



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra zemědělské a manipulační techniky

Bakalářská práce

Porovnání jednotlivých způsobů identifikace hospodářských
zvířat, využití v provozu a stupeň spolehlivosti

Autor práce: Vítězslav Holub
Vedoucí práce: Ing. Dominik Smutný
Konzultant práce: Ing. Maria Kožíšková

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Podpis

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zaměřuje na porovnání různých metod identifikace hospodářských zvířat, včetně ušních známek, mikročipů, bolusů a biometrických systémů, a analyzuje jejich účinnost, spolehlivost a využití v různých provozních prostředích. Práce se zabývá jak technickými aspekty jednotlivých metod, tak i náklady na jejich implementaci a provoz. Výsledky ukazují, že každá z metod má své výhody a nevýhody a volba závisí na konkrétních potřebách provozu a finančních možnostech. Práce také diskutuje možnosti budoucího vývoje a využití těchto technologií v zemědělství

Klíčová slova: Elektronická identifikace, identifikace skotu, identifikační systémy

Abstract

This bachelor's thesis focuses on comparing different methods of identifying farm animals, including ear tags, microchips, boluses, and biometric systems, and analyzing their effectiveness, reliability, and utilization in various operational environments. The thesis addresses both the technical aspects of each method and the costs associated with their implementation and operation. The results show that each method has its advantages and disadvantages, and the choice depends on specific operational needs and financial possibilities. The thesis also discusses the possibilities for future development and utilization of these technologies in agriculture.

Keywords: Electronic identification, cattle identification, identification systems

Obsah

Úvod.....	6
1 Hospodářská zvířata	7
1.1 Domestikace hospodářských zvířat	7
1.1.1 Domestikace skotu	8
1.1.2 Domestikace koz	8
1.1.3 Domestikace prasat	8
1.1.4 Domestikace ovcí	9
2 Identifikace hospodářských zvířat.....	10
2.1 Vizuální identifikace	11
2.1.1 Vzorky srsti	11
2.1.2 Značkování:	12
2.1.3 Tetování.....	13
2.1.4 Vroubování uší	13
2.1.5 Ušní známky	13
2.1.6 Krční pásy	14
2.2 Elektronická identifikace.....	15
2.2.1 Identifikace ve světě.....	16
2.2.2 Komplexní cíle pro zvýšenou sledovatelnost.....	17
2.2.3 EID hospodářských zvířat a precizní zemědělství	17
2.2.4 Elektronické ušní známky	20
2.2.5 Injektovatelné mikročipy	20
2.2.6 Bolusy	21
2.2.7 Elektronické obojky a pásy na nohu	22
2.2.8 Biometrické systémy identifikace	24
2.2.9 Technologie blockchain	25

2.3	Mezinárodní výbor pro kontrolu užítkovosti (ICAR)	25
2.3.1	Projekt IDEA 2008.....	27
2.3.2	Normy ISO	28
2.3.3	RFID čipy	28
2.4	Povinné označování v ČR	30
2.4.1	136/2004 Sb.	30
2.4.2	Označování skotu	31
2.4.3	Označování ovcí a koz	31
2.5	Využití v chovu skotu.....	32
2.6	Pedometry	33
3	Materiál a metodika.....	36
3.1	Materiál	36
3.2	Metodika.....	37
3.2.1	Popis jednotlivých parametrů:.....	37
3.2.2	Bodové hodnocení.....	37
4	Výsledky a diskuse.....	39
	Závěr	41
	Seznam použité literatury.....	42
	Seznam obrázků	50
	Seznam tabulek	51

Úvod

V současné době se v zemědělství stává stále důležitější identifikace a sledování jednotlivých hospodářských zvířat v rámci chovu. Efektivní identifikace zvířat umožňuje snadnější správu chovu, zvýšení produktivity a lepší plánování výroby. Existuje mnoho různých metod identifikace zvířat, jako jsou například ušní známky, mikročipy, bolusy nebo biometrické systémy. Každá z těchto metod má své výhody a nevýhody a volba závisí na konkrétních potřebách provozu a finančních možnostech.

Cílem této bakalářské práce je porovnat různé způsoby identifikace hospodářských zvířat a analyzovat jejich účinnost, spolehlivost a využití v různých provozních prostředích. Práce se zaměřuje jak na technické aspekty jednotlivých metod, tak na náklady na jejich implementaci a provoz.

V úvodu práce jsou představeny hospodářská zvířata následuje rozdělení identifikace na vizuální a elektronickou. V poslední fázi práce je popsáno, proč je identifikace zvířat důležitá a jaké jsou výhody a nevýhody jednotlivých metod. Také je popsán metodický postup, který byl použit pro porovnání jednotlivých metod identifikace.

1 Hospodářská zvířata

Hospodářská zvířata jsou ta, která byla domestikována člověkem a jsou chována odděleně od volně žijících zvířat stejného nebo blízce příbuzného druhu. Domácí zvířata se nyní liší vzhledem, výkonností (užitkovostí) a chováním od svých původních živých forem v důsledku mutací a záměrného výběru konkrétních jedinců pro chov. Jejich znaky se přenášejí na celou čeleď. Zvířata, která jsou označována jako "domácí zvíře", se také nazývají jako domestikovaná.

Jako zemědělská hospodářská zvířata označujeme domácí druhy zvířat, jejichž vedlejší produkty jsou spotřebovávány lidmi jako potraviny, suroviny nebo pracovní síla.

Zvířata využívaná k chovu mají zásadní význam pro rozvoj vyspělé lidské společnosti. Bez hospodářských zvířat by člověk nebyl schopen rozvinout důležité kultury, které jsou v našem světě patrné dodnes, a ani bychom nebyli schopni udržet naši civilizaci.

Volně žijící stáda zvířat, vedly k osidlování území. Díky masu, byla lepší výživa obyvatel, ale tímto primitivním způsobem se nedala uspokojit potřeba výživy celého lidstva (Hinrich, 2006). Člověk domestikoval jen malý počet druhů savců a ptáků, ale dnes se vyskytují ve velkém množství po celém světě, včetně skotu, ovcí, koz, prasat, koní, oslů, kuřat, kachen a hus. (Lipský, 1999)

1.1 Domestikace hospodářských zvířat

Člověk měnil a mění přírodu k obrazu svému a domestikace zvířat je jedním z mnoha příkladů. Zrekonstruovat počátek a vývoj jejich rozmnožování je však poměrně obtížné (Kyselý, 2016). Domestikace je jeden z nejdůležitějších dějů v lidské historii, který probíhá více jak 13 000 let. (Diamond, 2002). Z celého počtu cca 1 270 000 druhů živočichů na Zemi je 60 domestikováno. Nyní se téměř všeobecně věří, že každý domestikovaný druh zvířete pochází pouze z jednoho divokého předka. Domestikované formy, které jsou vzhledově velmi odlišné a mají také různá jména (jednohrbý – dvouhrbý velbloud, skot), mají opravdu většinou stejnou divokou podobu jako předek. Na jedné straně přináší domestikace lidstvu mnoho výhod, na straně druhé však i závažně způsobené neustálou péčí o zvířata (Hinrich, 2006)

1.1.1 Domestikace skotu

Předkem tura domácího (*Bos taurus*) byl divoký předek pratur (*Bos primigenius*) (Hinrich, 2006). Pratuři u nás pobývali ještě do nedávné doby. Vyhubeni byli v Polsku v 17. století (Sychra, 2012). Domestikaci skotu, můžeme řadit mezi důležité kroky v dějinách lidstva. Vedla k obrovským změnám v potravě, chování a socioekonomické struktuře mnoha populací. K zdomácnění došlo před 11 tisíce lety (Beja-Pereira, 2006). Domestikace skotu poskytla spolehlivý zdroj potravy, mléka a dalších produktů, jako jsou kůže a rohovina. Kromě toho domestikace skotu lidem umožnila také rozvoj usedlých zemědělských společností a umožnila růst složitých lidských civilizací. Skot byl také využíván k orbě a dopravě a v některých společnostech se k těmto účelům využívá dodnes (Moyo, 2010).

1.1.2 Domestikace koz

Evoluční biologie ukazuje, že koza byla domestikována asi před 10 000 lety, někdy během raného neolitu. Domestikace byla spojována se třemi nejstaršími civilizacemi: Nil v severovýchodní Africe, Tigris-Eufrat v západní Asii a Indus na indickém subkontinentu. Archeologické studie ukazují, že koza byla nejprve domestikována v oblasti východního Středomoří „Úrodného půlměsíce“ (dnešní Irák, Sýrie, Libanon, Jordánsko, Izrael, Egypt a Turecko). Tato země se rozprostírá mezi Černým a Kaspickým mořem a kříví se jako půlměsíc směrem k Perskému zálivu) (Uxová, 2016). Při domestikaci divokých koz se postupem času vlivem přírodních podmínek a různých způsobů chovu objevila odlišná plemena koz, která se od sebe liší tvarem těla a užitkovostí. Kozy poskytují maso, mléko, kůži a v některých oblastech i cennou srst. Mezi evropskými plemeny vynikají švýcarské kozy zejména svým objemným tělem a velmi dobrou mléčnou produkcí, která dala vzniknout celé řadě evropských plemen dojných koz. Africkému kontinentu dominují masná plemena. Mohér a kašmír je pro některé indické a čínské kozy velmi důležitým a ceněným produktem (Fantová, 2010).

1.1.3 Domestikace prasat

Podle Rothschild a Ruvinsky (2011) jsou 2 způsoby, kde a kdy byla prasata domestikována. První možností je, že prase bylo postupně domestikováno divočákem v období neolitu kolem roku 9000 před naším letopočtem, a že domestikace proběhla na několika geograficky izolovaných místech, zejména na Blízkém východě a v Číně. Takto raně domestikovaní jedinci se rozšířili do dalších částí světa s spolu s prvními farmáři.

Další možností je, že k domestikaci došlo nezávisle v několika geografických oblastech jiných než Čína a Blízký východ, jako je neolitická Evropa a Japonsko. Přestože k první domestikaci došlo před 9000 lety, prase se stále může křížit s divokým prasetem (Goedbloed, 2013). Prasata jsou velmi přizpůsobivá zvířata, která mohou přežít v mnoha různých prostředích. Konzumují rostliny i maso. Prasata jsou velmi společenská zvířata, která žijí ve skupinách zvaných stáda nebo tlupy. Vyskytují v různých odrůdách, ale všechna mají stejné základní tělesné znaky (Caras, 1999).

1.1.4 Domestikace ovčí

Ovce jsou domestikovaná zvířata, což znamená, že byly vyšlechtěny pro lidi. Ovce byly poprvé domestikovány v oblasti úrodného půlměsíce na Blízkém východě přibližně před 11 000 lety (Zeder, 2008). Předkové moderních ovčí byli malí a měli dlouhé nohy s kopyty jako jeleni. V novém prostředí se jim příliš nedařilo přežít, protože se nedokázaly přizpůsobit konzumaci travin a keřů, které zde rostly. Lidé si všimli, že ovce žerou rostliny, které jiná zvířata nežerou, a tak lidé začali tato zvířata chovat jako domácí nebo hospodářská zvířata. Během procesu domestikace člověk přemístil zvířata z volné přírody do prostředí v zajetí a změnil jejich morfologii, chování a genetiku. V případě ovčí domestikace a následná selekce prováděná jejich ošetřovateli po tisíce let vytvořila spektrum plemen specializovaných na produkci vlny, mléka a masa (Kijas, 2012).

2 Identifikace hospodářských zvířat

V případech, kdy jsou různé druhy zvířat domestikovány pro různé účely, je práce s identifikací hospodářských zvířat nesmírně důležitá. Od doby 3900-1700 př. n. l. existuje řada způsobů označování zvířat. Vzhledem k tomu, že existuje široká škála druhů domácích zvířat a plemen. V dávných dobách se hospodářská zvířata často označovala cejchem, ušním znakem nebo jiným fyzickým označením. Tyto metody se používaly k identifikaci a rozlišení zvířat a také k určení vlastnictví (Evans, 2005).

