DOI: 10.35191/medsoft_2026_1_38_stavek

PODPORA BIOBANKIGU V RÁMCI NIS

Petr Stávek

Abstrakt

Prezentované sdělení popisuje specializovaný modul nemocničního informačního systému (NIS) Zlatokop, který byl vyvinut pro potřeby Institutu klinické a experimentální medicíny (IKEM). Hlavním impulsem pro vznik tohoto řešení byla rozsáhlá vědecko-výzkumná činnost IKEM, jež generuje velký objem biologických vzorků vyžadujících dlouhodobé skladování při ultranízkých teplotách (–80 °C). Modul označovaný jako Kryobanka komplexně digitalizuje proces biobankingu rozmanitých primárních materiálů jako jsou krevní sérum, plazma, tkáňové biopsie a také sekundárních produktů např. izolovaná DNA. Systém aktivně podporuje následné analýzy tvorbou pracovních seznamů, inteligentním návrhem rozmístění vzorků na ELISA desky a generováním elektronických zadání pro laboratorní informační systém (LIS). Klíčovým přínosem je přímé propojení laboratorních výsledků s kompletní klinickou historií pacienta v systému Zlatokop. Tato integrace otevřela nové možnosti pro komplexní vícerozměrné datové analýzy.

Klíčová slova

skladování vzorků biologických materiálů, NIS, nemocniční informační systém, LIS, laboratorní informační systém

1 Úvod

Moderní medicínský výzkum se neobejde bez systematického a precizního sběru biologického materiálu. Institut klinické a experimentální medicíny (IKEM) dlouhodobě realizuje rozsáhlou vědecko-výzkumnou činnost, která generuje masivní objemy biologických vzorků. Za uplynulých 15 let bylo uloženo téměř 600 000 alikvotů, které byly vytvořeny ze 170 000 vzorků různých biologických materiálů. Tyto vzorky (např. krevní sérum, plazma či tkáňové biopsie) často vyžadují specifické podmínky pro dlouhodobé uchování, typicky skladování při ultranízkých teplotách sahajících k –80 °C.

Uživatelé tradičních aplikací pro správu biobank (tzv. biobanking) často narážejí na rigiditu, nutnost duplicitního zadávání dat a především chybějící vazbu na klinické informace o pacientech. Hlavním úkolem těchto softwarových produktů je především registrace a skladování biologických materiálů. Naší motivací a zároveň ambicí bylo vytvoření integrálního modulu NIS, který plně digitalizuje a automatizuje celý životní cyklus vzorku, od jeho indikace lékařem až po finální analýzu. Snahou bylo eliminovat administrativní zátěž personálu, maximalizovat validitu uchovávaných vzorků a lépe vzájemně propojit laboratorní a ostatní klinická data pacientů.

2 Architektura modulu a integrace do NIS

Klíčovou vlastností nového modulu je jeho integrace do stávajícího prostředí NIS Zlatokop. Pro koncové uživatele to znamená, že nemusí přepínat do externích aplikací ani se znovu přihlašovat. Modul funguje jako organická součást klinického procesu a je přímo propojen s:

a. Modulem elektronických žádanek NIS (zajištění primárního požadavku),

b. Laboratorním informačním systémem (přenos analytických dat),

c. Klinickou databází pacienta (propojení s diagnózami, medikací a anamnézou atd).

3 Logistika vzorku a digitalizace procesu biobankingu

Základním prvkem eliminace lidské chyby je jednoznačná vizuální a systémová identifikace. Zkumavky určené pro biobanking jsou v NIS Zlatokop zřetelně odlišeny od běžných diagnostických odběrů. Tato řešení se promítá do dvou úrovní:

Digitální úroveň (NIS): V přehledu žádanek a odběrů jsou záznamy specificky barevně či graficky zvýrazněny, což odběrovým sestrám okamžitě signalizuje nestandardní režim nakládání se vzorkem.

