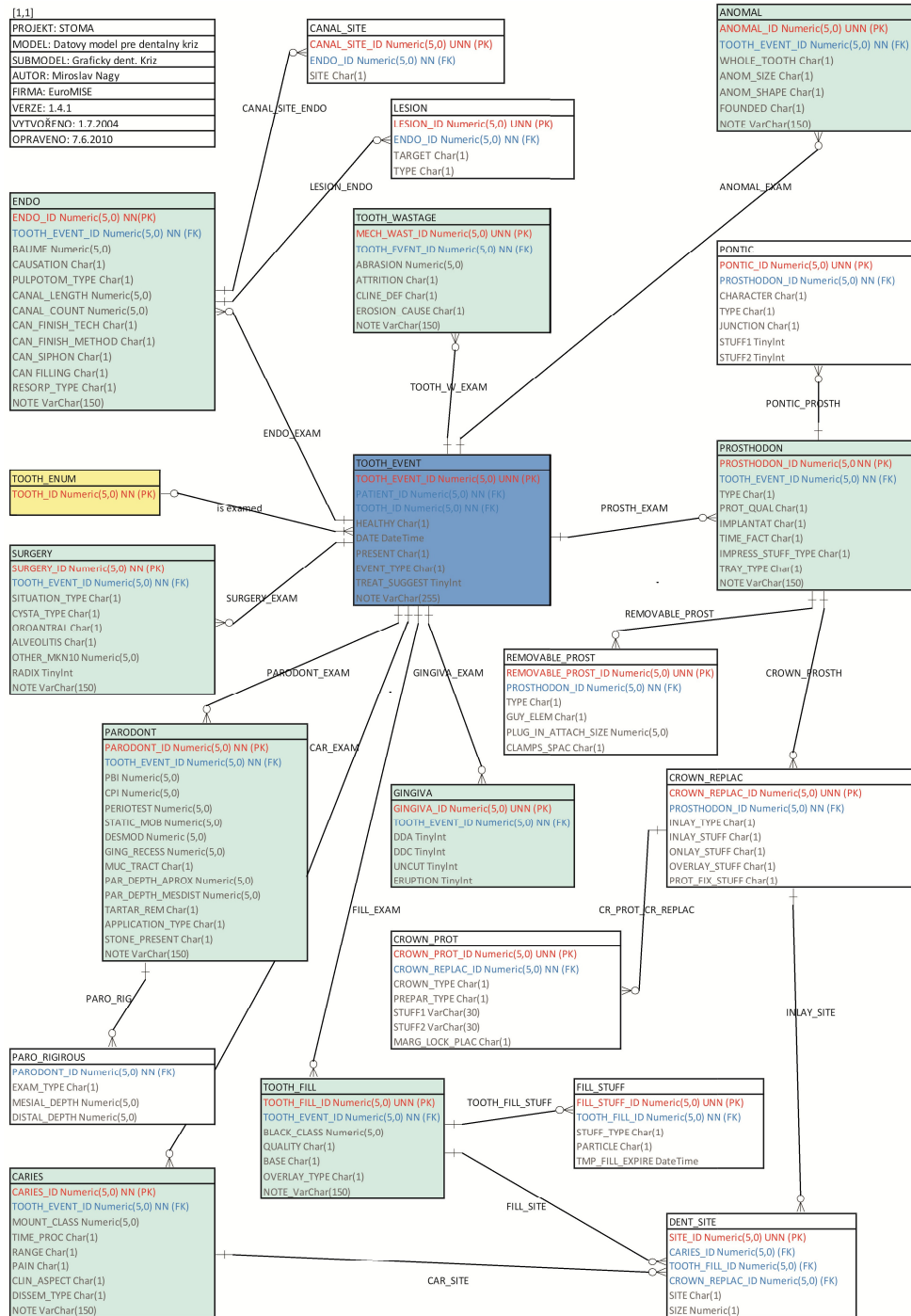
32. LeResche L. Epidemiology of temporomandibular disorders: implications for the investigation of etiologic factors. *Crit Rev Oral Biol Med* 1997; 8:291 – 305.
33. Laskin DM. Etiology of the pain-dysfunction syndrome. *J Am Dent Assoc* 1969; 79:147-153.
34. Dworkin SF, Huggins KH, Leresche L, Von Korfu M, Howard J, Truelove E et al. Epidemiology of signs and symptoms in temporomandibular disorders: clinical signs in cases and controls. *J Am Dent Assoc* 1990; 120: 273-281.
35. Friction JR, Schiffmann EL. Epidemiology of temporomandibular disorders. Orofacial pain and temporomandibular disorders. New York: Raven Press, 1995:1-14.
36. Al-Jundi MA, John MT, Setz JM, Szentperry A, Kuss O. Meta – analysis of treatment need for temporomandibular disorders in adult nonpatient. *J Orofac Pain* 2008; 22: 97-107.
37. Greene C. The etiology of temporomandibular disorders: implications for treatment. *J Orofac Pain* 2001; 15: 93-105.
38. Suvinen TI, Reade PC, Kemppainen P, Kononen M, Dworkin SF. Review of aetiological concepts of temporomandibular pain disorders: a biopsychological model for integration of physical disorders factors with psychological and psychosocial illness impact factors. *Eur J Pain* 2005; 9: 613-633.
39. Manfredini D, Landi N, Bandettini Di Poggio A, Dell’Osso L, Bosco M. A critical review on the importance of psychological factors in temporomandibular disorders. *Minerva Stomatol* 2003; 52: 321 – 330.
40. Manfredini D et al. *Current Concepts on Temporomandibular Disorders*. Quintessence Publishing 2010.