Chov dojnic se za posledních 50 let stal náročnější z hlediska chovatelského i technologického v důsledku rostoucí velikosti stád, mechanizovaných dojíren a automatizovaných systémů krmení. Pro chovatele dojnic je s rostoucí velikostí stáda náročné vybavit si a zaznamenat všechny specifické informace o jedné krávě. Systémy pro automatickou identifikaci mohou zemědělci pomoci při efektivnějším řízení farmy (Wim Rossing 1999). Mnoho způsobů identifikace bylo proveditelných a používaných k prospěšným a produktivním účelům. Požadavek na přesné a spolehlivé metody identifikace zvířat se vyvíjel s rozvojem civilizace z různých důvodů, včetně obchodu s hospodářskými zvířaty, prevence podvodů a možnosti vysledovat zvířata a produkty až k jejich původu. Dnes se identifikace hospodářských zvířat běžně provádí pomocí kombinace metod, včetně ušních značek, tetování, vizualizace a identifikace pomocí obrazu a značek RFID. Tyto metody se používají k různým účelům, včetně kontroly nemocí, sledovatelnosti a bezpečnosti potravin (Eradus, 1999). Potřeba sledovatelnosti v potravinovém řetězci mezi spotřebiteli, obavy o zdraví zvířat a rostoucí celosvětový obchod přispěly v posledních letech k významu systémů identifikace hospodářských zvířat. V mnoha zemích byly zavedeny povinné systémy identifikace a sledovatelnosti, aby se zlepšila prevence nemocí a bezpečnost potravin. U některých druhů je již v mnoha zemích vyžadována radiofrekvenční identifikace (RFID) každého kusu skotu (Smith, 2008). Například Austrálie zavedla v roce 1999 systém identifikace a sledovatelnosti hospodářských zvířat pomocí RFID (NLIS), aby splnila požadavky Evropské unie na dovoz masa. Systém se stal povinným v červenci 2005 pro skot, v USA je elektronická identifikace dobrovolným programem (NAIS), který funguje od roku 2002, a některé státy, například Michigan, oficiálně zahájily elektronické sledování zvířat v březnu 2007. Od července 2010 je identifikace skotu pomocí RFID povinná i v Kanadě (Barge, 2013).

Například nařízení EU o identifikaci a registraci skotu, které vstoupilo v platnost v roce 1996, nařizuje, aby byl veškerý skot opatřen zvláštním identifikačním číslem, které usnadní jeho vysledovatelnost. Později byla působnost tohoto předpisu rozšířena na všechna hospodářská zvířata (European Commission, 2017).

Přestože jsou systémy identifikace hospodářských zvířat široce využívány, stále existují potíže a omezení při jejich používání, jako je cena technologie a požadavek na jednotné systémy v jednotlivých zemích.

V dnešní době rozdělujeme identifikaci hospodářských zvířat na vizuální a elektronickou. Sledovatelnost je definována jako systém, který je schopen udržovat důvěryhodnou identifikaci zvířat nebo živočišných produktů v různých fázích potravinového řetězce, od farmy až po maloobchodníka (McKean, 2001). Používání systémů identifikace a sledovatelnosti hospodářských zvířat má důležité důsledky pro dobré životní podmínky zvířat a životní prostředí. Účinné sledování pohybu zvířat může pomoci zabránit šíření nemocí, jako je slintavka a kulhavka, a snížit potřebu vybíjení zvířat. Může také poskytnout důležité informace pro vyšetřování ohnisek nálezů a pomoci při vývoji kontrolních strategií (Doležal, 2015). Kromě toho mohou systémy sledovatelnosti pomoci zlepšit životní podmínky zvířat tím, že zajistí, aby se se zvířaty v celém dodavatelském řetězci zacházelo humánně, a aby produkty získané ze zvířat neobsahovaly kontaminující látky a splňovaly etické normy. Tyto nové technologie můžeme využít k podpoře udržitelného zemědělství a ochraně životního prostředí. Umožňují totiž sledovat používání vstupů, jako jsou krmiva, léky a další produkty, a také sledovat odpady a emise (Dalvit, 2007)

2.1 Vizuální identifikace

Vizuální identifikace hospodářských zvířat zahrnuje použití fyzických charakteristik nebo znaků k identifikaci jednotlivých zvířat.

2.1.1 Vzorky srsti

Vzorky srsti označují jedinečné vzory srsti nebo chlupů na zvířeti a lze je použít jako metodu vizuální identifikace. Tato metoda je založena na myšlence, že vzory srsti nebo chlupů na zvířeti jsou pro daného jedince jedinečné a nelze je duplikovat, podobně jako se k identifikaci osob používají otisky prstů (Bergman 2004).

Pro využití vzorů srsti k identifikaci je důležité mít jasné a podrobné záznamy o vzorech na každém zvířeti. To může zahrnovat pořízení fotografií nebo náčrtků vzorů

srsti a jejich uložení do databáze. Při identifikaci zvířete se vzor srsti porovná se záznamy v databázi a určí se jeho totožnost.

Určení živočišného druhu lze provést na základě mnoha znaků včetně morfologie živočišných pozůstatků, zejména srsti a kostí. Například morfologie kosti může být použita jako nástroj k rozlišení savčích a nesavčích druhů. Morfologie chlupů je dalším důležitým nástrojem, který lze použít k identifikaci živočišných druhů. U různých savců byly popsány čtyři hlavní typy chlupů, z nichž ochranný chlup je nejdůležitější pro rozlišení různých živočišných druhů (Ahmed, 2018).

Při genetickém zkoumání se využívá mitochondriální DNA z chlupového stvolu a nukleární DNA z kořínku chlupu. Pomocí tohoto rozboru můžeme kromě živočišného druhu zjistit i barvu srsti, krevní skupinu nebo projevy některých nemocí. (Humpoláková, 2019)

2.1.2 Značkování:

Po celou historii lidé používali značky k rozlišení dobytka. Značky se k identifikaci zvířat používají již více než 4 000 let. Skot a další hospodářská zvířata se značkovala již od roku 2000 př. n. l. Slovo "maverick", které původně označovalo neoznačené tele, je odvozeno od texaského rančera Samuela Augusta Mavericka, který se po americké občanské válce rozhodl, že když má všechen ostatní dobytek cejchování, bude se ten jeho odlišovat tím, že nebude mít cejchování žádné.

Více než 4000 let staré egyptské nástěnné malby a náhrobky, stejně jako jeskynní malby z doby kamenné a rané doby bronzové v jihozápadní Evropě zobrazují značkový dobytek. V minulosti se značky malovaly barvou nebo borovicovým dehtem. Později, když se obrovská stáda dobytka hnala na sever na trh, se používaly značky z rozžhaveného železa (Rajaram 2012).

Cejchování zahrnuje označování hospodářských zvířat žhavým železem, čímž se vytvoří trvalý identifikační znak. Jedná se o běžnou metodu vizuální identifikace v hovězím a mlékárenském průmyslu. Tento způsob identifikace zvířat, se často používá v kombinaci s dalšími metodami identifikace, jako jsou ušní známky nebo tetování, aby byla zajištěna přesná a spolehlivá identifikace každého zvířete. Je důležité mít jasné a podrobné záznamy o cejchování každého zvířete a používat standardizované symboly cejchování, aby se minimalizovalo riziko záměny nebo chyby. (Huhtala, 2007)

2.1.3 Tetování

Tetování je tradiční způsob trvalé identifikace hospodářských zvířat, který se využívá napříč různými druhy zvířat. Tento proces spočívá v aplikaci identifikačního čísla a písmen na kůži zvířete, obvykle do ucha, a použití nesmazatelného inkoustu pro jeho trvalost.

Kleště s raznicemi, které připomínají ostré jehly, jsou použity k nanášení tetování na kůži zvířete. Před aplikací se místo tetování očistí alkoholem a poté se aplikuje inkoust a tetování se vtiskne do kůže. Po zahojení ucha se trvalé tetování stává viditelným.

Hlavní nevýhodou tetování je, že zvíře musí být během procesu poměrně pevně připoutáno a chovatel musí být v těsné blízkosti ucha, aby mohl tetování přečíst. Dále může tetování s časem vyblednout a roztáhnout se, což ztěžuje jeho čtení a rozpoznání. Trvalost tetování je však jeho hlavní výhodou. (Neary 2002)

2.1.4 Vroubování uší

Vroubování uší je běžnou metodou identifikace prasat v chovu. Tato technika spočívá ve vyříznutí kousku ucha prasete do tvaru písmene V na předem určeném místě, které odpovídá číslu vrhu a číslu jednotlivého prasete. Tato metoda umožňuje jednoduchou identifikaci prasat na základě čísel vrhu a čísel jednotlivých prasat. Nicméně, nevýhodou tohoto procesu je, že prasata musí být zraněna a držena, aby byla identifikována, což může být problematické pro vztahy s producenty (Silveira 2013).

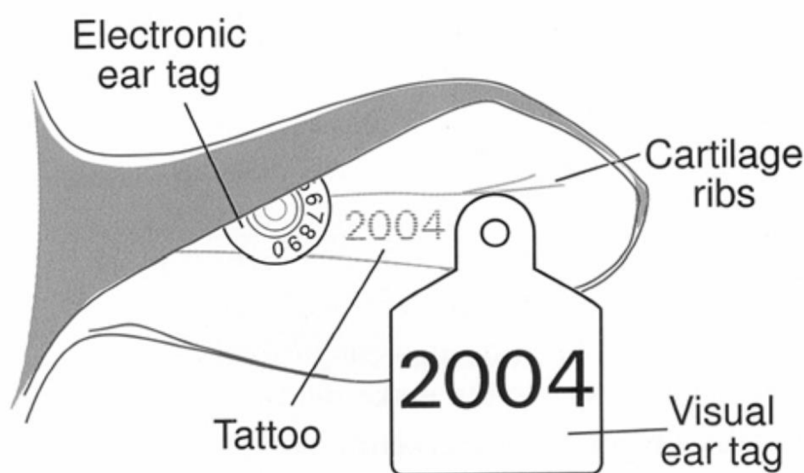
2.1.5 Ušní známky

Ušní známky jsou jedním z nejběžnějších způsobů identifikace hospodářských zvířat, jako jsou ovce, kozy a prasata. Jsou navrženy tak, aby byly odolné a měly dlouhou životnost, což je ideální pro použití v drsných a náročných podmínkách. Díky široké škále provedení a velikostí jsou vhodné pro jakýkoli druh zvířat bez ohledu na velikost nebo tvar. Používání ušních známek umožňuje rychlou vizuální identifikaci zvířat na dálku, což je ideální pro velké stádo, kde je čas rozhodujícím faktorem. Jsou také relativně levné v porovnání s jinými metodami identifikace, jako je cejchování nebo tetování (Neary 2002).

Existují však také některé nevýhody použití ušních známek. Jejich aplikace na ušní lalůček zvyšuje riziko ztráty zvířete v důsledku zamotání do keřů, plotů nebo stromů. Dalším problémem je snadné odstranění značek, což je praktika používaná při

různých podvodných činnostech týkajících se identifikace zvířat. V případě ztráty značky je třeba aplikovat novou, což nejenže způsobuje další administrativní práci, ale také má negativní dopad na pohodu zvířete, které musí znovu podstoupit propíchnutí ucha.