Fyzická úroveň (Identifikační štítek): Systém generuje identifikační štítky s čárovým kódem a jasným textovým označením, které se lepí přímo na zkumavku. Tato unifikovaná identifikace slouží jako primární nosič informací pro celý logistický řetězec:

- Odběrové sestry mají jasnou instrukci o typu primárního materiálu (krevní sérum, plazma, tkáňové biopsie) a požadovaném typu zkumavky.

- Sanitáři dokážou vzorky správně vytřídit pro transport do specifických laboratoří (např. Centrální laboratoř, Laboratoř molekulární biologie, externí laboratoře apod.).

- Pracovníci laboratoří využívají systémovou identifikaci při příjmu materiálu, jeho následném zpracování (separace, centrifugace, alikvotace) a finálním uložení do pozic konkrétní skladovací krabičky, boxu či stojánku.

Schematické znázornění celého procesu od ordinace po uložení prezentuje obrázek 1. Prvním krokem je ordinace laboratorních vyšetření. Zkumavky jsou na obrazovce v NIS označeny názvem grantu/studie. V odběrové frontě je u jednotlivých pacientů, kteří mají ordinovaný grantový odběr zobrazeno písmeno „G". Rovněž na následně vytištěných štítcích pro zkumavky je označení grantu. Po doručení materiálu do laboratoře je při skenování jednotlivých zkumavek v LIS obsluha upozorněna, že je nutné konkrétní zkumavku alikvotovat pro dlouhodobé uložení v Kryobance. Ten automaticky rozpozná grant a vydá štítky pro jednotlivé alikvoty na základě definované šablony. Současně naviguje obsluhu, do jakých krabiček a do jakých pozic alikvoty následně uložit.