41. van Ginneken AM, Stqam H, van Mulligen EMn de Wilde M, van Mastrigt R, van Bommel JH. ORCA: the versatile CPR. *Methods Inf Med* 1999; 38:332-338.
42. Hanzlicek P, Spidlen J, Heroutova H, Nagy M. User Interface of MUDR Electronic Health Record. *International Journal of Medical Informatics* 2005; 74: 221-227.
43. Spidlen J, Hanzlicek P, Zvarova J. MUDRLite - health record tailored to your particular needs. *Studies in health technology and informatics* 2004; 105: 202-9.
44. Hippmann R, Dostalova T, Zvarova J, Nagy M, Seydlova M, Hanzlicek P, Kriz P, Smidl L, Trmal.: Voice supported electronic health record for temporomandibular joint disorders. *Methods of information in medicine*, 2010; 49:168-172.
45. Spikol, L. "Voice Recognition Software: A Tool for Encounter Notes." *Family Practice Management* 6, no. 2 (1999): 55–56.
46. Hoyt, Robert, Melanie Sutton, and Ann K. Yoshihashi. *Medical Informatics: Practical Guide for the Healthcare Professional*. 2nd ed. N.p.: Lulu, 2008, p. 286.
47. Henricks, W. H., K. Roumina, B. E. Skilton, D. J. Ozan, and G. R. Goss. "The Utility and Cost Effectiveness of Voice Recognition Technology in Surgical Pathology." *Modern Pathology* 15, no. 5 (2002): 565–71.
48. Sistrom, C. L., J. C. Honeyman, A. Mancusco, and R. G. Quisling. "Managing Predefined Templates and Macros for a Departmental Speech Recognition System Using Common Software." *Journal of Digital Imaging* 14, no. 3 (2001): 131–41.
49. Zafar, A., J. M. Overhage, and C. J. McDonald. "Continuous Speech Recognition for Clinicians." *Journal of the American Medical Informatics Association* 6, no. 3 (1999): 195–204.
50. Psutka J, Muller L, Matousek J, Radova V. *Mluvíme s počítačem česky*. Praha, Academia, 2006.

51. Matoušek J. Habilitační práce – Počítačová syntéza řeči. Plzeň. 2008.
52. Hippmann R, Nagy M, Dostalova T, Zvarova J, Seidlova M, Feltlova E: Electronic health record for temporomandibular joint disorders – support in therapeutic process. EJBI 2010.
53. Hippmann R., Dostálová T., Zvárová J., Seydlová M.: Počítačem podporovaná rekonstrukce chrupu u abraze a poruchy čelistního kloubu – kazuistické sdělení. Čes. Stomat., roč. 109, 2009, č. 4, s.70-73.
54. Koch S, Risch T, Schneider W, Wagner IV. An object-relational model for structured representation of medical knowledge. Int J Comput Dent 2006; 9(3):237-252.
55. Koch S. Designing clinically useful systems: examples from medicine and dentistry. Adv Dent Res 2003; 17:65-68.