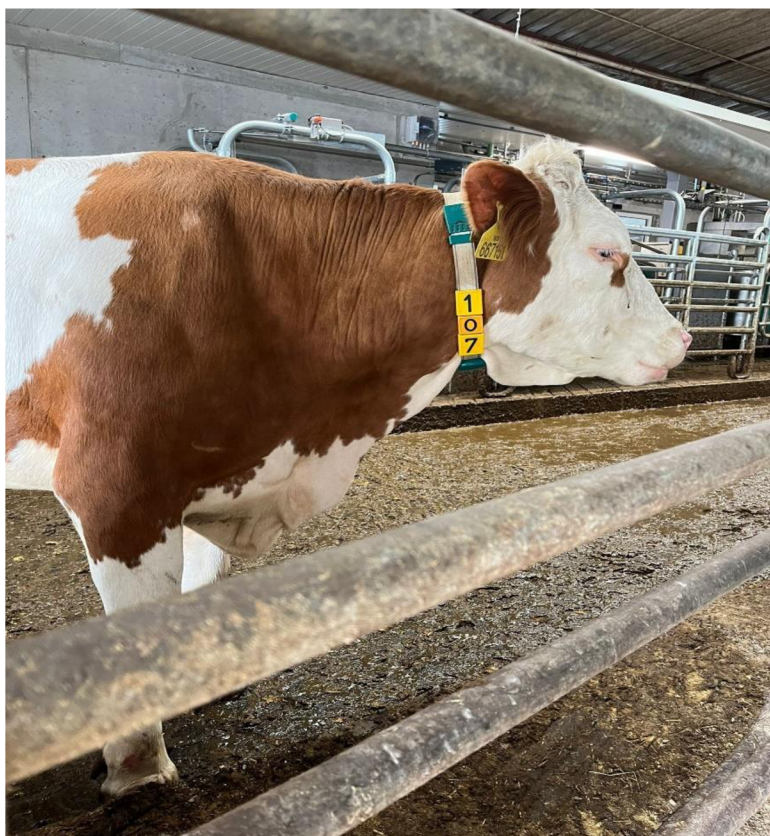
Celkově jsou ušní známky flexibilní, nákladově efektivní a spolehlivou metodou vizuální identifikace hospodářských zvířat. Poskytují jednoduchý a účinný způsob správy velkých stád a zajišťují přesné a včasné informace o zdraví a dobrých životních podmínkách jednotlivých zvířat. Měly by být však používány s opatrností a zvážením vzhledem k možným nevýhodám (Vaintrub, 2021).



Obrázek 1 Správné umístění vizuálního a elektronického ušní značky v levém uchu (Evens, 2005)

2.1.6 Krční pásy

Nákrčníky jsou podobné ušním známkám, avšak nosí se na krku zvířete a slouží k identifikaci velkých přežvýkavců, jako je skot. Používají se ke sledování pohybu a řízení zvířat a poskytují vizuální identifikátor. Výhodou nákrčníků je zvýšená viditelnost, flexibilita a odolnost, což je důležité pro chov hospodářských zvířat. Nákrčníky jsou také vhodné pro použití u různých plemen a velikostí skotu a mohou být použity ke sledování zdravotního stavu a dobrých životních podmínek. Mezi nevýhody patří riziko zranění a obtížná čitelnost ve špinavých nebo vlhkých podmínkách. Dále má nákrčník omezený prostor pro informace, což může ztížit rychlou a přesnou identifikaci zvířat. Je důležité poznamenat, že vizuální metody identifikace nemusí vždy poskytovat spolehlivou identifikaci a mohou být kombinovány s jinými metodami, jako je kódování nebo značkování (Akroh Industries, 2023)



Obrázek 2: Krční pásek od firmy GEA (vlastní foto)

2.2 Elektronická identifikace

Elektronickou identifikací hospodářských zvířat se rozumí používání elektronických zařízení, jako jsou RFID (Radio-Frequency Identification) značky nebo mikročipy, k identifikaci a sledování jednotlivých zvířat ve stádě nebo hejnu. Identifikační údaje jsou uloženy v elektronickém zařízení a lze k nim snadno přistupovat pomocí čtečky. Čip se ke zvířeti připevní pomocí ušní známky, bolusu, podkožního implantátu, elektronického pásku na noze nebo na krku a nově i pomocí kamer (Ocak, 2013).

Tato technologie se v posledních letech stává stále populárnější díky svým výhodám při zlepšování sledovatelnosti zvířat, kontrole nemocí a celkovém řízení stáda.

Elektronická identifikace hospodářských zvířat (EID) je proces, při kterém jsou jednotlivá zvířata označena unikátním číslem nebo kódem, který je uložen v elektronické podobě v mikročipu nebo jiném zařízení. EID se využívá především v chovu dobytka, ovcí, prasat a drůbeže. V Evropské unii je EID povinná pro dobytek, ovce a kozy od určitého věku, aby se zajistilo jejich sledování a zabezpečení ochrany zdraví a bezpečnosti potravin. Elektronická identifikace může zemědělcům a majitelům zvířat poskytnout informace, jako je věk, plemeno, pohlaví, hmotnost a zdravotní anam-

néza zvířete, což pomáhá zlepšit rozhodování a snížit riziko propuknutí nákazy. Jednou z hlavních výhod systému EID hospodářských zvířat je, že umožňuje přesnější a efektivnější sběr dat, což může zlepšit řízení hospodářských zvířat a jejich produktivitu. Zemědělci mohou například pomocí systémů EID sledovat přírůstky hmotnosti a spotřebu krmiva jednotlivých zvířat, což může pomoci určit nejefektivnější a nejvýnosnější zvířata k chovu nebo prodeji. Usnadňuje také sledování a dohledatelnost zvířat pro účely bezpečnosti potravin a biologické bezpečnosti, čímž pomáhá zajistit, aby se do potravinového řetězce dostávala pouze zdravá zvířata (Schroeder, 2012).

Kromě toho může používání elektronické identifikace pomoci zlepšit životní podmínky zvířat tím, že zajistí přesnější vedení záznamů a umožní zemědělcům účinněji sledovat jejich zdraví a pohodu. Pomáhá také zajistit, aby byl pohyb zvířat řádně zdokumentován, čímž se snižuje riziko nelegálního obchodování a krádeží.

Celkově je elektronická identifikace cenným nástrojem pro chovatele hospodářských zvířat, praktické veterinární lékaře a majitele zvířat, protože poskytuje pohodlný a účinný způsob identifikace a sledování zvířat pro různé účely (Erasmus, 1999).

Dalším významným přínosem EID je lepší sledování výkonnosti jednotlivých zvířat. Chovatelé mohou sledovat produkci mléka, kvalitu masa, přírůstek hmotnosti a další údaje, které jsou důležité pro hodnocení výkonnosti jednotlivých zvířat a celkovou efektivnost chovu. Tento přístup umožňuje chovatelům identifikovat zvířata s vysokou úrovní genetické odolnosti vůči určitým nemocem nebo s výraznými výkony, což může pomoci při rozhodování o výběru reprodukčních partnerů a při výběru zvířat pro další chov.

EID také přináší výhody pro úřady a další zainteresované strany, protože usnadňuje kontrolu kvality potravin, sledování dodržování hygienických a veterinárních předpisů a sledování pohybu zvířat pro účely tržní regulace. EID přispívá ke zvýšení kvality potravin a zabezpečení bezpečnosti potravin, což je pro chovatele, zpracovatele a spotřebitele velmi důležité (Madec, 2001).

2.2.1 Identifikace ve světě

Sledovatelnost chorob zvířat, tzn. vědět, kde jsou nemocná a ohrožená zvířata, kde a kdy byla, je důležité pro zajištění rychlé reakce v případě epidemie onemocnění zvířat. Ačkoli sledovatelnost zvířat nezabrání ohniskům, účinný a přesný systém sledování snižuje počet zvířat a čas potřebný k reakci na vyšetřování nákazy. Rychlá reakce snižuje ekonomický dopad na vlastníky a dotčené komunity (Trevarthen, 2007).

2.2.2 Komplexní cíle pro zvýšenou sledovatelnost

Komplexní systém sledování nemocí zvířat je naší nejlepší obranou proti ničivým nemocem. USDA se zavázala k implementaci nejmodernějšího systému, který sleduje zvířata od narození až po porážku, pomocí cenově dostupné technologie k rychlé identifikaci nemocných a rizikových zvířat, aby se zabránilo šíření nemocí. V září 2018 stanovilo USDA tři obecné cíle pro zvýšení sledovatelnosti. Tyto cíle jsou:

1. Podporovat elektronické sdílení informací mezi federálními a státními veterinárními agenturami, veterináři a průmyslem; včetně sdílení základních údajů o sledování onemocnění zvířat s federálním úložištěm událostí v oblasti zdraví zvířat.
2. Používat elektronické identifikační štítky pro zvířata vyžadující jednoznačnou identifikaci ke zlepšení přenosu dat
3. Zlepšit schopnost sledovat zvířata od narození až po porážku prostřednictvím systému, který umožňuje propojení datových bodů sledování, a zlepšit diskuse se státy a průmyslem za účelem vytvoření systému, kde soukromí veterináři elektronicky předkládají veterinární osvědčení státním veterinárním úřadům.

Dne 9. ledna 2013 zveřejnilo USDA konečné pravidlo (9 CFR část 86) nazvané „Vysledovatelnost mezistátního stěhování skotu“. Toto pravidlo stanoví oficiální požadavky na identifikaci hospodářských zvířat a dokumentaci pro určité mezistátní přesuny zvířat (Aphis, 2015).

2.2.3 EID hospodářských zvířat a precizní zemědělství

Technologie precizního chovu hospodářských zvířat (PLF) automatizují chov hospodářských zvířat pomocí principů procesního inženýrství. To umožňuje zemědělcům monitorovat velké populace zvířat z hlediska zdraví a dobrých životních podmínek, rychle identifikovat problémy s konkrétními zvířaty, a dokonce předvídat problémy dříve, než nastanou, na základě předešlých údajů (Benjamin, 2019). Monitorování chování skotu, detekce vokalizace u prasat, jako je křik, pozorování kašle u různých druhů k odhalení respiračních onemocnění a identifikace březosti skotu na základě změn tělesné teploty jsou některé příklady nedávného vývoje technologií PLF. Technologie PLF mohou zemědělcům pomáhat při sledování infekčních chorob postihujících chovy zvířat a zvyšovat tak zásobování potravinami a jejich bezpečnost. V konečném důsledku technologie PLF má za úkol zlepšit zdraví a pohodu zvířat a zároveň

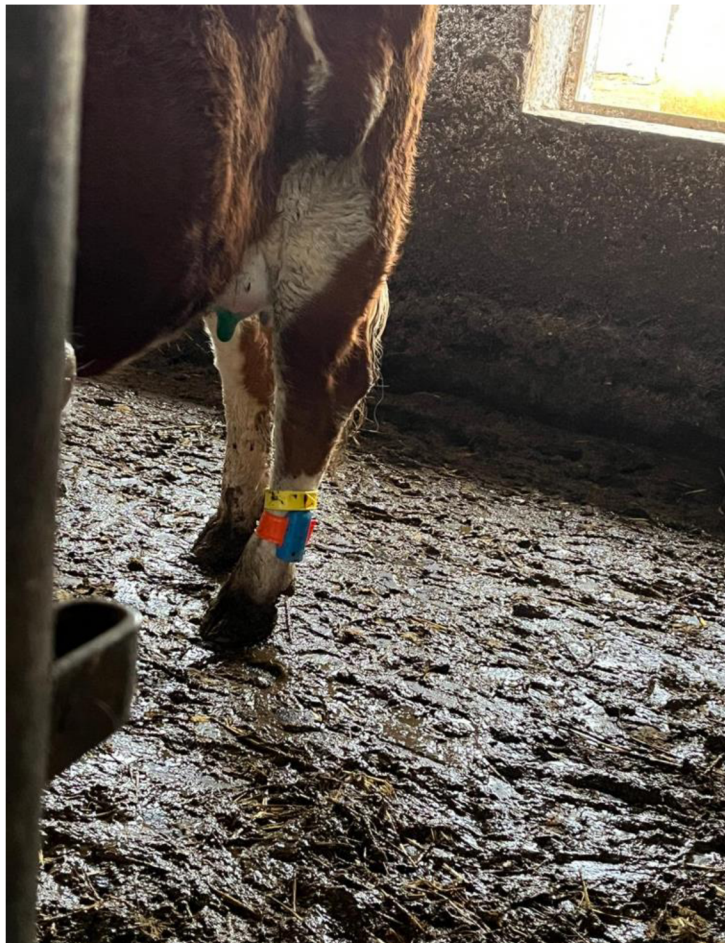
sníží obavy o bezpečnost potravin a maximalizuje efektivní využití zdrojů (Neethirajan, 2021).