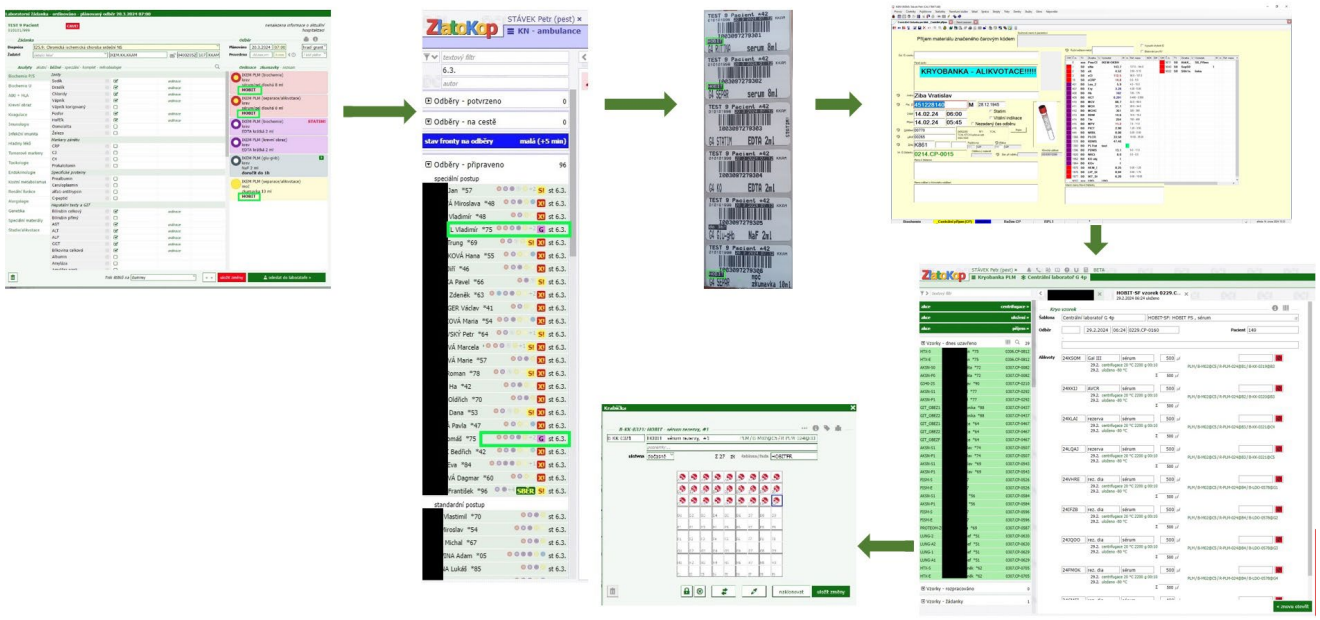
4 Klíčové vlastnosti modulu Kryobanky

Modul Kryobanka byl navržen tak, aby pokryl skladování prakticky všech biologických materiálů a mohl byt používán nejen centrální laboratoří, ale i vědeckými laboratořemi se specifickou specializací. Už při návrhu bylo jasné, že musí být umožněna vysoká míra variability a možnost uživatelské parametrizace. Mezi jeho hlavní technické a funkční vlastnosti patří:

- *Multicentrické uspořádání:* Systém podporuje zapojení libovolného množství pracovišť v rámci celé instituce. Umožňuje tak spravovat oddělená úložiště pro různé kliniky, laboratoře či specifické výzkumné týmy pod jednou centrální správou s přesně definovanými přístupovými právy.

- *Univerzální materiálová matice:* Modul nabízí plnou flexibilitu v definici libovolných biologických materiálů. Správci systému mohou průběžně doplňovat nové typy primárních vzorků i sekundárních derivátů (např. specifické buněčné frakce, izoláty RNA/DNA, tkáně), což zaručuje dlouhodobou udržitelnost systému pro budoucí typy výzkumu.

DOI: 10.35191/medsoft_2026_1_38_stavek



Obrázek 1 – schéma procesu od odběru biologického materiálů po uložení alikvotu.

- *Plně modulární prostorová hierarchie:* Architektura systému počítá s volitelnými rozměry mrazáků, racků (stojanů) a krabiček. Uživatel si může v konfiguraci přesně nasimulovat reálné parametry fyzického vybavení laboratoře – od počtu polic v mrazáku přes matici racků až po přesné rozměry krabiček (např. 9×9, 10×10), použitou identifikaci pozic v krabičkách (např. A1-H1, 1–100) a taky barvu krabiček. Tato variabilita je klíčová pro přesné fungování následného grafického zobrazení.

- Řízené ukládání *alikvotů:* Ukládání vzorků probíhá striktně dle definované šablony konkrétního projektu. Šablona garantuje, že každý typ vzorku je automaticky směrován do správného typu úložiště a krabičky/stojánku, což eliminuje lidskou chybu a nekoncepční zaplňování mrazáků. V případě potřeby může obsluha jedním klikem zobrazit SOP šablony, kde je celý proces detailně popsán.

- *Jednotná a unifikovaná identifikace:* Základním pilířem bezpečnosti dat je jednotná primární identifikace alikvotu. Každá alikvotační zkumavka/obal získá v momentě příjmu do Kryobanky unikátní celoústavní identifikátor, který ji jednoznačně pojí s mateřským vzorkem a pacientem, a to napříč všemi spolupracujícími laboratořemi. Jako identifikátor je možné použít i QR kódy, kterými jsou opatřeny některé kryozkumavky přímo z výroby. Příklady některých používaných alikvotačních zkumavek /obalů jsou na obrázku 2.



Obrázek 2 – ukázka zkumavek používaných pro alikvotaci.