9 Přílohy

9.1 Datový model



Příloha 1: Datový model pro zubní kříž

9.2 Kaz

The screenshot illustrates the step-by-step process of selecting a case code in a dental software application. It consists of four sequential windows:

- Window 1:** A grid of tooth diagrams with various codes (P, AGE, NEP, NM, PU, etc.) and a legend on the right. The code 'P' is highlighted in red.
- Window 2:** A grid of tooth diagrams with codes (M1, M2, M3, D1, D2, D3, etc.) and a legend on the right. The code 'M3' is highlighted in red.
- Window 3:** A legend with codes (P, AG, KZ, KM, GIC, PV) and their descriptions (primární kaz, sekundární kaz - amalgám, sekundární kaz - kompozit, sekundární kaz - komponent, sekundární kaz - silikonem, sekundární kaz - provizorní výplň). The code 'P' is highlighted in red.
- Window 4:** A dental arch diagram with a red box highlighting a specific tooth.

Příloha 2: Postup výběru při označení kazu

9.3 Kořenová výplň

The screenshot illustrates the process of selecting a root filling code in a dental software application. It is divided into three main sections:

- Top Section:** A grid of tooth diagrams with corresponding codes. The code **KV** (Kořenová výplň) is highlighted with a red box. To the right is a legend with 'Kód | Popis' and a list of codes including Z (Zdravý zub), K (Kaz), P (Výplň), AGE (Ageneze zubu), NEP (Neprořezaný zub), NM (Není mezera), PU (Pulpitis), PE (Periodontitis), NE (Nekroza), GA (Gangréna), KV (Kořenová výplň), KOF (Korunka facetovaná), KOP (Korunka plátňovaná), KOK (Korunka kombinovaná), CMF (Člen mostku s fazetou), CMK (Člen mostku kombinovaný), RKN (Redukovaná korunková náhrada), INL (Inlay korunková), IK (Inlay kořenová), I (Implantát), N (Náhrada snímatelná), CN (Celková náhrada), RES (Resekce), X (Zub k extrakci), R (Radix), EX (Extrahovaný ev. chybějící zub), NO (Návh ošetření), ER (Eruptce zubu), DD (Periodontitis), and ZK (Zubní kámen).
- Middle Section:** A smaller dialog box showing the selection of **DEF** (definitivní kořenová výplň) and **PR** (provizorní kořenová výplň) codes.
- Bottom Section:** A patient chart (odontogram) showing a grid of teeth. The **KV** code is entered in the grid for the upper right quadrant. A legend on the right lists various dental procedures with their dates and status.

Příloha 3: Postup výběru při označení kořenové výplně

9.4 Korunka kombinovaná

The screenshot illustrates the workflow for selecting a combined crown in a dental software application. It is divided into three main stages:

- Initial Selection:** A window with a grid of tooth types and a legend. The legend lists various dental procedures, with 'KOK Korunka kombinovaná' (Combined crown) highlighted in red.
- Material Selection:** A secondary window showing a list of materials. 'ZK zlato + kompozit' (Gold + composite) is selected and highlighted in red.
- Dental Chart Application:** The final window shows a dental chart with the crown placed on a tooth. The chart includes a legend on the right with a list of procedures and dates, and a bottom panel with checkboxes for 'PBI index', 'Vkládat', and 'Parodontální chybty'.

Příloha 4: Postup výběru při označení kombinované korunky

9.5 Celková náhrada

The screenshot displays a software interface for dental treatment planning. At the top, a grid of icons represents various dental procedures and conditions, each with a corresponding code. A red box highlights the 'CN' icon, which represents a full denture. To the right of the grid is a legend table with columns for 'Kód' (Code) and 'Popis' (Description).

Kód	Popis
Z	Zdravý zub
K	Kaz
P	Výplň
AGE	Ageneze zubu
NEP	Neprořezaný zub
NM	Není mezera
PU	Pulpitis
PE	Periodontitis
NE	Necrosa
GA	Gangrena
KV	Kořenová výplň
KOF	Korunka fazetovaná
KOP	Korunka plášťová
KOK	Korunka kombinovaná
CMF	Člen mostku s fazetou
CMK	Člen mostku kombinovaný
RKN	Redukovaná korunková náhrada
INL	Inlay korunková
IK	Inlay kořenová
I	Implantát
N	Náhrada snímatelná
CN	Celková náhrada
RES	Resekce
X	Zub k extrakci
R	Radix
EX	Extrahovaný ev. chybějící zub
NO	Návrh ošetření
ER	Erupce zubu
DD	Pericoronitis
ZK	Zubní kámen

Below the grid is a 'Príkazová řádka' (Command line) with the input 'I'. A large white arrow points downwards to the main dental arch diagram. The diagram shows a panoramic view of the dental arch with various treatment options indicated by icons and codes. A red box highlights the 'CN' (Full denture) option for the upper arch. The interface includes patient information fields (Jméno: Radek, Příjmení: Hippmann, Rodné číslo: 111111/1111), a 'Uložit změny' (Save changes) button, and a 'Nastavení zobrazení' (Display settings) section with checkboxes for 'PBI index', 'Viklavost', and 'Parodontální choboty'. There are also buttons for 'Léčba', 'Tisk', 'Další vyšetření', and 'Pozastavit'.