Použití technologií PLF, zejména biometrických senzorů, by podpořilo důsledné, objektivní a rutinní sledování dobrých životních podmínek zvířat v reálném čase, což by zemědělcům umožnilo rychle identifikovat problémy a zavést preventivní opatření, aby se předešlo závažným selháním. Technologie precizního chovu hospodářských zvířat umožňují neinvazivní odběr vzorků, což zemědělcům a výzkumným pracovníkům umožňuje shromažďovat užitečné údaje pro řešení problémů v oblasti welfare. Proaktivnější a personalizovanější přístup ke zdraví zvířat by podle technologie PLF v konečném důsledku vedl ke snížení poptávky po léčivých přípravcích, zejména antibiotik (Neethirajan, 2017).

Existuje několik možností elektronické identifikace hospodářských zvířat, z nichž každá má své výhody a nevýhody. V současné době se můžeme potkat s šesti typy prostředků pro elektronickou identifikaci zvířat. Tyto typy se nazývají: elektronické ušní známky, injektovatelné mikročipy, bolusy, elektronické obojky a pásy na nohu (obrázek číslo 3 a 4) a poslední identifikace pomocí obrazu.



Obrázek 3: Pásek přes nohu s identifikačním čipem uvnitř (vlastní foto)



Obrázek 4: Elektronická identifikace umístěna páskem na nohu (vlastní foto)

2.2.4 Elektronické ušní známky

Jedná se o známky, které se umístí na ucho zvířete a obsahují elektronický čip, který lze přečíst pomocí ruční nebo stacionární čtečky. Elektronické ušní známky se běžně používají u skotu, ovcí a koz. Výhodou elektronických ušních známek je, že se snadno aplikují a odstraňují, nevyžadují chirurgický zákrok ani anestezii a lze je přečíst na dálku. Jsou také relativně levné a lze je použít k uložení velkého množství informací o zvířeti. Mohou se však poškodit nebo ztratit a elektronická součást může časem selhat nebo se stát nečitelnou. (Barge, 2013).



Obrázek 5: Elektronická ušní známka s protikusem (vlastní foto)

2.2.5 Injektovatelné mikročipy

Na obrázku číslo 4. můžeme vidět elektronický mikro čip s injekční a sterilní jehlou, které se zvířeti implantují pod kůži. Mikročipy se běžně používají u větších zvířat. Výhodou mikročipů je, že jsou trvalé, nevyžadují údržbu ani výměnu a nelze je ztratit ani poškodit. Jsou také malé a nenápadné a lze je přečíst pomocí ručního skeneru (Merks 1990).

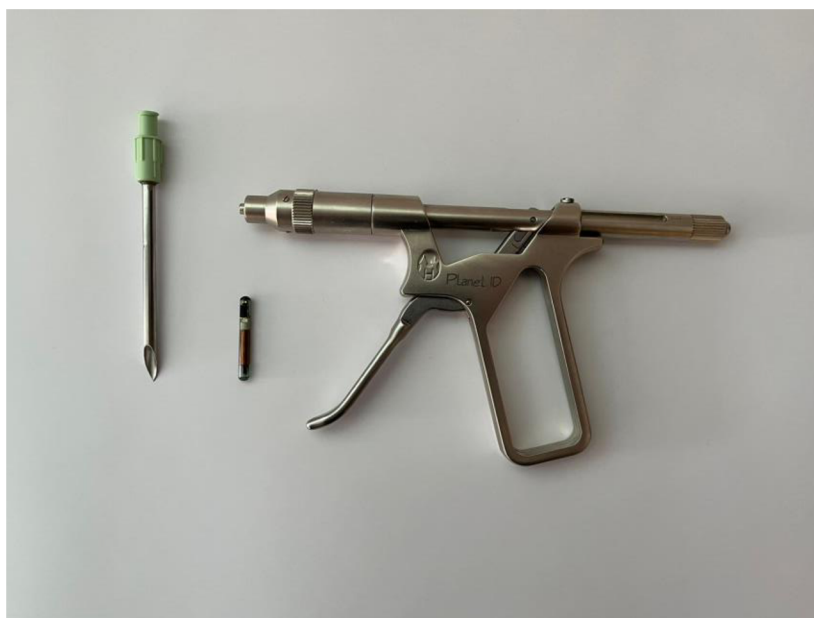
Mikročipy jsou formou elektronické identifikace, která poskytuje spolehlivý a proti manipulaci odolný způsob identifikace zvířat. Čipy jsou velké asi jako zrnko rýže a obsahují jedinečné identifikační číslo, které lze přečíst pomocí skeneru. Mikročipy jsou obvykle vyrobeny z biokompatibilních materiálů, jako je sklo nebo polymer, které jsou bezpečné pro použití u zvířat a nezpůsobují nežádoucí reakce (Huber, 2004)

Mikročipy lze použít také u identifikace hospodářských zvířat, i když se používají méně často než ušní známky nebo jiné formy identifikace. Mikročipy jsou užitečné zejména u koní, kde lze identifikační číslo propojit s registračními a chovnými záznamy. Mikročipy lze také použít k identifikaci a sledování exotických zvířat nebo volně žijících živočichů pro účely ochrany přírody nebo výzkumu. (Caja 2005).

Jednou z výhod mikročipů je, že poskytují trvalou identifikaci, kterou nelze ztratit nebo poškodit. Na rozdíl od ušních značek nebo jiných forem identifikace nevyžadují mikročipy výměnu ani údržbu a neovlivňují je ani nepříznivé povětrnostní podmínky nebo hrubé zacházení. Mikročipy jsou také malé a nenápadné, takže představují diskrétní formu identifikace, která nenarušuje chování ani vzhled zvířat.

Implantaci musí provést vyškolený odborník, například veterinární lékař nebo veterinární technik. Mikročipy navíc mohou časem migrovat z původního umístění, což ztěžuje jejich nalezení nebo přečtení. To může být problém u větších zvířat nebo zvířat s velkým množstvím svalové nebo tukové tkáně.

Souhrnně lze říci, že mikročipy jsou spolehlivou a trvalou formou elektronické identifikace, kterou lze použít pro různé druhy zvířat. Jejich výhodou je stálost, spolehlivost a nenápadnost, vyžadují však chirurgickou implantaci a mohou časem migrovat (Bergqvist, 2015).



Obrázek 6: Podkožní implantát se sterilním pouzdem a inžektáží pistolí (vlastní foto)

2.2.6 Bolusy

Bolusy mohou uchovávat velké množství informací, včetně identifikačního čísla zvířete, zdravotní historie a dalších údajů. Jednou z hlavních výhod bolusů je, že poskytují

trvalou identifikaci, která nevyžaduje operaci ani anestezii. Jsou také relativně levné a nevyžadují údržbu ani výměnu. Velká obava u bolusů je však riziko jejich uvíznutí v trávicím traktu. Pokud bolus uvízne v jícnu nebo jiné části trávicího systému, může způsobit vážné zdravotní problémy nebo dokonce smrt. Bolusy lze také obtížně lokalizovat nebo přechíst, pokud se pohybují v trávicím traktu, což může ztížit jejich identifikaci (Huber, 2004).

Bolusy jsou typem elektronického identifikačního zařízení, které zvíře pozře a zůstává v bachoru nebo žaludku. Běžně se používají u skotu, ovcí a koz. Tento systém identifikace obvykle obsahuje jedinečné identifikační číslo, které lze přechíst pomocí stacionární čtečky umístěné v blízkosti zvířete. Identifikační číslo lze použít ke sledování zdravotního stavu zvířete, historie chovu a dalších důležitých informací. (Ghirardi, 2006).

Bolusy navíc nejsou vhodné pro všechny druhy zvířat, protože některé druhy je mohou mít potíže spolknout.

Celkově jsou bolusy vhodnou možností elektronické identifikace hospodářských zvířat, zejména v situacích, kdy je požadována trvalá identifikace a kdy není možné provést chirurgickou implantaci. Je však důležité pečlivě zvážit rizika a výhody bolusů a zajistit, aby byly používány vhodně a bezpečně (Caja, 1999).

2.2.7 Elektronické obojky a pásy na nohu

Obojky běžně používají v systémech identifikace hospodářských zvířat a umožňují zemědělcům a chovatelům efektivněji sledovat a řídit svá stáda. Tyto obojky viz. obrázek č. 5 obsahují elektronický štítek, který lze naskenovat nebo přechíst pomocí čtecího zařízení, což zemědělcům umožňuje rychle a snadno identifikovat jednotlivá zvířata.

Používání elektronických obojků pro identifikaci hospodářských zvířat má několik výhod. Elektronické obojky mohou například zemědělcům a chovatelům pomoci rychle identifikovat zvířata, která mohou být nemocná, zraněná nebo potřebují lékařskou pomoc. Mohou také zemědělcům pomoci sledovat informace o chovu, krmné plány a správné řízení plodnosti (Milkplan, 2023).

Jednou z hlavních výhod používání elektronických obojků pro identifikaci hospodářských zvířat je to, že je lze snadno a rychle přechíst pomocí ručního nebo pevného čtecího zařízení viz. obrázek č. 6. To může zemědělcům a chovatelům ušetřit značné množství času a úsilí při řízení jejich stád, protože mohou rychle identifikovat každé

zvíře a získat přístup k důležitým údajům, jako je zdravotní historie, stav očkování a informace o chovu.

Elektronické obojky lze rovněž použít ke sledování zdravotního stavu a pohody jednotlivých zvířat, což zemědělcům a chovatelům umožňuje rychle identifikovat a řešit případné problémy. Elektronický obojek může například obsahovat snímače, které mohou detekovat změny tělesné teploty nebo pohybových vzorců, což může indikovat onemocnění nebo zranění.

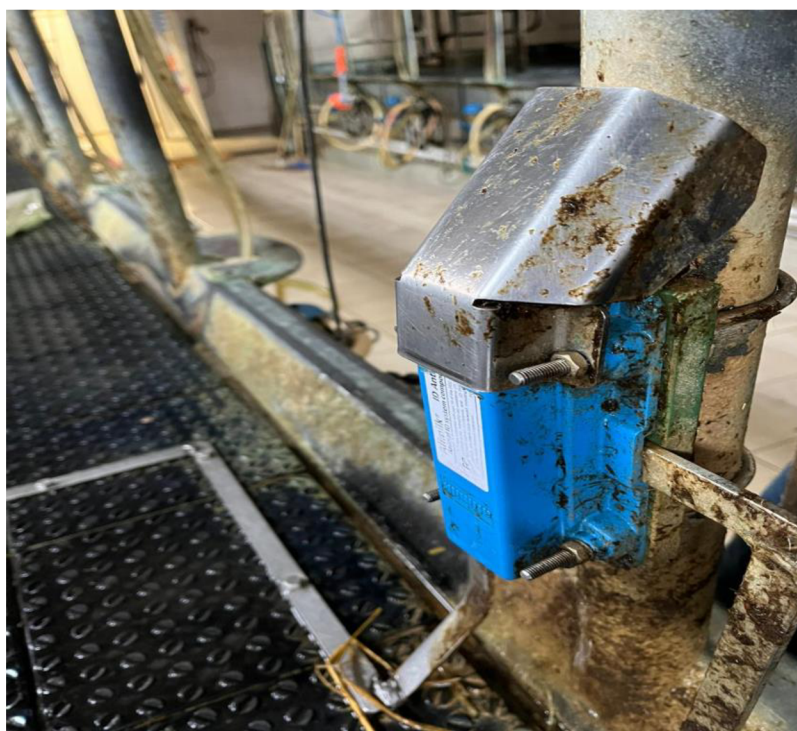
Používání elektronických obojků k identifikaci hospodářských zvířat má však i některé potenciální nevýhody. Někteří zastánci dobrých životních podmínek zvířat například tvrdí, že používání elektronických obojků může zvířatům způsobovat stres nebo nepohodlí, zejména pokud jsou obojky příliš těsné nebo se používají nadměrně. Kromě toho mohou existovat obavy z možného dopadu elektronických identifikačních systémů na chování zvířat a přirozené vzorce pastvy (Afimilk, 2023).