- *Variabilní podoba identifikačního štítku:* Vzhledem k různorodosti používaného laboratorního plastu a dle specifik každého pracoviště systém podporuje volitelnou konfiguraci identifikačního štítku. Laboratoř si může pro každý typ studie či zkumavky definovat, jaké informace budou na štítku vytištěny (např. zkratka studie, typ materiálu, datum) a přizpůsobit formát tisku rozměrům kryozkumavek. Jediným povinným údajem je primární identifikátor a to jak v podobě čarového kódu tak jako čitelný text. Ostatní údaje jsou volitelné. Dbá se také na GDPR – pokud jsou alikvoty určeny pro spolupracující laboratoře mimo IKEM, lze zabránit tisku osobních údajů pacienta.

- *Pracovní seznamy:* Systém podporuje vyhledávání alikvotů dle různých kritérií a jejich následné zpracování. Lze vytvořit různé pracovní seznamy a to jak pro manuální zpracování, tak pro elektronické zpracování. Modul s LIS komunikuje přes rozhraní DASTA4.

- *Tiskové výstupy:* V případě potřeby lze získat tiskovou podobu různých seznamů – seznam mrazáku v laboratoři, seznam krabiček v mrazáku, vzorků v krabičce apod. Seznamy mohou mít podobu definovaného PDF dokumentu či prosté tabulky. Příklad vytvořeného seznamu je na obrázku 3.

- *Auditní stopa a bezpečnost:* Systém zajišťuje striktní logování veškerých operací s alikvotem. Každý pohyb vzorku – od jeho vytvoření, přesuny mezi mrazáky, dočasné vyjmutí z mrazáku z důvodu analýzy až po jeho definitivní spotřebování nebo likvidaci – je v systému okamžitě zaznamenán s identifikací konkrétního pracovníka.

5 Intuitivní grafická správa kryo-úložiště

Aby byla práce pro personál laboratoře co nejjednodušší a eliminovala se chybovost při fyzickém ukládání do mrazáků, je správa skladovacích kapacit v systému Zlatokop koncipována čistě vizuálně a hierarchicky. Uživatelé nemusí zadávat souřadnice textově, ale procházejí skladem pomocí intuitivních grafických schémat (tzv. drill-down metoda):

DOI: 10.35191/medsoft_2026_1_38_stavek

ZlatoKop STÁVEK Petr (pest) × BETA

Kryobanka CEM

Ad hoc reporty - Přehled projektu - alikvoty, pořadí dle odběru - výstup

Přehled projektu - alikvoty, pořadí dle odběru

Šablona: AKSN-S0

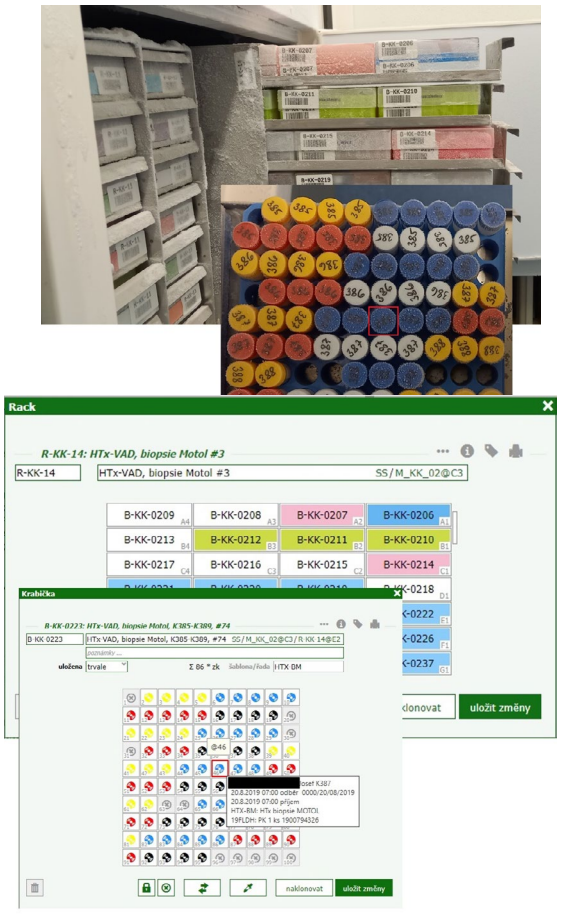
SELECT Patient->BID,Patient->LastName,Patient->FirstName,s.SampleOrd,%external(s.SampleDate) As SampleDate,s.PatientNum,a.Code,a.Name,a.CVolume,a.Container->Store, a.Container->Con
Box,a.Position AS Box_pos,s.SampleNum FROM IKEM_Labs_Cryo.Sample s, IKEM_Labs_Cryo.Aliqot a WHERE s.Template %STARTSWITH 'AKSN-S0' AND s.ID=a.Sample ORDER BY s.PatientNum*1,