Příloha 5: Postup výběru při označení celkové náhrady

Seznam publikací doktoranda

Publikace *in extenso*, které jsou podkladem disertace

S impact faktorem

1. Hippmann R., Dostalova T., Zvarova J., Nagy M., Seydlova M., Hanzlicek P., Kriz P., Smidl L., Trmal J.: Voice supported electronic health record for temporomandibular joint disorders. *Methods of information in medicine*, 2010, 49: 168-172. **IF 1,690**
2. Kriz P., Seydlova M., Dostalova T., Valenta Z., Chleborad K., Zvarova J., Feberova J., Hippmann R. Oral Health-Related Quality of Life and Dental Implants - preliminary study, *Central European Journal of Medicine*, 2/11/2011 přijato do tisku. **IF: 0,244**
3. Hippmann R., Dostalova T., Hubacek M.: Follicular cyst in the childhood – case report. *International journal of paediatric dentistry. Abstracts of the 23rd Congress of the International Association of Paediatric Dentistry*, 2011, vol. 21, 1:132. **IF Abstract 1,141**

Bez impact faktoru

1. Hippmann R., Nagy M., Dostálová T., Zvárová J., Seydlová M.: Electronic Systém for Data Record and Automatic Diagnosis Assessment in the temporomandibular Joint Disorders, *EJBI* 2011.
2. Hippmann R., Nagy M., Dostalova T., Zvarova J., Seidlova M., Feltlova E.: Electronic health record for temporomandibular joint disorders – support in therapeutic process. *EJBI* 2010.
3. Hippmann R., Dostálová T., Zvárová J., Seydlová M.: Počítačem podporovaná rekonstrukce chrupu u abraze a poruchy čelistního kloubu – kazuistické sdělení. *Čes. Stomat.*, roč. 109, 2009, č. 4, s. 70-73.
4. Nagy M., Hanzlicek P., Zvarova J., Dostalova t., Seydlova M., Hippmann R., Smidl L., Trmal J., Psutka J.: Voice-controlled Data Entry in Dental Electronic Health

Record, Technology and Informatics, eHealth Beyond the Horizon – Get IT There, Proceedings of MIE, 2008, p. 529-534.

5. Zvarova J., Dostalova T., Nagy M., Hanzlicek P., Seydlova M., Hippmann R., Smidl L., Trmal J., Psutka J.: Bidirectional Voice Interaction with Dental Electronic Health Record, Health Informatics, Med-e-Tel 2008, Electronic Proceedings of The International Educational Networking Forum for eHealth, Telemedicine and Health ICT, Luxemburg, p. 289-293.

6. Dostálová T., Eliášová H., Seydlová M., Pilin A., Hippmann R., Šimková H., Daniš I., Zvárová J., Nagy M.: Forensic Dentistry – Identification from the Dentist's Point of View. Prague Medical Report, 2008, 109, 1, p. 14-18.

Publikace *in extenso* bez vztahu k tématu disertace

S impact faktorem

1. Seydlova M., Hippmann R., Dostalová T., Fendrych F., Dvorankova B., Smetana K.: Nanocrystalline diamond implant surface. Clinical oral implants research, 2008, vol. 19, 9: 953. **IF Abstract 1,782**

Bez impact faktoru

1. Hippmann R., Hubáček M., Švermová D., Dostálová T.: Osteolytické procesy postihující čelistní kosti – kasuistické sdělení. Stomatológ, roč. 20, 2009, č. 2, s. 39-43.

2. Hippmann R., Dostálová T., Bartoňová M., Peterka M., Morong K., Smutný V. Počítačová kontrola tvaru zubního oblouku u pacientů s rozštěpem. Prakt. zub. lék., 2005, 52, s. 100 – 107.

3. Charvát J., Dostálová T., Hubálková H., Kučerová H., Stebel J., Hippmann R.: Dvouletá retrospektivní klinická studie kovokeramických náhrad s chromkobaltniklovou slitinou. Čes. Stomat., 2003, 5, s. 167-175.