Pro řešení těchto obav je důležité, aby zemědělci a chovatelé používali elektronické obojky a další identifikační systémy odpovědným a humánním způsobem. To může zahrnovat zajištění správného nasazení obojků a jejich pravidelnou kontrolu, zda nevykazují známky opotřebení nebo poškození, zajištění odpovídající výživy a možností pastvy pro zvířata a konzultaci s veterinárním lékařem nebo odborníkem na chování zvířat, pokud existují obavy o dobré životní podmínky stáda.

Celkově mohou být elektronické obojky a další identifikační systémy cenným nástrojem pro řízení chovu hospodářských zvířat, který zemědělcům a chovatelům poskytuje způsob, jak účinněji a efektivněji sledovat a řídit svá stáda. Je však důležité používat tyto systémy způsobem, který je bezpečný, humánní a v souladu se všemi příslušnými předpisy a směrnici (Brehme, 2008).



Obrázek 7: Obojek s elektronickou identifikací uvnitř (vlastní foto)



Obrázek 8: Pevná anténa na dojárně (vlastní foto)

2.2.8 Biometrické systémy identifikace

Sledování zvířat pomocí kamer většinou umístěných nad ohradou se používá hlavně k zajištění stavu zdraví zvířat. Sledování zdraví zvířat může být velmi obtížné a náročné na personální zdroje. S použitím identifikace zvířat pomocí obrazu lze však snadno sledovat jakékoliv změny v chovu, jako je například horečka nebo snížená aktivita. Pokud se takové změny objeví, software umožňuje včasnou diagnózu a léčbu,

což může snížit náklady na zdravotní péči a zvýšit zdravotní stav celého chovu. Rozpoznání obrazu se také využívá k automatickému sběru dat o zvířatech, což snižuje náklady na personál a zvyšuje efektivitu chovu (Cattleeye, 2023). V zemědělském prostředí se pro identifikaci zvířat nejčastěji používají biometrické systémy založené na obličejových rysy, které jsou relativně snadno získatelné a snímají se neinvazivním způsobem. Pro snímání obličejových rysů se používají speciální kamery nebo mobilní aplikace, které umožňují rychlé a spolehlivé získání obrazových dat.

Po získání obrazových dat jsou tyto data digitalizovány a uloženy do databáze, kde jsou porovnávány s uloženými daty zvířete, aby bylo možné zjistit jeho identitu. Tento proces se provádí pomocí sofistikovaných algoritmů rozpoznávání obličejových rysů, které jsou schopny identifikovat zvíře s vysokou přesností a spolehlivostí.

Výhody biometrických systémů identifikace zvířat jsou mnoho. Jednou z nejvýznamnějších výhod je vysoká úroveň spolehlivosti a přesnosti, která umožňuje efektivněji sledovat pohyb zvířat v rámci chovu, a snížit riziko ztráty zvířat. Biometrické systémy také umožňují snadnější sběr dat o zdravotním stavu a výkonnosti zvířat, což může vést k lepšímu plánování chovu a zvýšení produktivity (Cangar, 2008).

2.2.9 Technologie blockchain

Přitahuje v poslední době větší pozornost jako prostředek sledování a identifikace hospodářských zvířat. Sledování pohybu zvířat a jejich produktů v dodavatelském řetězci lze provádět pomocí bezpečné, decentralizované účetní knihy, kterou blockchain nabízí. Kromě pokroku v úsilí o zlepšení bezpečnosti potravin a kontroly nemocí to může zvýšit transparentnost a důvěru v potravinový řetězec.

Využití blockchainu pro identifikaci a sledovatelnost hospodářských zvířat však není bez obtíží, včetně požadavku na standardizované protokoly, obav o soukromí údajů a vysokých nákladů na technologii (Neethirajan, 2021).

2.3 Mezinárodní výbor pro kontrolu užítkovosti (ICAR)

ICAR je mezinárodní nevládní organizace, která poskytuje globální datovou síť obsahující různé metodické pokyny a doporučení. Organizace spolupracuje s různými producenty v živočišné výrobě a sdílí data pro zajištění stability živočišné výroby. Hlavním cílem ICAR je propagace a vývoj technik zabývajících se identifikací zvířat, znamenáváním užítkovosti produkce a hodnocením živočišné produkce (Icar, 2022).

Pracovní skupina ICAR pro identifikaci a registraci zvířat byla založena kolem roku 1980. V roce 1998 byla povýšena na podvýbor ICAR pro identifikaci a registraci

kvůli jejímu rostoucímu významu a skvělým výsledkům v identifikaci a registraci. V roce 2006 byla na základě dohody s ISO vybrána ICAR jako registrační autorita pro elektronická identifikační zařízení na základě norem ISO 11784 a 11785. Z tohoto důvodu ICAR vyvinul nezávislé postupy, jejichž prostřednictvím lze ověřit soulad systémů RFID s normami. Od roku 2007 je ICAR oficiální registrační autorita ISO.

Hlavní zaměření organizace ICAR v oblasti identifikace zvířat:

- Sjednocení pravidel a standardů v oblasti identifikace
- Zajišťuje praktickou realizaci testů a schvaluje identifikační prostředky
- Konzultace pro EU v oblasti identifikace a registrace hospodářských zvířat. (Rosati, 2013)

ICAR v současné době provádí dva druhy testů pro elektronickou identifikaci:

1. Conformity testing: Tento druh zkoušek je třeba použít, pokud je funkce a používání identifikačních zařízení vázáno na jakýkoli úřední předpis. Je to laboratorní test identifikačního zařízení, který má za úkol zjistit shodu transpondéru s pravidly ISO včetně garance kódu výrobce, čtení údajů z transpondéru a ovlivňování dalších prostředků a zařízení na bázi radiofrekvenční identifikace. Také zahrnuje testování parametrů identifikačních prostředků a čteček, jako jsou rozměry, materiál, odolnost, vysílací výkon, frekvence. Tyto testy zajišťuje akreditované centrum ICAR. Pokud identifikační prostředky a čtečky splňují požadavky stanovené v těchto normách, jsou schváleny pro použití v elektronické identifikaci hospodářských zvířat a jsou označeny jako "conform" (v souladu). Pokud nedosáhnou požadovaných standardů, jsou označeny jako "non-conform" (nesoulad) a nejsou schváleny pro použití.
2. Test výkonosti: je povinnou možností pro kontrolu využití identifikačních zařízení v praxi. Test zkouší kvalitu elektronické identifikace v praktických podmínkách. Skládá se z polního a laboratorního testu. Cílem tohoto druhu testování je poskytnout koncovému uživateli, např. zemědělci/vlastníkovi, neutrální informace o zvláštních vlastnostech identifikačních zařízení (Pauw, 2004).

2.3.1 Projekt IDEA 2008

V projektu IDEA v Německu byly porovnávány různé systémy elektronické identifikace na základě aplikace, kvality čtení transpondérů, získání (vracení) transpondérů na jatkách, počtu ztracených identifikačních systémů a byla analyzována oblast ochrany dat. Tabulka 1 ukazuje, že elektronické ušní štítky mají pro uživatele několik výhod. Jedinou nevýhodou je šance ztráty, kde jsou bolusy a injekční transpondéry spolehlivější. Z těchto důvodů farmáři v současnosti preferují elektronické ušní štítky, zatímco univerzity nebo jiné výzkumné společnosti preferují bolusové nebo injekční vysílače. Německý projekt IDEA zjistil, že existují hlášené rozdíly v údajích o rychlosti čtení u stojících a pohybujících se zvířat. Když je zvíře v klidu (stojí), poloha hlavy nebo zadní části zvířete (kýty) se určuje více či méně snadno. V tomto případě je čtecí vzdálenost transpondéru 0,3 - 0,5 m. Požadavek na rychlost čtení není vysoký. Při rozpoznání dynamického procesu, kdy se zvíře pohybuje a je obtížné rozeznat hlavu nebo zadní tělo, je vzdálenost čtení cca 0,5-0,9 m. Požadavek na rychlost čtení je v tomto případě vyšší a je také nutné rozpoznat krávy, které pohybuje se rychlostí asi 3 m/s. Kromě výsledků německého projektu IDEA pojednává tato část o některých experimentech provedených v Německu v oblasti detekce. Slibné je zejména rozšíření funkčnosti transpondérů o teplotní čidla nebo další užitečná zařízení pro uživatele (Bucek, 2010).

Tabulka 1: Srovnání mezi jednotlivými elektronickými systémy identifikace (Bucek, 2010)

Ukazatel	Bolus	Injektovatelný transpondér	Elektronické ušní známky
Aplikace	+	+1	++
Čtení (hand held – ruční pořizovač dat)	-	+	++
Čtení – kontrolní systém	+/-	+	++
Zpětní získání identifikačních prostředků na jatkách	+	-	++
Ztráty identifikačních prostředků	++	++	+
Ochrana dat	+	+	+

++ velice dobré

+ pozitivní

- Negativní

1 pouze školený personál

2.3.2 Normy ISO

Mezinárodní normy ISO 11784 a ISO 11785 uvádějí technické požadavky na systémy radiofrekvenční identifikace (RFID) používané pro sledování a identifikaci zvířat.

Zvířata jsou vybavena transpondéry RFID, které vysílají identifikační kódy zvířat podle normy ISO 11784. Patnáctimístný kód specifikovaný touto normou se skládá z národního kódu, kódu výrobce a konkrétního identifikačního čísla zvířete.

Na druhé straně norma ISO 11785 uvádí technické specifikace pro transpondéry RFID používané při identifikaci a sledování zvířat. Tato norma specifikuje technické a fyzikální vlastnosti transpondérů, včetně rychlosti přenosu dat, modulačního schématu a frekvenčního rozsahu (Floyd, 2015).

Tyto dvě normy společně zaručují interoperabilitu a kompatibilitu systémů identifikace a sledování zvířat založených na RFID mezi jednotlivými státy a výrobci. Běžně se používají při identifikaci domácích zvířat, ochraně zvířat a řízení chovu hospodářských zvířat (Kampers, 1999).

2.3.3 RFID čipy

V RFID je potřeba optické viditelnosti nahrazena požadavkem elektromagnetické viditelnosti. Štítek - obvykle štítek RFID - musí být umístěn tak, aby čtečka mohla štítek aktivovat pomocí elektromagnetických vln a vyhodnotit přijatou odpověď. RFID tag tedy nemusí být umístěn na povrchu předmětů, ale může být umístěn na místě, kde je mnohem lépe chráněn proti případnému úmyslnému či neúmyslnému poškození. Další vlastností související s výše uvedeným bodem je menší citlivost na přesné umístění štítku vzhledem ke čtečce (Rydval, 2006). Čtecí zóna RFID technologie může být poměrně velká – pomocí rámových antén to může být například profil rámu dveří nebo brány. Tag může kdykoliv projít čtecí zónou. Proto lze čtení provádět i bez vědomé spolupráce řidiče. Zjednodušeně řečeno, jednoduše protáhněte označené produkty bránou a etikety se načtou. Ale i u RFID závisí vzdálenost čtení a spolehlivost na tom, jak je anténa štítku RFID vyrovnána s anténou čtečky. Falešné odečty lze prakticky eliminovat umístěním a topologií více čtecích antén nebo použitím čtecího tunelu (Amsler, 2021).