BID	LastName	FirstName	SampleOrd	SampleDate	PatientNum	Code	Name	CVolume	Store	Freezer	Rack	Rack_pos	Box	Box_pos	SampleNum
[redacted]				2.6.2017	1	17NZIC	1	280	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	1	0002/02/06/2017
				2.6.2017	1	17FAFF	1	100	PLME	PLME01	R-BAJER	G2	B-LL-817	1	0002/02/06/2017
				2.6.2017	1	17VMNA	1	300	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	3	0002/02/06/2017
				2.6.2017	1	17RQIM	1	300	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	4	0002/02/06/2017
				2.6.2017	1	17VQMY	1	0	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	5	0002/02/06/2017
				2.6.2017	2	17IOZZ	2	480	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	11	0001/02/06/2017
				2.6.2017	2	17ZDDK	2	300	PLME	PLME01	R-BAJER	C1	B-LL-888	H8	0001/02/06/2017
				2.6.2017	2	17ONRW	2	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	13	0001/02/06/2017
				2.6.2017	2	17CQCI	2	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	14	0001/02/06/2017
				2.6.2017	2	17DYWB	2	200	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	15	0001/02/06/2017
				4.6.2017	3	17POQT	3	480	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	21	0003/05/06/2017
				4.6.2017	3	17IGLT	3	300	PLME	PLME01	R-BAJER	C1	B-LL-888	H9	0003/05/06/2017
				4.6.2017	3	17LPNF	3	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	23	0003/05/06/2017
				4.6.2017	3	17GJZW	3	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	24	0003/05/06/2017
				4.6.2017	3	17FKLY	3	200	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	25	0003/05/06/2017
				4.6.2017	4	17VMOT	4	480	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	31	0004/05/06/2017
				4.6.2017	4	17ZHXX	4	300	PLME	PLME01	R-BAJER	C1	B-LL-888	I1	0004/05/06/2017
				4.6.2017	4	17ECNM	4	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	33	0004/05/06/2017
				4.6.2017	4	17IJER	4	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	34	0004/05/06/2017
				4.6.2017	4	17FYNS	4	200	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	35	0004/05/06/2017
				4.6.2017	5	17JBGN	5	480	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	41	0001/05/06/2017
				4.6.2017	5	17ILME	5	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	42	0001/05/06/2017
				4.6.2017	5	17KKRD	5	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	43	0001/05/06/2017
				4.6.2017	5	17JXSQ	5	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	44	0001/05/06/2017
				4.6.2017	5	17ACJJ	5	200	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	45	0001/05/06/2017
				4.6.2017	6	17PGVA	6	480	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	51	0002/05/06/2017
				4.6.2017	6	17FXBR	6	300	PLME	PLME01	R-BAJER	C1	B-LL-888	I2	0002/05/06/2017
				4.6.2017	6	17QCXW	6	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	53	0002/05/06/2017
				4.6.2017	6	17SVJX	6	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	54	0002/05/06/2017
				4.6.2017	6	17GFYK	6	200	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	55	0002/05/06/2017
				7.6.2017	7	17YGHV	7	380	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	61	0001/07/06/2017
				7.6.2017	7	17MZJS	7	0	PLME	PLME01	R-BAJER	G2	B-LL-817	6	0001/07/06/2017
				7.6.2017	7	17GAYQ	7	400	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	63	0001/07/06/2017
				7.6.2017	7	17OBAR	7	400	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	64	0001/07/06/2017
				7.6.2017	7	17TQSQ	7	100	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	65	0001/07/06/2017
				7.6.2017	8	17TQJN	8	500	ISS	M01	R-LL-12	A1	B-LL-032	71	0002/07/06/2017

Obrázek 3 – příklad seznamu alikvotů.