Tyto čipy rozdělujeme do dvou základních kategorií. Jsou to aktivní a pasivní čipy.

Jak již název napovídá, pasivní štítky čekají na signál z RFID čtečky. Čtečka vysílá signál do antény, která odtud pokračuje ve formě vysokofrekvenční vlny. Když je tag ve čtecí zóně, jeho anténa zachycuje energii vysílané vlny. Poté napájí vestavěný

čip štítku, který je schopen odeslat svůj signál zpět do systému RFID. Tento proces se nazývá „zpečný rozptyl“. Vysílaný signál je zachycován anténou čtečky, která interpretuje informace vložené do signálu (Klauz, 2017).

Základní strukturou pasivního RFID tagu je anténa a integrovaný obvod, které jsou již vzájemně propojeny. V takto minimální konfiguraci je lze vyrábět i jako např. samolepky, etikety na roli. Anténa i čip jsou umístěny na tenkém plastovém substrátu a zalaminovány nebo pokryty ochranným materiálem. Tato základní struktura pasivního RFID štítku se nazývá „RFID inlay“. Aby nedošlo k poškození, lze etiketu v závislosti na pracovním prostředí nebo účelu použití také obklopit krytem z plastu, kovu, keramiky a dalších materiálů včetně pryže nebo zapustit do požadované součásti. V takových případech hovoříme o pevném identifikátoru (hard label). Jeho design, velikost a tvar se liší podle konkrétních potřeb (Smiley, 2019).

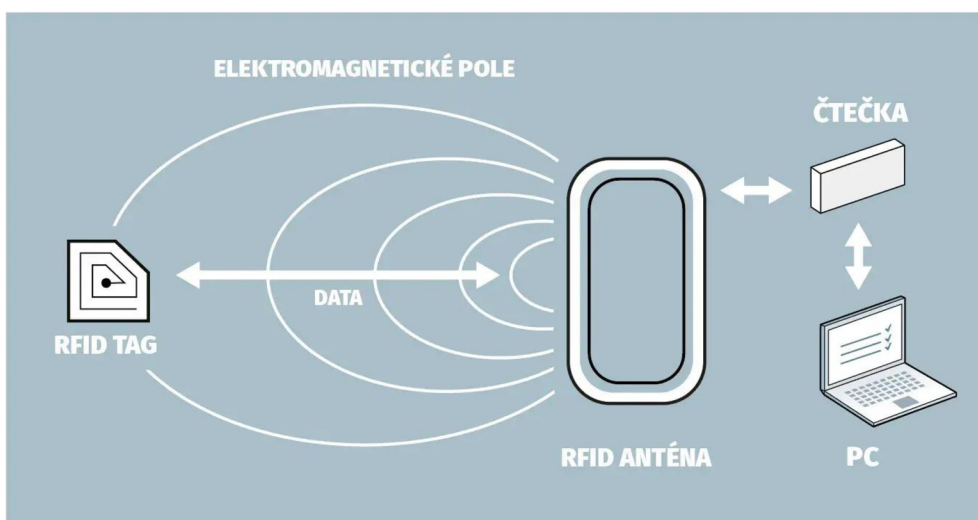
Pasivní RFID štítky pracují v následujících třech frekvenčních pásmech, která ovlivňují čtecí vzdálenost, použitelnost s ohledem na materiál v blízkosti štítku a potenciální aplikace:

1. 25–134 kHz: nízkofrekvenční pásmo (Low Frequency – LF) se vyznačuje velmi dlouhými vlnami a krátkým čtecím dosahem 1–10 cm. Výhodou je, že RFID není tolik ovlivněno vodou a kovy. Používá se pro sledování pohybu u zvířat.
2. 13,56 MHz: vysokofrekvenční pásmo (High Frequency – HF & Near-Field Communication – NFC) má středně dlouhé vlny s typickým čtecím rozsahem od 1 cm do 1 metru. Používá se ve spojení s přenosem dat v aplikacích, jako jsou na příklad přístupové systémy.
3. 865–960 MHz: velmi vysoké frekvenční pásmo (Ultra High Frequency – UHF) vykazuje krátké vlny s vysokou energií, které zajistí velký čtecí rozsah kolem 5–6 metrů, ideálně i přes 30 metrů. Voda a kovy způsobují při těchto kmitočtech problémy (Klauz, 2017).

Aktivní RFID systémy mají tři hlavní části – čtečku, anténu a štítek obrázek č. 7. Na rozdíl od pasivního tagu má aktivní tag vlastní napájení, což umožňuje velký dosah čtení a velkou paměť. Aktivní RFID systémy využívají dvě frekvenční pásma – 33 MHz a 915 MHz. Uživatelské preference, výběr identifikátoru a úvahy o operačním systému obvykle určují, která frekvence se pro konkrétní aplikaci použije. Frekvenční systém 33 MHz je často vybírán, protože má delší vlnovou délku a často obchází problémy s vodou a kovy v daném prostředí. Aktivní štítky jsou napájeny baterií, která

obvykle vydrží 3–5 let, ale když se baterie vybijí, je třeba vyměnit celý štítek (Smiley, 2019).

Vzhledem k tomu, že aktivní RFID štítky se často používají v náročných pracovních prostředích, jsou obvykle vyrobeny velmi robustně, aby vydržely vyšší teploty a vlhkost. Protože mají navíc baterii a elektronické obvody, jsou větší než pasivní štítky. Některé štítky mohou mít dokonce senzory, které monitorují parametry prostředí používané v konkrétní aplikaci. To však zvyšuje výrobní náklady štítku, které jsou několikanásobně vyšší než u pasivního štítku. Z tohoto důvodu jsou aktivní RFID tagy používány hlavně v aplikacích, kde se jedná o drahá zařízení (ESP.CZ, 2020).



Obrázek 9: Aktivní RFID tag (ESP.CZ, 2020)

2.4 Povinné označování v ČR

Českomoravská společnost chovatelů, a.s. zajišťuje zpracování a evidenci objednávek ušních značek používaných pro identifikaci skotu, ovcí a koz na základě pověření Ministerstva zemědělství ČR dle vyhlášky 136/2004 Sb. v upravené podobě. ČMSCH, a.s. přiděluje a eviduje nové sady čísel pro telata, jehňata a kůzlata a zpracovává duplicitní objednávky ušních značek. Zpracované objednávky jsou zasílány jednotlivým dodavatelům, kteří laserem skenují ušní známky a distribuují je (ČMCHS, 2022).

2.4.1 136/2004 Sb.

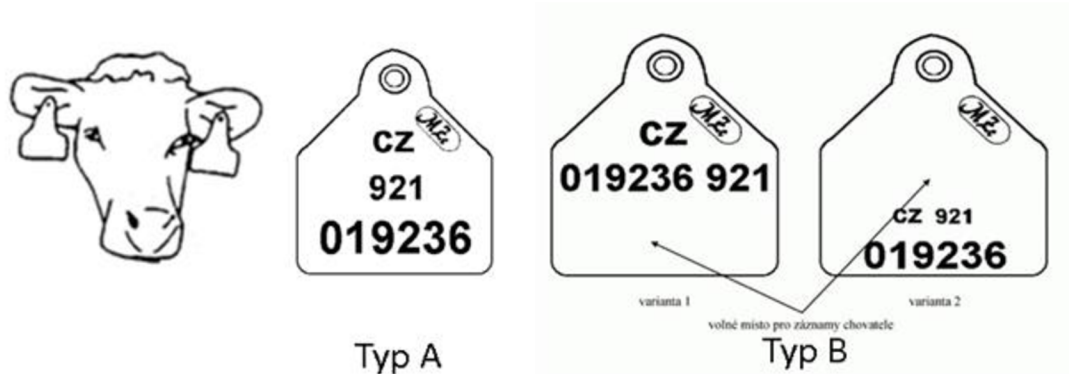
Vyhláška č. 136/2004 Sb. upravuje způsob označování hospodářských zvířat v České republice a stanoví požadavky na technické prostředky, které se při označování používají. Podle této vyhlášky jsou hospodářská zvířata povinna být označena tak, aby byla jednoznačně identifikovatelná. Označení zvířat může být provedeno pomocí ušní známky, tetování nebo mikročipů. Vyhláška specifikuje požadavky na tyto technické

prostředky a jejich umístění na zvířatech. Vyhláška dále upravuje povinnosti chovatelů hospodářských zvířat ohledně evidence o označování zvířat a ukládá jim povinnost vést soupis zvířat včetně jejich označení. V případě úmrtí nebo odchodu zvířete je chovatel povinen vedení evidence aktualizovat (Eagri, 2004).

2.4.2 Označování skotu

Zásady označování skotu jsou určeny dvěma podmínkami. První podmínka se týká býků, kteří musí být označeny plastovými ušními známky, kde se každá dává do jednoho ucha. Druhá podmínka říká, že každé tele musí být trvale označeno dvěma plastovými ušními značkami, jednou pro každé ucho do 20 dnů po narození, do té doby musí chovatel zajistit, aby jeho totožnost byla identifikovatelná. Zvíře však nesmí opustit místo narození dříve, než bude označeno podle podmínky jedna.

Ušní známky rozdělujeme na typ A nebo B. Skot musí mít buď obě známky typu A nebo jednu známku typu A, jednu typu B. Porovnání můžeme vidět na obrázku (Nováková 2017).



Obrázek 10: Ušní známky typ A a typ B (Nováková, 2017)

2.4.3 Označování ovcí a koz

Chovatelé ovcí a koz jsou povinni podle § 23 plemenářského zákona:

- 1) Zaevidovat u pověřené osoby všechna svá hospodářství spolu s identifikačními údaji o své osobě a hlásit veškeré změny nastalé po dni zaevidování.
- 2) Musí vést stájové údaje vydané vyhláškou po dobu nejméně 3 let ode dne posledního záznamu.
- 3) Předávat pracovišti pro vedení ústřední evidence hlášení o narození zvířat, jejich úhynu, ztrátě, a přemístění.
- 4) Oznámit ukončení své činnosti na adresu pověřené osoby.

Zvířata, která jsou určena pro obchodování s Evropskou unií, musí být označena elektronickým identifikátorem, což je bachorový bolus nebo elektronická ušní známka. Z toho plyne, že zvířata pro mimostátní obchodování musí mít jednu elektronickou formu označení a jednu neelektrickou. Pro vnitrostátní obchodování musí být označena stejně jako zvířata pro obchodování v EU nebo pro menší farmáře stačí plastová ušní známka v kombinaci: s druhou plastovou ušní známkou nebo se značkou na spěnce nebo s elektronickým identifikátorem v podobě elektronické značky na spěnce.