- Úroveň skladu (mrazáky): Každý fyzický mrazák je v systému imitován jako přehledný obdélník s textovým popisem (např. označení mrazáku, typ studie).
- Úroveň vnitřního uspořádání: Po kliknutí na vybraný mrazák se zobrazení transformuje do detailnějšího schématu, které imituje čelní pohled na jednotlivé vnitřní police a na nich umístěné racky (stojany).
- Kliknutím na rack zobrazí boční podhled na jednotlivé řady a slupce s krabičkami.
- Úroveň krabičky (Pohled shora): Klikem na vybranou krabičky v racku se obsluha dostane na úroveň „otevřené“ krabičky se vzorky z pohledu shora.

Tato vizuální mapa přesně odpovídá reálné mřížce krabičky. Laborant tak okamžitě vidí, které pozice jsou volné a do které konkrétní buňky má alikvot vložit. Stejný postup v opačném pořadí se využívá při vyskladňování vzorků pro analýzy, což dramaticky zkracuje dobu, kdy musí být mrazák otevřený, a chrání tak stabilitu ostatních uložených materiálů. Podoba grafického rozhraní je na obrázku 4, který srovnává skutečnou podobu racku a krabičky (vlevo) a virtuální podobu téhož na obrazovce NIS (vpravo)



Obrázek 4 – srovnání reálné podoby racku a krabičky s virtuální podobou v Kryobance.

6 Závěr

Specializovaný modul Kryobanka v NIS Zlatokop představuje komplexní řešení skladování a následné práce se vzorky biologických materiálů odebraných v rámci vědeckých studií. Digitalizuje celý proces od elektronické žádanky přes automatizovanou alikvotaci až po uložení a následné zpracování. Intuitivní

DOI: 10.35191/medsoft_2026_1_38_stavek

grafické rozhraní minimalizuje lidskou chybovost a významně šetří čas lékařů, sester i personálu v laboratoři. Propojením biologického materiálu a výsledků jeho analýz s kompletní klinickou historií pacientů v jednom systému získali lékaři a vědečtí pracovníci IKEM robustní nástroj, který jim kromě bezpečného sběru a uchování biologického materiálu otevřel nové komplexní možnosti v analýze získaných dat.

SUPPORT FOR BIOBANKING WITHIN THE HIS

The presented communication describes the specialized module of the hospital information system (NIS) Zlatokop, which was developed for the needs of the Institute of Clinical and Experimental Medicine (IKEM). The main impetus for the creation of this solution was the extensive scientific research activity of IKEM, which generates a large volume of biological samples requiring long-term storage at ultra-low temperatures (−80 °C). The module, called Cryobank, comprehensively digitizes the biobanking process of various primary materials such as blood serum, plasma, tissue biopsies, as well as secondary products such as isolated DNA. The system actively supports subsequent analyzes by creating work lists, intelligently designing sample layouts on ELISA plates, and generating electronic entries for the laboratory information system (LIS). A key benefit is the direct connection of laboratory results with the patient's complete clinical history in the Zlatokop system. This integration has opened up new possibilities for complex multivariate data analyses.

Keywords

biobanking, HIS, hospital information system, LIS, laboratory information system

Kontakt

Mgr. Petr Stávek PhD.
Institut klinické a experimentální medicíny
Datové centum
Vídeňská 1958/9, 140 21 Praha 4
603 207 921
petr.stavek@ikem.cz