Všechna narozená zvířata musí být označena do 6 měsíců, nebo nejpozději do doby před přesunem z hospodářství, kde se narodila (Nováková, 2017)

2.5 Využití v chovu skotu

Pro systémy, které umožňují individuální přístup ke zvířatům, je klíčovým prvkem spolehlivá identifikace každého jednotlivého zvířete. Nejpoužívanějším typem identifikace je v současnosti transpondér, který se upevňuje na obojek a zavěšuje se na krk zvířete (obrázek č. 8). Tento typ identifikace navíc umožňuje snadnou vizuální kontrolu zvířete. Transpondéry jsou nejvíce využívány v chovu skotu, ale existují také varianty, které jsou vestavěny přímo do ušních známek nebo jako implantát. Identifikace zvířete je pak možná pomocí čtecího zařízení spárovaného s anténou. Toto zařízení může být umístěno například v dojících stáncích, krmných automatech nebo selekčních branách. Další možností je použití přenosného čtecího zařízení, které umožňuje nejen identifikaci zvířete, ale také přístup k dalším informacím uloženým v data-

bázi. Využití tohoto systému se vyskytuje jak na tradičních dojárnách, tak i na moderních dojících robotech. Jednoznačná a spolehlivá identifikace zvířat je klíčovým prvkem pro efektivní a bezpečnou správu chovu (Smutný 2015)



Obrázek 11: Krční náramek Afimilk z farmy E (vlastní foto)

2.6 Pedometry

Pedometr (někdy se nazývá krokoměr, vitalimetr, pohybový měřič, respaktoměr) je aktivní prvek, který zaznamenává pohyb zvířat a následně data přenáší přes přijímač antény obrázek č. 10 k počítači. Krokoměr reaguje na zvýšenou aktivitu nebo skákání v období říje. Na obrázku č. 9 je znázorněna elektronická ušní známka s pedometrem, které umožňuje sledovat krokovou aktivitu. Pedometr (též krokoměr) se v chovu krav používá ke sledování pohybu zvířat a získání informací o jejich aktivitě. Pedometry jsou obvykle umístěny na noze krávy a měří počet kroků, které zvíře učinilo během dne. Tyto kroky jsou poté převedeny na data, které poskytují informace o celkové aktivitě zvířete.

Pedometry mohou být buď připevněny na noze krávy, nebo vloženy do speciálního popruhu, který se umístí kolem krku. Některé pedometry jsou vybaveny senzory, které mohou snímat další údaje, jako je třeba teplota, vlhkost a poloha krávy.

Data získaná pomocí pedometrů se používají k určení optimálního času pro inseminaci krav, k monitorování zdraví zvířat, zlepšení efektivity výroby mléka a welfare zvířat.

Pedometry jsou dnes běžným nástrojem v moderním chovu krav, protože umožňují zvýšení produktivity a zdraví zvířat a zároveň snižují náklady na výrobu.

Při použití těchto systémů je dosahováno detekování říjí u krav až 96%, a to v porovnání s pozorováním říjí ošetřovateli, kde se úspěšnost pohybuje okolo 30-45%. Data musí být vždy dostatečně podrobně analyzována (Doležal, 2015).



Obrázek 12: Ušní známka s elektronickou identifikací a pedometrem (vlastní foto)



Obrázek 13: Anténa AfiAct II, která snímá pohybovou aktivitu krav (vlastní foto)

3 Materiál a metodika

3.1 Materiál

K vyhodnocení využití elektronické identifikace v chovech skotu, bylo zahrnuto osm farem (A-H). Farmy A-C byly s robotickým dojením farmy D-H s klasickou dojárnou.

- Farma A se nachází 11 km od Tábora, soukromí zemědělec chová 140 kusů dojnic. Využívá dva dojící roboty značky GEA. Elektronická identifikace je umístěna na krku. Chovatel chová plemeno ČESTR.
- Farma B se nachází 6 km od Tábora má 60 kusů dojných krav a využívá dojícího robota Lely Astronaut 3. Elektronická identifikace je umístěna na krku. Chová holštýnský skot.
- Farma C má 360 dojených krav a využívá pět dojících robotů firmy Lely. Původně využívání elektronickou identifikaci na krku, ale nyní postupně přechází na ušní známky firmy CowManager, kde je sledování pohybové aktivity spojeno s elektronickou identifikací. Chová Holštýnský skot.
- Farma D se nachází 18 km, má 170 dojnic a využívá dojírnu FullWood s řídicím systémem AfiFarm a respondéry umístěnými na noze. Průchozí anténa umístěna na zemi při vstupu na dojírnu. Chovají dojící plemena ČESTR.
- Farma E je 49 km vzdálená od Tábora a má 380 zvířat. Využívá dojírnu FullWood, identifikační zařízení AfiCollar II a anténu má na každém stání. Chovají dojnice Holštýny.
- Farma F Plemeno Čestr a má 800 kusů dojných krav. Dojírna značky Bowmatick, elektronická identifikace formou ušních známek.
- Farma G Chovají krávy Holštýny, má 200 dojnic, dojírna značky Farmtec a elektronická identifikace umístěna na krku.

-
- Farma H je vzdálená 15 km od Tábora má 400 kusů, typu Holštýn, dojírnu Farmtec a elektronickou identifikaci na krku.

3.2 Metodika

Pro hodnocení jednotlivých typů elektronické identifikace byly provedeny osobní návštěvy na jednotlivých farmách, konzultace s chovateli (farmář, zootechnik, obsluha dojírny) dále byla elektronická identifikace kontrolována přes řídicí software. Pro vyhodnocení elektronické identifikace byla základem tabulka 1 plus se přidali tyto parametry: přehlednost ve stádě, manipulace a cena.

3.2.1 Popis jednotlivých parametrů:

- Aplikace: zde se hodnotí náročnost nasazení elektronické identifikace na dojnicích.
- Přehlednost ve stádě: hodnotíme možnost vizuálního rozpoznání daného zvířete. To je přečtení čísla na obojku nebo známce.
- Spolehlivost na dojárně nebo u robotů: zde hodnotíme přesnost a spolehlivost při vstupu na dojírnu nebo robota.
- Ztrátovost: Zde se hodnotí, jaké procento známek se ztratí.
- Manipulace: Hodnotíme možnost sundání a znovu nasazení na další dojnici
- Cena zde se porovnává cena zařízení

3.2.2 Bodové hodnocení

0 hodnotíme jako negativní, 1 hodnocení průměrné, 2 pozitivní.

- Aplikace: Hodnotíme 0 to znamená složité nasazení vzhledem k chování zvířete a manipulaci s identifikačním zařízením. 1 průměrné hodnotíme jako středně obtížné nasazení. 2 spolehlivá jednoduchá manipulace se zvířetem i identifikačním zařízením.
- Přehled ve stádě: 0 je těžko se identifikuje. 1 složitá identifikace. 2 přehledná identifikace

-
- Spolehlivost na dojírně – norma udává, že spolehlivá identifikace je 90 %. Pro komplexní vyhodnocení systému je třeba dosáhnout 100% identifikace. 0 – nespolehlivá, to znamená pod 98%. 1 – Přibližně 98%. 2 – naprosto spolehlivý nad 99%.
 - Ztrátovost - 0 možnost ztráty. 1 ztráta jednoho na sto kusů. 2 bez ztráty.
 - Manipulace - 0 složité manipulování s identifikačním zařízením. 1 Lze provést manipulaci se zařízením. 2 bezproblémová manipulace s identifikačním zařízením.
 - Cena - 0 nad 1000,- Kč. 1 do 1000,- Kč. 2 do 300,- Kč.

4 Výsledky a diskuse

Porovnání identifikačních zařízení nám ukazuje tabulka č. 2.

Tabulka 2: Porovnání identifikačních zařízení na farmách

	A	B	C	D	E	F	G	H
Aplikace	0	0	0	1	0	2	0	0
Přehlednost ve stádě	2	2	2	0	2	1	2	2
Spolehlivost na dojírně/ robot	2	2	2	1	2	1	0	0
Ztrátovost	1	1	1	0	1	0	1	1
Manipulace	1	1	1	1	1	2	1	1
Cena	0	0	0	1	0	2	1	1
Součet	6	6	6	4	6	8	5	5

0 – Negativní

1 – Průměrné

2 – Spolehlivá

Z tabulky č. 2 je vidět, že nejvíce bodů získala farma F. Farma využívá elektronickou identifikaci pomocí ušních značek BouMatic. Tato forma identifikace je levná, ušní známky se jednoduše nasazují a spolehlivost na dojírně není špatná.

Podle našeho hodnocení se na druhém místě umístili čtyři farmy s bodovou škálou číslo 6. Tři z těchto farem využívají identifikaci pomocí krčních náramků a jedna farma využívá k identifikaci ušní čipy.

Na třetím místě skončili farmy G a H s elektronickou identifikací pomocí krčních náramků, ale identifikace je pomocí antény, kde na sebe krávy mohou skočit a nemusí se načíst správná kráva nebo se jedna vynechá. Proto tato identifikace zaostává za roboty.

Na posledním místě se umístila farma D, která označuje zvířata pomocí pásků na noze. Tato farma má nejméně bodů, protože má anténu jen na začátku dojírně a krávy se mohou prohodit. Dále není možná vizuální identifikace, protože pásek je většinou pokryt nečistoty.

Z tabulky plyne, že momentálně nejvhodnější identifikace je pomocí elektronických ušních značek, které se umístili na prvním a druhém místě. Následuje identifikace pomocí krčních pásků, které jsou velmi užitečné s automatickými dojícími roboty.

Identifikace dojnic s využitím bolusů nebo implantátů, nebyla v našich chovech zaznamenána. S využitím implantátů u dojnic se jeví jako nevhodné pro možnost jejich cestování v těle dojnice nebo jejich ztráty. Implantáty se využívají především v chovu prasat.

Závěr

Celkově lze říci, že s vývojem nových technologií a změnami požadavků trhu se identifikace a sledovatelnost hospodářských zvířat bude i nadále měnit. Potřeba komplexních a účinných systémů identifikace a sledovatelnosti hospodářských zvířat bude jen narůstat, protože problémy související s mezinárodním obchodem, zdravím zvířat a požadavky spotřebitelů na sledovatelnost v potravinovém řetězci budou i nadále představovat hlavní problémy. Systémy identifikace a sledovatelnosti hospodářských zvířat hrají zásadní roli při podpoře dobrých životních podmínek zvířat, ochraně životního prostředí a zajištění bezpečnosti a zabezpečení potravin. Jejich další vývoj a zdokonalování budou proto důležité pro splnění rostoucích požadavků a výzev v odvětví živočišné výroby. Je nutné dosáhnout naprosto spolehlivého a jednoznačného a v praxi využitelného systému identifikace. V rámci identifikace se testuje na základě rozboru obrazu, a to spojením identifikace konkrétního zvířete. Jedná se o zachycení na se zaměřením na jednotlivé prvky zvířete. Tento způsob může být spojen s využitím identifikačních značek s QR kódy. V QR kódu bude uvedeno identifikační číslo zvířete včetně jeho původových údajů.

Seznam použité literatury

AFIMILK: *AFICOLLAR IN ACTION! BASED ON THE REAL-LIFE EXPERIENCE ON ROBHOEK FARM, SA* [online], 2023. [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: <https://www.afimilk.com/aficollar-in-action/>

AHMED, Yasser A.; ALI, Safwat; GHALLAB, Ahmed. Hair histology as a tool for forensic identification of some domestic animal species. *EXCLI journal*, 2018, 17: 663.

AKROH INDUSTRIES: *Katalog AKROH INDUSTRIES* [online], 2023. 2023. Zwolle [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://akroh.com/catalogus?fbclid=IwAR10evh67oKm59GybjJXKSp3MIkn4Op-pCLYcJxak29nLe1OnIZbfOrkAdkk>

AMSLER, Sarah, 2021. *TechTarget: RFID (radio frequency identification)* [online]. 2021 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/RFID-radio-frequency-identification>

APHIS: *Comprehensive targets for increased traceability* [online], 2015. USA [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://www.aphis.usda.gov/aphis/ourfocus/animalhealth/traceability/adt/animal-disease-traceability>

BACH, Alex; CABRERA, Victor. Robotic milking: Feeding strategies and economic returns. *Journal of dairy science*, 2017, 100.9: 7720-7728.

BARGE, Paolo, et al. Radio frequency identification technologies for livestock management and meat supply chain traceability. *Canadian Journal of Animal Science*, 2013, 93.1: 23-33.

BEJA-PEREIRA, Albano, et al. The origin of European cattle: evidence from modern and ancient DNA. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2006, 103.21: 8113-8118.

BENJAMIN, Madonna; YIK, Steven. Precision livestock farming in swine welfare: a review for swine practitioners. *Animals*, 2019, 9.4: 133.

BERGMAN, Jerry. Why mammal body hair is an evolutionary enigma. *Creation Research Society Quarterly*, 2004, 40.3: 240-243.

BERGQVIST, Ann-Sofi, et al. Individual identification of pigs during rearing and at slaughter using microchips. *Livestock Science*, 2015, 180: 233-236.

BOUŠKA, J. (2006): Chov dojeného skotu, Profi Press, ISBN 80-86726-16-9

BUCEK, Pavel, 2010. Farmář: Elektronická identifikace a ICAR. *Farmář*. Profi-Press, **2010**(03), 22-24

BREHME, Ulrich, et al. ALT pedometer—New sensor-aided measurement system for improvement in oestrus detection. *Computers and electronics in agriculture*, 2008, 62.1: 73-80.

CAJA, G., et al. Use of ear tags and injectable transponders for the identification and traceability of pigs from birth to the end of the slaughter line. *Journal of animal science*, 2005, 83.9: 2215-2224.

CAJA, G., et al. Development of a ceramic bolus for the permanent electronic identification of sheep, goat and cattle. *Computers and electronics in agriculture*, 1999, 24.1-2: 45-63.

CANGAR, Ö., et al. Automatic real-time monitoring of locomotion and posture behaviour of pregnant cows prior to calving using online image analysis. *Computers and electronics in agriculture*, 2008, 64.1: 53-60.

CARAS, Roger A. *Zvířata, která změnila člověka*. Rybka Publishers, 1999.

CATTLEEYE [online]. 2023 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://cattleeye.com/about/>

DALVIT, C.; DE MARCHI, M.; CASSANDRO, M. Genetic traceability of livestock products: A review. *Meat Science*, 2007, 77.4: 437-449.

DIAMOND, Jared. Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 2002, 418.6898: 700-707.

DOLEŽAL, Oldřich a Stanislav STANĚK, 2015. *Chov dojného skotu*. Praha: Profi Press s.r.o. ISBN 978-80-86726-70-0.

Eagri: Úplné znění Vyhláška č. 136/2004 Sb. [online], 2004. [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_Vyhlaska-2004-136-zivocisnekomodity.html

ERADUS, Wim J.; JANSEN, Mans B. Animal identification and monitoring. *Computers and Electronics in Agriculture*, 1999, 24.1-2: 91-98.

ESP.CZ: *Jak fungují RFID čtečky* [online], 2020. [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://esp.cz/cs/blog/funguji-rfid-ctecky>

EUROPEAN COMMISSION (2017). "Regulation (EU) No 2017/625 of the European Parliament and of the Council of 15 March 2017 on official controls and other official activities performed to ensure the application of food and feed law, rules on animal health and welfare, plant health and plant protection products." Official Journal of the European Union. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32017R0625>

EVANS, John; VAN EENENNAAM, Alison. Livestock identification. *Emerging management systems in animal identification. Fact Sheet*, 2005, 5.

FANTOVÁ, M., KACEROVSKÁ, L., MALÁ, G., MÁTLOVÁ, V., SKŘIVÁNEK, M., ŠLOSÁRKOVÁ, S.: Chov koz. Brázda, Praha. 2010. 214 s. ISBN: 9788020903778.

FLOYD, Raymond E. RFID in animal-tracking applications. *IEEE Potentials*, 2015, 34.5: 32-33.

GHIRARDI, J. J., et al. Evaluation of the retention of electronic identification boluses in the forestomachs of cattle. *Journal of animal science*, 2006, 84.8: 2260-2268.

GOEDBLOED, D. J., et al. Genome-wide single nucleotide polymorphism analysis reveals recent genetic introgression from domestic pigs into Northwest European wild boar populations. *Molecular ecology*, 2013, 22.3: 856-866.

HINRICH H., Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata: 250 plemen. Vyd. v češtině 1. Praha: Brázda, 2006, 295 s. ISBN 80-209- 0344-5

HUBER, Peter A., et al. Use of electronic identification in practical conditions on livestock. In: The 11th International Conference of the Association of Institutions for Tropical Veterinary Medicine and 16th Veterinary Association Malaysia Congress. Petaling Jaya, Malaysia. 2004. p. 110-112.

HUMPOLÁKOVÁ, Karin. Rozlišení zvířecí srsti pomocí hmotnostní spektrometrie. 2019.

ICAR: *Statutes* [online], 2022. ICAR [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.icar.org/index.php/about-us-icar-facts/statutes-and-by-laws/>

KYSELÝ, René. Historie chovu domácích zvířat v Čechách a na Moravě ve světle archeozoologických nálezů. *Živa*, 2016, 5.2016: 225-229.

KAMPERS, F. W. H.; ROSSING, W.; ERADUS, W. J. The ISO standard for radio-frequency identification of animals. *Computers and electronics in agriculture*, 1999, 24.1-2: 27-43.

KIJAS, James W., et al. Genome-wide analysis of the world's sheep breeds reveals high levels of historic mixture and strong recent selection. *PLoS biology*, 2012, 10.2: e1001258.

KLAUZ, Milan, 2017. *DPS-AZ: Jaký je rozdíl mezi aktivním a pasivním RFID?* [online]. 2017 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.dps-az.cz/vyvoj/id:53208/jaky-je-rozdil-mezi-aktivnim-a-pasivnim-rfid-https://www.dps-az.cz/vyvoj/id:53208/jaky-je-rozdil-mezi-aktivnim-a-pasivnim-rfid->

LIPSKÝ Z. (1999): *Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů*, Praha: Karolinum, Univerzita Karlova, 129 str. ISBN: 80-7184-545-0.

MADEC, F., et al. Traceability in the pig production chain. *Revue Scientifique et Technique-Office International des Epizooties*, 2001, 20.2: 523-537.

MERKS, J. W. M., et al. Injectable electronic identification systems in pig production. *Pig News and Information*, 1990, 11.1: 35-36.

MILKPLAN: *AfiAct II* [online], 2023. [cit. 2023-04-05]. Dostupné z: https://milkplan.com/files/repository/Product%20Brochures/Herd%20Management/cows/english/Brochure_AfiAct%20II_Greek-eng-version_v2.pdf

MOYO, Siboniso Moyo a Frans SWANEPOEL, 2010. *The Role of Livestock in Developing Communities: Enhancing Multifunctionality* [online]. Jihoafrická republika [cit. 2023-03-27]. ISBN 978-1-928424-81-9. Dostupné z: <https://ujonlinepress.uj.ac.za/index.php/ujp/catalog/view/122/402/1371>

NEARY, Michael. *Methods of livestock identification*. 2002.

NEETHIRAJAN, Suresh; KEMP, Bas. Digital livestock farming. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 2021, 32: 100408.

NEETHIRAJAN, Suresh. Recent advances in wearable sensors for animal health management. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 2017, 12: 15-29.

NOVÁKOVÁ, Zuzana, 2017. *Agropress: Evidence a označování zvířat 1/3 (skot, prasata)* [online]. [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/jednoduchy-prehled-legislativy-v-oblasti-evidence-a-oznacovani-zvirat-12/>

NOVÁKOVÁ, Zuzana, 2017. *Agropress: Evidence a označování zvířat 2/3 (koně, ovce, kozy)* [online]. [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/jednoduchy-prehled-legislativy-v-oblasti-evidence-a-oznacovani-zvirat-23-kone-ovce-kozy/>

OCAK, Sezen; OGUN, Sinan; GUNDUZ, Zuhar. Electronic Identification of Livestock to Improve Turkey's Animal Production System. *Journal of Agricultural Science and Technology. A*, 2013, 3.5A: 417.

PAUW, Reinhard, et al. Role and work of the ICAR Sub-Committee on Animal Identification. *ICAR Technical Series*, 2004, 9: 1-7.

RAJARAM, Sakharam; SHELLY, C. Stelin. History of branding. *International Journal of Social Sciences & Interdisciplinary Research*, 2012, 1.3: 100-104.

ROSATI, A., et al. ICAR roles, activities and services related to animal identification and performance recording. Animal identification and recording systems for traceability and livestock development in countries of Latin America and the Caribbean. B. Besbes and B. Molina-Flores, ed. *ICAR Technical Series*, 2013, 15: 21-26.

RUVINSKY, Anatoly, et al. Systematics and evolution of the pig. In: *The genetics of the pig*. Wallingford UK: CABI, 2011. p. 1-13.

RYDVAL, Jan, 2006. *ITBIZ: Možnosti využití RFID-1. část* [online]. Nitemedia [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.itbiz.cz/rfid-prvni-dil>

SCHROEDER, Ted C.; TONSOR, Glynn T. International cattle ID and traceability: Competitive implications for the US. *Food Policy*, 2012, 37.1: 31-40.

SILVEIRA, Manuel. A Review of the History and Motivations of Animal Identification and the Different Methods of Animal Identification Focusing on Radiofrequency Identification and How It Works for the Development of a Radiofrequency Identification Based Herd Management System on the Cal Poly Dairy. 2013.

SMILEY, Suzanne, 2019. *Atlasrfidstore: Active RFID vs. Passive RFID: What's the Difference?* [online]. 2019 [cit. 2023-04-02]. Dostupné z: <https://www.atlasrfidstore.com/rfid-insider/active-rfid-vs-passive-rfid>

SMITH, G. C., et al. Post-slaughter traceability. *Meat science*, 2008, 80.1: 66-74.

SMUTNÝ, Luboš, 2015. *Funkčnost dojících robotů a jejich vliv na welfare dojnic*. České Budejovice. Disertační práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH. Vedoucí práce Prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.

SYCHRA O., Obecná zoologie - Domestikace. [online]. 2012 [cit. 2023-03-27]. Dostupné z: <http://www.zoologie.frasma.cz/domestikace/domestikace.html>

TREVARTHEN, Adam. The national livestock identification system: the importance of traceability in e-business. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 2007, 2.1: 49-62.

UXOVÁ, E.: Analýza chovu koz (1. část). Zpravodaj Svazu chovatelů ovcí a koz ČR, Svaz chovatelů ovcí a koz ČR, Brno. 2016, č. 1, s. 56-65. ISSN: 1213371X.

VAINTRUB, M. Odintsov, et al. Precision livestock farming, automats and new technologies: Possible applications in extensive dairy sheep farming. *Animal*, 2021, 15.3: 100143.

ROSSING, Wim. Animal identification: introduction and history. *Computers and Electronics in Agriculture*, 1999, 24.1-2: 1-4.

ZEDER, Melinda A. Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. *Proceedings of the national Academy of Sciences*, 2008, 105.33: 11597-11604.

Seznam obrázků

Obrázek 1 Správné umístění vizuálního a elektronického ušní značky v levém uchu (Evens, 2005)	14
Obrázek 2: Krční pásek od firmy GEA (vlastní foto).....	15
Obrázek 3: Pásek přes nohu s identifikačním čipem uvnitř (vlastní foto)	19
Obrázek 4: Elektronická identifikace umístěna páskem na nohu (vlastní foto).....	19
Obrázek 5: Elektronická ušní známka s protikusem (vlastní foto)	20
Obrázek 6: Podkožní implantát se sterilním pouzdem a injekční pistolí (vlastní foto)	21
Obrázek 7: Obojek s elektronickou identifikací uvnitř (vlastní foto)	24
Obrázek 8: Pevná anténa na dojárně (vlastní foto)	24
Obrázek 9: Aktivní RFID tag (ESP.CZ, 2020)	30
Obrázek 10: Ušní známky typ A a typ B (Nováková, 2017)	31
Obrázek 11: Krční náramek Afimilk z farmy E (vlastní foto).....	33
Obrázek 12: Ušní známka s elektronickou identifikací a pedometrem (vlastní foto)	35
Obrázek 13: Anténa AfiAct II, která snímá pohybovou aktivitu krav (vlastní foto).	35

Seznam tabulek

Tabulka 1: Srovnání mezi jednotlivými elektronickými systémy identifikace (Bucek, 2010)	27
Tabulka 2: Porovnání identifikačních zařízení na farmách.....	39